

Infecção relacionada à assistência à saúde:

Subsídios para a assistência segura

Organizadores:

- Charlise FortunatoPedroso •Fernanda Keley Silva Pereira Navarro
- Geraldo Andrade de Oliveira •Hellen da Silva Cintra de Paula
- Karla de Aleluia Batista •Mariana Magalhães Nóbrega
- Paula Regina de Souza Hermann •Raquel Silva Pinheiro •Thais Augusto Marinho



Infecção relacionada à assistência à saúde:

Subsídios para a assistência segura

Organizadores:

- Charlise FortunatoPedroso •Fernanda Keley Silva Pereira Navarro
- Geraldo Andrade de Oliveira •Hellen da Silva Cintra de Paula
- Karla de Aleluia Batista •Mariana Magalhães Nóbrega
- Paula Regina de Souza Hermann •Raquel Silva Pinheiro •Thais Augusto Marinho



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí

Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacão do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Infecção relacionada à assistência à saúde: subsídios para assistência segura

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadores: Charlise Fortunato Pedroso
Fernanda Keley Silva Pereira Navarro
Geraldo Andrade de Oliveira
Hellen da Silva Cintra de Paula
Karla de Aleluia Batista
Mariana Magalhães Nóbrega
Paula Regina de Souza Hermann
Raquel Silva Pinheiro
Thais Augusto Marinho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I43 Infecção relacionada à assistência à saúde: subsídios para assistência segura / Organizadores Charlise Fortunato Pedroso, Fernanda Keley Silva Pereira Navarro, Geraldo Andrade de Oliveira, et al. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Outras organizadoras
Hellen da Silva Cintra de Paula
Karla de Aleluia Batista
Mariana Magalhães Nóbrega
Paula Regina de Souza Hermann
Raquel Silva Pinheiro
Thais Augusto Marinho

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-609-3
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.093211810>

1. Infecções. 2. Saúde. 3. Controle. I. Pedroso, Charlise Fortunato (Organizadora). II. Navarro, Fernanda Keley Silva Pereira (Organizadora). III. Oliveira, Geraldo Andrade de (Organizador). IV. Título.

CDD 616.9

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

AGRADECIMENTOS

O projeto de pesquisa “Estudo epidemiológico de efetividade do monitoramento e controle de Infecções Relacionadas à Assistência em Saúde (IRAS), pelo uso de uma ferramenta digital implantada no âmbito das Comissões de Controle de Infecções Hospitalares”, nasceu do compromisso que a Secretaria de Atenção Especializada à Saúde por meio do Departamento de Atenção Hospitalar Domiciliar e de Urgência (DAHU) tem com o aprimoramento do Sistema Único de Saúde.

A produção desta obra, de suma importância para as instituições e profissionais de saúde, só foi possível devido a brilhante contribuição de todos os autores, que aceitaram prontamente o desafio de escrever seus capítulos com excelência.

Uma das missões das Instituições educacionais públicas é interagir com toda a sociedade e por isso agradecemos aos pesquisadores e coordenadores do projeto, onde aqui temos uma obra que nasceu da interação das atividades de pesquisa sob a Coordenação do Professor Geraldo de Andrade Oliveira, com uma das ações centrais do Ministério da Saúde que é o fortalecimento do Sistema Único de Saúde.

Agradecemos aos colaboradores em todos os hospitais que o nosso projeto foi implantado pela dedicação profissional, incansável e heroica. Vocês merecem nosso reconhecimento e aplausos. Deixo ainda minha solidariedade com as perdas que sofreram de colegas e familiares no enfrentamento da COVID-19.

Parabenizo aos autores por compartilharem seus conhecimentos e por oferecerem aos leitores a oportunidade de aprofundarem os estudos na prevenção e controle das IRAS para que diariamente atuando no sistema de saúde, possam colocar em prática ações grandiosas e transformadoras.

Que esse livro possa inspirar novos caminhos.

Adriana Melo Teixeira

Diretora do Departamento de Atenção Hospitalar Domiciliar e de Urgência (DAHU)

APRESENTAÇÃO

A presente obra “Infecção Relacionada à Assistência à Saúde: subsídios para assistência segura” é um produto do Projeto de Pesquisa “Estudo epidemiológico de efetividade do monitoramento e controle de Infecções Relacionadas à Assistência em Saúde (IRAS), pelo uso de uma ferramenta digital implantada no âmbito das Comissões de Controle de Infecções Hospitalares”, coordenado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) e financiado pelo Ministério da Saúde (MS). Assim, pesquisadores internos ao IFG, além de convidados externos e servidores do MS, assinam a autoria desse livro, cujo objetivo é atualizar as discussões científicas e diretrizes sobre as IRAS em diferentes contextos e ambientes de saúde, visando uma assistência segura e de qualidade.

O risco de transmissão de IRAS é universal e permeia todas as instalações, ambientes e sistemas de saúde em todo o mundo. Nem todas as infecções são evitáveis, no entanto, é possível e de fato obrigatório evitá-las, o que resultará na redução da morbimortalidade e custos adicionais em saúde.

A prevenção e o controle de IRAS são prioridades para a segurança dos pacientes e deve envolver os profissionais em todos os cenários de assistência à saúde, não se restringindo apenas ao hospital. Há de considerar que no contexto assistencial, os aspectos relacionados aos profissionais de saúde, a organização institucional, político e cultural podem influenciar a implementação de práticas e a vigilância das infecções.

Nesse sentido esta obra apresenta os aspectos essenciais para prevenção e controle das IRAS pautados na literatura científica, visando seu emprego no processo de formação de estudantes e profissionais de saúde. Sendo assim, este livro contribuirá para a discussão e implementação de ações de prevenção e controle de IRAS nos diferentes cenários de assistência à saúde. Na perspectiva de subsidiar o leitor no entendimento da IRAS, o livro aborda em 23 capítulos: vigilância e monitoramento das IRAS, segurança do paciente, resistência microbiana, ambientes especializados de assistência à saúde, desafios da pandemia COVID-19, impacto econômico das IRAS, tecnologias para a tomada de decisão e gestão das IRAS.

Desejamos a todos uma ótima leitura!

As organizadoras.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

VIGILÂNCIA E NOTIFICAÇÃO DE INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA EM SAÚDE

Claudia Neto Gonçalves Neves da Silva
Edmila Lucas de Lima
Francilisi Brito Guimarães Valente
Sandra Pereira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0932118101>

CAPÍTULO 2..... 12

RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA E INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Giovana Alice Sampaio Soares
Amanda Ferreira Paes Landim Ramos
Lilian Carla Carneiro
Mônica Santiago Barbosa
Silvana Barbosa Santiago

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0932118102>

CAPÍTULO 3..... 21

CONTROLE DAS IRAS E A IMPORTÂNCIA DA INTERDISCIPLINARIDADE PARA ALCANÇAR MELHORES DESFECHOS

Carla de Almeida Silva
Camilla Botêga Aguiar Kogawa
Cibele Almeida Prazer
Gabryella Teixeira dos Santos
Louise Amália de Moura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0932118103>

CAPÍTULO 4..... 30

O PAPEL DA HIGIENIZAÇÃO DAS MÃOS NA PREVENÇÃO DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Paula Regina de Souza Hermann
Raquel Silva Pinheiro
Lyriane Apolinário de Araújo
Charlise Fortunato Pedroso
Ingrid Aline de Jesus Gonçalves
Thays Angélica de Pinho Santos
Rafael Alves Guimarães
Ana Carolina Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0932118104>

CAPÍTULO 5..... 46

AÇÕES DE CONTROLE E PREVENÇÃO DE INFECÇÕES E EVENTOS ADVERSOS EM UNIDADES DE ATENDIMENTO DOMICILIAR

Ana Claudia Nascimento de Sousa
Cíntia Carolina Vinhal Pereira
Laidilce Teles Zatta
Thays Angélica de Pinho Santos
Vanessa da Silva Carvalho Vila

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0932118105>

CAPÍTULO 6..... 56

CIRURGIA SEGURA E PREVENÇÃO DE INFECÇÃO DE SÍTIO CIRÚRGICO

Regiane Aparecida dos Santos Soares Barreto
Sergiane Bisinoto Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0932118106>

CAPÍTULO 7..... 66

CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE E ÀS UNIDADES DE TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA – MODALIDADE HEMODIÁLISE

Nara Rubia de Freitas
Jerusa Marielle Nunes Seabra de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0932118107>

CAPÍTULO 8..... 77

CONTROLE DE INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE E AS UNIDADES DE TRATAMENTO ONCOLÓGICO, ONCO-HEMATOLOGIA E TRANSPLANTE DE MEDULA ÓSSEA

Adriano de Moraes Arantes
Larissa Sousa Diniz
Jade Alves de Souza Pacheco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0932118108>

CAPÍTULO 9..... 91

CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE NAS UNIDADES DE LONGA PERMANÊNCIA

Mônica Ribeiro Costa
Lívia Evangelista da Rocha Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0932118109>

CAPÍTULO 10..... 106

SEGURANÇA DO PACIENTE E O CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Ana Elisa Bauer de Camargo Silva
Ana Lúcia Queiroz Bezerra

Thatianny Tanferri de Brito Paranaguá

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181010>

CAPÍTULO 11..... 121

CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE E OS DESAFIOS IMPOSTOS PELA PANDEMIA DE COVID-19

Adriana Oliveira Guilarde

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181011>

CAPÍTULO 12..... 130

BOAS PRÁTICAS EM VACINAÇÃO COM ÊNFASE NO CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Tháís Marinho

Leandro Nascimento da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181012>

CAPÍTULO 13..... 147

DESAFIOS DAS COMISSÕES DE CONTROLE DE INFECÇÃO RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE NOS HOSPITAIS BRASILEIROS

Tatiane Barbosa Mendes de Freitas Lemes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181013>

CAPÍTULO 14..... 156

PROCESSAMENTO DE PRODUTOS PARA SAÚDE: UM PRINCÍPIO DAS PRECAUÇÕES PADRÃO PARA PREVENÇÃO E CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Anaclara Ferreira Veiga Tipple

Dulcelene de Sousa Melo

Heliny Carneiro Cunha Neves

Cristiana da Costa Luciano

Júnnia Pires de Amorim Trindade

Simone Vieira Toledo Guadagnin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181014>

CAPÍTULO 15..... 175

PREVENÇÃO E CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE E A INTERFACE COM A PESQUISA CIENTÍFICA

Katiane Martins Mendonça

Luana Cássia Miranda Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181015>

CAPÍTULO 16..... 185

MECANISMOS GENÉTICOS E EPIGENÉTICOS DE RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA

Cassio Nazareno Silva da Silva

Wendell Jacinto Pereira
Silvana Barbosa Santiago
Karla de Aleluia Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181016>

CAPÍTULO 17.....202

BIOFILMES NA PERSPECTIVA DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Paula Regina de Souza Hermann
Anaclara Ferreira Veiga Tipple
Dayane de Melo Costa
Evandro Watanabe
Lillian Kelly de Oliveira Lopes
Thalita Soares Camargos
Viviane de Cássia Oliveira
Mariana Magalhães Nóbrega

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181017>

CAPÍTULO 18.....214

IMPLEMENTAÇÃO DE *BUNDLE* DE PREVENÇÃO DE INFECÇÃO PRIMÁRIA DE CATETER VENOSO CENTRAL POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES

Ingrid Aline de Jesus Gonçalves
Walterlania Silva Santos
Patricia Moreira de Araújo Lisboa
Marcelo Medeiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181018>

CAPÍTULO 19.....225

CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE E OS IMPACTOS ECONÔMICOS NA SAÚDE

Alexander Itria
Renato Mantelli Picoli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181019>

CAPÍTULO 20.....233

TECNOLOGIAS EM SAÚDE NO MONITORAMENTO DE INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA EM SAÚDE EM HOSPITAIS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Hélio de Souza Júnior
Mariana Magalhães Nóbrega
Emily Nayana Nasmar de Melo
Jeane Kelly Silva de Carvalho
Zilka dos Santos de Freitas Ribeiro
Fernanda Keley Silva Pereira Navarro
Ione Silva Barros
Paula Regina de Souza Hermann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181020>

CAPÍTULO 21.....247

INCENTIVANDO OS HOSPITAIS PARA O CONTROLE DAS IRAS: UMA ABORDAGEM POR INTERMÉDIO DE SISTEMAS DINÂMICOS

Fernando Menezes Campello de Souza
Guilherme Salazar Cerqueira
Rafael Agostinho
Olavo de Oliveira Braga Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181021>

CAPÍTULO 22.....256

DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS LEAN HEALTHCARE APLICADO ÀS IRAS

Fabio Francisco da Silva
Isabela da Silva Pontes
Olavo de Oliveira Braga Neto
Adriana Melo Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181022>

CAPÍTULO 23.....265

DECISÕES NO CONTEXTO DAS IRAS

Patrícia Silva Lessa
Fernando Menezes Campello de Souza
Guilherme Salazar Cerqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.09321181023>

SOBRE OS ORGANIZADORES276

BIOFILMES NA PERSPECTIVA DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Data de aceite: 19/08/2021

Paula Regina de Souza Hermann

Universidade de Brasília, Faculdade de
Ceilândia
Brasília – Distrito Federal
<https://orcid.org/0000-0002-3235-3287>

Anaclara Ferreira Veiga Tipple

Universidade Federal de Goiás, Faculdade de
Enfermagem
Goiânia – Goiás
<https://orcid.org/0000-0002-0812-2243>

Dayane de Melo Costa

Universidade Federal de Goiás, Faculdade de
Enfermagem, Programa de Pós-graduação em
Enfermagem
Goiânia – Goiás
<https://orcid.org/0000-0003-1855-061X>

Evandro Watanabe

Universidade de São Paulo, Faculdade de
Odontologia de Ribeirão Preto, Departamento
de Odontologia Restauradora
Ribeirão Preto – São Paulo
<https://orcid.org/0000-0001-5674-2589>

Lillian Kelly de Oliveira Lopes

Universidade Federal de Goiás, Hospital das
Clínicas; Vigilância Sanitária do Estado de
Goiás; Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Goiânia- Goiás
<https://orcid.org/0000-0002-6120-4344>

Thalita Soares Camargos

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Águas
Lindas, IFG
Águas Lindas – GO

Viviane de Cássia Oliveira

Universidade de São Paulo, Faculdade de
Odontologia de Ribeirão Preto, Departamento

de Materiais Dentários e Prótese
Ribeirão Preto – São Paulo
<https://orcid.org/0000-0002-0734-065>

Mariana Magalhães Nóbrega

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Águas
Lindas, IFG
Águas Lindas – GO
<https://orcid.org/0000-0003-1880-7518>

RESUMO: Os biofilmes são comunidades de microrganismos formados por uma única ou várias espécies, principalmente de bactérias e fungos, que conseguem aderir a uma superfície e produzir substâncias poliméricas extracelulares. Essas características contribuem para que os biofilmes apresentem resistência contra a ação dos antimicrobianos e estejam presentes em cerca de 80% das infecções locais e sistêmicas. Os produtos para saúde, que incluem os instrumentais clínicos/cirúrgicos, próteses, cateteres, tubos, dentre outros, são contaminados com fluidos biológicos dos pacientes ou dos profissionais de saúde, que favorecem as condições necessárias para o desenvolvimento do biofilme. No presente capítulo, serão abordados o processo de formação de biofilmes, incluindo o mecanismo de *quorum sensing*, a formação de biofilmes em produtos para saúde e superfícies de serviços de saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Biofilmes. Produtos para Saúde. Infecção Hospitalar.

BIOFILM PERSPECTIVE IN HEALTHCARE-ASSOCIATED INFECTIONS

ABSTRACT: Biofilms are communities of microorganisms formed by a single or multiple species, mostly bacteria and fungi, which are able to adhere to a surface and produce an extracellular polymeric substance. These characteristics contribute to biofilm associated resistance to antimicrobial agents and presence in about 80% of local and systemic infections. Medical devices including clinical/surgical instruments, prostheses, catheters, tubes, among others, are contaminated with biological fluids from patients or health professionals, promoting conditions for biofilm development. This chapter will address the biofilm formation process, including the *quorum sensing* mechanism, biofilm formation in medical devices and health service surfaces.

KEYWORDS: Biofilm. Medical devices. Cross infection.

FORMAÇÃO DE BIOFILMES

Os biofilmes são comunidades de micro-organismos, formados por uma única ou diferentes espécies, que incluem bactérias e fungos, que conseguem naturalmente aderir às superfícies bióticas ou abióticas, e frequentemente formam uma barreira protetora polimérica. Devido a essa capacidade de crescimento nas superfícies e formação de barreira protetora, os biofilmes representam um desafio do ponto de vista da saúde pública, pois geralmente estão associados a infecções persistentes e apresentam resistência aos antimicrobianos empregados (DEL POZO, 2018).

O processo de formação de biofilmes é iniciado com a aderência de células bacterianas planctônicas em superfícies. A aderência depende da presença de forças físico-químicas e é facilitada no caso de bactérias que possuem estruturas celulares como pilis, flagelos e fímbrias. Essa primeira fase pode ser reversível (fase I) se houver uma predominância de interações fracas entre a bactéria e a superfície como por exemplo: forças de *van der waals*, interações hidrofóbicas e forças eletrostáticas. O processo se tornará irreversível (fase II) quando as bactérias iniciarem a produção de proteínas adesinas e outras biomoléculas que facilitam o ancoramento à superfície, favorecendo as forças de atração em detrimento das de repulsão. Em biofilmes de bactérias do gênero *Staphylococcus*, foram descritas mais de 20 proteínas adesinas associadas ao processo inicial de interação com a superfície, o que confere maior sucesso na formação do biofilme (JAMAL et al., 2018; KHATOON et al., 2018).

A partir da adesão inicial, com o crescimento das células colonizadoras, outros microrganismos também aderem à superfície e inicia-se um processo de maturação do biofilme (fase III e IV) com a produção de sinais autoindutores para a expressão de determinados genes. Isto resulta na secreção de Substâncias Poliméricas Extracelulares, SPE, formada por ácidos nucléicos, proteínas, carboidratos e ácidos graxos. As substâncias poliméricas extracelulares são a base da matriz do biofilme e são responsáveis pela

organização espacial, estabilidade, manutenção e resistência aos antimicrobianos. Durante o processo de maturação ocorrem diversas interações químicas, o processo de *quorum sensing*, agregação e formação de colônias (FLEMMING et al., 2016; KHATOON et al., 2018).

A última fase é a dispersão (fase V), que é um processo programado e ocorre quando a densidade populacional de células está aumentada e contribui para um desequilíbrio de nutrientes entre os micro-organismos presentes nas camadas mais internas com os presentes nas camadas mais externas do biofilme (FLEMMING et al., 2016; KHATOON et al., 2018). Assim, as células ou agregados celulares presentes nas camadas superficiais do biofilme se desprendem com mais facilidade, se tornam planctônica e podem colonizar outros sítios no organismo, iniciar o processo de formação de biofilmes ou participar da maturação de outros biofilmes. No âmbito da saúde, a dispersão é a fase que contribui para a infecção metastática (KHATOON et al., 2018; RUMBAUGH; SAUER, 2020).

O mecanismo de *quorum sensing* é essencial para o desenvolvimento do biofilme e consiste na comunicação intercelular mediada pela secreção de substâncias químicas autorreguladas, que permite a coordenação e controle global da fisiologia do biofilme. Primeiramente descrito em bactérias gram-negativas, o mecanismo da cascata que culmina no *quorum sensing*, é finamente regulado por proteínas LuxIR-like, que são auto indutoras da síntese de lactona acil-homoserina (AHL) e da ativação transcricional de genes. Esse sistema é utilizado principalmente na comunicação intraespecífica, pela singularidade das proteínas envolvidas nessa regulação (NEALSON & HASTINGS, 1979; ENGEBRECHT et al. 1983; WATERS, 2005). As bactérias gram-positivas se comunicam a partir de oligopeptídeos modificados como sinalizadores e sensores histidina-quinases como receptores (WATERS, 2005).

Da mesma maneira que o *quorum sensing* parece ser essencial para a formação dos biofilmes, a habilidade de um hospedeiro interferir na comunicação de bactérias é uma chave importante para impedir a formação dos biofilmes. Essa ação é conhecida como *quorum quenching*, e pode ocorrer na interação procarioto-procarioto e eucarioto-procarioto. Os processos naturais de *quorum quenching* têm sido testados como possíveis terapias antimicrobianas que incluem: a inibição da síntese de moléculas auto indutoras, degradação enzimática de moléculas sinalizadoras e autoindutores, a produção de antagonistas competitivos, bloqueio da cascatas de transdução de sinal (JIANG et al., 2019; PALUCH et al., 2020).

As diferentes cepas bacterianas e de outros micro-organismos formadores de biofilmes são responsáveis por conferir a eles propriedades moleculares diversificadas e, assim, a inibição do *quorum sensing* torna-se uma alternativa terapêutica promissora ou pode ser empregada em conjunto com os antimicrobianos, principalmente em infecções associadas a presença de biofilmes, uma vez que os inibidores de *quorum sensing* resultam

em resistência bacteriana reduzida (FONG et al., 2018; PIEWNGAM et al., 2020; WATERS, 2005).

Na área da saúde, os biofilmes podem ser classificados em: biofilme tradicional, biofilme de acúmulo (*build-up biofilm*) e biofilme de superfícies secas (VICKERY, 2019). O biofilme tradicional é aquele que se desenvolve em superfícies constantemente “úmidas”, por exemplo, cateteres intravenosos. Já o biofilme de acúmulo é aquele que se forma ao longo de ciclos de fases “úmidas” e “secas”, como encontrados em Produtos Para Saúde (PPS) reutilizáveis, como endoscópios e instrumental cirúrgico. O biofilme de superfícies secas, por sua vez, forma-se em ambientes de serviços de saúde, como bancadas.

BIOFILMES EM DISPOSITIVOS MÉDICOS E PRODUTOS PARA SAÚDE

Os biofilmes são amplamente estudados em diversas áreas do conhecimento. Nas áreas de atenção básica ou primária, secundária e terciária à saúde. Essas comunidades microbianas complexas e altamente resistentes aos agentes físico-químicos, têm ganhado muito destaque devido à associação com o desenvolvimento de infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS). Há relatos que cerca de 80% das infecções locais e sistêmicas estão vinculadas à presença de biofilmes. As infecções relacionadas à presença de biofilmes são, geralmente, persistentes e de difícil controle. Esse fato é decorrente de uma exposição microbiana limitada aos agentes antimicrobianos devido à complexidade e à organização estrutural sésil dos biofilmes. Alguns estudos têm indicado que quando os microrganismos estão organizados em biofilmes, a tolerância aos agentes físico-químicos é cerca de 100 a 1.000 vezes maior em comparação à forma planctônica ou livre. Além disso, nos biofilmes, as interações microbianas (mono ou poli espécies), bem como a presença de cepas multirresistentes podem acentuar o risco de IRAS recorrentes e/ou persistentes (AZEVEDO; CERCA, 2012; BANERJEE et al., 2020).

Dispositivos odonto-médico-hospitalares são geralmente contaminados e/ou circundados por fluidos corporais (sangue, lágrima, líquido sinovial, saliva, urina). Entre eles: lentes de contato, válvulas cardíacas, marcapasso, dispositivos intrauterinos (DIU), próteses ortopédicas e bucais, dânuas, curativos, válvulas antirrefluxo, tubos (endotraqueais, de silicone para cateterismo cardíaco, aspiração de órgãos e cavidade, transfusões de sangue e drenagens), filtro de diálise, linhas de equipos e cateteres (venosos, arteriais, vesical) e os Produtos Para Saúde (PPS) reutilizáveis como instrumental clínico e/ou cirúrgico e os endoscópios. A presença de um meio líquido constituído por proteínas é considerada fator primordial para o início da aderência microbiana e, conseqüentemente, o processo de formação de biofilme (BANERJEE et al., 2020). Desse modo, constata-se que os PPS e dispositivos médicos apresentam condições adequadas para formação de biofilmes, atuando como um reservatório de microrganismos. Estes são frequentemente contaminados pela microbiota endógena da pele e/ou mucosas dos pacientes e/ou profissionais da saúde,

como *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus* e *Candida* spp. Além disso, o insucesso das terapias antimicrobianas no enfrentamento de biofilmes em dispositivos médicos pode ser agravado pela presença de microbiota transitória gram-negativa multirresistente (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Acinetobacter baumannii*) – (ROSSINI et al., 2017; PINHEIRO et al., 2018).

Infecções associadas a biofilmes em dispositivos médicos têm aumentado o período e os custos de internação dos pacientes, e, em contrapartida, reduzido a segurança e a qualidade de vida dos pacientes, repercutindo na qualidade da assistência (SOUZA et al., 2014). As infecções do trato urinário e a pneumonia associada à ventilação mecânica são exemplos de infecções relacionadas à presença de biofilmes nos cateteres urinários e nos tubos endotraqueais, respectivamente. Assim, diferentes abordagens, visando o avanço do conhecimento e controle dos biofilmes em dispositivos médicos têm sido desenvolvidas, uma vez que a ação do sistema imunológico (inato e adquirido), bem como o uso sistêmico de antibióticos podem ser ineficazes no controle da aderência e desenvolvimento do biofilme na superfície dos PPS (PARANHOS et al., 2009; CASTRO et al., 2016).

O controle físico ou mecânico e químico do biofilme, embora de difícil implementação, por diferentes métodos de descontaminação, é amplamente recomendado para o processamento de PPS, como instrumental clínico e/ou cirúrgico, e tubos de silicone. No entanto, para válvulas cardíacas, marcapasso, DIU, próteses ortopédicas, cânulas, válvulas antirrefluxo, linhas de equipos e cateteres o controle mecânico e químico do biofilme é inviável. Desta forma, especialmente para esse conjunto de dispositivos médicos há o interesse crescente no desenvolvimento tecnológico de produtos impregnados e/ou revestidos em suas superfícies por agentes biocidas naturais e/ou sintéticos capazes de reduzir ao longo do tempo de uso, a carga microbiana na aderência inicial e, por conseguinte, no biofilme maduro (ALGBURI et al., 2017; BANERJEE et al., 2020).

Atualmente, as estratégias que propõem o controle inicial da aderência microbiana envolvem a impregnação e/ou revestimento das superfícies de PPS por agentes químicos, como antibióticos e antifúngicos, clorexidina, nanopartículas de prata e biovidro (CASTRO et al., 2016; MARQUES et al., 2020). Contudo, vale ressaltar, que a presença de agentes químicos pode ocasionar resistência microbiana e efeitos citotóxicos ao paciente. Com relação às estratégias inovadoras disponíveis para o controle de biofilmes maduros em PPS, o emprego da terapia fotodinâmica antimicrobiana, métodos para degradação da matriz de substâncias poliméricas extracelulares e os inibidores de comunicação microbiana podem ser elencadas como promissoras (ALGBURI et al., 2017; FUMES et al., 2018). Entretanto, apesar do notório efeito das estratégias de inibição da aderência microbiana e controle de biofilmes maduros, há um anseio crescente por novos produtos e métodos eficazes, principalmente, no enfrentamento dos biofilmes formados em PPS por micro-organismos multirresistentes.

Diante da ausência de uma resposta definitiva quanto ao produto, método e/ou protocolo eficaz para o controle da formação de biofilmes em dispositivos médicos, outras estratégias envolvendo produtos naturais e agentes biológicos têm sido utilizadas com sucesso. Acerca dos produtos naturais, os óleos essenciais têm demonstrado resultados promissores de atividade antimicrobiana. Ainda, esses produtos têm ganhado grande representatividade na indústria de alimentos, cosmética e farmacêutica e se destacam por baixa toxicidade e poucas reações adversas. Entretanto, a produção em larga escala apresenta dificuldades técnicas decorrentes da aquisição de matéria prima adequada e padronização dos princípios ativos devido a localidade e sazonalidade (AZEVEDO; CERCA, 2012). Dentre os agentes biológicos, o uso de probióticos e bacteriófagos para controle de biofilmes em dispositivos médicos tem despertado interesse. Os probióticos são microrganismos vivos que exercem efeitos benéficos, por meio da regulação do sistema imunológico do indivíduo e/ou paciente e reposição da microbiota. Já foi demonstrado que um revestimento de silicone com probióticos foi utilizado na confecção de próteses vocais e reduziu a formação de biofilme nesse PPS (RODRIGUES et al., 2007). No que concerne aos bacteriófagos, são vírus que apresentam capacidade de infectar bactérias. Durante o processo de infecção, esses vírus podem lesar a membrana celular e provocar a morte bacteriana. Os bacteriófagos têm sido amplamente utilizados e se destacam pela sua especificidade de ação, ausência de danos à microbiota normal e ao indivíduo e/ou paciente (OLIVEIRA et al., 2021).

As estratégias no enfrentamento das infecções relacionadas à presença de biofilme em dispositivos médicos apresentam grandes desafios terapêuticos, uma vez que elevadas taxas de resistência microbiana à terapia antimicrobiana convencional têm sido relatadas. Considerando que, atualmente, as estratégias disponíveis não são totalmente eficazes para o controle do biofilme em PPS, os métodos físico-químicos descritos deveriam ser utilizados de maneira conjunta e/ou complementar para potencializar as atividades antimicrobiana e antibiofilme. Como exemplo, o uso sinérgico de bacteriófagos e antibióticos no controle de biofilmes têm demonstrado resultados promissores. Ademais, a bioprospecção e a nanotecnologia aliadas para a criação de superfícies impregnadas e/ou revestidas com agentes antimicrobianos e antibiofilmes biológicos e naturais, trazem novas perspectivas para o controle de biofilmes e IRAS.

BIOFILME EM PRODUTOS PARA SAÚDE REUTILIZÁVEIS E EM SUPERFÍCIES DE AMBIENTES DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Os PPS reutilizáveis são rotineiramente submetidos a oportunidades de contaminação e processamento e, dessa forma, a subseqüentes fases úmidas (uso no paciente, limpeza, desinfecção ou esterilização) e secas (secagem e armazenamento),

o que propicia formação de biofilme de acúmulo (*build-up*) (VICKERY, 2019). Esse tipo de biofilme apresenta maior compactação, aderência (ZHONG et al., 2009) e taxa de sobrevivência (ALFA; HOWIE, 2009) do que o biofilme tradicional, e tem sido evidenciado em PPS semicríticos, como endoscópios (PRIMO et al., no prelo), e PPS críticos, a exemplo instrumental e implante cirúrgicos (COSTA et al., 2018) em uso na prática clínica.

Em relação aos endoscópios, estudo realizado na Austrália, evidenciou a presença de biofilme de acúmulo em todos os canais de água e ar, de menor diâmetro, e em 38,5% dos canais de biópsia de endoscópios utilizados na prática clínica e processados por método automatizado. Danos estruturais, que favorecem o acúmulo de sujidade e aderência de microrganismos, também foram detectados e atribuídos aos múltiplos usos/processamentos dos equipamentos (PAJKOS; VICKERY; COSSART, 2004).

Resultados similares foram reportados por *Ren-Pei et al.* (2014) ao avaliarem canais de endoscópios em uso nos serviços de saúde da China. No Brasil, canais novos de água e ar de gastroscópios, que foram utilizados na prática clínica por 30 ou 60 dias e submetidos ao processamento automatizado após implementação de um protocolo revisado de acordo com recomendações nacionais e internacionais e treinamento dos profissionais responsáveis pelo processamento, apresentaram biofilmes extensos, além de matéria orgânica (proteína) e danos estruturais (PRIMO et al., no prelo). Sabe-se que endoscópios possuem canais longos e diâmetros estreitos, sendo os canais de água/ar inacessíveis à fricção/escovação, condições que dificultam o processamento, mas facilita a formação de biofilme. Canais de água/ar desses equipamentos contam apenas com a ação de agentes químicos para o seu processamento, os quais têm ação limitada na estrutura de biofilmes (PAJKOS; VICKERY; COSSART, 2004; COSTA LUCIANO et al., 2016).

Biofilme de acúmulo também foi detectado em Fresas Medulares Flexíveis Ortopédicas (FMFO). Um PPS crítico, reutilizável, adquirido pelo sistema de consignação/comodato (adquiridas para um procedimento específico e retiradas do serviço após uso pretendido e armazenadas na empresa fornecedora até a próxima solicitação), e que foi retirado para análise durante sua vida útil (COSTA et al., 2018). As fresas são constituídas por camadas sobrepostas de aço inoxidável em formato de fitas, que circundam seu eixo, criando um lúmen flexível, mas impede a fricção/escovação entre suas camadas. Biofilme também foi evidenciado em implantes ortopédicos de uso único (parafusos) consignados (COSTA et al., 2018), os quais são expostos a múltiplas oportunidades de contaminação e processamentos até serem utilizados no paciente. Estudo experimental-laboratorial, desenvolvido por Lopes et al., (2019), que avaliou a formação de biofilme de acúmulo em FMFO e medidores de profundidade ortopédicos, após 20 ciclos de contaminação e processamento, incluindo limpeza manual ou manual seguida de automatizada e esterilização a vapor saturado sob pressão, evidenciou a presença de biofilme nos PPS submetidos à limpeza inadequada (apenas enxágue) e limpeza manual. Entretanto, a

persistência de biofilme mesmo após limpeza automatizada de instrumental cirúrgico foi reportada em estudo experimental-laboratorial realizado por Evangelista et al., (2020).

Superfícies de ambiente de serviços de saúde vêm sendo amplamente reconhecidas como reservatórios de agentes infecciosos. Essa premissa fundamentou estudos realizados por cientistas do Brasil, Austrália, Arábia Saudita e Reino Unido, que detectaram biofilme de superfície seca, aquele formado em ambientes de serviços de saúde, em superfícies de hospitais desses quatro países, sobretudo naquelas rotineiramente tocadas por trabalhadores desses serviços (HU et al., 2015; LEDWOCH et al., 2018; JOHANI et al., 2018; COSTA et al., 2019). A exemplo dessas superfícies, por meio de avaliação de pranchetas utilizadas para o armazenamento de prescrição e evolução de pacientes em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) de um hospital brasileiro identificou-se biofilme, sujidade, danos estruturais e bactérias multirresistentes, como *Staphylococcus epidermidis* resistente à oxacilina (SILVA et al., 2020).

A persistência de microrganismos multirresistentes é um dos principais desafios da formação de biofilme em superfícies de serviços de saúde, visto que a estrutura do biofilme protege os microrganismos nele contido da ação de agentes de limpeza e desinfecção (COSTA et al., 2019). Por conseguinte, isso favorece a persistência de agentes infecciosos por longo período de tempo em superfícies, o que pode aumentar o risco de transmissão dos mesmos aos pacientes e/ou trabalhadores desses serviços, sobretudo aquelas superfícies altamente tocadas. Fato este que reforça a importância da correta higienização das mãos em todas as oportunidades necessárias e da descontaminação periódica das superfícies com germicidas que atendam às normas sanitárias vigentes.

Desta forma, a presença de biofilme em PPS e, em superfícies de serviços de saúde (Figura) é um grande desafio para os profissionais de saúde, especialmente para aqueles que atuam nas comissões e serviços de prevenção e controle de infecção. Os avanços nas técnicas cirúrgicas são acompanhados da evolução dos PPS que se tornam cada vez mais complexos e de difícil processamento. Evolução que não tem sido acompanhada de regulação sanitária, como é o caso dos PPS adquiridos em sistema de consignação, que estendem o risco a diferentes serviços de saúde de todo o país. PPS não desmontáveis, como as FMFO, não permitem limpeza e, portanto, não poderiam ser aprovadas para o processamento. Entretanto, enquanto se aguarda estes avanços, cabe aos gestores dos serviços de saúde, profissionais que atuam no controle de infecção e na assistência empreender esforços visando a segurança do paciente, adotando as medidas preventivas cabíveis e baseadas nas evidências disponíveis para o correto processamento dos PPS e descontaminação das superfícies em harmonia com as medidas de controle do risco ocupacional.

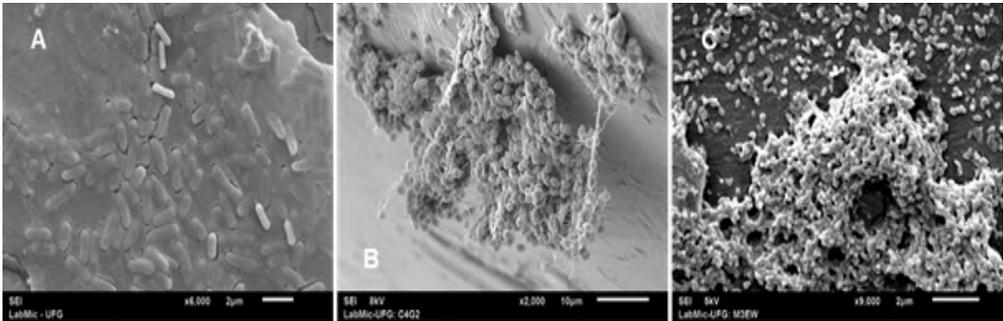


Figura. Imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura de biofilmes extensos na (A) superfície interna de canais de gastroscópios flexíveis com 60 dias de uso na prática clínica, em (B) implante ortopédico (parafuso) de uso único e adquirido por meio de sistema de consignação e em (C) prancheta acrílica utilizada para fixar a prescrição e evolução diária de pacientes em unidade de terapia intensiva clínica (biofilme de superfície seca).

Adaptado de Primo et al. (no prelo), Pereira (2020) e Silva et al. (2020).

REFERÊNCIAS

- ALFA, M.; HOWIE, R. **Modeling microbial survival in buildup biofilm for complex medical devices.** *BMC Infect Dis*, v. 9, n. 56, p. 1-14, 2009.
- ALGBURI, A.; COMITO, N.; KASHTANOV, D.; DICKS, L. M. T.; CHIKINDAS, M. L. **Control of biofilm formation: antibiotics and beyond.** *Applied Environmental Microbiology*, v. 83, n. 3, p. e02508-16, 2017.
- AZEVEDO, N. F.; CERCA, N. **Biofilmes: Na saúde, no ambiente, na indústria.** 1ª ed. Porto: Publindústria, 2012.
- BANERJEE, D.; SHIVAPRIYA, P. M.; GAUTAM P. K.; MISRA, K.; SAHOO, A. K.; SAMANTA, S. K. **A review on basic biology of bacterial biofilm infections and their treatments by nanotechnology-based approaches.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 90, p. 243–259, 2020.
- CASTRO, D. T.; VALENTE, M.L.; DA SILVA, C. H.; WATANABE, E.; SIQUEIRA, R.L.; SCHIAVON, M. A.; ALVES, O. L.; DOS REIS, A. C. **Evaluation of antibiofilm and mechanical properties of new nanocomposites based on acrylic resins and silver vanadate nanoparticles.** *Archives of Oral Biology*, v. 67, p. 46-53, 2016.
- COSTA LUCIANO, C. *et al.* **A new buildup biofilm model that mimics accumulation of material in flexible endoscope channels.** *Journal of Microbiological Methods*, v.127, p. 224-229, 2016.
- COSTA, D. M. *et al.* **Biofilm contamination of high-touched surfaces in intensive care units: epidemiology and potential impacts.** *Lett Appl Microbiol*, v. 68, n. 4, p. 269-276, 2019.
- COSTA, D.M. *et al.* **Reprocessing safety issues associated with complex-design orthopaedic loaned surgical instruments and implants.** *Injury*, v. 49, p. 2005-12, 2018.
- DEL POZO, J. L. **Biofilm-related disease.** *Expert Review of Anti-infective Therapy*, v. 16, n. 1, p. 51–65, 2018.

- ENGBRECHT J, NEALSON K, SILVERMAN M. **Bacterial bioluminescence: isolation and genetic analysis of functions from *Vibrio fischeri***. *Cell*, v.32, p.773–781, 1983.
- EVANGELISTA, S.S. *et al.* **Effectiveness of manual versus automated cleaning on *Staphylococcus epidermidis* biofilm removal from the surface of surgical instruments**. *Am J Infect Control*, v. 48, n. 3, p. 267-274, 2020.
- FLEMMING, H.C. *et al.* **Biofilms: an emergent form of bacterial life**. *Nature Reviews Microbiology*, v. 14, n. 9, p. 563–575, 2016.
- FONG, J. *et al.* **Combination Therapy Strategy of Quorum Quenching Enzyme and Quorum Sensing Inhibitor in Suppressing Multiple Quorum Sensing Pathways of *P. aeruginosa***. *Scientific Reports*, v. 8, n. 1, p. 1155, 2018.
- FUMES, A. C.; ROMUALDO, P.C.; MONTEIRO, R.M.; WATANABE, E.; CORONA, S. A. M.; BORSATTO, M. C. **Influence of pre-irradiation time employed in antimicrobial photodynamic therapy with diode laser**. *Lasers in Medical Science*, v. 33, p. 67/1-73, 2018.
- HU, H. *et al.* **Intensive care unit environmental surfaces are contaminated by multidrug-resistant bacteria in biofilms: combined results of conventional culture, pyrosequencing, scanning electron microscopy, and confocal laser microscopy**. *J Hosp Infect*, v. 91, p. 35-44, 2015.
- JAMAL, M. *et al.* **Bacterial biofilm and associated infections**. *Journal of the Chinese Medical Association*, v.81, p.7-11, 2018.
- JIANG, Q. *et al.* **Quorum Sensing: A Prospective Therapeutic Target for Bacterial Diseases**. *BioMed Research International*, v. 2019, p. 2015978, 2019.
- JOHANI, K. *et al.* **Characterization of microbial community composition, antimicrobial resistance and biofilm on intensive care surfaces**. *Journal of Infection and Public Health*, v.11, p. 418-424, 2018.
- KHATOON, Z. *et al.* **Bacterial biofilm formation on implantable devices and approaches to its treatment and prevention**. *Heliyon*, v. 4, p. e 01067, 2018.
- LEDWOCH, K. *et al.* **Beware Biofilm! Dry biofilms containing bacterial pathogens on multiple healthcare surfaces; a multicentre study**. *J Hosp Infect*, v. 100, n.3, p.47-56, 2018.
- LOPES, L.K.O. *et al.* **Surgical instruments complex design as barrier for cleaning effectiveness, favouring biofilm formation**. *J Hosp Infect*, v. 103, p. e53-e60, 2019.
- MARQUES, D. M.; OLIVEIRA, V. C.; SOUZA, M. T.; ZANOTTO, E. D.; ISSA, J. P. M.; WATANABE, E. **Biomaterials for orthopedics: anti-biofilm activity of a new bioactive glass coating on titanium implants**. *Biofouling*, v. 36, p. 234-244, 2020.
- NEALSON KH, HASTINGS JW. **Bacterial bioluminescence: its control and ecological significance**. *Microbiol. Rev.*, v. 43, p.496 -518, 1979.
- OLIVEIRA, V. C.; MACEDO, A. P.; MELO, L. D. R.; SANTOS, S.B.; HERMANN, P.R.S.; SILVA-LOVATO, C.H.; PARANHOS, H.F.O.; ANDRADE, D.; WATANABE, E. **Bacteriophage cocktail-mediated inhibition of *Pseudomonas aeruginosa* biofilm on endotracheal tube surface**. *Antibiotics*, v. 10, p.78, 2021.

PAJKOS A, VICKERY K, COSSART Y. **Is biofilm accumulation on endoscope tubing a contributor to the failure of cleaning and descontamination?** J Hosp Infect, v. 58, p. 224-229, 2004.

PALUCH, E. et al. **Prevention of biofilm formation by quorum quenching.** Applied microbiology and biotechnology, v. 104, n. 5, p. 1871–1881, 2020.

PARANHOS, H. F. O.; SILVA-LOVATO, C. H.; DE SOUZA, R. F.; CRUZ, P. C.; DE FREITAS-PONTES, K. M.; WATANABE, E.; ITO, I. Y. **Effect of three methods for cleaning dentures on biofilms formed *in vitro* on acrylic resin.** *Journal of Prosthodontics*, v. 18, p. 427-431, 2009.

PEREIRA, L. A. **Parafusos corticais ortopédicos em sistema de consignação: análise da integridade e contaminação microbiológica.** Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás.2020.

PIEWNGAM, P. et al. **Alternative approaches to treat bacterial infections: targeting quorum-sensing.** Expert Review of Anti-infective Therapy, v. 18, n. 6, p. 499–510, 2020.

PINHEIRO, J. B.; VOMERO, M. P.; DO NASCIMENTO, C.; WATANABE, E.; PARANHOS, H. F. O.; COTO, N. P.; DIAS, R. B.; OLIVEIRA, V.C.; SILVA-LOVATO, C.H. **Genomic identification of microbial species adhering to maxillofacial prostheses and susceptibility to different hygiene protocols.** *Biofouling*, v. 34, p. 15-25, 2018.

PRIMO, M.G.B. *et al.* **Biofilm accumulation in new flexible gastroscopes channels in clinical use.** Infection Control & Hospital Epidemiology, 2021 (no prelo).

REN-PEI, W. *et al.* **Correlation between the growth of bacterial biofilm in flexible endoscopes and endoscopes reprocessing Methods.** American Journal of Infection Control, v. 42, p. 1203-1206, 2014.

RODRIGUES, L.; BANAT, I.M.; TEIXEIRA, J.; OLIVEIRA, R. **Strategies for the prevention of microbial biofilm formation on silicone rubber voice prostheses.** *Journal of Biomedical Materials Research B*, v. 81, n. 2, p. 58-70, 2007.

ROSSINI, F. P.; ANDRADE, D.; SANTOS, L. C. S.; FERREIRA, A. M.; TIEPPO, C.; WATANABE E. **Microbiological testing of devices used in maintaining peripheral venous catheters.** *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 25, p. e2887, 2017.

RUMBAUGH, K. P.; SAUER, K. **Biofilm dispersion.** Nature Reviews Microbiology, v. 18, n. 10, p. 571–586, 2020.

SILVA, L.N. *et al.* **Microbiological contamination of clipboards used for patient records in intensive care units.** J Hosp Infect, v. 104, n. 3, p. 298-300, 2020.

SOUZA, P. R.; ANDRADE, D.; CABRAL, D. B.; WATANABE, E. **Endotracheal tube biofilm and ventilator-associated pneumonia with mechanical ventilation.** *Microscopy Research and Technique*, v. 77, p. 305-312, 2014.

VICKERY, K. **Special Issue: Microbial Biofilms in Healthcare: Formation, Prevention and Treatment.** *Materials* (Basel), v.12, n.12, p. 2001, 2019.

WATERS CM, BASSLER BL. **Quorum sensing: cell-to-cell communication in bacteria.** Annual Review of Cell and Developmental Biology. v. 21, p.319-346, 2005.

ZHONG, W. *et al.* **Simulation of cyclic reprocessing buildup on reused medical devices.** Computers in Biology and Medicine, v. 39, p. 568-577, 2009.

Infecção relacionada à assistência à saúde:

Subsídios para a assistência segura

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Infecção relacionada à assistência à saúde:

Subsídios para a assistência segura

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

