

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

GABRIELLA RAYANE APARECIDA FERREIRA

Sanitizantes tradicionais vs naturais: desafio *in vitro* e *in situ* em bactérias multirresistentes

**UBERLÂNDIA
2024**

GABRIELLA RAYANE APARECIDA FERREIRA

Sanitizantes tradicionais vs naturais: desafio *in vitro* e *in situ* em bactérias multirresistentes

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Saúde Animal e Investigação Etiológica).

Orientadora: Prof. Dra. Roberta Torres de Melo

**UBERLÂNDIA - MG
2024**

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

F383 2024	<p>Ferreira, Gabriella Rayane Aparecida, 1995- Sanitizantes tradicionais vs naturais: desafio in vitro e in situ em bactérias multirresistentes [recurso eletrônico] / Gabriella Rayane Aparecida Ferreira. - 2024.</p> <p>Orientadora: Roberta Torres de Melo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ciências Veterinárias. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.194 Inclui bibliografia.</p> <p>1. Veterinária. I. Melo, Roberta Torres de, 1987-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 619</p>
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências Veterinárias				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico PPGCVET Nº 03/2024				
Data:	30 de janeiro de 2024	Hora de início:	09:00	Hora de encerramento:	12:00
Matrícula do Discente:	12122MEV001				
Nome do Discente:	Gabriella Rayane Aparecida Ferreira				
Título do Trabalho:	Sanitizantes tradicionais vs naturais: desafio in vitro e in situ em bactérias multirresistentes				
Área de concentração:	Saúde Animal				
Linha de pesquisa:	Investigação Etiológica				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Epidemiologia de Zoonoses				

Reuniu-se por videoconferência a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: Lizandra Ferreira de Almeida e Borges (ICBIM/UFU); Natan de Jesus Pimentel Filho (UFSCAR); Roberta Torres de Melo (FAMEV/UFU), orientadora da candidata.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dr(a). Roberta Torres de Melo, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir a senhora presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Roberta Torres de Melo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/01/2024, às 12:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Natan de Jesus Pimentel Filho, Usuário Externo**, em 30/01/2024, às 12:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lizandra Ferreira de Almeida e Borges, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/01/2024, às 12:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5121771** e o código CRC **DD6D3E0B**.

Ao meu Deus, o qual esteve sempre presente em toda minha vida, aos meus pais pelo dom da vida e todo ensinamento até aqui, meus avós (in memoriam), ao meu irmão pelo companheirismo, aos amigos, namorado e família. A eles minha gratidão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida. A Ele que me acompanha desde o ventre de minha mãe, gratidão é a palavra do meu sentimento. Agradeço também aos meus santinhos e Maria, que passa na frente de todas as minhas decisões.

À minha mãe Valdelice por ser esta mulher guerreira e silenciosa, que sempre me aconselhou e é o maior exemplo que tenho em minha vida. Com ela aprendi que o amor e a humildade são a base para ter uma vida repleta de graças. Agradeço ao meu pai Sebastião por me mostrar que para vencer na vida é preciso lutar e não reclamar das dificuldades que ela nos dá. Agradeço ao meu irmão Leonardo, pelo companheirismo na vida e ao decorrer da minha vida acadêmica, as nossas dificuldades são as mesmas, mas um dando a mão ao outro chegaremos juntos ao nosso objetivo, SER CIENTISTA.

Aos meus amigos e amigas que a todo momento me prestigiaram por estar em uma faculdade e nunca me deixaram na mão quando precise

Aos meus familiares da Família Ferreira e Família Francisco, pelo apoio e torcida durante minha, por acreditarem que eu posso ser exemplo para todas as meninas da família, sendo a uma das únicas mulheres negra da família, formada em uma universidade federal e agora futura mestra pela universidade pública.

Meu muito obrigada a minha família Emaús, todos que estiveram ao meu lado, e me incentivaram a seguir meu caminho profissional, sem perder minha essência espiritual.

Aos meus orientadores da graduação, à Josefina, Bruno Monteiro e Paulo Ricardo, os quais me orientaram durante o curso de Química e a minha orientadora Roberta, pela amizade e orientação durante os meus dois anos de mestrado, agradeço também a professora Daise por sempre me apoiar no curso, vocês são os professores que tenho como base, seres humanos sensacionais.

E principalmente a Universidade Federal de Uberlândia, por me proporcionar esses anos de aprendizado, ao programa da Capes/CNPq, empresa Start Química, aos professores e colegas do programa de Pós-graduação da Ciência da Veterinária por me proporcionarem esses anos de aprendizado, agradeço a banca composta por Natan, Lizandra e Jéssika, por aceitarem o convite e compartilhar do conhecimento de vocês com o meu trabalho.

São exatos dois anos que mudei, não só de cidade, mas eu me mudei, eu peguei minhas malas e vim embora, sim, sozinha e sem conhecer nada, eu apenas vim. Hoje eu olho para trás e vejo o tanto que amadureci, o tanto que cresci tanto pessoal quanto profissional, precisei sair do meu conforto e ir à luta, hoje estou colhendo os frutos daquelas sementinhas que plantei.

Agradeço a Deus, meus pais e cada um que me deu forças para chegar até aqui, no caminho Deus me presenteou com pessoas incríveis para que eu não me sentisse sozinha, agradeço quem me acolheu no meu primeiro lar nessa cidade, pelas pessoas incríveis do mestrado e laboratório. Uberlândia foi o meu destino, exatos 532,8km de distância de Lavras, eu tenho saudades de tudo e todos, mas essa etapa foi e está sendo incrível.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

A variedade de micro-organismos patogênicos aliada à diversidade de fatores de virulência, resistência, adaptação e as distintas formas de transmissão torna cada vez mais desafiadora a elaboração de estratégias de controle efetivas e práticas de higienização passíveis de serem inseridas ao cotidiano de ambientes industriais e hospitalares. A dissertação foi dividida em dois capítulos, o primeiro consta de revisão bibliográfica sobre o tema, e o segundo, de um artigo científico que objetivou avaliar a eficiência de dez agentes biocidas, incluindo tradicionais e inovadores, contra onze bactérias, sendo oito multirresistentes (MR) provenientes de ambientes hospitalares e da indústria de alimentos. Para isso, realizamos a determinação da Concentração Bactericida Mínima (CBM), que estabeleceu concentrações e tempos necessários para interromper o crescimento das cepas bacterianas, seguido da aplicação do teste de eficiência, específico para aceitação de novos agentes químicos, e o teste *in situ* realizado em ambiente hospitalar na verificação do efeito antimicrobiano na rotina da limpeza. Os produtos testados incluíram os tradicionalmente utilizados e os naturais - Ácido Peracético, dois tipos de quaternários de amônio, Biguanida, Digluconato Clorexidina, Óleo de Pinus, Extrato de Neem, Óleo de Melaleuca, Óleo de Laranja e Ácido Lático. Os testes preliminares (CBM) demonstraram que cinco cepas apresentaram resistência a 50% dos agentes testados, e *Pseudomonas aeruginosa* resistiu a 7/10 agentes químicos. O ácido peracético, digluconato de clorexidina e extrato de neem destruíram todas as cepas pela CBM. Após definição das concentrações alvo, identificamos eficiência para todos os agentes tradicionais, com redução média de $7,07 \pm 0,33$ log, e para o extrato de neem (média de $6,60 \pm 0,33$ log) no controle das 11 cepas. A aplicação do teste *in situ* permitiu concluir o melhor efeito do ácido peracético, uma vez que não houve crescimento bacteriano. Porém a redução superior a 99,99% após uso de biguanida, extrato de neem, óleo de melaleuca e óleo de laranja destaca a possibilidade de uso de alternativas inovadoras para o controle bacteriano em superfícies.

Palavras chaves: Agentes biocidas. Controle microbiológico. Desinfecção. Multirresistência.

ABSTRACT

The variety of pathogenic microorganisms, along with the diversity of virulence factors, resistance, adaptation, and various forms of transmission, makes the development of effective control strategies and hygiene practices increasingly challenging in industrial and hospital environments. The dissertation is divided into two chapters: the first is a literature review on the subject, and the second is a scientific article which aims to evaluate the efficiency of ten biocidal agents, including traditional and natural ones, against eleven bacteria, eight of which are multidrug-resistant (MR) from hospital environments and the food industry. To achieve this objective, we determined the Minimum Bactericidal Concentration (MBC), which established the concentrations and times required to inhibit the growth of bacterial strains. Next, the efficiency test was performed, specific to the acceptance of new chemical agents, and the in-situ test conducted in a hospital environment to verify the antimicrobial effect in routine cleaning. The products tested included those traditionally used and natural ones - Peracetic Acid, two types of ammonium quaternaries, Biguanide, Chlorhexidine Digluconate, Pine Oil, Neem Extract, Melaleuca Oil, Orange Oil and Lactic Acid. Preliminary tests (MBC) showed that five strains resisted to 50% of the agents tested, and *Pseudomonas aeruginosa* resisted 7/10 chemical agents. Peracetic acid, chlorhexidine digluconate and neem extract inhibited all the strains by MBC. After defining the target concentrations, we identified efficiency for all the traditional agents, with an average reduction of 7.07 ± 0.33 log, and for the extract (average of 6.60 ± 0.33 log) in controlling the 11 strains. The application of the in-situ test led to the conclusion that peracetic acid had the best effect, since there was no bacterial growth. However, the reduction of over 99.99% after using biguanide, neem extract, tea tree oil and orange oil highlights the possibility of using natural alternatives for bacterial control on surfaces.

Keywords: Biocidal agents. Microbiological control. Disinfection. Multidrug-resistant bacteria.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Contagem bacteriana obtida no inóculo inicial para o teste de eficiência com os produtos tradicionais (a) e inovadores (b). $p > 0,05$, teste One way ANOVA..... 59
- Figura 2:** Contagem bacteriana obtida após teste de eficiência com os ativos tradicionais (a) e inovadores (b). $p < 0,0001$, diferença significativa no teste One way ANOVA..... 59
- Figura 3:** Médias e desvios padrão das contagens microbiológicas discriminadas para as bactérias viáveis obtida no teste de eficiência para os produtos naturais I1 (óleo de pinus) (a), I3 (óleo de melaleuca) (b), I4 (óleo de laranja) (c) e I5 (ácido lático) (d). +/-: crescimento/redução bacteriana em log UFC (vermelho indica eficiência $> 99,99\%$). ns: equivalência estatística no teste T student ($p > 0,05$). Linhagens bacterianas não inseridas nos gráficos indicam sua inibição no teste de eficiência..... 60
- Figura 4:** Médias e desvios padrão das contagens microbiológicas obtidas no teste in situ no HV-UFU. T: ativos tradicionais. N: ativos inovadores. Médias marcadas em vermelho indicam eficiência $> 99,99\%$. ns: equivalência estatística no teste One way ANOVA ($p > 0,05$). 61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Mecanismo de ação dos principais ativos tradicionais.....	27
Tabela 2: Descrição das cepas utilizadas no estudo incluindo origem, ano, classe de resistência e forma de identificação.	53
Tabela 3: Sanitizantes utilizados e suas respectivas concentrações testadas preliminarmente	54
Tabela 4: CBM, tempos mínimos de exposição e parâmetros de resistência das cepas em relação aos agentes químicos testados.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA - Análise de Variância

Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ATCC - American Type Culture Collection

BGN - Bactérias Gram negativas

BGP - Bactérias Gram positivas

CBM - Concentração Bactericida Mínima

CC - Centro Cirúrgico

CCDA – Ágar Campylobacter Blood-Free Selective Medium

CME - Central de Material e Esterilização

CO - Centro Obstétrico

DTHA - Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar

EPS - Substância Polimérica Extracelular

GRAS - Geralmente reconhecido como seguro

HC - Hospital das Clínicas

HV - Hospital Veterinário

IA - Indústria Avícolas

ICI - Imperial Chemical Industries

INCQS - Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde

MG - Minas Gerais

MR - Multirresistente

MS - Ministério da Saúde

OE - Óleos Essenciais

OMS - Organização Mundial da Saúde

pH - Potencial de Hidrogênio

PHMB - Polihexametileno biguanida

QAC - Compostos de Quaternário de Amônio

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

SND - Serviço de Nutrição e Dietética

UTI - Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	15
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 GERAL.....	17
1.1.2 ESPECÍFICOS	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Controle bacteriano em ambiente hospitalar	18
2.2 Controle bacteriano em indústria alimentícia	20
2.3 Caracterização das bactérias Gram positivas de importância industrial e hospitalar	21
2.4 Caracterização das bactérias Gram negativas de importância industrial e hospitalar .	22
2.5 Processo de higienização	25
2.5.1 Utilização de ativos tradicionais para higienização e legislação	28
2.5.1.1 Ácido Peracético	28
2.5.1.2 Vantocil (Biguanida)	29
2.5.1.3 Compostos quaternários de amônio	30
2.5.1.4 Digluconato de clorexidina.....	31
2.5.2 Produtos ativos inovadores	32
2.5.2.1 Óleo de melaleuca (<i>Melaleuca alternifolia</i>).....	33
2.5.2.2 Óleo de Laranja doce	34
2.5.2.3 Neem.....	35
2.5.2.4 Óleo de Pinus.....	36
2.5.2.5 Ácido Lático	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPÍTULO II.....	49
ANEXO I.....	74

CAPÍTULO I
CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 1 INTRODUÇÃO

2

3 A busca pelo controle microbiológico iniciou cientificamente há aproximadamente
4 100 anos, com base nas pesquisas realizadas por Louis Pasteur e Joseph Lister, as quais foram
5 aplicáveis aos setores industriais, laboratoriais e hospitalares (Marins; Tancredi; Gemal,
6 2014). A definição para controle de micro-organismos se refere à redução da carga microbiana
7 e até mesmo morte e perda da capacidade reprodutiva, tendo como alvos celulares, a parede
8 celular, membranas citoplasmáticas, enzimas, proteínas, RNA e DNA (Tortora; Funke; Case,
9 2017).

10 Diante da intensidade ligada à capacidade reprodutiva, adaptativa e mutagênica dos
11 micro-organismos, em especial das bactérias, torna-se imprescindível a constante realização
12 de estudos e atualizações na elaboração de estratégias de controle em virtude dos riscos à
13 saúde pública (O'Neill, 2016; OMS, 2017).

14 Em ambientes hospitalares, os riscos são inquestionáveis e podem estar relacionados
15 a micro-organismos como *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* spp., *Acinetobacter* spp. e
16 *Clostridium* spp. (Moraes, 2013). A higienização do ambiente hospitalar se torna essencial
17 para a segurança da saúde dos pacientes, funcionários e a comunidade geral. O modo de
18 higienizar, quando executado de forma eficaz, reduz ou elimina os agentes patogênicos
19 presentes no ambiente, diminuindo a ocorrência de infecções hospitalares, infecções cruzadas
20 e transmissão de doenças (Cronk; Bartram, 2018). Em paralelo, a vigilância do ambiente deve
21 ser vista como uma prática fundamental diante da falta de bons procedimentos de higienização
22 e da ocorrência de lapsos graves, em especial nos sistemas intensivos (Carling; 2013).

23 Nas indústrias alimentícias, assim como em ambientes hospitalares, as superfícies e
24 instrumentos de manipulação de alimentos têm potencial de ser fonte de infecção tanto por
25 micro-organismos patogênicos para os seres humanos, quanto por deteriorantes, e a
26 manutenção dessas bactérias também está ligada à deficiência de processos de higienização e
27 de monitoramento da qualidade do procedimento (Molina *et al.*, 2010).

28 Somado a essa problemática, sabe-se que as bactérias oportunistas e/ou patogênicas
29 residentes de ambientes hospitalares e industriais apresentam características intrínsecas que
30 as permitem sobreviver em condições hostis e tornar fontes constantes de infecções em
31 humanos e de contaminação de alimentos. Dentre as estratégias, tem-se a formação de
32 biofilmes, os genes de resistência a antimicrobianos, os fatores de virulência e de adaptação,
33 além de características moleculares que variam de acordo com a espécie bacteriana (Dalla

34 Costa *et al.*, 2016). Portanto, compreender sobre o comportamento dos patógenos frente a
35 distintos compostos químicos aliado à aplicação de métodos efetivos e práticos à rotina de
36 trabalho é primordial para garantir o controle no ambiente.

37 Os agentes químicos, também conhecidos como biocidas, são capazes de controlar o
38 crescimento de micro-organismos, normalmente de largo espectro. Dentre eles, destacam-se
39 os tradicionais, que são amplamente utilizados nas rotinas hospitalares e industriais, como o
40 cloro, quaternário de amônia e o ácido peracético (Souza; Daniel, 2005). Paralelamente, o uso
41 de produtos naturais, óleos essenciais e ativos de plantas medicinais tem contribuído
42 significativamente para avanços na abordagem terapêutica e de controle de diversos patógenos
43 (Cragg; Newman, 2013).

44 O panorama atual de resistência bacteriana, destacado como um dos principais
45 problemas de saúde pública no mundo, aliado à disparidade de conhecimento sobre o progresso
46 do cenário referente à resistência a agentes químicos, especialmente sanitizantes, em diversas
47 redes hospitalares e industriais e a emergência da necessidade de se incluir medidas eficazes de
48 controle, justificaram o presente estudo.

49

50 **1.1 OBJETIVOS**

51

52 **1.1.1 GERAL**

53

54 Determinar a atividade antimicrobiana *in vitro* e *in situ* de 10 produtos tradicionais e
55 inovadores da empresa Start Química em 11 bactérias, dentre elas três cepas controle e oito
56 multirresistentes (MR), oriundas de ambientes hospitalares de animais e de humanos e indústria
57 de alimentos de origem animal.

58

59 **1.1.2 ESPECÍFICOS**

60

61 i) Avaliar a susceptibilidade das cepas frente a ativos utilizados em desinfetantes de uso geral à
62 base de compostos quaternários de amônio, ácido peracético, digluconato de clorexidina e
63 biguanida;

64 ii) Determinar a susceptibilidade das cepas frente a ativos considerados inovadores que incluem
65 Óleo de Pinus, Extrato de Neem, Óleo de Melaleuca, Óleo de Laranja e Ácido Lático.

66 iii) Utilizar os testes de microdiluição em caldo para determinação da Concentração Bactericida
67 Mínima, teste de eficiência e teste *in situ* para avaliar a atividade desinfetante dos compostos em

68 superfícies.

69 iv) Determinar a concentração mínima dos ativos que em menor tempo de exposição garantiu a
70 inibição bacteriana;

71 v) Comparar os resultados obtidos para CBM e teste de eficiência de todos os ativos frente às 11
72 cepas testadas;

73 vi) Realizar o teste *in situ* dos ativos em ambiente hospitalar e comparar os resultados de cada
74 ativo;

75 **2 REVISÃO DE LITERATURA**

76

77 **2.1 Controle bacteriano em ambiente hospitalar**

78

79 Uma das maiores preocupações na área da saúde é a alta incidência de infecções
80 hospitalares, devido à sua capacidade de causar mortes em pacientes hospitalizados. De acordo
81 com o Ministério da Saúde até o ano de 2019 a taxa média de infecção hospitalar no Brasil foi
82 cerca de 14%, contudo esse índice é variável uma vez que, está diretamente relacionado ao nível
83 de atendimento e complexidade de cada hospital (Brasil, 2019).

84 As bactérias oportunistas, constituintes da microbiota humana, normalmente não trazem
85 risco a indivíduos saudáveis devido sua baixa virulência. Todavia, podem afetar indivíduos
86 imunossuprimidos e com estado clínico comprometido, contribuindo junto às patogênicas para
87 a ocorrência de infecções hospitalares. Outros micro-organismos tais como vírus e fungos,
88 também são importantes causadores de infecções (Brasil, 2019).

89 Diante disso, em ambientes hospitalares, adota-se uma série de medidas que vão desde
90 práticas higiênicas básicas, como a lavagem adequada das mãos, até procedimentos de
91 higienização e desinfecção de ambientes e superfícies. Essas medidas têm como objetivo
92 reduzir de maneira significativa tanto a introdução quanto a propagação de micro-organismos,
93 contribuindo assim para a promoção de um ambiente mais seguro e protegido contra infecções.
94 (Espíndola *et al.*, 2021). No entanto, é importante reconhecer que tais medidas possuem suas
95 limitações, uma vez que sua eficácia está diretamente ligada ao comprometimento dos
96 implementadores e profissionais dos setores hospitalares durante a execução dos métodos de
97 higienização (Ribeiro; Leal; Lima, 2017).

98 Um dos agentes comumente empregados no tratamento de infecções bacterianas, são os
99 antimicrobianos. Referem-se a compostos químicos que causam a morte ou inibição do
100 crescimento de micro-organismos. Sua característica fundamental é a toxicidade seletiva, ou

101 seja, devem agir especificamente nos micro-organismos sem afetar o hospedeiro. Essas
102 substâncias podem ser geradas naturalmente por micro-organismos, como bactérias e fungos,
103 sendo então chamadas de antibióticos, ou podem ser sintetizadas total ou parcialmente,
104 recebendo a denominação de quimioterápicos (Timenetsky, 2018).

105 No entanto, algumas bactérias têm demonstrado resistência a essas substâncias, ou seja,
106 desenvolveram a capacidade de crescer e sobreviver mesmo quando expostas a concentrações
107 que normalmente seriam eficazes para inibir o crescimento bacteriano ou matá-las (Gut *et al.*,
108 2018).

109 Conforme estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a resistência
110 antimicrobiana diz respeito à habilidade dos micro-organismos, como bactérias, fungos, vírus
111 e parasitas, de modificar-se quando expostos a agentes antimicrobianos, tornando-se capazes
112 de resistir a esses medicamentos e, conseqüentemente, tornando-os ineficazes (OMS, 2023).

113 Inúmeros fatores estão associados à eficiência reduzida dos medicamentos
114 antibacterianos, incluindo automedicação, não adesão de tratamento pelo paciente, infecções
115 recorrentes e características biológicas bacterianas que permitem o desenvolvimento e seleção
116 de bactérias resistentes a vários métodos de tratamento (Brown, Calero-Cáceres; Muniesa 2015).

117 Em muitos casos, um micro-organismo possui mais de um gene de resistência a
118 antimicrobianos, os quais podem ou não ser expressos. Cepas categorizadas como
119 extensivamente resistentes demonstram resistência a pelo menos uma classe de drogas,
120 enquanto as multirresistentes são aquelas resistentes a pelo menos uma classe de duas ou três
121 categorias de antimicrobianos (Magiorakos *et al.*, 2012; Brasil, 2023). Por fim, o termo
122 panresistente é atribuído a um isolado que demonstra resistência a todas as bases testadas
123 (Magiorakos *et al.*, 2012).

124 A resistência bacteriana não deve ser exclusivamente atribuída ao uso de
125 antimicrobianos, pois desinfetantes e suplementos alimentares também podem exercer uma
126 considerável pressão seletiva nas comunidades. O mecanismo de efluxo de drogas tem sido
127 destacado como um processo crucial associado à resistência, especialmente em bactérias Gram
128 negativas. Este mecanismo envolve três proteínas essenciais: uma proteína de membrana
129 externa, que atua como canal durante o transporte; uma proteína da membrana interna, que
130 converte a energia eletroquímica de prótons em vetor para o deslocamento dos compostos
131 transportados; e um componente periplásmico de transição, que conecta as proteínas da
132 membrana interna e externa (Krewer *et al.*, 2012).

133

134 2.2 Controle bacteriano em indústria alimentícia

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

Devido à aplicação indiscriminada de antimicrobianos em setores além da medicina, como seu uso como promotores de crescimento na agricultura, na alimentação e na criação de animais, tem-se observado um aumento significativo nos últimos setenta anos nos níveis de resistência bacteriana. Estudos indicam que, atualmente, as bactérias apresentam uma notável flexibilidade metabólica para prosperar em diversos ambientes, seja em águas contaminadas ou não, solos e várias localidades associadas a reservatórios que facilitam a propagação de genes de resistência, como é o caso das indústrias alimentícias. Esse cenário é ainda exacerbado pelo uso excessivo de antimicrobianos em animais destinados ao consumo humano (De Carvalho *et al.*, 2021).

145

146

147

148

149

150

Diante disso, associado à prescrição adequada de medicamentos antimicrobianos na produção animal está o desafio das indústrias alimentícias de incorporar a autorregulação em seus processos, priorizando a qualidade, identidade e segurança de seus produtos. A higiene precisa durante todos os processos de produção permitir que os produtos se mantenham dentro dos padrões de qualidade estabelecidos nos regulamentos técnicos de identidade e qualidade, e, conseqüentemente que os consumidores tenham acesso a alimentos seguros (Cardoso, 2018).

151

152

153

154

155

156

A segurança alimentar, conforme definida pelo *Codex Alimentarius*, consiste em assegurar que os alimentos não resultarão em danos para o consumidor. Ou seja, ao ingerir um determinado alimento preparado e/ou consumido de acordo com seu uso pretendido, o consumidor não deverá enfrentar nenhum problema patológico. Isso implica na necessidade de os produtos estarem isentos de quaisquer perigos ou ameaças que possam afetar a saúde do consumidor (Santoro, 2021).

157

158

159

160

161

162

163

Portanto, durante toda a etapa de produção, é imprescindível que a indústria mantenha de forma contínua e obrigatória práticas de redução do risco de contaminação, especialmente em ambientes e superfícies onde ocorre a manipulação de matérias-primas para a produção de alimentos. Essa efetividade está diretamente relacionada à qualidade dos programas de higienização, assim como aos métodos e produtos empregados. Isso se deve ao fato de que os resíduos resultantes desse processo representam as principais fontes de nutrientes para o desenvolvimento das bactérias (Silva *et al.*, 2017; Falcó, 2019).

164

165

166

No Brasil, segundo o Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, de 2013 a 2022 foram notificados 6.523 surtos decorrentes de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), sendo que 107.513 pessoas ficaram doentes, 12.722

167 necessitaram de hospitalização e 112 foram a óbito. Nos últimos 9 anos, os agentes etiológicos
168 mais envolvidos em tais surtos foram *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp.,
169 *Bacillus cereus* dentre outros (BRASIL, 2022).

170 Conseqüentemente, é crucial promover uma conscientização constante entre os
171 consumidores, a indústria e o governo sobre os riscos associados à insegurança alimentar. Dessa
172 forma, a produção que atenda aos padrões higiênico-sanitários, de qualidade e segurança
173 alimentar tornam-se imperativos para os consumidores, deixando de ser apenas uma
174 característica competitiva e passando a ser uma exigência essencial para manter presença no
175 mercado (Coletto, 2012). Portanto, a promoção de desinfecção e limpeza dos ambientes
176 industriais são essenciais para auxiliar na eliminação e controle de micro-organismos na cadeia
177 de produção alimentar.

178

179 **2.3 Caracterização das bactérias Gram positivas de importância industrial e hospitalar**

180

181 As bactérias Gram positivas (BGP) possui a presença de uma parede celular espessa,
182 composta principalmente por peptidoglicano. Essa parede confere rigidez estrutural e é
183 responsável pela retenção do corante violeta durante a coloração de Gram. Além disso, muitas
184 bactérias Gram positivas possuem ácido teicoico e lipoteicoico em suas paredes, contribuindo
185 para funções relacionadas à estabilidade e interações ambientais. Geralmente não possuem uma
186 membrana externa adicional fora da parede celular. Sua membrana citoplasmática está
187 localizada abaixo da parede celular, desempenhando papéis importantes no transporte de
188 nutrientes e na geração de energia. Em ambientes hospitalares e industriais, as mais comumente
189 detectadas são: *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis* (Vieira *et al.*, 2012).

190 Alguns desses micro-organismos fazem parte da flora normal da pele e das membranas
191 mucosas em humanos, enquanto outros são responsáveis por acarretar diversos tipos de
192 infecções, inclusive as que desenvolvem à sepse fatal.

193 *S. aureus* é um importante agente infeccioso hospitalar, causando intoxicações e
194 infecções diversas devido à sua capacidade de multiplicação nos tecidos do hospedeiro. Seu
195 período de incubação é de 1 a 6 horas, podendo resultar em condições que variam desde
196 espinhas simples até pneumonia, meningite, endocardite, síndrome do choque tóxico e
197 septicemia. A intoxicação alimentar ocorre devido a uma toxina resistente à fervura e
198 pasteurização. O risco de surtos de infecção é mais elevado quando manipuladores de alimentos

199 com infecções cutâneas entram em contato com alimentos inadequadamente armazenados,
200 resultando em contaminação (Lima et al., 2015; Tondo; Bartz, 2013).

201 Já *Staphylococcus epidermidis* é considerado uma bactéria oportunista, fazendo parte
202 da microbiota normal da pele e de mucosas, incluindo trato respiratório e gastrointestinal. Ainda
203 que possua como habitat natural a pele humana, pode se tornar um patógeno oportunista em
204 certas situações e causar infecções. Isso pode ocorrer quando a barreira cutânea é rompida,
205 como no caso de feridas cirúrgicas ou quando o sistema imunológico do hospedeiro está
206 imunossuprimido (Beato, 2017).

207 **2.4 Caracterização das bactérias Gram negativas de importância industrial e hospitalar**

208
209 As bactérias Gram negativas (BGN) estão dentre os micro-organismos mais
210 encontrados no ambiente hospitalar e industrial. As BGN são consideradas um dos maiores
211 problemas no âmbito de saúde pública no mundo, devido à grande capacidade de resistência
212 aos antimicrobianos e agentes biocidas (Mota; Oliveira; Souto, 2018).

213 As BGN possuem uma fina camada basal de peptidoglicano e uma membrana externa
214 composta por lipoproteínas, fosfolipídios, proteínas e lipopolissacarídeos. (Vieira *et al.*, 2012).
215 No grupo das multirresistentes, as comumente encontradas são as do gênero são *Acinetobacter*
216 *baumannii*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (Troyano;
217 Sibila, 2017; Malhotra; Hayes; Wozniak, 2019), e na indústria alimentícia *Salmonella*,
218 *Campylobacter jejuni* e *Escherichia coli* (Parreira, 2022).

219 *Acinetobacter baumannii*, trata-se de um bacilo Gram negativo, não fermentador,
220 oxidase negativa e sem mobilidade. É considerado um dos maiores causadores de resistência à
221 antimicrobianos, morbidade e mortalidade em unidades de saúde em todo o mundo (Scarcella,
222 2017). O gênero *Acinetobacter* é classificado como ubíquo devido à sua notável versatilidade
223 nutricional e metabólica. Esse micro-organismo apresenta a capacidade de adaptação a uma
224 ampla variedade de condições ambientais. Essa característica possibilita a sobrevivência desse
225 gênero em superfícies inanimadas secas por vários meses. (Pagano *et al.*, 2016). São
226 disseminados por meio de diversos veículos, como secreções salivares, fluidos corpóreos,
227 partículas no ar, higienização inadequada das mãos, a ausência de troca de luvas entre
228 procedimentos em pacientes diferentes, e através de materiais e instrumentos contaminados,
229 entre outros meios (Padoveze; Fortaleza, 2014).

230 *Escherichia coli* compõe a microbiota natural do trato gastrointestinal de humanos e
231 animais. São bastonetes, não formadores de esporos, são mesófilos, prosperando especialmente

232 em temperaturas ideais de crescimento entre 35° e 37°C. A doença mais comum causada pela
233 *E.coli* está relacionada ao trato urinário, causada pela *E. coli* uropatogênica (UPEC). Sua
234 ocorrência é maior em crianças e gestantes. Além disso, também podem estar envolvidos em
235 sepse, meningite e diversos tipos de infecção. Outros patotipos de *E. coli* também são capazes
236 de ocasionar problemas de ordem intestinal, como as ETEC (enterotoxigênica), EPEC
237 (enteropatogênica), EIEC (enteroinvasora), EHEC (entero-hemorrágica), EAaggEC
238 (enteroagregativa) e DAEC (aderência difusa) (Tortora, 2017).

239 A detecção de *E. coli* em um alimento é um indicativo direto de contaminação fecal,
240 exigindo especial atenção aos manipuladores e aos ambientes contaminados (Melo *et al.*, 2018).
241 No Brasil, essa bactéria foi a mais frequentemente notificada e identificada como agente
242 etiológico em surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTHAs) (BRASIL, 2022).

243 *Klebsiella pneumoniae* bacilo Gram negativo, pertencente à família *Enterobacteriaceae*.
244 Trata-se de um microrganismo oportunista, capaz de provocar infecções no trato gastrointestinal,
245 respiratório e geniturinário (Moreno *et al.*, 2022). Além disso, tem se destacado como uma
246 ameaça preocupante devido à sua habilidade de adquirir resistência a uma ampla gama de
247 antimicrobianos, incluindo os carbapenêmicos. Isso conduz à produção da enzima conhecida
248 como *K. pneumoniae carbapenemase* (KPC) (Souza; Roque-Borda; Pavan, 2022).

249 Um dos elementos que contribui para a capacidade patogênica da *K. pneumoniae*,
250 principalmente em ambientes hospitalares, é a produção de fatores relacionados à colonização
251 e adesão, como fímbrias e adesinas. Esses elementos facilitam a fixação da bactéria nas
252 superfícies celulares epiteliais, promovendo a formação de biofilmes, conforme indicado por
253 Ding *et al.* (2019). Além disso, a habilidade da *K. pneumoniae* em produzir cápsulas de
254 polissacarídeos contribui para a resistência contra os mecanismos de defesa do hospedeiro,
255 favorecendo a evasão do sistema imunológico. Essa combinação de fatores de virulência pode
256 intensificar a colonização e subsequente invasão de tecidos, aumentando o risco de infecções
257 sistêmicas (Flannery *et al.* 2021).

258 *P. aeruginosa* trata-se de um micro-organismo que pode ser encontrado em diversos
259 ambientes naturais, como solo e água. Algumas das características biológicas que contribuem
260 para a notável adaptação e onipresença de *P. aeruginosa* diante de várias condições ambientais,
261 incluem sua classificação como um patógeno Gram negativo, seu modo de nutrição baseado
262 em fontes orgânicas (heterotrofismo) e sua natureza oportunista, capaz de causar infecções em
263 circunstâncias metabólicas favoráveis. Destacam-se também sua habilidade de sobreviver tanto
264 na presença quanto na ausência de oxigênio (aerobiose facultativa), capacidade de prosperar

265 em uma ampla faixa de temperaturas, variando de 4°C a 42°C, altamente resistente a muitos
266 antimicrobianos e antissépticos (Diggle; Whiteley, 2020). Patógeno de significativa
267 importância clínica, capaz de provocar infecções em várias partes do corpo. Destacam-se, entre
268 outras, a pneumonia em pacientes com fibrose cística, infecções no trato urinário relacionadas
269 ao uso de cateteres, bacteremia, infecções pós-operatórias, otites, infecções oculares, cutâneas
270 e sepse. Consequentemente, pode ser transmitido em ambientes hospitalares por meio de
271 desinfetantes, respiradores, cateteres, alimentos e outros. (Nogueira *et al.*, 2009).

272 Rossi Gonçalves *et al.* (2017) destacaram que as infecções hospitalares causadas por *P.*
273 *aeruginosa* eram frequentemente resistentes a carbapenem. Entre os fatores de risco
274 identificados, a ventilação mecânica foi classificada como a principal, seguida por instrumentos
275 de manuseio no paciente, como tubos entéricos e nasogástricos, além de terapia inadequada e
276 bacteremia primária com foco desconhecido. Valderrama *et al.* (2016), ao determinar os fatores
277 de risco para bacteremia causada por cepas de *P. aeruginosa* resistentes aos antibióticos beta-
278 lactâmicos em pacientes hospitalizados, destacaram a relevância estatística de internação,
279 tempo de uso de antibióticos, uso prévio deles, cirurgia, nutrição prévia e parenteral.

280 *Campylobacter* compõe diversas espécies pertencentes à família *Campylobacteraceae*,
281 incapazes de proliferar na presença do ar atmosférico ou na ausência de oxigênio. São
282 consideradas microaerófilas estritas (crescem em 5% a 6% de oxigênio) e, geralmente,
283 termofílicas. Morfologicamente, são bastonetes curvos ou em forma de “S”. Os animais,
284 principalmente aves, abrigam um grande número de *Campylobacter* em seu trato
285 gastrointestinal e na maioria dos casos o desenvolvimento de infecção por este patógeno está
286 associado ao consumo de alimentos oriundo das aves, contaminados (Westenfield *et al.*, 2020).

287 Em indústria alimentícia é crucial implementar práticas sanitárias para evitar a
288 contaminação cruzada, além de assegurar a adequada desinfecção de instalações e ferramentas
289 (Melo *et al.*, 2013). Diante desse cenário, a busca por novas estratégias de prevenção e controle
290 se intensifica, uma vez que muitos antibióticos e desinfetantes disponíveis no mercado já não
291 demonstram eficácia contra *Campylobacter*. Essa resistência é atribuída à notável capacidade
292 de adaptação desses patógenos a diversos desafios impostos pelo ambiente (Mendonça, Fonseca
293 & Monteiro, 2016).

294 *Salmonella* spp. refere-se a bastonetes, não esporuladas, com dimensões aproximadas
295 de 0,7-1,5µm por 2,0-2,5µm. São bactérias anaeróbias facultativas e, em testes bioquímicos,
296 caracterizam-se por serem catalase positivas e oxidase negativas (Germano, 2008). As
297 manifestações da doença causada por essa bactéria variam de acordo com o sorovar, a

298 concentração do inóculo, a expressão de fatores de virulência e o estado do hospedeiro. Em
299 relação ao hospedeiro, é fundamental que este esteja suscetível a ponto de proporcionar as
300 condições necessárias para o estabelecimento, multiplicação e expressão da patogenicidade da
301 bactéria (Ochoa; Rodriguez, 2005).

302 Superfícies contaminadas com *Salmonella* podem ser fontes de contaminação cruzada
303 para alimentos. A sobrevivência de *Salmonella* nessas superfícies é atribuída à produção de
304 biofilme, e a contaminação pode ocorrer em ambientes de processamento de alimentos,
305 especialmente durante o processamento de carne de aves previamente contaminadas. Para
306 controlar a *Salmonella*, uma abordagem alternativa é realizar medidas preventivas antes do
307 abate, visando evitar a infecção das aves e a contaminação das instalações de processamento.
308 Essa estratégia preventiva pode ser mais eficaz no controle da contaminação de alimentos
309 posteriormente, de acordo com estudos como os de Corcoran *et al.* (2013), Simões, Simões &
310 Vieira (2010).

311

312 **2.5 Processo de higienização**

313

314 As bactérias presentes em ambientes hospitalares e industriais exibem propriedades
315 específicas que facilitam sua permanência e disseminação, incluindo sua capacidade de resistir
316 a diversos antimicrobianos e agentes biocidas. Diversos elementos contribuem para aumentar
317 o risco de propagação desses micro-organismos, incluindo a inadequada esterilização e
318 desinfecção de equipamentos, interrupções nas práticas regulares de limpeza, mãos por parte
319 dos profissionais, bem como a presença de visitantes nesses ambientes (Basso *et al.*, 2016;
320 Barco *et al.*, 2015).

321 Portanto, a higienização e desinfecção de superfícies nos estabelecimentos representam
322 medidas fundamentais e eficazes no controle, visando interromper a cadeia epidemiológica das
323 infecções (Anvisa, 2020). Diante disso, as etapas do processo de higienização consistem em
324 limpeza preliminar ou pré-lavagem, seguido de limpeza com detergentes, primeiro enxágue,
325 desinfecção e sanitização e segundo enxágue. Deste modo, para um ambiente, alimento ou
326 superfície serem considerados higienizados, devem ter passado, obrigatoriamente, por um
327 processo de limpeza seguido de um processo de desinfecção ou sanitização (Silva, Dutra,
328 Cadima, 2010).

329 Inicialmente, é importante compreender a diferença entre agentes biocidas e
330 bactericidas. Portanto, bactericidas, de maneira específica são substâncias ou agentes com a

331 capacidade de eliminar bactérias. Essa ação pode ocorrer de diversas formas, seja causando
332 danos à parede celular bacteriana, interferindo nos processos metabólicos bacterianos ou
333 comprometendo a integridade da membrana plasmática. Já os biocidas, referem-se a substâncias
334 ou agentes com capacidade de eliminar ou controlar uma variedade mais ampla de micro-
335 organismos, não se restringe exclusivamente a bactérias. Uma vez que, um biocida pode
336 demonstrar eficácia contra fungos, vírus, algas e outros micro-organismos. Portanto, enquanto
337 bactericida é específico para eliminar bactérias, os biocidas abrangem uma gama mais ampla
338 de microrganismos (Walsh, 2003).

339 A limpeza tem como objetivo primário a remoção de sujeira, resíduos visíveis,
340 partículas de alimentos e outras impurezas das superfícies. Geralmente, realizada com água para
341 soltar e remover detritos, o que pode envolver o uso de detergentes ou sabões para auxiliar na
342 remoção de gorduras e substâncias orgânicas. Essa etapa é crucial porque a presença de sujeira
343 e resíduos pode dificultar a eficácia de processos subsequentes, como a desinfecção. Além
344 disso, a limpeza reduz o acúmulo de matéria orgânica que poderia favorecer o crescimento de
345 micro-organismos e inibir o efeito de alguns sanitizantes (Borges; Monteiro; Cascorelli, 2008).

346 A desinfecção, por sua vez, tem como objetivo a redução do número de micro-
347 organismos presentes em uma superfície, equipamento ou ambiente, a um nível considerado
348 seguro para a saúde humana. Pode ser realizada por métodos físicos, químicos ou agentes
349 biocidas. Métodos físicos incluem calor, radiação UV e filtração, enquanto agentes químicos
350 podem variar de hipoclorito de sódio a álcool 70% e peróxido de hidrogênio. A desinfecção é
351 essencial para prevenir a propagação de patógenos e garantir ambientes seguros, especialmente
352 em setores como saúde, processamento de alimentos e locais públicos. Deve ser realizada após
353 a limpeza para garantir maior eficácia (Borges; Monteiro; Cascorelli, 2008).

354 A sanitização é uma metodologia que visa reduzir a população microbiana a níveis
355 considerados seguros para a saúde pública. Essa prática é empregada para tornar o ambiente
356 seguro em relação a microrganismos, sendo amplamente divulgada como uma medida
357 preventiva de desinfecção. Além de ser utilizada para prevenir a contaminação por bactérias,
358 especialmente em setores como saúde e alimentação, a sanitização é comumente empregada
359 para combater fungos em diversas edificações, incluindo residências e empresas. Essa
360 abordagem é destacada como eficaz na criação de ambientes mais seguros e saudáveis
361 (Hoffmann, 2020).

362 De acordo com o Informe Técnico N° 04/07 da Agência Nacional de Vigilância
363 Sanitária baseado na legislação competente, os produtos desinfetantes são definidos por

364 formulações que possuem em sua composição substâncias microbicidas e que apresentem efeito
 365 letal para micro-organismos não esporulados, uma vez que, podem ser esporostáticos, mas não
 366 são necessariamente esporicidas. Diferentemente do produto esterilizante que deve apresentar
 367 efeito letal para micro-organismos esporulados (BRASIL, 2020). Já os sanitizantes são
 368 produtos, que, diante uma menor concentração de princípio ativo, sejam capazes de reduzir a
 369 quantidade de microrganismos presentes em uma superfície ou ambiente (Silva, Dutra, Cadima,
 370 2010).

371 A ANVISA estabelece normas e regulamentos para garantir a eficácia e a segurança
 372 desses produtos. Em geral, quando se trata de produtos desinfetantes, é comum ver a alegação
 373 de "99,99%" de eficácia contra germes e micro-organismos, abordada pela Resolução da
 374 Diretoria Colegiada (RDC) nº 14/2007 (BRASIL, 2020). Esta resolução estabelece os requisitos
 375 para registro, notificação, fabricação, importação, comercialização, propaganda e rotulagem de
 376 produtos desinfetantes.

377 Os principais princípios ativos, alvo e mecanismos de ação, utilizados nos processos de
 378 desinfecção e sanitização estão descritos na tabela 1.

379

380 **Tabela 1:** Mecanismo de ação dos principais ativos tradicionais

AGENTE BIOCIDA	ALVO	AÇÃO
Quaternário de amônio 0,05%	Membrana citoplasmática (interna)	Causa danos generalizados nas membranas envolvendo bicamadas de fosfolipídios
Clorexidina 0,5 % a 4%	Membrana citoplasmática (interna)	Baixas concentrações afetam a integridade da membrana. Elevadas concentrações provocam congelamento do citoplasma bacteriano.
Peróxido de hidrogênio 0,5%	Agentes oxidantes	Atividade devida à formação de radicais hidroxilo livres (-OH), que oxidam os grupos tiol das enzimas e proteínas; ruptura dos grupos tiol das proteínas e enzimas
Polihexametileno biguanida (PHMB)	Membrana citoplasmática (interna)	Separação de fases e formação de domínios de lipídios de membrana

381

Fonte. Adaptado, McDonnel; Russell, 1999; ANVISA, 2020.

382

383 **2.5.1 Utilização de ativos tradicionais para higienização e legislação**

384

385

386 De acordo com as diretrizes do Ministério da Saúde do Brasil em 1994, é essencial
387 considerar diversos fatores ao adquirir produtos sanitizantes. Estes incluem a natureza da
388 superfície a ser higienizada e seu comportamento em relação ao produto, a possibilidade de
389 corrosão da superfície, o tipo e grau de sujeira e os métodos de eliminação, o tipo e
390 contaminação, os recursos disponíveis e os métodos de limpeza utilizados (Brasil, 1994).

391 Conforme a decisão do colegiado da Agência Nacional de Vigilância Sanitária
392 (Anvisa) expressa na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº. 184, de 22 de outubro de
393 2001, e na Lei n. 6.360, de 23 de setembro de 1976, desinfecção e produtos similares são
394 definidos como matérias-primas utilizadas em produtos destinados à limpeza, sanitização e
395 desodorização/remoção de odores em ambientes domésticos, coletivos e/ou públicos. Esses
396 produtos englobam tanto os de uso doméstico quanto aqueles manipulados por pessoas ou
397 entidades especializadas para fins profissionais.

398 A classificação desses produtos é detalhada em duas categorias de risco. São elas,
399 produtos de risco 1, aqueles que possuem pH acima de 2 e abaixo de 11,5 em sua forma pura,
400 incluem agentes de limpeza em geral e similares. Já os produtos de risco 2 têm pH puro de
401 11,5 ou menos, contêm desinfetantes com propriedades cáusticas, efeitos desinfetantes
402 baseados em micro-organismos vivos ou contêm ácidos inorgânicos específicos (fluoreto de
403 hidrogênio, nitrogênio, enxofre ou seus sais). Ambos devem ser notificados e registrados na
404 Anvisa, com isso visa garantir a segurança e eficácia desses produtos desinfetantes (Brasil,
405 1976; Brasil 2001).

405

406 **2.5.1.1 Ácido Peracético**

407

408

409 O ácido peracético é classificado como um bactericida potente, tendo função
410 esporicida, bactericida, virucida e fungicida a baixas concentrações, pelo sinergismo do ácido
411 acético, água e peróxido de hidrogênio. Além disso, é um agente oxidante e tem ação de
412 desnaturar proteínas e enzimas e aumenta a permeabilidade da parede celular ao romper
413 ligações sulfidrílica e sulfurosas em proteínas, enzimas e outros metabólitos (Rutala; Weber,
414 2016).

415 Segundo Crow (1992), o ácido peracético tem vantagens para desinfecção e
esterilização que dificilmente é detectado em outro agente químico. Apresenta como

416 característica ser um líquido não espumante, solúvel em água, ação rápida e aceito
417 ambientalmente. Considerado de alta performance para indústrias alimentícias e classifica-se
418 como risco 2 de acordo com a RDC nº59 de 17/12/2010 Anvisa.

419 Possui ação desinfetante em superfícies fixas e age por desnaturação das proteínas,
420 alterando a permeabilidade da parede celular, oxidando as ligações sulfidril e sulfúricas em
421 proteínas e enzimas. Age rapidamente sobre os micro-organismos, inclusive sobre os esporos
422 bacterianos, até mesmo em baixas concentrações como de 0,001 a 0,2% (como desinfetante
423 para superfícies é utilizado em uma concentração de 0,5%). Apresenta baixa toxicidade em
424 tais concentrações, com ação efetiva na presença de matéria orgânica, sendo o tempo de
425 contato baseado na indicação do rótulo (BRASIL, 2020).

426 Entretanto, apresenta algumas desvantagens como a instabilidade, principalmente
427 quando diluído, é corrosivo para metais (cobre, latão, bronze, ferro galvanizado), sua atividade
428 é reduzida pela modificação do pH e, ainda, é capaz de causar irritação para os olhos e para o
429 trato respiratório (Rutala; Weber, 2016).

430 O ácido peracético destaca-se como um desinfetante amplamente empregado em
431 ambientes hospitalares e no tratamento de água (Souza; Daniel, 2005). Em 1993, a Portaria
432 Nº122 da ANVISA autorizou sua aplicação nas indústrias de alimentos. Além de sua função
433 como desinfetante para superfícies em contato com alimentos, o mesmo pode ser utilizado na
434 desinfecção direta dos próprios alimentos. Essa versatilidade evidencia sua eficácia na
435 eliminação de microrganismos, contribuindo para garantir a segurança sanitária em diversas
436 aplicações, desde o ambiente hospitalar até a produção e preparação de alimentos.

437 **2.5.1.2 Vantocil (Biguanida)**

438
439 O Vantocil se apresenta na forma de uma solução aquosa de um composto de poli
440 hexametileno biguanida (PHMB), na forma hidro clorada, sendo essencialmente um
441 polieletrólito de alta solubilidade em água e é um dos poucos polímeros sintéticos de
442 comprovada atividade biológica (Paula, 2012).

443 É utilizado como agente desinfetante nas indústrias alimentares e desinfecção de
444 piscinas. Seu mecanismo de ação ocorre por um ativo contra bactérias Gram positivas e Gram
445 negativas e não é um esporicida, embora algumas bactérias como *P. aeruginosa* e *E. coli*
446 tenham uma menor suscetibilidade a esse agente (McDonnel; Russell, 1999).

447 As biguanidas constituem um grupo de desinfetantes com porções hidrófilas e
448 hidrófobas na sua molécula e a interação com a célula bacteriana se faz através adsorção iônica

449 com cargas negativas da superfície, que altera a permeabilidade da membrana citoplasmática,
450 penetra no interior da célula, provocando a precipitação dos constituintes citoplasmáticos e,
451 em consequência, a morte celular (Silva *et al.*, 1992).

452 O mecanismo de ação do PHMB tem sido objeto de estudo por diversos cientistas ao
453 longo de várias décadas. A sequência bactericida inicia-se com a rápida atração do PHMB
454 catiônico à superfície bacteriana, que é negativamente carregada, resultando em uma falha no
455 mecanismo de defesa da célula e na ruptura da parede celular. O PHMB é então atraído à
456 membrana citoplasmática, onde provoca a perda de substâncias de baixo peso molecular,
457 como íons de potássio, cálcio, e a inibição de enzimas responsáveis pela união da membrana,
458 por exemplo, a ATPase. A subsequente grande ruptura da membrana citoplasmática pode
459 levar à perda de substâncias macromoleculares, como nucleotídeos, e à precipitação de
460 substâncias celulares (Santos; Silva, 2011).

461 Uma das principais vantagens é sua baixa toxicidade, seguro para uso em ambientes
462 com possíveis contaminações, em indústrias de alimentos, uso em lentes de contato,
463 tratamento de água e feridas dentre outros (McDonnel; Russell, 1999). Pesquisadores relatam
464 satisfatória eficiência do produto biguanida como agente de limpeza na indústria de alimentos,
465 sendo capaz de eliminar micro-organismos deteriorantes e patogênicos (Palmorio; Gaio;
466 Ribeiro, 2021).

467

468 **2.5.1.3 Compostos quaternários de amônio**

469

470 Alguns dos compostos mais utilizados são os cloretos de alquildimetilbenzilamônio e
471 cloretos de dialquildimetilamônio, e possuem como características: bactericida, virucida
472 (somente contra vírus lipofílicos ou envelopados) e fungicida, é pouco corrosivo e tem baixa
473 toxicidade, indicado para superfícies fixas, incluindo ambiente de nutrição e neonatologia
474 (sem a presença dos neonatos). Seu mecanismo de ação é através da inativação de enzimas
475 produtoras de energia, desnaturação de proteínas e quebra da membrana celular (BRASIL,
476 2020).

477 Segundo McDonnel e Russell (1999), os quaternários de amônio são surfactantes
478 catiônicos amplamente utilizados como antissépticos e desinfetantes. São ativos em uma
479 ampla faixa de temperatura e apresentam melhor atividade em pH alcalino, não tendo efeito
480 corrosivo sobre superfícies. Eles têm sido utilizados para fins clínicos como por exemplo, na
481 desinfecção pré-operatória, aplicação em membranas mucosas e desinfecção de superfícies não

482 críticas (refere-se a locais que não são ocupados por pacientes, e não se realizam
483 procedimentos de risco. Exemplos: vestiário, copa, áreas administrativas, almoxarifados,
484 secretaria). Além de terem propriedades antimicrobianas, os QAC (compostos de quaternário
485 de amônio) são também excelentes para a limpeza e desodorização de superfícies duras.

486 A desinfecção por compostos de quaternário de amônio apresenta propriedades
487 bactericidas que são atribuídas à inativação de enzimas, desnaturação de proteínas celulares e
488 ruptura da membrana celular. Os agentes catiônicos, como os quaternários de amônio, seguem
489 uma sequência de ação nos micro-organismos, inicialmente, a (i) adsorção e penetração do
490 agente na parede celular; (ii) reação com a membrana citoplasmática (lipídica ou proteica)
491 seguida de desorganização da membrana; (iii) extravasamento de material intracelular de
492 baixo peso molecular; (iv) degradação de proteínas e ácidos nucleicos; e (v) lise da parede por
493 enzimas autolíticas. Verifica-se assim uma perda da organização estrutural e da integridade
494 da membrana citoplasmática nas bactérias, juntamente com outros efeitos prejudiciais para a
495 célula bacteriana (Bazina *et al.*, 2019).

496 Atualmente, estudos abordam a eficácia do produto na higienização de equipamentos
497 hospitalares. Barbosa e colaboradores (2018), evidenciaram eficiência total, com alta taxa de
498 contaminação, ao utilizarem compostos de quaternário de amônio, na higienização de 10
499 equipamentos médicos hospitalares contaminados por *S. aureus*. Outros estudos, relatam que
500 a eficácia do quaternário de amônia de quinta geração foi superior à do álcool à 70%, em
501 superfícies horizontais (Rocha *et al.*, 2021). Portanto, essa abordagem está ganhando
502 crescente utilização na esfera hospitalar, além de ser um dos sanitizantes mais utilizados na
503 indústria alimentícia (Silva; Kabuki; Kuaye, 2015).

504

505 **2.5.1.4 Digluconato de clorexidina**

506

507 O digluconato de clorexidina é um sal cujo íon positivo é a clorexidina ($C_{22}H_{30}Cl_2N_{10}$)
508 com massa molecular de 505,4460 g/mol, e, vem sendo sugerido como uma alternativa
509 satisfatória para higienização, devido à sua substantividade, forte atividade antimicrobiana,
510 baixa toxicidade, propriedades antifúngicas e antivirais (Zare Jahromi *et al.*, 2017).

511 É uma substância catiônica da família das biguanidas, classificada como digluconato
512 de clorexidina, uma molécula estável. Em concentrações baixas, promove a liberação de
513 substâncias de baixo peso molecular, exercendo um efeito bacteriostático e bactericida em
514 concentrações mais elevadas. Age nas bactérias ao romper a integridade de suas membranas

515 citoplasmáticas, resultando na perda de componentes vitais das células, como o ácido nucleico
516 e o potássio (Kamaruzzaman *et al.*, 2018).

517 É empregada em produtos antissépticos, especialmente para a higienização das mãos
518 e em produtos de uso oral, além de ser utilizada como desinfetante e conservante. Isso se deve
519 à sua elevada eficácia, capacidade de aderência à pele e baixo potencial irritativo. Vale
520 ressaltar que sua atividade é influenciada pelo pH e pode ser reduzida caso entre em contato
521 com matéria orgânica (Kluk, 2016). A ação antimicrobiana do digluconato de clorexidina está
522 relacionada à ligação eletrostática entre as moléculas catiônicas do antisséptico e as cargas
523 negativas da parede celular bacteriana. O digluconato de clorexidina adsorve-se sobre a parede
524 celular microbiana causando alterações no equilíbrio osmótico e perda de componentes
525 intracelulares (GOMES *et al.*, 2006)

526 O mecanismo de ação da clorexidina em uma concentração baixa, consiste na adesão
527 das moléculas da matéria prima na membrana plasmática e consecutivo rompimento da
528 mesma, acarretando a morte do patógeno, tendo ação antifúngica e bactericida em bactérias
529 Gram positivas e Gram negativas (Takeda *et al.*, 2017).

530 Atualmente, o digluconato de clorexidina desfruta de uma ampla utilização como
531 desinfetante em ambientes hospitalares e odontológicos. Sua aplicação inclui o uso como
532 colutório bucal, no tratamento de infecções gengivais e em procedimentos cirúrgicos
533 odontológicos. Na esfera médica, destaca-se sua relevância na antisepsia pré-operatória, na
534 antisepsia do campo operatório e na desinfecção de instrumentos cirúrgicos, utiliza também
535 em sabonetes com uma concentração de 2 a 6% do ativo (Vitalis, 2012; Vasconcelos *et*
536 *al.*,2016).

537

538 **2.5.2 Produtos ativos inovadores**

539

540 Os óleos essenciais (OEs) são substâncias naturais, também conhecidas como óleos
541 voláteis ou óleos etéreos. São definidos como produtos derivados do metabolismo secundário
542 das plantas, destacando-se por suas características fundamentais de aroma e sabor. Devido à
543 sua reconhecida atividade como substância antimicrobiana, esses óleos encontram diversas
544 aplicações industriais, servindo como alternativa ao uso de produtos de origem química
545 (Menezes *et al.*, 2011). Em face do crescente número de bactérias resistentes aos desinfetantes
546 convencionais, há um considerável interesse na pesquisa dos efeitos de antimicrobianos

547 naturais, especialmente em domínios como a preservação de alimentos, controle de infecções
548 e emprego como agentes sanitizantes nas indústrias alimentícias (FERENZ *et al.*, 2014).

549 Óleos essenciais são misturas complexas de compostos voláteis de baixo peso
550 molecular e insolúveis em água, sendo extraídos por diferentes técnicas, como destilação a
551 vapor, prensagem a frio e maceração (Solórzano-Santos; Miranda-Novales, 2012).

552 Del Lama (2013) realizou uma avaliação da viabilidade de incorporar extratos do
553 alecrim em desinfetantes utilizados no ambiente hospitalar para a limpeza e desinfecção de
554 superfícies. Seus resultados demonstram claramente as vantagens de ter um produto de
555 limpeza enriquecido com extrato vegetal, conferindo-lhe propriedades bactericidas e
556 bacteriostáticas em relação a bactérias de significativa importância em ambientes hospitalares.

557 Existem substâncias presentes em plantas que apresentam atividade antimicrobiana,
558 atribuída aos Óleos Essenciais (OE), que são considerados os agentes antimicrobianos mais
559 importantes dos vegetais. Eles possuem propriedades antissépticas, antibacterianas, antivirais,
560 antioxidantes, antiparasitárias, antifúngicas e inseticidas significativas (Chouhan; Sharma;
561 Guleria, 2017). Portanto, os óleos essenciais podem servir como uma ferramenta poderosa no
562 controle bacteriano.

563 No Brasil, o registro de óleos essenciais é conduzido com base em sua finalidade de
564 uso, sendo categorizado para aditivos alimentares de acordo com a RDC N°725/22 da
565 ANVISA (2022a), para produtos cosméticos conforme a RDC N°752/22 da ANVISA
566 (2022b), e para sanitizantes, conforme especificado na RDC N° 59/10 da ANVISA (2010).

567

568 **2.5.2.1 Óleo de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*)**

569

570 O óleo de melaleuca, é derivado da planta nativa australiana *Melaleuca alternifolia*,
571 apresenta propriedades antimicrobianas, e, portanto, é aplicado em diversas formulações
572 como ingrediente ativo, usados para tratar infecções cutâneas e comercializadas como
573 medicação para algumas doenças. Alguns estudos citam que a atividade antibacteriana ocorre
574 através de mecanismos de ação que causam lise e perda da integridade da membrana, devido
575 à saída de íons e inibição da respiração celular bacteriana (Thomsen *et al.*, 2013).

576 O óleo de melaleuca é composto principalmente por hidrocarbonetos terpênicos,
577 especialmente monoterpenos e sesquiterpenos, além de álcoois e seus derivados. Os terpenos
578 são hidrocarbonetos aromáticos e voláteis, que podem ser considerados como polímeros de
579 isopreno (Silva *et al.*, 2019).

580 Reconhecido por sua destacada atividade bactericida, fungicida e inseticida, ele se
581 diferencia por apresentar baixos valores (0,25%, 0,5% e 1%) de concentração bactericida
582 mínima (CBM) contra diversas cepas bacterianas. Composto principalmente por
583 monoterpenos cíclicos voláteis, como terpinen-4-ol, eucaliptol, α -terpineol, além de α -
584 terpineno, γ -terpineno e α -pineno (monoterpenos de hidrocarbonetos), que exercem sua
585 atividade antimicrobiana (Zhang *et al.*, 2018; Ferreira *et al.*, 2022). Essas substâncias
586 conduzem à inibição dos processos de respiração celular, ruptura da membrana microbiana e
587 vazamento de íons potássio das membranas celulares, afetando tanto bactérias Gram positivas
588 quanto Gram negativas (Zhang *et al.*, 2018).

589 A eficácia das emulsões do óleo de melaleuca já foi avaliada por meio da técnica de
590 macrodiluição em tubo, determinando a concentração inibitória mínima (CIM). A
591 concentração mais baixa capaz de inibir o crescimento de todos os microrganismos testados
592 foi de 0,25% de óleo, evidenciando seu potencial ação contra bactérias multirresistentes
593 causadoras de infecções hospitalares (Gioppo; Zancanaro; Bellaver, 2019).

594

595 **2.5.2.2 Óleo de Laranja doce**

596

597 A laranja, também conhecida no Brasil como laranja doce, é o fruto resultante da
598 árvore *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, pertencente à família Rutaceae, do gênero *Citrus*. Trata-
599 se de um fruto híbrido, criado no passado a partir do cruzamento do pomelo com a tangerina
600 (Leão, 2015). Segundo Sawamura *et al.* (2004) os óleos cítricos, como o de laranja, tem uma
601 composição em cerca de 98% de D-limoneno sendo os 2% restantes referentes a uma mistura
602 de outros terpenos e aldeídos alifáticos.

603 Seu óleo, que possui 90% da matéria prima constituída D-limoneno, é um terpeno
604 estável com aplicações para o desenvolvimento de bioprodutos vegetais. Os óleos essenciais
605 do gênero *Citrus* possuem esse componente como predominante em sua composição e
606 possuem propriedades, tais como atividade antimicrobiana (Everton *et al.*, 2020).

607 A propriedade do limoneno está associada à habilidade em penetrar na parede celular,
608 provocando o rompimento da membrana celular. Esse processo resulta no vazamento de
609 citoplasma, inibindo o crescimento micelial e levando à morte celular (Kringel *et al.*, 2017).

610 Estudos evidenciam a ocorrência de lesão subletal nas membranas externa e
611 citoplasmática de determinadas bactérias por terpenos e terpenoides, como carvacrol ou citral.
612 Essas substâncias têm demonstrado uma eficaz inibição do crescimento de microrganismos

613 ao romperem as membranas celulares, resultando em alterações no fluxo de elétrons, na força
614 motriz de prótons e no transporte ativo, além de causarem a coagulação do conteúdo celular
615 (Bhavaniramy *et al.*, 2019).

616 A ação antimicrobiana *in vitro* de diferentes óleos essenciais, incluindo o óleo
617 essencial da laranja, na água e sobre a microbiota da pele humana. Os testes foram realizados
618 contra cepas clínicas de *S. aureus*, *E. coli* e *P. aeruginosa*. O óleo essencial da laranja exibe
619 atividade inibitória com 16,5% para *S. aureus* (Machado, 2011).

620

621 **2.5.2.3 Neem**

622

623 O Neem ou nim indiano conhecida como *Azadirachta indica* A. Juss, é uma árvore
624 que pertence à família Meliaceae e é nativa da Índia. Foi inserida no Brasil nos anos de 1984
625 e hoje em dia pode ser encontrada em diversas regiões do país. A planta possui ação
626 antibacteriana a partir de um extrato bruto obtido das cascas do caule, apresentando eficiência
627 contra bactérias Gram positivas e Gram negativas (Singaravelu *et al.*, 2019).

628 Compostos presentes no neem possui ação antiviral, anti-inflamatória, antibacteriana
629 e antifúngica, antipirético, antimalárico, antidiabético, contraceptivo, antiulceroso, atividade
630 depressora sobre o sistema nervoso central, efeito hipotensor, atividade antioxidante e efeito
631 antitumoral (Amede *et al.*, 2015).

632 De acordo com Menezes *et al.* (2021), a ação de combate a bactérias presente no óleo
633 extraído das folhas da árvore neem está ligada à presença de diversos componentes bioativos,
634 tais como carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides, triterpenoides, cetonas,
635 glicosídeos, esteroides e tetra-triterpenoides azadiractina nas folhas da árvore *A. indica*, e
636 utilizado pela planta como forma de defesa contra vários patógenos.

637 O extrato de neem atua primordialmente no princípio da proteção, interferindo na
638 inoculação e germinação do patógeno no hospedeiro. Essa ação preventiva e inibitória
639 contribui para evitar o contato da planta com o patógeno presente na área de cultivo,
640 demonstrando assim o potencial do extrato de neem como uma ferramenta eficaz no manejo
641 de patógenos e na promoção da saúde das plantas, utilizando como um inseticida botânico em
642 uma concentração de 50 a 100 ppm (Chaudhary, 2017).

643

644

645 **2.5.2.4 Óleo de Pinus**

646

647 O óleo essencial de *Pinus sylvestris*, também conhecido como pinheiro silvestre, é uma
648 das espécies precursoras na produção de óleo essencial de pinheiro. É amplamente
649 reconhecido como o pinheiro mais comum entre as três espécies nativas na Polônia e o único
650 presente na Grã-Bretanha. Esta árvore é amplamente distribuída, encontrada principalmente
651 no norte e leste da Europa, na Nova Zelândia e em regiões de clima frio na América do Norte
652 (Sinclair; Morman; Ennos, 2008).

653 É amplamente reconhecido por seu forte efeito antimicrobiano, e já demonstrou
654 eficiência contra várias bactérias, incluindo *K. pneumoniae*, *E. coli* e *S. aureus*. Essa atividade
655 antibacteriana pode ser atribuída principalmente às concentrações de pinenos nos óleos
656 essenciais dessa espécie, embora não se possa descartar a contribuição de efeitos sinérgicos
657 com outros compostos presentes no óleo (Hubner, 2023).

658 Os pinenos, em particular o α -pineno e o β -pineno, são compostos conhecidos por suas
659 propriedades antibacterianas e antifúngicas. Eles podem atuar inibindo o crescimento de
660 bactérias e fungos, tornando-se componentes valiosos no óleo essencial de *pinus sylvestris*
661 para fins antimicrobianos. É importante observar que as concentrações específicas de pinenos
662 e outros compostos variam entre diferentes espécies de pinus, e é por isso que a eficiência
663 antibacteriana pode diferir entre os óleos essenciais de diferentes espécies de pinheiro.
664 Portanto, a escolha da espécie de pinus e a qualidade do óleo essencial são fatores
665 determinantes na obtenção dos benefícios antimicrobianos desejados (Hubner, 2023).

666 Até o presente momento, observa-se uma limitada exploração nas aplicações do óleo
667 essencial de pinheiro silvestre como biocida.

668

669 **2.5.2.5 Ácido Lático**

670

671 Trata-se de um ácido orgânico que pode ser consumido e é amplamente utilizado na
672 culinária, possui o sabor ácido sem mascarar os demais componentes do alimento. Além disso,
673 possui efeito bacteriostático e bactericida, o que o torna ainda mais apreciado (Jacomé, 2019).
674 O ácido lático é um dos ácidos mais distribuídos na natureza e um dos principais ácidos
675 formados durante os processos fermentativos naturais. Nos Estados Unidos, é considerado
676 uma substância segura para uso em alimentos, conhecida como GRAS (geralmente

677 reconhecido como seguros). Devido às suas características naturais, fisiológicas e atóxicas,
678 bem como a sua ação bactericida e bacteriostática prolongada, o ácido lático é recomendado
679 para aumentar a vida útil da carne e alguns alimentos (Silva; Soares; Costa, 2001).

680 Sua capacidade de inibir micro-organismos ocorre devido à redução do pH, que é
681 incompatível com o crescimento bacteriano. O ácido lático é atribuído à redução da carga
682 microbiana inicial em carnes, pois possui efeito bactericida imediato e bacteriostático
683 prolongado (Drehmer, 2019). Devido à sua capacidade antimicrobiana e por se dissolver bem
684 em água, estudos abordam que o ácido lático tem sido amplamente eficaz como agente
685 descontaminante na indústria de alimentos, ao combater uma variedade de microrganismos,
686 incluindo aqueles patogênicos aos seres humanos, como *Salmonella* e *E. coli* (Nkosi; Bekker;
687 Hoffman, 2023).

688 A Autoridade Europeia para Segurança dos Alimentos (EFSA) concede autorização
689 para a utilização do ácido lático na descontaminação microbiana de superfícies de carcaças
690 bovinas realizada nos abatedouros frigoríficos. É estipulado que a quantidade residual
691 absorvida na carne bovina após o tratamento com ácido lático não deve exceder 190 mg/kg.
692 Além disso, em determinados produtos cárneos processados, o ácido lático é autorizado como
693 aditivo alimentar para fins de conservação, sendo comum o uso de níveis de até 20.000 mg/kg.
694 Assim, é evidente que o emprego do ácido lático para reduzir a contaminação microbiana na
695 superfície difere nitidamente de sua utilização como aditivo alimentar. No entanto, é
696 imprescindível, abordar que no Brasil, apesar de sua adoção em outros países, a legislação
697 atual não permite o uso de ácidos com o intuito de descontaminar carnes (Food Safety Brazil,
698 2020).

699

700

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

701

702 AMEDE, S. C., RIBEIRO, A. G., REZENDE, M. H., & Faria, M. T. (2015) Morfo-anatomia
703 e histoquímica foliar de *Azadirachta indica* A. Juss (neem) (meliaceae), cultivadas em Goiás.
704 Revista eletrônica de educação da faculdade Araguaia, 7: 65 - 89. Disponível em:
705 <http://www.faculdadearaguaia.edu.br/sipe/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/327>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.

707

708 ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 725, de 1º de julho de 2022a.
709 Disponível em:
710 http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_725_2022_.pdf/fa9a9a0a-9e30-4c2b-8386-04b5533aa934 Acesso em: 09 de jan. de 2024.

712

713 ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 752, de 19 de setembro de
714 2022b. Disponível
715 em:http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5738443/RDC_752_2022_.pdf/66ee0d82-4641-441b-b807-109106495027 Acesso em: 10 de dez. de 2024

717

718 ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 59, de janeiro de 2010.
719 Disponível em:
720 https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0059_17_12_2010.html Acesso
721 em: 10 de jan. de 2024.

722

723 ANVISA. Nota Técnica Nº 47/2020 - SEI/COSAN/GHCOS/DIRE3/ANVISA -
724 Recomendações sobre produtos saneantes que possam substituir o álcool 70% e desinfecção
725 de objetos e superfícies, durante a pandemia de COVID-19. Disponível em:
726 <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/arquivos-noticias-anvisa/586json-file-1>. Acesso em: 18 jan.
727 2024.

728

729 BARBOSA, Adriana Sierra Assencio Almeida *et al.* Eficácia do álcool etílico e quaternário
730 de amônio na desinfecção de equipamentos médicos hospitalares. **Revista de Epidemiologia**
731 **e Controle de Infecção**, v. 8, n. 4, p. 409-414, 8 out. 2018. Disponível
732 em: <https://doi.org/10.17058/reci.v8i4.11394>. Acesso em: 20 jan. 2024.

733

734 BARCO, Lisa *et al.* A systematic review of studies on *Escherichia coli* and
735 Enterobacteriaceae on beef carcasses at the slaughterhouse. **International Journal of Food**
736 **Microbiology**, v. 207, p. 30-39, ago. 2015. Disponível
737 em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.04.027>. Acesso em: 20 jan. 2024.

738

739 BASSO, Maria Emilhaet al. Prevalence of bacterial infections in patients admitted to an
740 intensive care unit. *Rbac*, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 5, p.1-5, 01 fev. 2016. Disponível em:
741 <http://www.rbac.org.br/artigos/prevalencia-de-infecoes-bacterianas-em-pacientesinternados-em-uma-unidade-de-terapia-intensiva-uti/>. Acesso em: 18 jan. 2024.

743

744 BAZINA, Linda *et al.* Discovery of novel quaternary ammonium compounds based on
745 quinuclidine-3-ol as new potential antimicrobial candidates. **European Journal of Medicinal**
746 **Chemistry**, v. 163, p. 626-635, fev. 2019. Disponível
747 em: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2018.12.023>. Acesso em: 18 fev. 2024.

748

- 749 BEATO, Inês Sofia Ferreira. **Impacto dos cosméticos no microbiota da pele**. 2017. Master's
750 thesis — [s. n., s. l.], 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/36031>. Acesso em:
751 11 out. 2023.
- 752
- 753 BHAVANIRAMYA, Sundaresan *et al.* Role of essential oils in food safety: Antimicrobial
754 and antioxidant applications. **Grain & Oil Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 51, jun.
755 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2019.03.001>. Acesso em: 3 mar. 2024.
- 756
- 757
- 758 BORGES, Marcos; MONTEIRO, Luiz Carlos; COSCARELLI, Paulo. Programa de análise
759 de produtos relatório sobre análise em desinfetantes de uso geral. InMetro. Rio de Janeiro.
760 Maio. 2008. Disponível em:
761 <https://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/desinfetante2.pdf>. Acesso em: 12 de jul.
762 de 2023
- 763
- 764 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).
765 Resolução RDC n. 275, de 21 de outubro de 2002. Disponível em:
766 https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0275_21_10_2002.html.
767 Acesso em: 15 de jun. de 2023.
- 768
- 769 BRASIL. ANVISA/MS. RESOLUÇÃO-RDC Nº 14, DE 28 DE FEVEREIRO DE 2007.
770 Aprova o Regulamento Técnico para Produtos Saneantes com Ação Anmicrobiana
771 harmonizado no âmbito do Mercosul através da Resolução GMC nº 50/06, que consta em
772 anexo à presente Resolução. Disponível em:
773 [hps://www.cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/201611/08140937-rdc-14-2007.pdf](https://www.cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/201611/08140937-rdc-14-2007.pdf). Acesso em:
774 18 jan. 2024.
- 775
- 776 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDCnº
777 184, de 22 de outubro de 2001. Altera a Resolução 336, de 30 de julho de 1999. Diário Oficial
778 da União [da União da República Federativa do Brasil], Brasília, 23 out. 2001.
- 779
- 780 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Segurança do
781 paciente em serviços de saúde: limpeza e desinfecção de superfícies. Brasília: ANVISA,
782 2010. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual-de-limpeza-e-desinfeccao-de-superficies.pdf/view)
783 [br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual-de-limpeza-e-](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual-de-limpeza-e-desinfeccao-de-superficies.pdf/view)
[desinfeccao-de-superficies.pdf/view](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual-de-limpeza-e-desinfeccao-de-superficies.pdf/view). Acesso em: 06 de dez. 2023.
- 784
- 785 BRASIL. Ministério da saúde. Coordenação de controle de Infecção. Processamento de
786 Artigos e Superfícies em Estabelecimentos de Saúde. Brasília, 1994.
- 787
- 788 BRASIL. Ministério da saúde. Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976. Dispõe sobre a
789 vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos
790 farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos, e dá outras providências.
Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil], Brasília, 24 set. 1976.
- 791
- 792 BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de
793 doenças transmitidas por alimentos. 2. ed. Brasília. 2010. Disponível
794 em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_prevencao_doencas_alime-](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_prevencao_doencas_alimentos.pdf)
[ntos.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_prevencao_doencas_alimentos.pdf). Acesso em: 2 ago. 2023.

- 795 BROWN-JAQUE, Maryury; CALERO-CÁCERES, William; MUNIESA, Maite. Transfer of
796 antibiotic-resistance genes via phage-related mobile elements. **Plasmid**, v. 79, p. 1-7, maio
797 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.plasmid.2015.01.001>. Acesso em: 17 ago.
798 2023.
- 799 CALO, Julianny Rivera *et al.* Essential oils as antimicrobials in food systems – A review. **Food**
800 **Control**, v. 54, p. 111-119, ago. 2015. Disponível
801 em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.12.040>. Acesso em: 02 dez. 2023.
802
- 803 CARDOSO, Maria Fernanda Marcelos. Adequação da rotulagem e das condições de
804 armazenamento de linguças de diferentes marcas comercializadas em estabelecimentos
805 varejistas de Uberlândia-MG, Brasil. 2018.
806
- 807 CARLING, P. Methods for assessing the adequacy of practice and improving room
808 disinfection. **American Journal of Infection Control**, Boston, MA, USA, v. 41, n. 5, p. S20–
809 S25, maio 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2013.01.003>. Acesso em: jul.
810 2023.
811
- 812 CHAUDHARY, Suman. Progress on Azadirachta indica Based Biopesticides in Replacing
813 Synthetic Toxic Pesticides. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, 2017. Disponível
814 em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00610>. Acesso em: 18 jan. 2024.
815
- 816 CHOUHAN, Sonam; SHARMA, Kanik; GULERIA, Sanjay. Antimicrobial activity of some
817 essential oils—present status and future perspectives. **Medicines**, v.4, n.3, p.1-58,
818 2017. Disponível em: doi: 10.3390/medicines4030058. Acesso em: 05 dez. 2023.
- 819 COLETTI, Douglas. Gerenciamento da segurança dos alimentos e da qualidade na indústria
820 de alimentos. 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/72762>. Acesso em: 18
821 out. 2023.
822
- 823 CORCORAN, M. *et al.* *Salmonella* enterica Biofilm Formation and Density in the Centers for
824 Disease Control and Prevention's Biofilm Reactor Model Is Related to Serovar and
825 Substratum. **Journal of Food Protection**, v. 76, n. 4, p. 662-667, 1 abr. 2013. Disponível
826 em: <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-12-303>. Acesso em: 20 jan. 2024.
827
- 828 CRAGG, Gordon M.; NEWMAN, David J. Natural products: A continuing source of novel
829 drug leads. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects**, v. 1830, n. 6,
830 p. 3670-3695, jun. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2013.02.008>.
831 Acesso em: 15 nov. 2023.
832
- 833 CRONK, Ryan; BARTRAM, Jamie. Environmental conditions in health care facilities in low-
834 and middle-income countries: Coverage and inequalities. **International Journal of Hygiene**
835 **and Environmental Health**, v. 221, n. 3, p. 409-422, abr. 2018. Disponível
836 em: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.004>. Acesso em: 21 nov. 2023.
837
- 838 CROW, Sue. Peracetic Acid Sterilization: A Timely Development for a Busy Healthcare
839 Industry. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v. 13, n. 2, p. 111-113, fev. 1992.
840 Disponível em: <https://doi.org/10.1086/646483>. Acesso em: 13 out. 2023.
841

- 842 DALLA COSTA, Karine Angélica et al. **Formação de biofilmes bacterianos em diferentes**
843 **superfícies de Indústrias de Alimentos**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes,
844 v. 71, n. 2, p. 75, 7 jun. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v71i2.512>.
845 Acesso em: 13 dez. 2023.
- 846
847 Del Lama DSA. Naturalidade da desinfecção origem, processo produtivo e eficácia da
848 *Baccharis dracunculifolia* D.C. Revista Científica ANAP Brasil. Piracicaba – SP. 2013; 6(8):
849 29-40.
- 850
851 DIGGLE, Stephen P.; WHITELEY, Marvin. Microbe Profile: *Pseudomonas aeruginosa*:
852 opportunistic pathogen and lab rat. **Microbiology**, v. 166, n. 1, p. 30-33, 1 jan. 2020.
853 Disponível em: <https://doi.org/10.1099/mic.0.000860>. Acesso em: 23 jan. 2024.
- 854
855 DING, Yijun *et al.* Systematic review of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae causing
856 neonatal sepsis in China. **Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials**, v. 18, n. 1,
857 14 nov. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12941-019-0334-9>. Acesso em: 15 jan.
858 2024.
- 859
860 DREHMER, Manuela Nunes. Associação entre variantes nos genes TNFRSF1A E IL28Ra
861 com o desenvolvimento de doenças autoimunes e suas manifestações clínicas. 2019.
862 Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/214256>. Acesso em: 20 dez.
863 2023.
- 864 ESPÍNDOLA, Marisa Catarina Mesquita *et al.* Perfil bacteriano das superfícies e
865 equipamentos da Unidade de Terapia Intensiva de um Hospital Universitário. **Research,**
866 **Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e47510918342, 31 jul. 2021. Disponível
867 em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18342>. Acesso em: 3 mar. 2024.
- 868
869 EVERTON, Gustavo Oliveira *et al.* Caracterização química, atividade antimicrobiana e
870 toxicidade dos óleos essenciais da Pimenta dioica L. (pimenta da Jamaica) e *Citrus sinensis*
871 L. Osbeck (laranja doce), Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm., 49(3), 641-655 (2020).
872 Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1156308>. Acesso em:
873 05 dez. 2023.
- 874 FALCÓ, Irene. *et al.* Sanitizing food contact surfaces by the use of essential oils. **Innovative**
875 **Food Science & Emerging Technologies**, v. 51, p. 220-228, jan. 2019. Disponível
876 em: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.02.013>. Acesso em: 02 jan. 2024.
- 877
878 FERREIRA, Greiciele da S. *et al.* Antimicrobial cotton wipes functionalized with *Melaleuca*
879 *alternifolia* Pickering emulsions stabilized with cellulose nanofibrils. **Carbohydrate Polymer**
880 **Technologies and Applications**, p. 100208, abr. 2022. Disponível
881 em: <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2022.100208>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- 882
883 FERENZ, Mariane *et al.* Ação Antimicrobiana de Óleos Essenciais Contra *Staphylococcus*
884 *aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*. In: XII LATIN AMERICAN CONGRESS ON FOOD
885 MICROBIOLOGY AND HYGIENE, 2014, Foz do Iguaçu, Brasil. **XII Latin American**
886 **Congress on Food Microbiology and Hygiene**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2014.
887 Disponível em: <https://doi.org/10.5151/foodsci-microal-284>. Acesso em: 18 jan. 2024.
888

- 889 FLANNERY, Dustin D. *et al.* Neonatal multidrug-resistant Gram negative infection:
890 epidemiology, mechanisms of resistance, and management. **Pediatric Research**, v. 91, n. 2,
891 p. 380-391, 1 out. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41390-021-01745-7>. Acesso
892 em: 18 jan. 2024.
- 893
- 894 GERMANO, Pedro Manuel Leal e GERMANO, Maria Izabel Simões. **Higiene e vigilância**
895 **sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por**
896 **alimentos, treinamento de recursos humanos**. Barueri, SP, 2008: Manole. Acesso em: 02
897 jul. 2023.
- 898
- 899 GIOPPO, Alessandra; ZANCANARO, Vilma; BELLAVER, Emyr Hiago. Atividade
900 antibacteriana do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* frente a isolados multirresistentes
901 produtores de ESBL e KPC causadores de infecções hospitalares. **Biotemas**, v. 32, n. 3, p. 35-
902 42, 20 ago. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2019v32n3p35>. Acesso
903 em: 18 jan. 2024.
- 904
- 905 GOMES, Brenda Paula Figueiredo de Almeida, *et al.* In vitro evaluation of the antimicrobial
906 activity of calcium hydroxide combined with chlorhexidine gel used as intracanal
907 medicament. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and**
908 **Endodontology**, v. 102, n. 4, p. 544-550, out. 2006. Disponível
909 em: <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2006.04.010>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- 910
- 911 GUT, Abraham Majak *et al.* *Salmonella* infection – prevention and treatment by antibiotics
912 and probiotic yeasts: a review. **Microbiology**, v. 164, n. 11, p. 1327-1344, 1 nov. 2018.
913 Disponível em: <https://doi.org/10.1099/mic.0.000709>. Acesso em: 16 out. 2023.
- 914
- 915 HAVELAAR, Arie H. *et al.* World Health Organization Global Estimates and Regional
916 Comparisons of the Burden of Foodborne Disease in 2010. **PLOS Medicine**, v. 12, n. 12,
917 p. e1001923, 3 dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001923>.
918 Acesso em: 03 jul. 2023.
- 919
- 919 HOFFMANN, Emerson. Qualidade de vida e sanitização. 2020. Disponível em:
920 <https://ihoffmann.com.br/blog/hoffmann-atualiza-politica-de-qualidade/>. Acesso em 14 jan.
921 2024.
- 922
- 923 HUBNER, P. Desenvolvimento de filmes de hidrogel à base de gelatina e PVA contendo
924 óleos essenciais de lavanda e de pinus para aplicação como curativo. lume.ufrgs.br, 2023.
- 925
- 925 JÁCOME, A. A. B. Produção de linguiça a base de atum. repositorio.ufersa.edu.br, 28 fev.
926 2019.
- 927
- 927 KAMARUZZAMAN, Nor *et al.* Polyhexamethylene Biguanide and Nadifloxacin Self-
928 Assembled Nanoparticles: Antimicrobial Effects against Intracellular Methicillin-Resistant
929 *Staphylococcus aureus*. **Polymers**, v. 10, n. 5, p. 521, 12 maio 2018. Disponível
930 em: <https://doi.org/10.3390/polym10050521>. Acesso em: 28 fev. 2024.
- 931
- 931 KREWER, Carina C. *et al.* Suscetibilidade a desinfetantes e perfil de resistência a
932 antimicrobianos em isolados de *Escherichia coli*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32,
933 n. 11, p. 1116-1120, nov. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2012001100007>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- 934

- 935 KRINGEL, Dianini Hüttner. Encapsulação do óleo essencial de laranja em βciclodextrina:
936 Ação antifúngica e aplicação em bolos. 2019. 176 f. Tese (Doutorado em Ciência e
937 Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
938 Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.
939
- 940 KLUK, E. et al. Uma abordagem sobre a clorexidina: Ação antimicrobiana e modos de
941 aplicação. *Revista Gestão & Saúde*, v. 14, n. 1, p. 07-13, 2016.
942
- 943 LEÃO, Marina. Análise do óleo essencial da laranja doce *Citrus sinensis* (L.) Osbeck
944 obtido das cascas secas e frescas através do método de extração por hidrodestilação. TCC
945 (Graduação em Farmácia) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015.
946
- 947 LEITE, T. N. et al. Biofilmes em feridas crônicas: uma revisão de literatura. *Revista*
948 *Interfaces da Saúde*, Aracati, v. 5, n. 1, p. 46-58, jun, 2018. Disponível em:
949 https://www.fvj.br/revista/wp-content/uploads/2019/11/4_IS_20181.pdf. Acesso em: 06 jan.
950 2023.
951
- 952 MACHADO, Bruna Fernanda Murbach Teles. Óleos essenciais: verificação da ação
953 antimicrobiana in vitro, na água e sobre a microbiota da pele humana. 2011. 111 f.
954 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
955 Botucatu, 2011.
956
- 957 MACHUCA, J. *et al.* Comparative activity of a polyhexanide–betaine solution against
958 biofilms produced by multidrug-resistant bacteria belonging to high-risk clones. **Journal of**
959 **Hospital Infection**, v. 103, n. 1, p. e92-e96, set. 2019. Disponível
960 em: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2019.04.008>. Acesso em: 12 jan. 2024.
961
- 962 LIMA, Maíra Ferreira Pinto *et al.* Staphylococcus aureus E AS INFECÇÕES
963 HOSPITALARES – REVISÃO DE LITERATURA. **Uningá Review**, [S. l.], v. 21, n. 1,
964 2015. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/1616>. Acesso em:
965 22 jan. 2024.
966
- 967 MAGIORAKOS, Anna Pelagia *et al.* Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and
968 pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for
969 acquired resistance. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 18, n. 3, p. 268-281, mar. 2012.
970 Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x>. Acesso em: 07 out. 2023.
971
- 972 MALHOTRA, Sankalp; HAYES, Don; WOZNIAK, Daniel J. Cystic Fibrosis
973 and *Pseudomonas aeruginosa*: the Host-Microbe Interface. **Clinical Microbiology Reviews**,
974 v. 32, n. 3, 29 maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/cmr.00138-18>. Acesso em:
975 17 jul. 2023.
976
- 977 MARINS, Bianca Ramos; TANCREDI, Rinaldini C. P.; GEMAL, André Luís (Org.).
978 Segurança alimentar no contexto da vigilância sanitária: reflexões e práticas. Rio de Janeiro:
979 EPSJV, 2014.
980
- 981 MCDONNELL, Gerald; RUSSELL, A. Denver. Antiseptics and Disinfectants: Activity,
982 Action, and Resistance. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 12, n. 1, p. 147-179, 1 jan. 1999.
983 Disponível em: <https://doi.org/10.1128/cmr.12.1.147>. Acesso em: 12 nov. 2023.

- 984
985 MELO, Eveny Silva de *et al.* Doenças transmitidas por alimentos e principais agentes
986 bacterianos envolvidos em surtos no Brasil. **Pubvet**, v. 12, n. 10, p. 1-9, out. 2018. Disponível
987 em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n10a191.1-9>. Acesso em: 15 jan. 2024.
988
- 989 MELO, Roberta T. *et al.* *Campylobacter jejuni* strains isolated from chicken meat harbour
990 several virulence factors and represent a potential risk to humans. **Food Control**, v. 33, n. 1,
991 p. 227-231, set. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.032>. Acesso
992 em: 17 jan. 2024.
993
- 994 MENDONÇA, Eliane Pereira; FONSECA, Belchiolina Beatriz; MONTEIRO, Guilherme Paz.
995 Epidemiology of *Campylobacter* in Farms. In: MENDONÇA, Eliane Pereira; FONSECA,
996 Belchiolina Beatriz; MONTEIRO, Guilherme Paz. **Campylobacter spp. and Related**
997 **Organisms in Poultry**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 125-135. ISBN
998 9783319299068. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-29907-5_7. Acesso em:
999 17 jan. 2024.
1000
- 1001 MOLINA, P. D. DOS S. *et al.* Simulação in vitro de condições de uso de desinfetantes e
1002 avaliação da eficiência frente bactérias sobreviventes a higienização de superfícies em
1003 matadouro-frigorífico de bovinos. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 17, n. 3-4, p.
1004 134–138, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.157>. Acesso em: 20 dez.
1005 2024.
1006
- 1007 MORAES, Graciana Maria de *et al.* Infecção ou colonização por micro-organismos
1008 resistentes: identificação de preditores. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 26, n. 2, p. 185-
1009 191, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-21002013000200013>. Acesso em:
1010 18 fev. 2024.
1011
- 1012 MORENO, Brenda de S. *et al.* “A MORTE PEDE CARONA”: *Klebsiella pneumoniae*
1013 COMO AGRAVANTE NA INFECÇÃO POR *Strongyloides stercoralis*. **Revista Unimontes**
1014 **Científica**, v. 24, n. 1, p. 1-36, 17 jun. 2022. Disponível
1015 em: <https://doi.org/10.46551/ruc.v24n1a7>. Acesso em: 1 mar. 2024.
1016
- 1017 MOTA, Fernanda Soares da; OLIVEIRA, Heloísa Aquino de; SOUTO, Renata Carneiro
1018 Ferreira. Profile and prevalence of antimicrobial resistance of negative-Gram bacteria isolated
1019 from intensive care patients. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 50, n. 3, 2018.
1020 Disponível em: <https://doi.org/10.21877/2448-3877.201800740>. Acesso em: 17 jan. 2024.
1021
- 1022 MS. Ministério da Saúde. Manual Técnico de Diagnóstico Laboratorial da *Salmonella* spp.
1023 2011. Disponível
1024 em: [http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manualdiagnostico-](http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manualdiagnostico-salmonella-spp-web.pdf)
1025 [salmonella-spp-web.pdf](http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manualdiagnostico-salmonella-spp-web.pdf). Acesso em: 03 jul. 2023.
1026
- 1027 NOGUEIRA, J. M. R.; SOUZA, L. F.. BACTERIOLOGIA. In: FIOCRUZ. (Org.).
1028 Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde. 1ed. RIO
1029 DE JANEIRO: FIOCRUZ, 2009, v. 4, p. 221-397.
1030

- 1031 O'NEILL, Jim. **Tackling drug-resistant infections globally: final report and**
1032 **recommendations**. Disponível em: <<https://apo.org.au/node/63983>>. Acesso em 17 dez.
1033 2023.
- 1034 OCHOA, Inda Marcela Figueroa; RODRIGUEZ, Antonio Verdugo. Mecanismos moleculares
1035 de patogenicidade Salmonella sp. Review Article[online], v.47, n.1-2, p.25-42, 2005.
1036 Disponível em:http://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2005/mi05-1_2e.pdf. Acesso
1037 em: 02 jul. 2023.
1038
1039
- 1040 ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). OMS publica lista de bactérias
1041 para as quais se necessitam novos antibióticos urgentemente. 27 fev. 2017. Disponível em:
1042 [https://www.paho.org/pt/noticias/27-2-2017-oms-publica-lista-bacterias-paraquais-se-](https://www.paho.org/pt/noticias/27-2-2017-oms-publica-lista-bacterias-paraquais-se-necessitam-novos-antibioticos)
1043 [necessitam-novos-antibioticos](https://www.paho.org/pt/noticias/27-2-2017-oms-publica-lista-bacterias-paraquais-se-necessitam-novos-antibioticos). Acesso em: 10 jul. 2023
- 1044 PADOVEZE, Maria Clara; FORTALEZA, Carlos Magno Castelo Branco. Healthcare-
1045 associated infections: challenges to public health in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 48,
1046 n. 6, p. 995-1001, dez. 2014. Disponível em: [https://doi.org/10.1590/s0034-](https://doi.org/10.1590/s0034-8910.2014048004825)
1047 [8910.2014048004825](https://doi.org/10.1590/s0034-8910.2014048004825). Acesso em: 18 jan. 2024.
- 1048 PAGANO, Mariana; MARTINS, Andreza Francisco; BARTH, Afonso Luis. Mobile genetic
1049 elements related to carbapenem resistance in *Acinetobacter baumannii*. **Brazilian Journal of**
1050 **Microbiology**, v. 47, n. 4, p. 785-792, out. 2016. Disponível
1051 em: <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.06.005>. Acesso em: 2 mar. 2024.
- 1052 PALMORIO, Liandra; GAIO, Francie Nara; RIBEIRO, Deise Helena Baggio. Avaliação da
1053 eficiência de diferentes agentes de limpeza utilizados na indústria de alimentos / Efficiency
1054 evaluation of different cleaning agents used on food industry. **Brazilian Journal of**
1055 **Development**, v. 7, n. 12, p. 120035-120049, 29 dez. 2021. Disponível
1056 em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-662>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- 1057 PARREIRA, Adriano Guimarães; ROCHA, Claudio Marcio Cardoso; CORREA, Eduardo
1058 Jose Azevedo. Avaliação da eficácia antimicrobiana de um PHMB sobre cepas de Salmonella
1059 spp. **Agriculturae**, v. 3, n. 1, p. 16-28, 8 mar. 2022. Disponível
1060 em: <https://doi.org/10.6008/cbpc2674-645x.2021.001.0002>. Acesso em: 17 jan. 2024.
- 1061 PAULA, Gustavo Figueira de. Caracterização de poli (hexametileno biguanida) e suas
1062 blendas com poli (álcool vinílico). 2012. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de
1063 Materiais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em:
1064 <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8145>. Acesso em: 18 out. 2023.
- 1065 PEDRO, Inês; SARAIVA, Simone. Intervenções de enfermagem na gestão de biofilmes em
1066 feridas complexas. Journal of aging and innovation, Portugal, v. 1, n.6, 2013. Disponível em:
1067 [http://journalofagingandinnovation.org/pt/volume1-edicao6-2012/biofilmes-em-](http://journalofagingandinnovation.org/pt/volume1-edicao6-2012/biofilmes-em-feridascomplexas/)
1068 [feridascomplexas/](http://journalofagingandinnovation.org/pt/volume1-edicao6-2012/biofilmes-em-feridascomplexas/). Acesso em: 06 jan 2023.
1069
- 1070 ROSSI GONÇALVES, Iara *et al.* Carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa*:
1071 association with virulence genes and biofilm formation. **Brazilian Journal of**
1072 **Microbiology**, v. 48, n. 2, p. 211-217, abr. 2017. Disponível
1073 em: <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.11.004>. Acesso em: 18 jan. 2024.

- 1074
1075 RUTALA, William A.; WEBER, David J. Disinfection, sterilization, and antiseptics: An
1076 overview. **American Journal of Infection Control**, v. 44, n. 5, p. e1-e6, maio 2016.
1077 Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.10.038>. Acesso em: 13 out. 2023.
1078
- 1079 SANTORO, Emanuelle. **Cultura de Segurança de Alimentos**. Disponível em:
1080 <https://portalefood.com.br/seguranca-de-alimentos/cultura-de-seguranca-de-alimentos/>.
1081 Acesso em: 02 jan. 2024.
1082
- 1083 SANTOS, EJP; SILVA, MANCGMM. Tratamento de feridas colonizadas/infetadas com
1084 utilização de polihexanida. *Rev. Enf. Ref.*, Coimbra, v. serIII, n. 4, p. 135-142, jul. 2011.
1085
- 1086 SAWAMURA, Masayoshi, *et al.* (2004). Mudanças na composição do óleo essencial de
1087 limão comercial para aromaterapia. *Jornal Internacional de Aromaterapia*, 4, 27e33.
1088
- 1089 SCARCELLA, Ana Carolina de Almeida; SCARCELLA, Ana Sílvia de Almeida;
1090 BERETTA, Ana Laura Remédio Zeni. INFECTION RELATED TO HEALTH
1091 ASSISTANCE ASSOCIATED TO *Acinetobacter baumannii*: LITERATURE
1092 REVIEW. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 49, n. 1, 2017. Disponível
1093 em: <https://doi.org/10.21877/2448-3877.201600361>. Acesso em: 17 jul. 2023.
1094
- 1095 SILVA, Lusinalva Leonardo *et al.* Atividades terapêuticas do óleo essencial de melaleuca
1096 (melaleuca alternifolia) Uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2,
1097 n. 6, p. 6011-6021, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv2n6-094>. Acesso em:
1098 26 fev. 2024.
- 1099 SILVA, J. A.; SOARES, F. L. & COSTA, L. E. Sanitização de carcaças de frango com
1100 soluções de ácidos orgânicos comerciais e suco de limão. *Rev. Tecn. De Carnes*. Campinas,
1101 SP. v. 23, p.19-26, 2001.
- 1102 SILVA, Ketlin Schmitt da. *et al.*, A. Higienização em tanques de cozimento e resfriamento de
1103 presuntos. *Anais da Engenharia de Produção / ISSN 2594-4657*, [S.l.], v. 1, n. 1, 2017, p. 98 –
1104 107. Acesso em 02 jan. 2024.
1105
- 1106 RIBEIRO, Joathan Borges; LEAL, Gabriele de Andrade; LIMA, Edson Paulo Santos. A
1107 HIGIENIZAÇÃO HOSPITALAR: UMA SOLUÇÃO PALIATIVA. **Caderno de Graduação**
1108 **- Ciências Biológicas e da Saúde - UNIT - SERGIPE**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 61, 2017.
1109 Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernobiologicas/article/view/4133>. Acesso em:
1110 22 fev. 2024.
1111
- 1112 SIMÕES, Manuel; SIMÕES, Lúcia C.; VIEIRA, Maria J. A review of current and emergent
1113 biofilm control strategies. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, n. 4, p. 573-583,
1114 maio 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.12.008>. Acesso em: 20 jan.
1115 2024.
1116
- 1117 SINCLAIR, W. T.; MORMAN, J. D.; ENNOS, R. A. The postglacial history of Scots pine
1118 (*Pinus sylvestris* L.) in western Europe: evidence from mitochondrial DNA
1119 variation. **Molecular Ecology**, v. 8, n. 1, p. 83-88, 9 jan. 1999. Disponível
1120 em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.1999.00527.x>. Acesso em: 20 dez. 2023.

- 1121
1122 SINGARAVELU, Shreelakshmidēvi *et al.* Effect of *Azadirachta indica* crude bark extracts
1123 concentrations against Gram positive and Gram negative bacterial pathogens. **Journal of**
1124 **Pharmacy And Bioallied Sciences**, v. 11, n. 1, p. 33, 2019. Disponível
1125 em: https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_150_18. Acesso em: 02 nov. 2023.
1126
- 1127 SOLÓRZANO-SANTOS, Fortino; MIRANDA-NOVALES, Maria Guadalupe. Essential oils
1128 from aromatic herbs as antimicrobial agents. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 23, n. 2,
1129 p. 136-141, abr. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.08.005>. Acesso
1130 em: 02 dez. 2023.
1131
- 1132 SOUZA, Jeanette Beber de; DANIEL, Luiz Antonio. Comparação entre hipoclorito de sódio
1133 e ácido peracético na inativação de *E. coli*, colifagos e *C. perfringens* em água com elevada
1134 concentração de matéria orgânica. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 111-
1135 117, jun. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522005000200004>. Acesso
1136 em: 20 dez. 2023.
1137
- 1138 SOUZA, Guilherme da Costa; ROQUE-BORDA, Cesar Augusto; PAVAN, Fernando R.
1139 Beta-lactam resistance and the effectiveness of antimicrobial peptides against KPC-
1140 producing bacteria. *Drug Development Research*, v. 83, n. 7, p. 1534-1554, 2022
1141
- 1142 TAKEDA, Aline Quintas; STURM, Letícia de Fátima Dias; TAQUES, Maria Carolina
1143 Rocha dos Santos. Verificação da eficácia de desinfetantes de superfícies em uma clínica de
1144 estética utilizando metodologia de contagem total de bactérias heterotróficas e de bolores e
1145 leveduras. *Revista Saúde e Desenvolvimento*, 11(9), 45–56 (2017). Disponível em:
1146 [https://www.revistasuninter.com/revistasauade/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view](https://www.revistasuninter.com/revistasauade/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view/777)
1147 [/777](https://www.revistasuninter.com/revistasauade/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view/777). Acesso em: 15 out. 2023.
1148
- 1149 THOMSEN, Natalie A. *et al.* Effect of habituation to tea tree (*Melaleuca alternifolia*) oil on
1150 the subsequent susceptibility of *Staphylococcus* spp. to antimicrobials, triclosan, tea tree oil,
1151 terpinen-4-ol and carvacrol. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 41, n. 4,
1152 p. 343-351, abr. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2012.12.011>.
1153 Acesso em: 12 dez. 2023.
1154
- 1155 TIMENETSKY, Jorge. Antimicrobianos (antibióticos e quimioterápicos) v. 12, 2018.
1156 Disponível em: [https://microbiologia.icb.usp.br/cultura-e-extensao/textos-de-](https://microbiologia.icb.usp.br/cultura-e-extensao/textos-de-divulgacao/bacteriologia/bacteriologia-medica/antimicrobianos-antibioticos-e-quimioterapicos/)
1157 [divulgacao/bacteriologia/bacteriologia-medica/antimicrobianos-antibioticos-e-](https://microbiologia.icb.usp.br/cultura-e-extensao/textos-de-divulgacao/bacteriologia/bacteriologia-medica/antimicrobianos-antibioticos-e-quimioterapicos/)
1158 [quimioterapicos/](https://microbiologia.icb.usp.br/cultura-e-extensao/textos-de-divulgacao/bacteriologia/bacteriologia-medica/antimicrobianos-antibioticos-e-quimioterapicos/). Acesso em: 06 out. 2023.
1159
- 1160 TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 12ª Ed. Artmed, 2017.
1161 TROYANO, Ana Rodrigo; SIBILA, Oriol. The respiratory threat posed by multidrug
1162 resistant Gram negative bacteria. **Respirology**, v. 22, n. 7, p. 1288-1299, 6 jul. 2017.
1163 Disponível em: <https://doi.org/10.1111/resp.13115>. Acesso em: 17 jul. 2023.
1164
- 1165 TONDO, Eduardo C.; BARTZ, Sabrina. *Microbiologia e Sistemas de Gestão da Segurança*
1166 *de Alimentos*. Porto Alegre: Editora Sulina, 2013.
1167
- 1168 VALDERRAMA, Sandra Liliana *et al.* Factores de riesgo para bacteriemia adquirida en el
1169 hospital por *Pseudomonas aeruginosa* resistente a carbapenémicos en un hospital

- 1170 colombiano. **Biomédica**, v. 36, 23 fev. 2016. Disponível
1171 em: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v36i2.2784>. Acesso em: 18 jan. 2024.
1172
- 1173 VASCONCELOS, Thales Yuri Loyola *et al.* Desenvolvimento de formulações contendo
1174 diferentes concentrações de digluconato de clorexidina e avaliação da estabilidade
1175 preliminar das formulações. **Acta Farmacêutica Portuguesa**, v. 4, n. 2, p. 134–140, 7 maio
1176 2016.
1177
- 1178 VIEIRA, Darlene Ana de Paula; QUEIROZ, Nayara Cláudia de Assunção. **Microbiologia**
1179 **Geral** /. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 100 p.
1180 Disponível em:
1181 http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifgo/tecnico_acucar_alcool/microbiologia_geral.pdf.
1182 Acesso em: 19 set de 2023.
1183
- 1184 VITALIS, Graciela Schneider. Utilização de nanopartículas de clorexidina como alternativa
1185 de medicação intracanal. 2012. Dissertação. (Mestrado em Nanociências) – Centro
1186 Universitário Franciscano de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
1187
- 1188 WALSH, Christopher. **Antibiotics**. [S. l.]: American Society of Microbiology, 2003. *E-book*.
1189 ISBN 9781555818937. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/9781555817886>. Acesso em:
1190 23 jan. 2024.
1191
- 1192 WEBER, D. J.; RUTALA, W. A.; SICKBERT-BENNETT, E. E.; KANAMORI, H.;
1193 ANDERSON, D. CDC Prevention Epicenters Program. Continuous room decontamination
1194 technologies. *Am J Infect Control*. v.47, p.A72-A78, 2019.
1195
- 1196 WESTENFIELD, Kristen *et al.* Acute Myopericarditis Due to *Campylobacter jejuni*. **The**
1197 **American Journal of Medicine**, v. 133, n. 8, p. e428-e429, ago. 2020. Disponível
1198 em: <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.12.033>. Acesso em: 18 jan. 2024.
1199
- 1200 ZARE JAHROMI, Maryam. *et al.* Comparison of Endodontic Medicaments on Bond
1201 Strength of Fiber Post to Root Dentin Using Resin Cement. *Journal of dentistry (Shiraz,*
1202 *Iran)*, v. 18, n. 1, p. 56–60, mar. 2017
1203
- 1204 ZHANG, Xiaofeng *et al.* In Vitro Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities of
1205 Melaleuca alternifolia Essential Oil. **BioMed Research International**, v. 2018, p. 1-8,
1206 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2018/2396109>. Acesso em: 13 dez. 2023.

1207

1208

CAPÍTULO II

1209

1210

1211

1212

1213

1214

1215 **Sanitizantes tradicionais vs inovadores: desafio *in vitro* e *in situ* em**
1216 **bactérias multirresistentes**

1217

1218

1219

1220

1221

1222

1223

1224

Artigo a ser publicado no periódico

1225

Environmental Microbiology Reports

1226

1227

1228

1229

Normas para publicação:

1230

(ANEXO I)

1231

1232 **Sanitizantes tradicionais vs inovadores: desafio *in vitro* e *in situ* em bactérias**
1233 **multirresistentes**

1234

1235

1236 **Gabriella Rayane Aparecida Ferreira^{1*}, Letícia Roberta Martins Costa¹, Jéssica Laura**
1237 **Miranda¹, Micaela Guidotti Takeuchi¹, Mariana Comassio Chueiri¹, Carolyne Ferreira**
1238 **Dumont¹, Rosineide Marques Ribas², Daise Aparecida Rossi¹, Roberta Torres de Melo¹**

1239

1240

1241 ¹Laboratório de Biotecnologia Animal Aplicada, Faculdade de Medicina Veterinária,
1242 Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

1243 ²Laboratório de Microbiologia Molecular, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade
1244 Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

1245 * Autor correspondente (e-mail: gabriellarayane13@gmail.com)

1246

1247 **RESUMO**

1248

1249 Bactérias multirresistentes (MR) constituem uma ameaça à saúde pública em todo o mundo.
1250 Nesse contexto, os desinfetantes são utilizados a fim de prevenir e controlar a propagação
1251 desses patógenos em ambientes hospitalares e/ou industriais. Objetivou-se determinar
1252 concentrações bactericidas mínimas (CBM) para 10 ativos tradicionais e inovadores contra 11
1253 espécies bacterianas. Em paralelo aplicou-se *in vitro* o teste de eficiência e, *in situ* analisou-se
1254 o efeito sob superfícies hospitalares. Observou-se em cinco cepas, resistência a 50% dos ativos,
1255 sendo *Pseudomonas aeruginosa* resistente a 70% deles. Ácido peracético, digluconato de
1256 clorexidina e extrato de neem eliminaram todas as cepas no período de 1 minuto na CBM. Nos
1257 testes de eficiência, os produtos tradicionais mataram as bactérias, com uma redução média de
1258 $7,07 \pm 0,331$ ciclos log. O extrato de neem alcançou uma redução média de $6,60 \pm 0,33$ log em
1259 todas as cepas. *In situ*, o ácido peracético não permitiu crescimento bacteriano, enquanto
1260 biguanida, extrato de neem, óleo de melaleuca e óleo de laranja conseguiram uma redução
1261 superior a 4 ciclos logs do controle bacteriano na superfície. O estudo destaca importância de
1262 avaliar eficácia prática de desinfetantes, enfatizando diversidade de abordagens incluindo
1263 compostos naturais como alternativas em ambientes críticos.

1264 **Palavras chaves:** Agentes biocidas. Controle microbiológico. Desinfecção. Bactérias
1265 multirresistentes. Biofilmes.

1266

1267

1268 INTRODUÇÃO

1269

1270 O aumento constante do surgimento e disseminação de bactérias multirresistentes em
1271 ambientes hospitalares representa uma séria preocupação, persistindo como um desafio
1272 significativo para o controle de infecções e para a prática epidemiológica hospitalar em escala
1273 global (Serra-Burriel *et al.*, 2020). Concomitantemente, no cenário das indústrias alimentícias,
1274 intensificou-se a preocupação em relação à contaminação microbiana e aos riscos de infecções
1275 associadas ao consumo de alimentos contaminados, especialmente aqueles de origem animal
1276 (Ghernaout; Elboughdiri, 2020).

1277 Espécies bacterianas incluindo *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*,
1278 *Acinetobacter baumannii* e *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina desempenham um
1279 papel relevante na morbidade e mortalidade em casos de infecção hospitalar devido
1280 principalmente à resistência a múltiplos medicamentos (CHEN *et al.*, 2019).

1281 Em paralelo, os principais agentes etiológicos envolvidos em doenças veiculadas por
1282 alimentos de origem animal, em escala mundial incluem os gêneros *Salmonella* spp.,
1283 *Campylobacter* spp. e a espécie *Escherichia coli* (BRASIL, 2022). *Salmonella* e *E. coli*
1284 responsáveis por 10,9 e 32,3% dos casos registrados no Brasil, respectivamente, de 2013 a 2022
1285 (BRASIL, 2022), e *Campylobacter* subnotificada no país (Hovart *et al.* (2022), mas a principal
1286 zoonose alimentar na Europa com 137.107 casos (EFSA, 2022).

1287 O controle eficaz de cepas MR é essencial para preservar a eficácia dos tratamentos
1288 antimicrobianos em hospitais e reduzir os riscos de contaminações em indústrias. O
1289 procedimento adequado de limpeza e desinfecção de ambientes e superfícies hospitalares e
1290 industriais pode estar associado à aplicação de agentes biocidas (Huang *et al.*, 2020), dos quais
1291 os mais amplamente utilizados incluem quaternário de amônio, cloro, ácido peracético e
1292 biguanida (Anvisa, 2020).

1293 Produtos naturais, como os óleos essenciais, vêm sendo utilizados no controle de micro-
1294 organismos, pelas propriedades antissépticas, incluindo ação biocida, fungicida e virucida.
1295 Essas características têm sido exploradas ao longo de muitos anos, e atualmente, o uso desses
1296 óleos tem ganhado destaque (Chouhan; Sharma; Guleria, 2017). Sua aplicação na indústria e
1297 em ambientes hospitalares emerge como uma medida preventiva ou de controle eficaz para
1298 evitar ou inibir o crescimento de patógenos (S. M. Cutrim *et al.*, 2019)

1299 Nossa abordagem incluiu a análise do efeito antimicrobiano *in vitro* de 10 agentes
1300 sanitizantes, dos quais cinco são tradicionalmente conhecidos e cinco inovadores provenientes

1301 de matérias-primas biodegradáveis. O estudo contemplou a verificação do efeito dos compostos
1302 em onze linhagens bacterianas, das quais oito são MR de importância hospitalar e industrial. A
1303 investigação se estendeu ao estudo *in situ* em superfícies contaminadas de ambiente hospitalar
1304 a fim de determinar os ativos mais efetivos ao controle microbiano.

1305

1306 **MATERIAL E MÉTODOS**

1307

1308 A empresa do setor privado empreendeu um estudo juntamente com nossa equipe com
1309 o propósito de analisar as matérias-primas utilizadas na fabricação de produtos destinados à
1310 eliminação de bactérias. Nesse contexto, foram conduzidos testes envolvendo um total de 10
1311 matérias-primas distintas, divididas equitativamente em dois conjuntos: cinco delas
1312 representando tipos já consolidados e comercializados no mercado, enquanto as outras cinco se
1313 referiam a ativos inovadores, ainda não lançados, mas previstos para futura introdução no
1314 mercado.

1315

1316 **Cepas e condições**

1317

1318 O estudo foi conduzido com 11 linhagens bacterianas, das quais três são cepas padrão
1319 ATCC e oito multirresistentes mantidas no banco de cepas do Laboratório de Epidemiologia
1320 Molecular da Universidade Federal de Uberlândia (LEPMOL). As cepas foram provenientes
1321 do ambiente do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia (HV), do Hospital
1322 de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC) e de indústrias avícolas exportadoras
1323 parceiras (IA), conforme descrito na Tabela 2.

1324

1325 **Tabela 2:** Descrição das cepas utilizadas no estudo incluindo origem, ano, classe de resistência e forma de
 1326 identificação.

Id	Espécie	Origem	Ano	Classes de resistência
EC*	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	-	-	-
SA*	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	-	-	-
SE*	<i>Salmonella</i> Enteritidis ATCC 13076	-	-	-
AB	<i>Acinetobacter baumannii</i>	HV	2021	Aminoglicosídeo, betalactâmico, fluoroquinolona e carbapenêmico
KPC	<i>Klebsiella pneumoniae</i> carbapenemase	HC	2012	Fluoroquinolona, cefalosporina, betalactâmico e carbapenêmico
MRSA	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente à meticilina	HC	2011	Betalactâmico, aminoglicosídeo, fluoroquinolona, macrolídeo
PA	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	HC	2014	Betalactâmico, aminoglicosídeo, fluoroquinolona e carbapenêmico
CJ	<i>Campylobacter jejuni</i>	IA	2015	Macrolídeo, fluoroquinolona, tetraciclina, aminoglicosídeo, betalactâmico
ECA	<i>Escherichia coli</i> APEC	IA	2019	Cefalosporina, betalactâmico, sulfonamida e tetraciclina
SC	<i>Salmonella</i> Choleraesuis	IA	2017	Fluoroquinolona, betalactâmico, sulfonamida e tetraciclina
ST	<i>Salmonella</i> Typhimurium	IA	2013	Fluoroquinolona, betalactâmico, tetraciclina e sulfonamida

1327 Id: Identificação; * cepas controle.

1328

1329 As cepas foram reativadas a partir do Ágar Nutriente em caldo de BHI (Kasvi®) e
 1330 mantidas à 36°C por 24 horas, seguido do cultivo em Ágar Triptona de Soja (TSA) (Oxoid®)
 1331 /Ágar Padrão para Contagem (PCA) (Oxoid®) por 24h a 36°C. Para *Campylobacter* a
 1332 reativação foi realizada em Ágar *Campylobacter* Blood-Free Selective Medium CCDA
 1333 (Neogen®) e incubadas em microaerofilia (Probac®) a 37±1°C por 48h (CLSI, 2022).

1334

1335 **Agentes químicos**

1336

1337 Os produtos utilizados no presente estudo foram adquiridos durante o período de julho
 1338 de 2021 a junho de 2023 mediante parceria com empresa produtora de agentes químicos
 1339 sanitizantes situada na cidade de Uberlândia-MG, a qual determinou as concentrações teste a
 1340 serem aplicadas.

1341

1342 Foram utilizados dez compostos químicos, dos quais cinco representam ativos
 1343 tradicionalmente usados na rotina de higienização de ambientes hospitalares e industriais e
 1344 cinco recém-introduzidos e ainda não utilizados nos produtos fornecidos pela empresa, os quais
 1345 apresentam ativos com características naturais e biodegradáveis (Tabela 3).

1345

1346 **Tabela 3:** Sanitizantes utilizados e suas respectivas concentrações testadas preliminarmente

Tipo de ativo	Id	Nome do ativo	Concentrações testadas
Tradicionais	T1	Ácido Peracético 15%	
	T2	Quatercap BDD 500 g/BDD 800 (Amônia quaternária) 80% *	0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%; 0,6%;
	T3	Quatercap DBB 800/ARQMC 210 (Amônia quaternária) 80% *	0,7%; 0,8%; 0,9% e 1%
	T4	Vantocil (Biguanida) 20%	
	T5	Digluconato Clorexidina 20%	0,15%; 0,3%; 0,45%; 0,6%; 0,75%; 0,9%; 1,05%; 1,2%; 1,35% e 1,5%
Inovadores	I1	Óleo de Pinus	
	I2	Extrato de Neem	0,7812%, 1,5625%, 3,125%, 6,25%, 12,5%,
	I3	Óleo de Melaleuca	25%, 50% e 1 00%,
	I4	Óleo de Laranja	0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%; 0,6%;
	I5	Ácido Lático	0,7%; 0,8%; 0,9%, 1% e 100%

1347 Id: Identificação; *: As moléculas BDD (Cloreto de alquil dimetil benzil amônio + cloreto de didecil dimetil
 1348 amônio à 80%) e DBB (Cloreto de alquil amido propil dimetil benzil amônio + cloreto de didecil dimetil amônio
 1349 à 80%), são biocidas consideradas de 5ª geração pois são um blend envolvendo moléculas de 1ª e 4ª geração, um
 1350 produto contenda uma maior porcentagem do quaternário de 1ª geração e outra da 4ª geração, ambos com
 1351 porcentagens distintas.

1352

1353 **Concentração Bactericida Mínima (CBM)**

1354

1355 A CBM foi determinada pela técnica da microdiluição conforme protocolo da *Clinical*
 1356 *and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2022). Resumidamente, preparou-se uma
 1357 suspensão bacteriana padronizada para cada uma das 11 linhagens testadas na concentração
 1358 correspondente a 0,5 na escala MacFarland, e utilizou-se dez concentrações dos agentes
 1359 químicos (Tabela 3), com períodos de exposição que variaram de 1 a 10 minutos. A cada
 1360 minuto adicionou-se uma alíquota de 10µL de cada inóculo diluído em placas de TSA ou
 1361 CCDA (no caso de *Campylobacter*), para verificar a CBM. As placas foram incubadas a 36°C
 1362 por 16-20 horas (CLSI, 2022). Para *Campylobacter* a incubação foi a 37±1°C por 48h. Todos
 1363 os testes foram feitos em triplicata com controles negativos compostos pelo meio sem adição
 1364 de bactérias.

1365

1366 **Teste de eficiência**

1367

1368 Utilizou-se o método de macrodiluição em tubos modificado (dos Anjos *et al.*, 2016).
 1369 De maneira sucinta, o inóculo de 6 a 8 log UFC/ml de cada um dos onze micro-organismos
 1370 testes foram colocados em contato direto com os dez agentes químicos nas concentrações e
 1371 tempos mínimos pré-definidos na CBM, priorizando o menor tempo de exposição (um minuto)

1372 pela aplicabilidade prática. Os ensaios foram feitos em triplicata e após a exposição, seguiu-se
1373 com a diluição seriada, plaqueamento em duplicata em PCA ou CCDA (*Campylobacter*) e
1374 incubação a 36°C por 24 horas ou 37±1°C por 48 horas, respectivamente. Os testes foram
1375 considerados satisfatórios quando da ocorrência de redução de pelo menos quatro ciclos log da
1376 contagem inicial dos micro-organismos avaliados, utilizando os valores médios das réplicas.

1377

1378 **Teste *in situ***

1379

1380 As amostras foram coletadas semanalmente ou diariamente, por um período de cinco
1381 meses, das superfícies das mesas de procedimentos da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do
1382 Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia. Foram realizadas três réplicas e
1383 três repetições para cada produto testado.

1384 Para a coleta, foram empregados *swabs* comerciais estéreis em três regiões distintas das
1385 mesas de procedimentos. Cada ponto de coleta abrangeu uma área de 100 cm² (10cm x 10cm),
1386 delimitada por moldes estéreis. Os swabs foram previamente umedecidos e armazenados em
1387 caldo Lethen Broth (Oxoid®) para o transporte até o LEPMOL (Atanasio Tinareli; Frabetti;
1388 Melo Brolazo, 2021).

1389 O processo de higienização da superfície da mesa utilizada na rotina da UTI, ocorreu
1390 seguindo os procedimentos operacionais padrão do Hospital Veterinário, foi conduzido em três
1391 réplicas e três repetições para cada desinfetante testado, abrangendo três pontos distintos da
1392 superfície. O processo iniciou-se com a limpeza por meio de água corrente e detergente neutro,
1393 seguido pela fricção com um pano estéril. Posteriormente, realizou-se o enxágue com água
1394 limpa em abundância, seguido pela secagem da superfície com um pano estéril. Em seguida,
1395 aplicou-se o agente desinfetante em teste, efetuando a fricção com um pano limpo, e permitiu-
1396 se que o desinfetante agisse por 1 minuto na mesa. Finalmente, procedeu-se à coleta utilizando
1397 swabs para análise.

1398 Foram realizadas oito réplicas a partir de cada amostra coletada pré e pós higienização.
1399 Essas réplicas foram submetidas a uma diluição seriada, plaqueamento em ágar PCA (Oxoid®)
1400 e incubação a 37±1°C por 48 horas,

1401 Após, realizou-se a contagem bacteriana nas placas, permitindo a comparação do
1402 número de unidades formadoras de colônia por área (UFC/100cm²) entre as amostras coletadas
1403 antes e depois do processo de desinfecção. A eficácia dos produtos desinfetantes foi avaliada

1404 considerando eficientes aqueles que obtiveram uma redução de 99,99% das bactérias,
1405 equivalente a quatro ciclos log UFC, conforme definido pela norma CEN (2019).

1406

1407 **Análise estatística**

1408

1409 Os dados coletados foram submetidos a uma análise estatística descritiva, que envolveu
1410 o cálculo dos percentuais de ativos que apresentaram resultado satisfatório em cada um dos
1411 testes microbiológicos realizados. Os resultados obtidos nos testes de eficiência e *in situ* foram
1412 avaliados quanto a distribuição gaussiana pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ou D'Agostino
1413 & Pearson. Em seguida, as análises que compreenderam duas variáveis foram comparadas pelo
1414 teste T *unpaired*. Três ou mais variáveis foram submetidas a análise por *one way ANOVA*.
1415 Todas as análises foram conduzidas utilizando o software Graph Pad Prism 8.0.1, no intervalo
1416 de confiança de 95%.

1417

1418 **RESULTADOS**

1419

1420 **Perfis de resistência e definição da concentração bactericida mínima**

1421

1422 Identificou-se que o percentual de cepas resistentes ao ativo (%CRA) foi maior para os
1423 produtos naturais, de maneira que quatro dos cinco (80%) produtos testados permitiram o
1424 crescimento de todas as cepas em pelo menos uma das concentrações testadas, exceto o óleo de
1425 melaleuca (I3). Já os tradicionais, essa característica foi identificada apenas em três cepas
1426 (27,3%) para os produtos T3 e T4 e em duas cepas (18,2%) para T2.

1427 Das 11 cepas avaliadas, cinco apresentaram resistência a 5/10 (50%) dos ativos, cinco
1428 a 4/10 (40%) e PA apresentou resistência à 7/10 (70%).

1429 Os produtos, ácido peracético (T1) e digluconato clorhexidina (T5) foram atuantes em
1430 todas as cepas testadas, uma vez que foram capazes de inibi-las na menor concentração testada
1431 e no menor tempo de exposição (1min). Os valores de CBM foram equivalentes a 0,1% e 0,15%,
1432 respectivamente. O mesmo perfil foi identificado para o óleo de melaleuca (I3), de maneira que
1433 a exposição a 0,7812% por 1 min foi suficiente para o controle das cepas testadas (Tabela 4).

1434

1435

1436 **Tabela 4:** CBM, tempos mínimos de exposição e parâmetros de resistência das cepas em relação aos agentes químicos testados

Cepa	Ativos tradicionais					Ativos inovadores					R n/N (%)	
	T1	T2	T3	T4	T5	I1	I2	I3	I4	I5		
EC*	CBM	-	-	0,3%	-	-	100%	25%	-	1%	0,3%	5/10
	T _{exp}			1'			1'	1'		1'	2'	(50)
SA*	CBM	-	-	-	-	-	100%	25%	-	NI	0,3%	4/10
	T _{exp}						1'	1'			2'	(40)
SE*	CBM	-	-	-	-	-	100%	25%	-	1%	0,3%	4/10
	T _{exp}						1'	1'		1'	2'	(40)
AB	CBM	-	-	-	-	-	100%	25%	-	NI	0,4%	4/10
	T _{exp}						1'	1'			1'	(40)
KPC	CBM	-	-	-	0,2%	-	100%	25%	-	1%	0,3%	5/10
	T _{exp}				2'		1'	1'		1'	2'	(50)
MRSA	CBM	-	-	-	0,2%	-	100%	25%	-	NI	0,3%	5/10
	T _{exp}				1'		1'	1'			2'	(50)
PA	CBM	-	0,9%	0,7%	0,3%	-	100%	25%	-	NI	0,3%	7/10
	T _{exp}		10'	10'	4'		1'	1'			2'	(70)
CJ	CBM	-	-	-	-	-	100%	25%	-	1%	0,3%	4/10
	T _{exp}						1'	1'		1'	2'	(40)
ECA	CBM	-	-	0,1%	-	-	100%	25%	-	1%	0,4%	5/10
	T _{exp}			6'			1'	1'		1'	1'	(50)
SC	CBM	-	-	-	-	-	100%	25%	-	NI	0,3%	4/10
	T _{exp}						1'	1'			2'	(40)
ST	CBM	-	0,2%	-	-	-	100%	25%	-	NI	0,4%	5/10
	T _{exp}		1'				1'	1'			1'	(50)
Conc. definida (%)	0,1	1	0,8	0,4	0,1	100	25	0,7812	1	0,4		
CRA (%)	0	2	3	3	0	11 (100)	11 (100)	0	11 (100)	11 (100)		
		(18,2)	(27,3)	(27,3)								

1437 Texp: Tempo mínimo de exposição, (-): indica susceptibilidade na menor concentração e tempo avaliados; NI: não
 1438 inibiu em nenhuma das concentrações e tempos utilizados. Conc. definida: concentração utilizada nos testes de
 1439 eficiência e *in situ*. R: resistência a pelo ao menos uma das concentrações testadas. n/N: número de ativos que a
 1440 bactéria apresentou resistência/total. (%): Percentual de resistência aos ativos. CRA (%): número e percentual de
 1441 cepas resistentes ao ativo.

1442

1443 Quanto aos demais ativos tradicionais, detectou-se que o Quatercap BDD 500 g/BDD
 1444 800 (T2) apresentou valores de CBM iguais à menor concentração e tempo de ação testados
 1445 (0,1% por 1 min) para nove das 11 cepas avaliadas. A exceção coube à PA cuja CBM foi de
 1446 0,9% no tempo 10 minutos e para ST, cujo efeito foi identificado na concentração de 0,2% por
 1447 1 minuto. Já o Quatercap DBB 800/ARQMC 210 (T3) foi efetivo para as bactérias AB, CJ,
 1448 KPC, SC, SE*, ST, MRSA e SA* na concentração e tempo mínimos testados (0,1% por 1 min).

1449 Porém para PA, ECA e EC*, observa-se que a inibição e o efeito biocida só foram identificados
1450 nas concentrações de 0,7%; 0,1% a 0,3% nos tempos de 10 minutos, 6 minutos e 1 minuto,
1451 respectivamente. O Vantocil (T4) apresentou menor ação em três linhagens bacterianas, que
1452 incluíram PA com CBM equivalente a 0,3% no tempo de 4 minutos, *S. aureus* com inibição em
1453 0,2% por 1 minuto e KPC cujo controle foi identificado na concentração de 0,2% em 1 minuto.

1454 O Extrato de Neem (I2) exibiu atividade em todas as cepas testadas na concentração de
1455 25%, inibindo-as em 1 minuto de exposição. O Óleo de Laranja (I4) demonstrou CBM de 1%
1456 após 1 minuto de contato com KPC, SE*, CJ, e EC* e ECA. Não houve inibição em nenhuma
1457 das concentrações de I4 e tempos de exposição, nas cepas PA, AB, MRSA, SA*, SC e ST. O
1458 ácido láctico (I5) foi eficaz na inibição das cepas SA*, SE*, KPC, MRSA, PA, CJ, ECA, SC a
1459 0,3% em 2 minutos, com exceção de AB, ST e EC, que foram inibidas a 0,4% em 1 minuto.
1460 Quanto ao Óleo de Pinus (I1), observou-se atividade antimicrobiana na concentração de 100%
1461 para todas as cepas.

1462 Diante os resultados obtidos, definiu-se as concentrações específicas para os testes de
1463 eficiência e *in situ*, todos realizados com 1 minuto de exposição. Para os sanitizantes
1464 tradicionais de T1 a T5, as concentrações foram, respectivamente, 0,1% ou 1000 ppm, 1 % ou
1465 10000 ppm, 0,8% ou 8000 ppm, 0,4% ou 4000 ppm e 0,15% ou 1500 ppm. Para os inovadores
1466 de I1 a I5, respectivamente, tivemos 100% ou 1000000 ppm, 25% ou 250000 ppm, 0,7812%
1467 ou 7812 ppm, 1% ou 10000 ppm e 0,4% ou 4000 ppm.

1468

1469 **Eficiência dos ativos tradicionais e inovadores**

1470

1471 Não houve diferença estatística no inóculo bacteriano utilizado antes da exposição aos
1472 produtos (one way ANOVA, $p = 0,0773$), de maneira que se obteve uma média de $7,07 \pm 0,31$
1473 log UFC para as 11 cepas testadas com os ativos tradicionais. Da mesma forma, também não
1474 se identificou diferença do quantitativo inicial das bactérias antes do contato com os ativos
1475 inovadores (one way ANOVA, $p = 0,9986$), cuja média foi de $6,60 \pm 0,33$ log UFC. Os valores
1476 médios e os desvios referente à concentração do inóculo para cada cepa testada estão
1477 representados na Figura 1.

1478

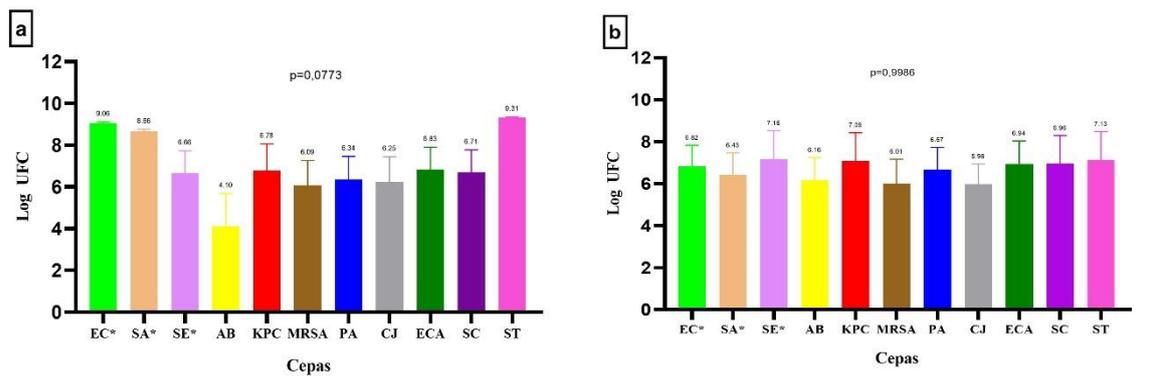


Figura 1: Contagem bacteriana obtida no inóculo inicial para o teste de eficiência com os produtos tradicionais (a) e inovadores (b). $p > 0,05$, teste One way ANOVA.

Após o teste com os produtos tradicionais, observamos que houve eficiência na remoção de mais de 4 ciclos log ($>99,99\%$) das bactérias testadas uma vez que não houve crescimento de nenhuma das cepas ($p < 0,0001$ – Kruskal-Wallis). Condizente a uma redução média de $7,07 \pm 0,31$ log UFC após o contato com todos os produtos nas concentrações de uso para teste T1 (0,1%), T2 (1%), T3 (0,8%), T4 (0,4%) e T5 (0,15%) em 1 minuto de exposição (Figura 2a).

Já para os ativos inovadores, nota-se que o Extrato de Neem (I2) foi o mais eficiente no processo de desinfecção uma vez que não se obteve crescimento de nenhuma cepa, equivalente a uma redução média de $6,60 \pm 0,33$ log UFC ($>99,99\%$) ($p < 0,0001$ – Kruskal-Wallis). A exceção do Óleo de Pinus (I1), que não apresentou efeito ($p > 0,9999$ – Kruskal-Wallis), os demais compostos também foram capazes de remover mais de 99,99% do valor médio encontrado para todas as bactérias testadas, equivalentes a uma redução de 5,02; 5,15 e 5,72 ciclos log para I3, I4 e I5, respectivamente (Figura 2b).

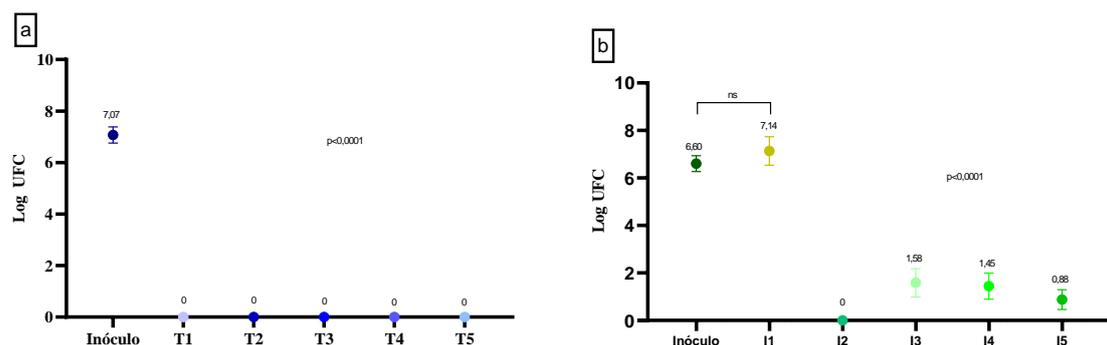
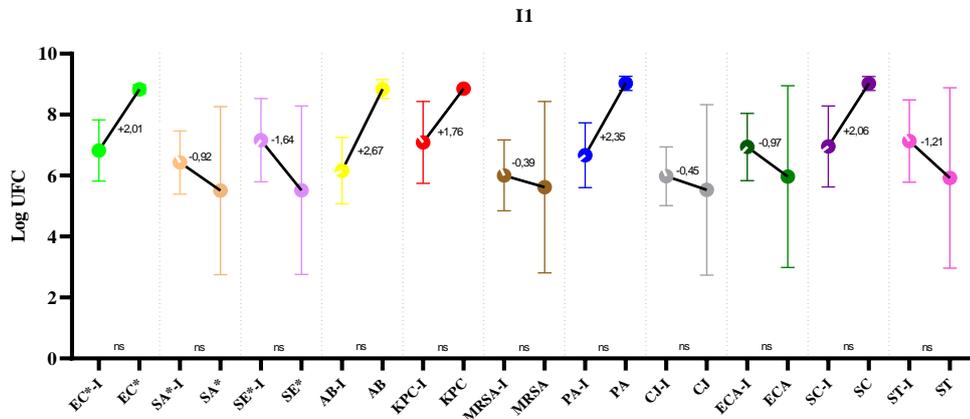


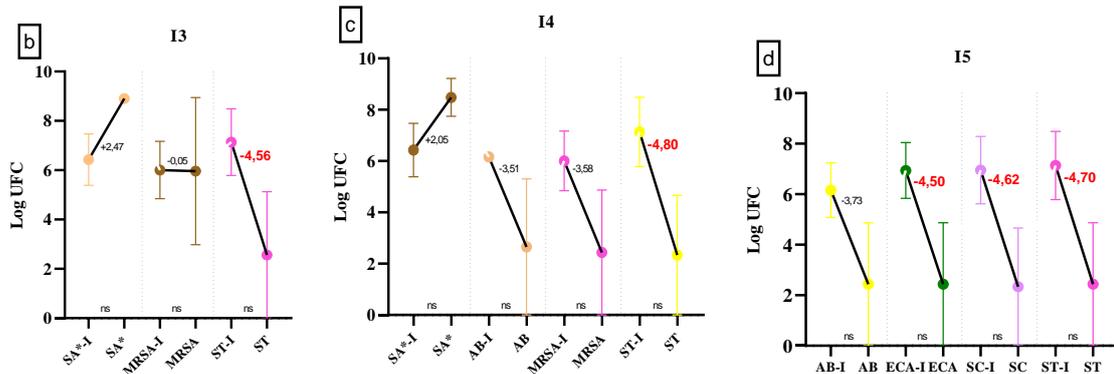
Figura 2: Contagem bacteriana obtida após teste de eficiência com os ativos tradicionais (a) e inovadores (b). $p < 0,0001$, diferença significativa no teste One way ANOVA.

Ao discriminar os dados referentes ao efeito por bactéria para cada ativo inovador, identificou-se que o óleo de pinus (I1) não apresentou eficiência em nenhuma das cepas

1501 testadas, uma vez que a contagem bacteriana não variou de forma significativa ($p=0,5414$) com
 1502 redução máxima de 1,64 log UFC em SE* e multiplicação bacteriana máxima de 2,67 log UFC
 1503 em AB (Figura 3a).



1504



1505

1506 **Figura 3:** Médias e desvios padrão das contagens microbiológicas discriminadas para as bactérias viáveis
 1507 obtida no teste de eficiência para os produtos naturais I1 (óleo de pinus) (a), I3 (óleo de melaleuca) (b), I4
 1508 (óleo de laranja) (c) e I5 (ácido láctico) (d). +/-: crescimento/redução bacteriana em log UFC (vermelho
 1509 indica eficiência >99,99%). ns: equivalência estatística no teste T student ($p>0,05$). Linhagens bacterianas
 não inseridas nos gráficos indicam sua inibição no teste de eficiência.

1510 Para I5, constata-se a viabilidade de AB, SC, ST e ECA o que sugere algum fator de
 1511 resistência em Gram negativas MR a antibióticos, porém o produto se mostrou eficiente para
 1512 SC, ST e ECA, com redução de 4,62; 4,70 e 4,50 ciclos log, respectivamente (Figura 3d).

1513 Detectou-se susceptibilidade com ausência de crescimento microbiano de PA, KPC e
 1514 CJ em contato com I2, I3, I4 e I5. Apesar da presença de ST após contato com os quatro ativos
 1515 (I1, I3, I4 e I5), houve redução maior que 99,99% dessa cepa em I3, I4 e I5. A ineficiência de
 1516 I3 (óleo de melaleuca) e I4 (óleo de laranja) para o controle de MRSA e SA* sugere menor
 1517 efeito contra bactérias Gram positivas (Figuras 3b e 3c), além do crescimento de AB em I4.

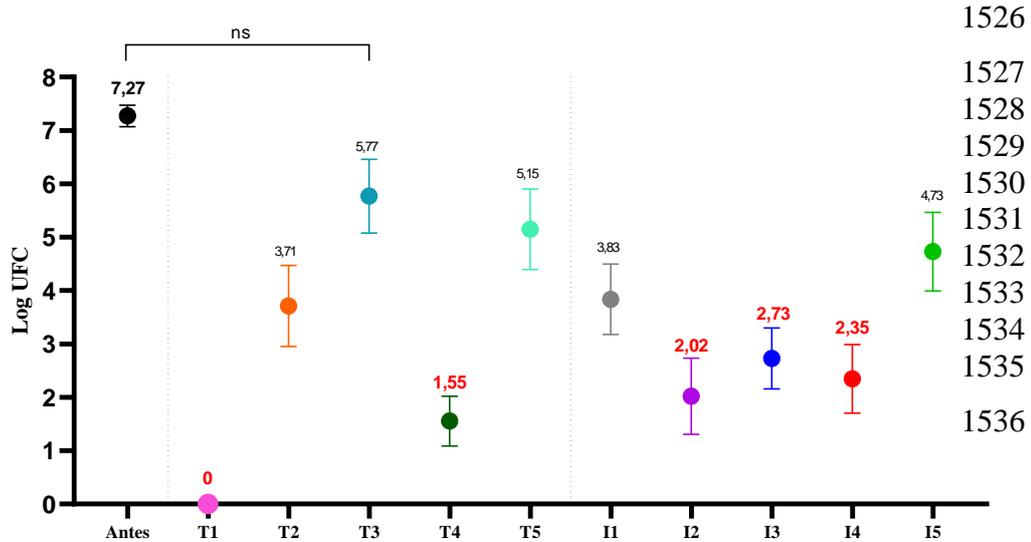
1518

1519

1520 **Teste *in situ* dos ativos tradicionais e inovadores**

1521

1522 A análise geral dos resultados mostrou que as contagens obtidas antes do processo de
 1523 limpeza não oscilaram em nenhuma das repetições realizadas ($p=0,2299$ – One way ANOVA)
 1524 e foram equivalentes a uma média de $7,27 \pm 0,20$ log UFC. A exceção do ativo T3, os demais
 1525 apresentaram diferença estatística significativa em relação ao controle (antes) (Figura 4).



1537

1538 **Figura 4:** Médias e desvios padrão das contagens microbiológicas obtidas no teste *in situ* no HV-UFU. T: ativos
 1539 tradicionais. N: ativos inovadores. Médias marcadas em vermelho indicam eficiência >99,99%. ns: equivalência
 1540 estatística no teste One way ANOVA ($p>0,05$).

1541 Dos cinco ativos tradicionais, dois foram eficientes (40%). Já os ativos inovadores
 1542 obtivemos 3/5 eficientes (60%). O produto T1 foi o melhor no processo de desinfecção uma
 1543 vez que não obtivemos crescimento bacteriano após sua aplicação ($p<0,0001$ – One way
 1544 ANOVA). Isso deixa evidente a capacidade de remoção de mais de 99,99% das bactérias,
 1545 considerando a redução de mais de 7 log UFC. Os produtos T4, I2, I4 e I3 também apresentaram
 1546 eficiência >99,99%, uma vez que apresentaram redução de 5,72; 5,25; 4,92 e 4,54 ciclos log,
 1547 respectivamente (Figura 4).

1548

1549 **DISCUSSÃO**

1550

1551 O presente estudo preenche uma lacuna significativa no âmbito de limpeza e
 1552 desinfecção, oferecendo uma abordagem abrangente que engloba matérias-primas destinadas

1553 tanto a produtos tradicionalmente comercializados quanto a agentes inovadores, os quais podem
1554 ser aplicados em superfícies ambientais.

1555 Weber *et al.* (2019), assim como os autores desta pesquisa, ressaltaram a importância
1556 de uma avaliação cuidadosa e precisa de ativos sanitizantes, considerando não apenas a
1557 concentração adequada para a eficácia desejada, mas também a duração da exposição. Esses
1558 parâmetros são cruciais para determinar se os agentes podem atingir o nível de desinfecção
1559 necessário, contribuindo assim o controle de micro-organismos patogênicos em ambientes.

1560 O efeito positivo dos ativos tradicionais na análise preliminar (CBM) utilizando baixas
1561 concentrações e menores tempos de exposição diferiu do que foi identificado para os produtos
1562 inovadores, como em I1 e I2 cujas concentrações foram de 100% e 25%, respectivamente. Não
1563 foram encontrados estudos de base sobre a atividade antibacteriana óleo de pinus nas cepas
1564 testadas com concentrações altas. A respeito do extrato de Neem o estudo de Ali *et. al* (2021)
1565 apresentou potencial atividade antibacteriana nas concentrações entre 25%, 50% e 100% em
1566 CBM. O extrato de folhas de Neem apresentou potencial atividade antibacteriana.

1567 O presente estudo demonstrou que PA foi a única linhagem que apresentou resistência
1568 ao entrar em contato com sete dos dez ativos analisados na CBM. Particularmente, a resistência
1569 aos quaternários de amônio, amplamente utilizados em ambientes hospitalares, foi relevante,
1570 em virtude do crescimento em concentrações elevadas durante até 10 minutos de contato. Beier
1571 *et al.* (2015) sugeriram uma tendência à suscetibilidade reduzida ou resistência a esses
1572 compostos. De acordo com os autores, essa característica pode ser atribuída a mecanismos de
1573 efluxo, nos quais transportadores de cinco superfamílias estão envolvidos. Esse fenômeno pode
1574 permitir a superexpressão simultânea de mais de um sistema de efluxo, contribuindo para a
1575 capacidade da *P. aeruginosa* de resistir aos quaternários de amônio, mesmo em condições
1576 desafiadoras.

1577 Para os outros agentes, a resistência de PA a biguanida e aos ativos inovadores pode
1578 estar associada a mecanismos específicos, incluindo o efluxo, a inibição dependente da porina
1579 (proteínas de grande peso molecular encontradas tipicamente em membranas externas de
1580 bactérias), o desenvolvimento de uma membrana externa impermeável às moléculas dos ativos
1581 (Chافتar *et al.*, 2015; Flemming *et al.*, 2016) e a especificidade de resposta cepa-dependente,
1582 como identificado por Machado (2011) em estudo com óleo de pinus. Esses mecanismos de
1583 resistência constituem uma defesa robusta contra os efeitos antimicrobianos desses agentes
1584 químicos.

1585 Paradoxalmente, o teste de eficiência demonstrou o controle de PA por 9/10 dos ativos
1586 testados. Essa eficácia era esperada, considerando que foram estabelecidas concentrações mais
1587 elevadas do que as testadas no CBM. Além disso, o teste de eficiência apresenta maior robustez
1588 uma vez que utiliza método de macrodiluição com inóculo mais representativo (dez vezes maior
1589 que o utilizado na CBM). De acordo com Rosa *et al.* (2002), a utilização de um teste de
1590 microdiluição (CIM/CBM) preliminarmente a um teste de macrodiluição (teste de eficiência)
1591 auxilia na consistência e confiabilidade final dos resultados.

1592 Percebeu-se que a triagem realizada pela CBM direcionou para um teste de eficiência
1593 exitoso (ausência de crescimento) para os ativos tradicionais, entretanto o mesmo só foi
1594 detectado em I2 (extrato de Neem) para os agentes inovadores.

1595 O Neem (*Azadirachta indica* A. Juss/ azadiractina) é particularmente conhecido por suas
1596 propriedades inseticidas. Mas, de acordo com Biswas *et al.* (2002), a azadiractina possui
1597 atividade antimicrobiana pela presença de diversos compostos bioativos, como a nimbidina,
1598 nimbolide, gedunina e mahmoodin. Vennila *et al.* (2012) avaliaram os efeitos do óleo de Neem
1599 em placa bacteriana na superfície dos dentes e correlacionou o efeito significativo pré e pós-
1600 tratamento das placas que se resultou atividade antimicrobiana benéfica.

1601 O óleo de melaleuca (I3) também apresentou resultado promissor por reduzir >99,99%
1602 das bactérias testadas na menor concentração utilizada para os produtos inovadores (0,7812%).
1603 Sua ação antimicrobiana é por meio da ruptura da membrana celular bacteriana pelo
1604 componente terpinen-4-ol, o óleo padrão contém um teor de 34,8% de terpinen-4-ol e 5,5% de
1605 cineol, terpineno-4-ol e o γ -terpineno são geralmente mais eficazes para inibir o crescimento
1606 microbiano (Oliveira *et al.*, 2011). Estudos com o mesmo óleo mostraram ação antimicrobiana
1607 contra *S. aureus*, *P. aeruginosa* e *E. coli*, *S. typhi*, *Salmonella* spp. em concentrações de
1608 aproximadamente 0,25% (Oliveira *et al.* 2011). A ineficiência de I3 em MRSA e SA*, com
1609 redução de apenas 2,47 e 0,05 ciclos log, respectivamente, também foi identificada por May *et*
1610 *al.*, (2000) e Ramadan *et al.*, (2020), que constataram a incapacidade de inativar apenas
1611 *Staphylococcus aureus* nas concentrações entre 0,7 a 22,5%. Os autores optaram por aumentar
1612 a porcentagem de ativo do terpinen-4-ol (43,1%) para alcançar a inibição desejada.

1613 Para I4 a 1%, também detectamos melhor efeito em cepas Gram negativas. De acordo
1614 com Velázquez-Nuñez *et al.*, (2013), o óleo de laranja possui componentes fenólicos, cujo
1615 principal é o limoneno, que exibem excelente atividade antimicrobiana, úteis para evitar o
1616 crescimento de micro-organismos patogênicos. Souza (2023), também identificou maior ação
1617 do óleo de laranja a 1,81%, em bactérias Gram negativas. A seletividade do óleo essencial de

1618 laranja, sugere uma resposta mais efetiva contra bactérias Gram negativas. Esse resultado pode
1619 ser atribuído às propriedades específicas dos componentes do óleo, os quais podem ter uma
1620 interação mais eficiente com as características da membrana celular das bactérias Gram
1621 negativas, resultando em uma inibição mais efetiva do crescimento bacteriano (Kringel *et al.*,
1622 2017).

1623 Quanto ao produto I1 (óleo de pinus) a 0,4%, não obtivemos eficiência em nenhuma das
1624 cepas testadas, uma vez que a contagem bacteriana não variou de forma significativa. No estudo
1625 realizado por Nisca *et al.*, (2021) o óleo de pinus apresentou baixo efeito em Gram negativas,
1626 mesmo a uma concentração de 100%.

1627 Apesar do crescimento de bactérias Gram negativas MR em contato com I5 (ácido
1628 láctico), verificamos que só não houve eficiência para AB (redução <4 ciclos log). A eficácia
1629 antimicrobiana do ácido láctico é atribuída ao fato de que a forma não dissociada desse ácido é
1630 capaz de atravessar a membrana celular microbiana, resultando na redução do pH intracelular.
1631 Esse processo interfere nas funções metabólicas do micro-organismo, resultando em morte da
1632 célula bacteriana (Naidu; Bidlack; Clemens, 1999)

1633 A manutenção de AB não só para I5, mas também para I1 e I4 pode estar associada ao
1634 arsenal de mecanismos de resistência associados a essa espécie, como a resistência fenotípica a
1635 antimicrobianos disponíveis comercialmente, a presença de plasmídeos de resistência, mutações
1636 genéticas, e a capacidade de formar biofilmes (Munoz-Price; Weinstein, 2008).

1637 I2, I3, I4 e I5 foram capazes de matar as cepas KPC, CJ e ST, de relevante importância
1638 em saúde pública associada ao caráter MR. O controle de todas elas por meio do uso dos
1639 produtos inovadores, exceto I1, deixa evidente a possibilidade do uso dessas alternativas no
1640 surgimento de problemas em hospitais e indústrias associados a essas espécies. Esses ativos
1641 possuem em sua formulação os compostos nimbidina, α -terpineol, β -pineno, terpinen-4-ol, d-
1642 limoneno e ácido carboxílico, com efeito significativo em bactérias (Mitić *et al.*, 2018;
1643 Thielmann; Muranyi; Kazman, 2019). Esses compostos podem interferir com a membrana
1644 celular e outros processos essenciais para a sobrevivência bacteriana (Kringel *et al.*, 2017).

1645 É particularmente relevante destacar a inclusão da análise *in situ*, uma abordagem mais
1646 holística pela diversidade de variáveis mas que permite a verificação do efeito prático dos
1647 compostos químicos em condições que representam a realidade local (Carling, 2013). Além
1648 disso, vale destacar o efeito de biofilmes que são notavelmente mais resistentes aos agentes
1649 antimicrobianos quando comparado com culturas de crescimento em suspensão. Essa resistência

1650 acentuada pode ser atribuída à impenetrabilidade dos agentes químicos antimicrobianos às
1651 camadas mais profundas do biofilme (Tiba; Nogueira; Leite, 2009).

1652 O teste *in situ*, comprovou a eficiência dos produtos T1, T4, I2, I3 e I4, uma vez houve
1653 desempenho antimicrobiano com redução >99,99% das bactérias presentes no ambiente.

1654 A ineficiência dos compostos quaternários de amônio, produtos T2 (BDD) e T3 (DBB),
1655 foi de grande relevância. Embora os ativos sejam reconhecidos por sua eficácia antimicrobiana,
1656 a possibilidade de resistência pode ser atribuída aos mecanismos observados na resistência a
1657 antibióticos (Munoz, 2019). A variação nas concentrações utilizadas em estudos como de Colen
1658 *et al.* (2020) e no presente trabalho destaca a complexidade na determinação da concentração
1659 ideal para garantir a eficácia desses compostos. Ainda, destaca-se que por serem compostos
1660 carregados positivamente, possuem comportamento de atração de materiais e/ou estruturas
1661 carregadas negativamente, como proteínas bacterianas. Embora estudos anteriores tenham
1662 utilizado concentrações mais elevadas, como 5% e 37%, o presente trabalho optou por uma
1663 concentração de 0,8%, baseada no teste de CBM.

1664 Os resultados encontrados podem indicar que, embora os compostos de 4ª e 5ª geração
1665 presentes nos produtos T2 e T3 possuam um alto poder biocida, sua eficácia pode ser
1666 comprometida se a concentração não for otimizada em condições práticas (*in situ*). Este
1667 entendimento destaca a importância de ajustar as concentrações dos biocidas conforme a
1668 necessidade e as características específicas do ambiente de aplicação Colen *et al.* (2020). Caso
1669 a concentração utilizada não for eficaz, compromete a desinfecção do ambiente, o que pode
1670 servir como uma explicação plausível para os resultados observados neste estudo, os quais
1671 ambos não foram eficientes o bastante para eliminar a contaminação.

1672 O produto T5 (digluconato de clorexidina) a 0,15% não se mostrou eficaz no teste *in*
1673 *situ*. Todavia, um estudo realizado pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São
1674 Paulo, utilizou digluconato de clorexidina a 0,12% em superfícies de titânio para examinar a
1675 capacidade de desinfecção e revelou uma eficácia significativa na remoção dos biofilmes, mas
1676 não atingiu 99,99% de desinfecção, como exige a ANVISA (Blagitz, 2011).

1677 A ação antimicrobiana do digluconato de clorexidina está intrinsecamente vinculada à
1678 interação eletrostática entre as moléculas catiônicas do anti-séptico, representadas pelo cátion
1679 clorexidina, e a carga negativa presente na parede celular bacteriana. Este mecanismo específico
1680 desencadeia uma série de eventos que resultam na eficácia antimicrobiana do composto Gomes
1681 *et al.* (2006). A necessidade dessa ligação direta entre o composto e a bactéria pode ser
1682 impossibilitada pela presença de biofilmes nas superfícies, em virtude de uma elevada densidade

1683 celular e uma notável diversidade de espécies microbianas (Kreth, *et al.*, 2005) A complexidade
1684 inerente aos microbiomas *in situ*, que incluem uma variedade de espécies bacterianas, pode
1685 apresentar desafios adicionais para a ação antimicrobiana do produto, em comparação com os
1686 testes *in vitro* que geralmente são conduzidos em condições mais controladas, e em uma espécie
1687 bacteriana específica.

1688 Para os ativos T1 (ácido peracético) e T4 (biguanida), ambos tiveram sucesso na
1689 desinfecção da superfície analisada nas concentrações de 0,1% e 0,4%. A atividade
1690 antimicrobiana do ácido peracético se manifesta pela desnaturação das proteínas, ocorrendo a
1691 oxidação das ligações sulfidrilas e sulfúricas presentes nas proteínas e enzimas da parede celular
1692 dos micro-organismos. Este produto demonstra eficácia como agente biocida, esporicida,
1693 fungicida e viricida. Sua ação é rapidamente observada quando utilizado em concentrações que
1694 variam de 0,001% a 0,2% (Dutra *et al.*, 2022).

1695 A biguanida é um biocida altamente promissor, apresentando vantagens significativas,
1696 como um amplo espectro antimicrobiano que abrange tanto bactérias Gram positivas quanto
1697 Gram negativas envolvidas na formação de placas e na construção de biofilmes. Além disso,
1698 destaca-se por sua baixa toxicidade, excelente compatibilidade tecidual e versatilidade em
1699 termos de aplicabilidade (Rippon; Rogers; Ousey, 2023). Machuca *et al.* (2019), apontou que a
1700 solução de limpeza biguanida 0,1% em 24 horas reduziu >50% dos biofilmes bacterianos
1701 multirresistentes. Borges *et al.* (2018) também constataram que solução de biguanida 0,1%
1702 diminuíram os biofilmes bacterianos.

1703 Esses atributos consolidam tanto o ácido peracético quanto a biguanida como opções
1704 eficazes e confiáveis para a desinfecção de superfícies.

1705 Os ativos inovadores I1 (óleo de pinus) e I5 (ácido láctico) não se mostraram promissores
1706 no teste *in situ*. Apesar das propriedades antimicrobianas de ambos, a eficácia desses compostos
1707 pode depender das condições específicas de aplicação, concentração utilizada e do tipo de
1708 microbioma local (Hubner, 2023; Jacomé, 2019).

1709 Atividade antibacteriana do óleo de pinus pode ser atribuída, em grande parte, às
1710 elevadas concentrações de α - e β -pineno (Ibáñez; Blázquez, 2019; Mitić *et al.*, 2018). Em
1711 muitos casos, pode ser necessário considerar alternativas mais potentes para alcançar uma
1712 desinfecção mais eficaz, dependendo do contexto, dos requisitos específicos, das
1713 características do local e do microbioma, como observado em nosso estudo que mesmo puro
1714 o óleo de pinus não apresentou efeito. Vale ressaltar que concentrações específicas de pinenos
1715 e outros compostos podem variar entre diferentes espécies de pinus, consequentemente, a

1716 eficiência antibacteriana pode diferir entre os óleos essenciais de diferentes espécies de
1717 pinheiro. Diante disso, a escolha da espécie de pinus e a qualidade do óleo essencial são fatores
1718 determinantes na obtenção dos benefícios antimicrobianos desejados (Hubner, 2023).

1719 Em um estudo conduzido por Beyaz e Tayar (2010), que envolveu a sanitização de
1720 carcaças ovinas com uma solução de ácido lático a 1%, os autores observaram a redução da
1721 população de coliformes em 2,69 ciclos logarítmicos após 30 minutos e em 2,16 ciclos após 24
1722 horas (Machado Reis *et al.*, 2018). Carpenter *et al.* (2011), utilizaram concentrações de 1% a
1723 2% em superfícies de carcaças suínas para desinfecção, reduziu o número de patógenos
1724 recuperados em comparação com a lavagem com água.

1725 Diferentes pesquisas têm explorado o uso do ácido lático como agente redutor da
1726 contagem bacteriana. Este efeito é frequentemente atribuído à diminuição da atividade de água,
1727 causada pelo íon lactato presente no ácido lático. O íon lactato tem a capacidade de atravessar
1728 a membrana celular dos micro-organismos, induzindo um desequilíbrio intracelular (PIPEK *et*.
1729 *al.*, 2006). Esse desequilíbrio resulta em uma desaceleração do crescimento microbiano,
1730 podendo eventualmente levar à morte celular. Diversos estudos têm sido conduzidos
1731 empregando o ácido lático em uma concentração de 90% e um pH aproximado de 4, com o
1732 intuito de reproduzir a degradação química enfrentada pelos materiais expostos aos produtos do
1733 biofilme (Göhring *et al.*, 2004; Prati *et al.*, 2005; Sauro *et al.*, 2006). Neste estudo foi utilizado
1734 uma concentração de 0,4% de ácido lático, o que se pode explicar a sua baixa eficácia no teste
1735 em superfície.

1736 A existência de biofilmes nas superfícies testadas também pode ser um empecilho para
1737 o efeito desses agentes. O ácido lático, devido à sua natureza ácida, pode interferir nas condições
1738 ideais para o desenvolvimento e estabilidade de biofilmes, o pH baixo afetar a produção de
1739 polissacarídeos que mantêm a estrutura do biofilme (Mani-López; García; López-Malo, 2012).
1740 Então a baixa concentração utilizada pode ter ocorrido a não eficiência da ação do ativo.

1741 A compreensão mais abrangente acerca da interação entre microrganismos e seu
1742 ambiente destaca a necessidade de estratégias de limpeza e desinfecção mais refinadas,
1743 adaptáveis e específicas, visando garantir a eficácia na redução do risco de transmissão de
1744 patógenos em ambientes diversos (Russotto *et al.*, 2015).

1745 A variabilidade nos resultados destaca a necessidade de abordagens personalizadas para
1746 garantir a eficácia desejada, especialmente quando se trata de atender a padrões regulatórios
1747 rigorosos, como os estabelecidos pela Anvisa.

1748 Os produtos inovadores contam com óleos que possuem características semelhantes às
1749 essências, o que pode ser um fator limitante para sua utilização em ambientes hospitalares e na
1750 indústria alimentícia. Por conseguinte, torna-se necessário recorrer a um neutralizador de odores
1751 para reduzir ou eliminar os odores desagradáveis presentes nos produtos. Esse neutralizador age
1752 mediante a neutralização química das moléculas responsáveis pelo odor, tornando-as inativas e
1753 eliminando, assim, o cheiro indesejado.

1754

1755 **CONCLUSÃO**

1756

1757 Nosso estudo comprovou a importância da análise preliminar (CBM) aliada ao teste
1758 mais representativo em nível de amostragem (teste de eficiência) na detecção da melhor
1759 concentração teste a ser aplicada em processos de higienização considerando a condição
1760 específica de cada ambiente. A associação ao teste *in situ*, evidenciou que o composto mais
1761 promissor ao controle bacteriano foi o ácido peracético, pela menor concentração (0,1%)
1762 utilizada e pelo efeito comprovado na remoção da carga bacteriana a níveis não detectáveis no
1763 tempo de 1 minuto. Como alternativas inovadoras, identificamos o óleo de melaleuca, de neem
1764 e de laranja que a 0,7812%, 25% e 1%, promoveram a eficiência almejada.

1765

1766

REFERÊNCIAS

- 1767 Ali E, Islam MS, Hossen MI, Khatun MM, Islam MA. Extract of neem (*Azadirachta indica*)
 1768 leaf exhibits biocidal effect against multidrug resistant pathogenic bacteria of poultry. *Vet*
 1769 *Med Sci.* 2021; 00: 1921–1927. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/vms3.511>. Acesso
 1770 em 09 jan. 2024.
- 1771
 1772 ATHANAZIO TINARELI, A. P.; OLIVEIRA FRABETTI, L.; MELO BROLAZO, E.
 1773 **Contaminação microbiológica cruzada por *Listeria spp* na indústria de sorvete.** Revista
 1774 Brasileira de Processos Químicos, [S. l.], Campinas, SP, v. 2, n. 2, p. 55 - 85, 2021.
 1775 Disponível em: <https://www.fateccampinas.com.br/rbpq/index.php/rbpq/article/view/10>.
 1776 Acesso em: 20 jun. 2022
- 1777
 1778 Beier, R C *et al.* “Characterization of antibiotic and disinfectant susceptibility profiles
 1779 among *Pseudomonas aeruginosa* veterinary isolates recovered during 1994-2003.” *Journal*
 1780 *of applied microbiology* vol. 118,2 (2015): 326-42. Disponível em:
 1781 <https://doi:10.1111/jam.12707>. Acesso em 10 jan. 2024.
- 1782
 1783 Biswas K, Chattopadhyay I, Banerjee RK, Bandyopadhyay U. Atividades biológicas e
 1784 propriedades medicinais do nim (*Azadirachta indica*) *Cur Scien.* 2002; 8 :1336–45.
- 1785
 1786 BLAGITZ, Renata Rodrigues de Freitas. Análise microbiológica comparativa da ação de
 1787 diferentes agentes descontaminantes sobre superfícies de titânio. 2011. Tese de doutorado
 1788 (Pós-graduação em reabilitação oral). Universidade de São Paulo, 2011.
- 1789
 1790 BORGES, Eline Lima *et al.* Effect of Polyhexamethylene Biguanide Solution on Bacterial
 1791 Load and Biofilm in Venous Leg Ulcers. **Journal of Wound, Ostomy and Continence**
 1792 **Nursing**, p. 1, jun. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/won.0000000000000455>.
 1793 Acesso em: 15 jan. 2024.
- 1794
 1795 Braga SMS, Furtado VCS, Furlan CM. Avaliação *in vitro* da eficácia bactericida de
 1796 desinfetantes de uso geral frente a amostras de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.
- 1797
 1798 BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota Técnica Nº
 1799 47/2020/SEI/GIALI/GGFIS/DIRE4/ ANVISA. Uso de luvas e máscaras em
 1800 estabelecimentos da área de alimentos no contexto do enfrentamento ao COVID-19.
 1801 Brasília, 2020.
- 1802
 1803 CARPENTER, C. E.; SMITH, J. V.; BROADBENT, J. R. Efficacy of washing meat surfaces
 1804 with 2% levulinic, acetic, or lactic acid for pathogen decontamination and residual growth
 1805 inhibition. **Meat Science**, v. 88, n. 2, p. 256-260, jun. 2011. Disponível
 1806 em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.12.032>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- 1807
 1808 CHAFTAR, Naouel *et al.* Comparative evaluation of the antimicrobial activity of 19
 1809 essential oils. *In:* CHAFTAR, Naouel *et al.* **Advances in Experimental Medicine and**
 1810 **Biology**. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 1-15. ISBN 9783319279343.
 1811 Disponível em: https://doi.org/10.1007/5584_2015_5011. Acesso em: 15 jan. 2024.

- 1812 CHEN, Dongjie *et al.* Co-outbreak of multidrug resistance and a novel ST3006 *Klebsiella*
1813 *pneumoniae* in a neonatal intensive care unit. **Medicine**, v. 98, n. 4, p. e14285, jan. 2019.
1814 Disponível em: <https://doi.org/10.1097/md.00000000000014285>. Acesso em: 12 jan. 2024.
1815
- 1816 **CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. CLSI**
1817 **supplement**. M100. 32. ed. [s.l.] Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 2022.
1818
- 1819 COLEN *et al.* Eficiência de métodos de limpeza e desinfecção nos leitos das enfermarias de
1820 um hospital de Teófilo Otoni-MG. **Revista Saúde Dos Vales**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2023.
1821 Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/rsv/article/view/47>. Acesso em: 15
1822 jan. 2024.
1823
- 1824 DOS ANJOS, Márcia Maria *et al.* Antibacterial activity of papain and bromelain on
1825 *Alicyclobacillus* spp. **International Journal of Food Microbiology**, v. 216, p. 121-126, jan.
1826 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.10.007>. Acesso em: 11 jan.
1827 2024.
1828
- 1829 DUTRA, Mateus José *et al.* (2022). Atividade antimicrobiana, *in vitro*, de desinfetantes de
1830 superfície sobre fungos e bactérias. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 13, e202200994. Epub
1831 16 de agosto de 2022. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.5123/s2176-6223202200994>.
1832 Acesso em 12 jan. 2024.
- 1833 GHERNAOUT, Djamel; ELBOUGHDIRI, Nouredine. On the Other Side of Viruses in the
1834 Background of Water Disinfection. **OALib**, v. 07, n. 05, p. 1-29, 2020. Disponível
1835 em: <https://doi.org/10.4236/oalib.1106374>. Acesso em: 10 jan. 2024.
1836
- 1837 GÖHRING, T. N. *et al.* *In vitro* microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and
1838 saliva exposure: a radio-isotope analysis. **Journal of Dentistry**, v. 32, n. 3, p. 235-240, mar.
1839 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.11.003>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- 1840 Haribhau, Autade & Saini, Sushila & Reddy, PG & Deorukhkar, SC & Gurrapu,
1841 Padmajakshi. (2015). Effect of Neem extract against opportunistic bacterial and fungal
1842 pathogens associated with AIDS. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 4. 988-999. Disponível
1843 em:
1844 [https://www.researchgate.net/publication/305682946_Effect_of_Neem_extract_against_oppor](https://www.researchgate.net/publication/305682946_Effect_of_Neem_extract_against_opportunistic_bacterial_and_fungal_pathogens_associated_with_AIDS)
1845 [tunistic_bacterial_and_fungal_pathogens_associated_with_AIDS](https://www.researchgate.net/publication/305682946_Effect_of_Neem_extract_against_opportunistic_bacterial_and_fungal_pathogens_associated_with_AIDS). Acesso em 10 jan. 2024.
- 1846 HORVAT, Andrijana *et al.* The impacts of biosecurity measures on *Campylobacter*
1847 contamination in broiler houses and slaughterhouses in the Netherlands: A simulation
1848 modelling approach. **Food Control**, p. 109151, jun. 2022. Disponível
1849 em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109151>. Acesso em: 27 dez. 2023.
- 1850 HUANG, Jing *et al.* Impact of multicenter unified enhanced environmental cleaning and
1851 disinfection measures on nosocomial infections among patients in intensive care
1852 units. **Journal of International Medical Research**, v. 48, n. 8, p. 030006052094976, ago.
1853 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0300060520949766>. Acesso em: 11 jan. 2024.
1854
- 1855 IBÁÑEZ; BLÁZQUEZ. Phytotoxic Effects of Commercial *Eucalyptus citriodora*, *Lavandula*
1856 *angustifolia*, and *Pinus sylvestris* Essential Oils on Weeds, Crops, and Invasive

- 1857 Species. **Molecules**, v. 24, n. 15, p. 2847, 5 ago. 2019. Disponível
1858 em: <https://doi.org/10.3390/molecules24152847>. Acesso em: 12 jan. 2024.
1859
- 1860 KRETH, Jens *et al.* Competition and Coexistence between *Streptococcus mutans* and
1861 *Streptococcus sanguinis* in the Dental Biofilm. **Journal of Bacteriology**, v. 187, n. 21,
1862 p. 7193-7203, 1 nov. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/jb.187.21.7193-7203.2005>.
1863 Acesso em: 10 jan. 2024.
1864
- 1865 Li, Q., Li, Z., Fei, X. *et al.* The role of TolA, TolB, and TolR in cell morphology, OMVs
1866 production, and virulence of *Salmonella Choleraesuis*. **AMB Expr** **12**, 5 (2022). Disponível
1867 em: <https://doi.org/10.1186/s13568-022-01347-4>. Acesso em 10 jan. 2024.
1868
- 1869 MACHADO REIS, Higor Zampieri *et al.* UTILIZAÇÃO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS PARA
1870 A CONSERVAÇÃO DE CARNES: ALTERAÇÕES FÍSICAS E
1871 MICROBIOLÓGICAS. **Archives of Veterinary Science**, v. 23, n. 3, 30 set. 2018. Disponível
1872 em: <https://doi.org/10.5380/avs.v23i3.45488>. Acesso em: 11 jan. 2024.
1873
- 1874 MACHADO, Bruna Fernanda Murbach Teles. Óleos essenciais: verificação da ação
1875 antimicrobiana *in vitro*, na água e sobre a microbiota da pele humana. 2011. 111 f.
1876 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
1877 Botucatu, 2011.
1878
- 1879 Management Board members, Executive Director, & Operational Management.
1880 ([s.d.]). *Campylobacter*. European Food Safety Authority. Recuperado 13 de janeiro de
1881 2024, de <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/campylobacter>.
1882
- 1883 MANI-LÓPEZ, E.; GARCÍA, H. S.; LÓPEZ-MALO, A. Organic acids as antimicrobials to
1884 control Salmonella in meat and poultry products. **Food Research International**, v. 45, n. 2,
1885 p. 713-721, mar. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.043>. Acesso
1886 em: 10 jan. 2024.
1887
- 1888 **Manual integrado de vigilância e controle de doenças transmitidas por alimentos —**
1889 **Ministério da Saúde**. Disponível em: <[https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-
1890 conteudo/publicacoes/svsa/doencas-diarreicas-agudas/manual-integrado-de-vigilancia-e-
1891 controle-de-doencas-transmitidas-por-alimentos.pdf/view](https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/doencas-diarreicas-agudas/manual-integrado-de-vigilancia-e-controle-de-doencas-transmitidas-por-alimentos.pdf/view)>.
1892
- 1893 MAY, J. Time-kill studies of tea tree oils on clinical isolates. **Journal of Antimicrobial**
1894 **Chemotherapy**, v. 45, n. 5, p. 639-643, 1 maio 2000. Disponível
1895 em: <https://doi.org/10.1093/jac/45.5.639>. Acesso em: 12 jan. 2024.
1896
- 1897 MENEZES, Roana Maria de Souza *et al.* Extração, caracterização, prospecção por CG-EM e
1898 efeito bactericida do óleo essencial de NIM (*Azadiracht indica*). **Research, Society and**
1899 **Development**, v. 10, n. 15, p. e507101523154, 2 dez. 2021. Disponível
1900 em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.23154>. Acesso em: 07 jan. 2024.
1901
- 1902 MITIĆ, Zorica S. *et al.* Comparative study of the essential oils of four Pinus species:
1903 Chemical composition, antimicrobial and insect larvicidal activity. **Industrial Crops and**
1904 **Products**, v. 111, p. 55-62, jan. 2018. Disponível
1905 em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.004>. Acesso em: 10 jan. 2024.

- 1906 MUNOZ, Maria Elena Espinoza. Resistência aos compostos de amônio quaternário (QUACs)
1907 de uso doméstico e hospitalar em patógenos prioritários multirresistentes. 2019. Tese de
1908 mestrado (Mestrado em ciências farmacêuticas) - Universidade de São Paulo, 2019.
1909
- 1910 MUNOZ-PRICE, L. Silvia; WEINSTEIN, Robert A. Acinetobacter Infection. **New England**
1911 **Journal of Medicine**, v. 358, n. 12, p. 1271-1281, 20 mar. 2008. Disponível
1912 em: <https://doi.org/10.1056/nejmra070741>. Acesso em: 12 jan. 2024.
1913
- 1914 NAIDU, A. S.; BIDLACK, W. R.; CLEMENS, R. A. Probiotic Spectra of Lactic Acid
1915 Bacteria (LAB). **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 39, n. 1, p. 13-126, jan.
1916 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408699991279187>. Acesso em: 16 jan. 2024.
1917
- 1918 Nisca, Adrian et al. “Comparative Study Regarding the Chemical Composition and Biological
1919 Activity of Pine (*Pinus nigra* and *P. sylvestris*) Bark Extracts.” *Antioxidants (Basel,*
1920 *Switzerland)* vol. 10,2 327. 22 Feb. 2021. Disponível em: doi:10.3390/antiox10020327.
1921 Acesso em 10 jan. 2024.
1922
- 1923 **No Brasil, taxa de infecções hospitalares atinge 14% das internações.** Disponível em:
1924 <[https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-05/no-brasil-taxa-de-infeccoes-](https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-05/no-brasil-taxa-de-infeccoes-hospitalares-atinge-14-das-internacoes)
1925 [hospitalares-atinge-14-das-internacoes](https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-05/no-brasil-taxa-de-infeccoes-hospitalares-atinge-14-das-internacoes)>. Acesso em: 18 jun. 2023.
- 1926 PIPEK, Petr *et al.* Decontamination of pork carcasses by steam and lactic acid. **Journal of**
1927 **Food Engineering**, v. 74, n. 2, p. 224-231, maio 2006. Disponível
1928 em: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.03.015>. Acesso em: 13 jan. 2024.
- 1929 Prati C, Chersoni S, Acquaviva GN, Breschi L, Suppa P, Tay FR, Pashley DH. Permeability
1930 of marginal hybrid layers in composite restorations. *Clinic Oral Invest* 2005; 9:1–7.
- 1931 RAMADAN, Mohammed A. *et al.* Promising antimicrobial activities of oil and silver
1932 nanoparticles obtained from *Melaleuca alternifolia* leaves against selected skin-infecting
1933 pathogens. **Journal of Herbal Medicine**, v. 20, p. 100289, abr. 2020. Disponível
1934 em: <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2019.100289>. Acesso em: 05 jan. 2024.
- 1935 Rev Científica FEPI. 2010;3(3):1-4.
- 1936 RIPPON, Mark G.; ROGERS, Alan A.; OUSEY, Karen. Polyhexamethylene biguanide and
1937 its antimicrobial role in wound healing: a narrative review. **Journal of Wound Care**, v. 32,
1938 n. 1, p. 5-20, 2 jan. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.12968/jowc.2023.32.1.5>. Acesso
1939 em: 10 jan. 2024.
- 1940 ROSA, Odila Pereira da Silva *et al.* *In vitro* effect of intracanal medicaments on strict
1941 anaerobes by means of the broth dilution method. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 16,
1942 n. 1, p. 31-36, mar. 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1590/s1517-](https://doi.org/10.1590/s1517-74912002000100006)
1943 [74912002000100006](https://doi.org/10.1590/s1517-74912002000100006). Acesso em: 12 jan. 2024.
1944
- 1945 RUSSOTTO, Vincenzo *et al.* Bacterial contamination of inanimate surfaces and equipment in
1946 the intensive care unit. **Journal of Intensive Care**, v. 3, n. 1, dez. 2015. Disponível
1947 em: <https://doi.org/10.1186/s40560-015-0120-5>. Acesso em: 12 jan. 2024.
1948
- 1949 S. M. CUTRIM, Elaine *et al.* Evaluation of Antimicrobial and Antioxidant Activity of
1950 Essential Oils and Hydroalcoholic Extracts of *Zingiber officinale* (Ginger) and *Rosmarinus*

- 1951 officinalis (Rosemary). **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 1, p. 60-81, 2019. Disponível
1952 em: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20190006>. Acesso em: 12 jan. 2024.
1953
- 1954 Sauro S, Watsonb TF, Tay FR, Chersonia S, Breschid L., Bernardia F, Prati C. Water uptake
1955 of bonding systems applied on root dentin surfaces: A SEM and confocal microscopic study.
1956 *Dent Mater* 2006;22:671–680.
- 1957 SERRA-BURRIEL, Miquel *et al.* Impact of multi-drug resistant bacteria on economic and
1958 clinical outcomes of healthcare-associated infections in adults: Systematic review and meta-
1959 analysis. **PLOS ONE**, v. 15, n. 1, p. e0227139, 10 jan. 2020. Disponível
1960 em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227139>. Acesso em: 12 jan. 2024.
1961
- 1962 **SINANWEB - Surto Doenças Transmitidas por Alimentos - DTA**. Disponível em:
1963 <<https://portalsinan.saude.gov.br/surto-doencas-transmitidas-por-alimentos-dta>>. Acesso em
1964 19 de dez. de 2023.
- 1965 THIELMANN, Julian; MURANYI, Peter; KAZMAN, Pamina. Screening essential oils for
1966 their antimicrobial activities against the foodborne pathogenic bacteria *Escherichia coli* and
1967 *Staphylococcus aureus*. **Heliyon**, v. 5, n. 6, p. e01860, jun. 2019. Disponível
1968 em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01860>. Acesso em: 17 jan. 2024.
- 1969 TIBA, Monique Ribeiro; NOGUEIRA, Gustavo Prado; LEITE, Domingos da Silva. Estudo
1970 dos fatores de virulência associados à formação de biofilme e agrupamento filogenético em
1971 *Escherichia coli* isoladas de pacientes com cistite. **Revista da Sociedade Brasileira de**
1972 **Medicina Tropical**, v. 42, n. 1, p. 58-62, fev. 2009. Disponível
1973 em: <https://doi.org/10.1590/s0037-86822009000100012>. Acesso em: 12 jan. 2024.
1974
- 1975 VELÁZQUEZ-NUÑEZ, Maria José *et al.* (2013). Antifungal activity of orange (*Citrus*
1976 *sinensis* var. Valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor contact. *Food*
1977 *Control*, 31(1). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.029>. Acesso em
1978 12 jan. 2024.
1979
- 1980 VENNILA, K. *et al.* Evaluation of anti-plaque microbial activity of *Azadirachta indica* (neem
1981 oil) *in vitro*: A pilot study. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, v. 4, n. 6, p. 394,
1982 2012a. Disponível em: <https://doi.org/10.4103/0975-7406.100299>. Acesso em: 12 jan. 2024

1983

ANEXO I

1984 **Author Guidelines**

1985 *Environmental Microbiology Reports (EMIR)* publish articles reporting original experimental
 1986 or theoretical work that substantively advances our understanding of the lives and activities of
 1987 microorganisms in the environment, microbial communities, microbial interactions and
 1988 microbially driven environmental processes. A key acceptance criterion for publication in the
 1989 journal is the originality and significance of the work.

1990

1991 Scope

1992

1993 *Environmental Microbiology Reports* is an Open Access journal publishing innovative, original
 1994 and rigorous research in the field. The journal publishes full length research articles as well as
 1995 brief reports, reviews, and other Opinion articles.

1996 The scope of the Journal encompasses the diversity of current research on microbial processes
 1997 in the environment, microbial communities, interactions and evolution and includes. Detailed
 1998 scope can be found here: [EMIR Aims&scope](#)

1999 **3 Submission and Peer Review Process**2000 **4 Article Types**2001 **5 After Acceptance**

2002

2003 **1. Submission and Peer Review Process**

2004

2005 **New submissions should be made via ScholarOne, once materials have been prepared in**
 2006 **accordance with the Author Guidelines.**

2007

2008

2009 Submissions site - <https://mc.manuscriptcentral.com/enviromicroreps>2010 For help with submissions, please contact: EMIReditorialoffice@wiley.com

2011

2012 Refer and Transfer Program

2013 Wiley believes that no valuable research should go unshared. This journal participates in
 2014 Wiley's **Refer & Transfer program**. If your manuscript is not accepted, you may receive a
 2015 recommendation to transfer your manuscript to another suitable Wiley journal, either through
 2016 a referral from the journal's editor or through our Transfer Desk Assistant.

2017 The Article Cascade System allows editors to suggest transfer of a manuscript to a more
 2018 suitable journal from one Wiley/Applied Microbiology International journal to another; e.g.
 2019 from *EMIR* to *Microbial Biotechnology*. If authors choose to transfer a manuscript to one of
 2020 the recommended titles, it is a straightforward resubmission. All submission files including
 2021 peer-review reports, if applicable, are transferred to the new journal's submission site and
 2022 authors will be notified when the manuscript is in the Author Centre.

2023

2024

2025

2026

2027 **Free format submission**

2028 *Environmental Microbiology Reports* offers **Free Format submission** for a simplified and
 2029 streamlined submission process.

2030 Before you submit, you will need:

2031

- Your manuscript: this should be an editable file including text, figures, and tables, or

- 2032 separate files—whichever you prefer. All required sections should be contained in
 2033 your manuscript, including abstract, introduction, methods, results, and conclusions.
 2034 Footnotes should be avoided. Abstract should not exceed 200 words, and describe the
 2035 principal findings of the work. Background information, and descriptions of what was
 2036 done and how, should be avoided as redundant, unless essential to an understanding
 2037 the findings, and then should be restricted to a sentence or two.
- 2038 • For Research Articles, the main text should be subdivided into Introduction,
 2039 Experimental Procedures, Results, Discussion, Acknowledgments, References,
 2040 Table and Figure legends. New or unfamiliar experimental procedures should
 2041 be described in sufficient detail to enable the experiments to be reproduced.
 2042 Well documented procedures should be adequately cited.
 - 2043 • For Brief Reports, Results can be combined with Discussion, there is no
 2044 section on Experimental Procedures, and essential experimental details should
 2045 be incorporated into the corresponding figure and table legends.
 - 2046 • Figures and tables should have legends. Figures should be uploaded in the highest
 2047 resolution possible. If the figures are not of sufficiently high quality your manuscript
 2048 may be delayed. The preferred position of tables and figures should be indicated at the
 2049 appropriate places in the manuscript. If the manuscript, figures or tables are difficult
 2050 for you to read, they will also be difficult for the editors and reviewers, and the
 2051 editorial office will send it back to you for revision.
 - 2052 • References may be submitted in any style or format, as long as it is consistent
 2053 throughout the manuscript.
 - 2054 • Supporting information should be submitted in separate files.
 - 2055 • Your manuscript may also be sent back to you for revision if the quality of English
 2056 language is poor.
 - 2057 • An ORCID ID, freely available at <https://orcid.org>. (*Why is this important? Your*
 2058 *article, if accepted and published, will be attached to your ORCID profile. Institutions*
 2059 *and funders are increasingly requiring authors to have ORCID IDs.*)
 - 2060 • *Cover letter:* In the cover letter, (a) specify the title and authors, (b) provide a 1 or 2
 2061 sentence(s) describing the advance reported and its significance, and confirm that (c)
 2062 all of the reported work is original, (d) all authors have seen and approved the final
 2063 version submitted, (e) all prevailing local, national and international regulations and
 2064 conventions, and normal scientific ethical practices, have been respected, and (f)
 2065 consent is given for publication in *EMIR*, if accepted.
 - 2066 • The title page of the manuscript, including:
 - 2067 • A concise informative title for the work reported - Titles encapsulating the
 2068 main advance ('Methylation is the initial reaction in anaerobic naphthalene
 2069 degradation') are preferred over less informative general titles ('A study of . . .'
 2070 'Characterization of . . . 'Diversity of . . .') (see [Wiley's best practice SEO tips](#)).
 - 2071 • a running title of not more than 50 characters.
 - 2072 • Your co-author details, including full names, affiliation and email address.
 2073 (*Why is this important? We need to keep all co-authors informed of the*
 2074 *outcome of the peer review process.*)
 - 2075 • Statements relating to our ethics and integrity policies, which may include any
 2076 of the following (*Why are these important? We need to uphold rigorous ethical*
 2077 *standards for the research we consider for publication*):
 - 2078 • data availability statement
 - 2079 • funding statement

2129 EMIR is requesting **CRedit** (Contributor Roles Taxonomy), enabling authors to provide
 2130 information on submission, allowing for detailed information about individual contributions to
 2131 the work. If not provided on submission, this information can be provided at subsequent
 2132 revision stages, facilitated by the Editorial Office. The submitting author is responsible for
 2133 ensuring that contributions of all authors are correct. It is expected that all authors will have
 2134 reviewed, discussed and agreed to their individual contributions as shared by the submitting
 2135 author. The authors' contribution statement will be published with the final article and should
 2136 accurately reflect contributions to the work.

2137 For more information, please see the **taxonomy website** (<https://credit.niso.org/>) and
 2138 [https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/open-](https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/open-access/credit.html)
 2139 [access/credit.html](https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/open-access/credit.html)

2140

2141 Data Sharing and Data Availability

2142 This journal expects data sharing. Review **Wiley's Data Sharing policy** where you will be able
 2143 to see and select the data availability statement that is right for your submission.

2144 **Data Protection**

2145 By submitting a manuscript to or reviewing for this publication, your name, email address, and
 2146 affiliation, and other contact details the publication might require, will be used for the regular
 2147 operations of the publication. Please review **Wiley's Data Protection Policy** to learn more.

2148

2149 Pre-submission English-language editing

2150

2151 Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript
 2152 professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers
 2153 of editing services can be found *here*. All services are paid for and arranged by the author, and
 2154 use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

2155 **ORCID**

2156 This journal requires ORCID. Please refer to [Wiley's resources on ORCID](#).

2157 **Reproduction of Copyright Material**

2158 If excerpts from copyrighted works owned by third parties are included, credit must be shown
 2159 in the contribution. It is your responsibility to also obtain written permission for reproduction
 2160 from the copyright owners. For more information visit [Wiley's Obtaining Permission to](#)
 2161 [Reproduce Material](#).

2162 The corresponding author is responsible for obtaining written permission to reproduce the
 2163 material "in print and other media" from the publisher of the original source, and for supplying
 2164 Wiley with that permission upon submission.

2165 **Main Text File**

2166

2167 **Manuscripts can be uploaded either as a single document (containing the main text, tables**
 2168 **and figures), or with figures and tables provided as separate files. The main manuscript**
 2169 **file can be submitted in Microsoft Word (.doc or .docx) or LaTeX (.tex) format.**

2170

2171 Your main document file should include:

- 2172 • A short informative title containing the major key words. The title should not contain
 2173 abbreviations;
- 2174 • The full names of the authors with institutional affiliations where the work was
 2175 conducted, with a footnote for the author's present address if different from where the
 2176 work was conducted;
- 2177 • Acknowledgments;

- 2178 • Abstract structured (intro/methods/results/conclusion) or unstructured;
 2179 • Up to seven keywords;
 2180 • Main body: formatted as introduction, materials & methods, results, discussion,
 2181 conclusion;
 2182 • References;
 2183 • Tables;
 2184 • Figure legends: At initial submission, figures can be included in the manuscript or can
 2185 be submitted in separate files. Should your manuscript reach revision stage, figures
 2186 and tables must be provided as separate files.
 2187

2188 If submitting your manuscript file in LaTeX format via Research Exchange, select the file
 2189 designation “Main Document – LaTeX .tex File” on upload. When submitting a LaTeX Main
 2190 Document, you must also provide a PDF version of the manuscript for Peer Review. Please
 2191 upload this file as “Main Document - LaTeX PDF.” All supporting files that are referred to in
 2192 the LaTeX Main Document should be uploaded as a “LaTeX Supplementary File.”
 2193

2194 LaTeX Guidelines for Post-Acceptance:

2195 Please check that you have supplied the following files for typesetting post-acceptance:

- 2196 • PDF of the finalized source manuscript files compiled without any errors.
 2197 • The LaTeX source code files (text, figure captions, and tables, preferably in a single
 2198 file), BibTeX files (if used), any associated packages/files along with all other files
 2199 needed for compiling without any errors. This is particularly important if authors have
 2200 used any LaTeX style or class files, bibliography files (.bbl, .bst, .blg) or packages
 2201 apart from those used in the NJD LaTeX Template class file.
 2202 • Electronic graphics files for the illustrations in Encapsulated PostScript (EPS), PDF or
 2203 TIFF format. Authors are requested not to create figures using LaTeX codes.
 2204

2205 ***Figures, Tables and Supporting Information***

2206 *Figures, supporting information, and appendices should be supplied as separate files if the*
 2207 *manuscript is sent back for revisions to the authors. You should review the basic figure*
 2208 *requirements for manuscripts for peer review, as well as the more detailed post-acceptance*
 2209 *figure requirements.*

2210 *Supporting information*

2211
 2212 *Papers should be focused and succinct, and as concise as possible consistent with clarity and*
 2213 *good scientific reporting practice. Material essential for the paper, but not for an*
 2214 *understanding of the advance reported, such as lists of primer sequences, strain characteristics,*
 2215 *or material too large to be part of the main text (such as additional tables, data sets, figures,*
 2216 *movie files, audio clips, 3D structures, and other related nonessential multimedia files, or any*
 2217 *other material for which insufficient space in the journals is available) etc., must be submitted*
 2218 *as Supporting Information.*

2219 *Supporting Information should be cited within the article text, and a descriptive legend should*
 2220 *be included. It is published as supplied by the author, and a proof is not made available prior*
 2221 *to publication; for these reasons, authors should provide any Supporting Information in the*
 2222 *desired final format. View [Wiley's FAQs](#) on supporting information.*
 2223

2224 *Reference Style*

2225
 2226 *This journal uses Harvard reference style; as the journal offers Free Format submission,*

2227 *however, this is for information only and you do not need to format the references in your*
2228 *article. This will instead be taken care of by the typesetter.*

2229

2230

2231 *Mathematics*

2232

2233 *In-line equations should be typed as text. The use of graphics programs and 'equation editors'*
2234 *should be avoided. Displayed equations are rekeyed by our typesetter.*

2235

2236 *Tables*

2237

2238 *Tables should be typed as text, using either 'tabs' or a table editor for layout. Please do not use*
2239 *graphics software to create tables.*

2240

2241 *Figures*

2242

2243 *Please supply high quality digital versions of figures, preferably in EPS or TIFF format. TIFF*
2244 *files should not be produced by transferring images from a previous Powerpoint file, as this*
2245 *results in major loss in resolution. Photomicrographs should include a scaled bar and indicate*
2246 *the size (descriptions of magnification alone are not sufficient). Submitted photographic images*
2247 *should be scaled to publication size and must have an image resolution of 300 dpi or greater*
2248 *in TIFF format. Annotated photographs, line graphs and bar charts should be generated in*
2249 *EPS format for best quality of reproduction. For more detailed guidelines, please refer to*
2250 **http://media.wiley.com/assets/7323/92/electronic_artwork_guidelines.pdf**.

2251

2252 *Provide methodological details on image acquisition and image processing, including software*
2253 *and operations such as colorizing and other modifications.*

2254

2255 *Authors are reminded that it is not acceptable scientific conduct to modify any separate element*
2256 *within an image. Sometimes adjustments of the entire image in brightness, contrast and color*
2257 *balance are justified if they do not misrepresent the original, observed data. Composite figures*
2258 *composed of grouped images such as insets from different fields or separate parts of gels must*
2259 *be explained in the figure legend and differentiated by use of dividing lines or other means to*
2260 *make composites unambiguous.*

2261

2262 *Please ensure that electronic artwork is prepared such that, after reduction to fit across one or*
2263 *two columns or two-thirds page width (80 mm, 169 mm or 110 mm respectively) as required,*
2264 *all lettering will be clear and easy to read, i.e. no labels should be too large or too small. Avoid*
2265 *using tints if possible; if they are essential to the understanding of the figure, try to make them*
2266 *coarse. No artwork should be incorporated into the text files. In the full-text online edition of*
2267 *the journal, figure legends may be truncated in abbreviated links to the full-screen version.*
2268 *Therefore, the first 100 characters of any legend should inform the reader of key aspects of the*
2269 *figure.*

2270

2271 *Authors are encouraged to use color displays, where appropriate.*

2272

2273 *Reviewers*

2274

2275 *Authors may nominate up to five referees appropriately qualified from different countries or*

2276 institutions to judge the manuscript, though the Editors may or may not ultimately select some
 2277 of these. Authors may also request that one or two specified persons do not act as reviewers.
 2278 Should authors feel that they have a significant conflict with another researcher(s), they should
 2279 explain this in the cover letter and this information may be taken into consideration by the
 2280 assigned editor.

2281

2282 Manuscript revision and re-submission

2283

2284 There are four basic editorial decisions: Accept, Minor Revision, Major Revision, and Reject.
 2285 A Reject decision is definitive, and authors may not submit a new version of the manuscript. A
 2286 Major Revision requires a major re-write of the manuscript and/or inclusion of significant new
 2287 data. A Minor Revision decision implies that the paper can in principle attain the required
 2288 standard of the Journal without major change. Editors may have a revised manuscript reviewed
 2289 (generally, by the original reviewers), in order to ascertain whether changes to the original
 2290 manuscript adequately respond to the criticisms. If changes made do not result in a paper of
 2291 the required standard, the revised manuscript will be definitively rejected; iterative
 2292 improvements are not permitted. If a revised manuscript is accepted, the original submission
 2293 date will be retained.

2294 If any part of a study submitted to *EMIR* is resubmitted at a later date, it must be sent to the
 2295 same handling editor, noting the *EMIR* manuscript number of the previous version of the
 2296 manuscript.

2297 Files of re-submitted manuscripts must be supplied in editable formats, such as Word, for text
 2298 and tables (authors should avoid embedding non-editable displays in their texts), and EPS or
 2299 TIFF formats for figures. Submitted manuscripts containing non-editable files will be
 2300 unsubmitted and authors will experience unnecessary delays in publication of their papers.

2301

2302 2. Article Types

2303

2304 The types of articles published in *EMIR* reflect the Editors' endeavor to actively promote the
 2305 field of environmental microbiology, the broad scope of the subject, and the impact of socio-
 2306 political, health, nutritional and economic issues and developments. Thus, in addition to the
 2307 principal content of full-length Research Articles and compact Brief Reports, issues may
 2308 include Editorials, Opinions, Minireviews, Crystal Balls, Lilliput, Burning Questions, Web
 2309 Alerts, and Correspondence (general, scientific). The importance of genomics to the field is
 2310 recognized by the Genomics Update feature.

2311

2312 Research Articles and Brief Reports

2313

2314 These report new original findings that significantly advance the field of environmental
 2315 microbiology/microbial ecology. A principal criterion for judging the potential acceptability of
 2316 a paper is that the advance reported places it in the top research in the field. Papers may either
 2317 be Full Papers or Brief Reports. In both cases, the work must be complete (preliminary
 2318 communications will not be considered) and represent the indicated level of originality and
 2319 accomplishment. In all cases, manuscripts should be as concise as permitted by good scientific
 2320 reporting. Essential material (e.g. primer sequences; strain lists, etc.) not crucial to an
 2321 understanding of the main findings should be submitted as Supplementary Information.

2322

2323 The ultimate decision of whether a submission may be published as a Research Article or Brief
 2324 Report is not dictated by the length of the initial submission, but rather by the length considered

2325 by the reviewers and Editor to be appropriate for the significance of the advance described and
 2326 for its proper scientific documentation.

2327

2328 **Reviews**

2329

2330 These bring to the attention of our readership exciting new developments and/or concepts in a
 2331 timely fashion. They are selective in scope, focused and concise, rather than being
 2332 comprehensive or historical, and may be somewhat speculative, if this is likely to provoke
 2333 interesting discussions and stimulate new lines of creative experimentation. There is no strict
 2334 format for minireviews, but they should include a Summary, Introduction, and Concluding
 2335 Remarks, which bracket the main text. Literature citations should be balanced but not
 2336 exhaustive.

2337

2338 **Opinion**

2339

2340 The journal collects relevant opinions from its Editorial Board members and other scientists on
 2341 issues related to environmental microbiology. These submissions should contribute to the
 2342 discussion of relevant issues, advance new hypotheses or provide new interpretations of
 2343 existing hypotheses. Opinion articles may be either solicited by the Editors or offered as an
 2344 unsolicited submission. If you wish to offer an unsolicited contribution, we ask you to first
 2345 contact the specific Editor whose specialty is closest to yours and provide them with a short
 2346 description of the content and the implications of your article.

2347

2348 **Highlights**

2349

2350 With the current explosion in the volume of scientific publications, it can be difficult to stay
 2351 abreast of advances. To help our readers, EMIR summarizes the major contributions made in a
 2352 particular issue, placing them within the greater context, expanding visibility and attracting the
 2353 reader's attention to the articles that may be of most interest. The introduction of the highlights
 2354 should be concise and put emphasis on what the major impact of the article is within the field.
 2355 Most, but not all, highlights are invited; authors wishing to submit a highlight should first
 2356 contact the Editorial office to ascertain whether or not their topic is appropriate.

2357

2358 **Correspondence**

2359

2360 Submissions should contribute to discussions of topical issues in or impacting environmental
 2361 microbiology, advance new hypotheses or provide new interpretations of existing hypotheses.

2362

2363

2364 3. After Acceptance

2365

2366

2367

2368 **First Look**

2369 After your paper is accepted, your files will be assessed by the editorial office to ensure they
 2370 are ready for production. You may be contacted if any updates or final files are required.

2371

2372

2373

Otherwise, your paper will be sent to the production team

2374 **Wiley Author Services**

2375 When an accepted article is received by Wiley's production team, the corresponding author will
2376 receive an email asking them to login or register with [Wiley Author Services](#). You will be asked
2377 to sign a publication license at this point as well as pay for any applicable APCs.

2378 Wiley's Author Services enables authors to track their article through the production process to
2379 publication online and in print, and to choose to receive automated e-mails at key stages of
2380 production, so they don't need to contact the production editor to check on progress. The author
2381 will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article
2382 automatically added to the system. Please ensure that a correct, regularly accessed e-mail
2383 address is provided when submitting the manuscript. Visit
2384 <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production tracking and for
2385 a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.
2386

2387 **Copyright & Licensing**

2388 Authors submitting a paper do so on the understanding that the work and its essential substance
2389 have not been published before and is not being considered for publication elsewhere. The
2390 submission of the manuscript by the authors means that the authors automatically agree to
2391 assign exclusive copyright to Wiley if and when the manuscript is accepted for publication. The
2392 work shall not be published elsewhere in any language without the written consent of the
2393 publisher. The articles published in this journal are protected by copyright, which covers
2394 translation rights and the exclusive right to reproduce and distribute all of the articles printed in
2395 the journal. No material published in the journal may be stored on microfilm or videocassettes
2396 or in electronic database and the like or reproduced photographically without the prior written
2397 permission of the publisher.
2398

2399 Authors will be required to sign a Copyright Transfer Agreement (CTA) for all papers accepted
2400 for publication. Signature of the CTA is a condition of publication and papers will not be passed
2401 for production unless a signed form has been received. Please note that signature of the
2402 Copyright Transfer Agreement does not affect ownership of copyright in the material.
2403 (Government employees need to complete the Author Warranty sections, although copyright in
2404 such cases does not need to be assigned). After submission authors will retain the right to
2405 publish their paper in various medium/circumstances
2406

2407 For questions concerning copyright, please visit [Copyright FAQ](#).

2408 You may choose to publish under the terms of the journal's standard copyright agreement, or
2409 Open Access under the terms of a Creative Commons License.

2410 Standard [re-use and licensing rights](#) vary by journal. Note that [certain funders](#) mandate a
2411 particular type of CC license be used. This journal uses the CC-BY/CC-BY-NC/CC-BY-NC-
2412 ND [Creative Commons License](#).

2413 *Self-Archiving Definitions and Policies*: Note that the journal's standard copyright agreement
2414 allows for [self-archiving](#) of different versions of the article under specific conditions.

2415 To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright
2416 FAQs hosted on Wiley Author Services
2417 http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp and visit
2418 <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.
2419

2420 Wiley has unique agreements with some funders so you can comply with open access policies
2421 when submitting and publishing in Wiley journals. Your funder may also be able to help with
2422 open access Article Publication Charges (APCs) through a Wiley Open Access Account. With

2423 Wiley Open Access Accounts, APCs may be covered in full or part for affiliated authors
2424 publishing in Wiley fully open access journals or in a subscription journal offering open access.
2425 Visit the [Hybrid open access page](#) for more information, and
2426 <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

2427

2428 Early View

2429 Upon acceptance, articles are available as full text HTML or PDF in Early View prior to
2430 inclusion in an issue and can be cited as references using their Digital Object Identifier (DOI)
2431 number. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and
2432 access the article. More information about DOIs can be found at <http://www.doi.org/faq.html>.

2433

2434 Proofs

2435 Authors will receive an e-mail notification with a link and instructions for accessing HTML
2436 page proofs online. Authors should also make sure that any renumbered tables, figures, or
2437 references match text citations and that figure legends correspond with text citations and actual
2438 figures. Proofs must be returned within 48 hours of receipt of the email.

2439

2440

2441 **Article Promotion Support**

2442 [Wiley Editing Services](#) offers professional video, design, and writing services to create
2443 shareable video abstracts, infographics, conference posters, lay summaries, and research news
2444 stories for your research – so you can help your research get the attention it deserves.

2445

2446

2447 **Author Name Change Policy**

2448 In cases where authors wish to change their name following publication, Wiley will update and
2449 republish the paper and redeliver the updated metadata to indexing services. Our editorial and
2450 production teams will use discretion in recognizing that name changes may be of a sensitive
2451 and private nature for various reasons including (but not limited to) alignment with gender
2452 identity, or as a result of marriage, divorce, or religious conversion. Accordingly, to protect the
2453 author's privacy, we will not publish a correction notice to the paper, and we will not notify co-
2454 authors of the change. Authors should contact the journal's Editorial Office with their name
2455 change request.

2456

2457 **Correction to Authorship**

2458 In accordance with Wiley's [Best Practice Guidelines on Research Integrity and Publishing](#)
2459 [Ethics](#) and the [Committee on Publication Ethics](#)' guidance, EMIR will allow authors to correct
2460 authorship on a submitted, accepted, or published article if a valid reason exists to do so. All
2461 authors – including those to be added or removed – must agree to any proposed change. To
2462 request a change to the author list, please complete the [Request for Changes to a Journal Article](#)
2463 [Author List Form](#) and contact either the journal's editorial or production office, depending on
2464 the status of the article. Authorship changes will not be considered without a fully completed
2465 Author Change form. [Correcting the authorship is different from changing an author's name;
2466 the relevant policy for that can be found in [Wiley's Best Practice Guidelines](#) under "Author
2467 name changes after publication."]

2468

2469 E-only publication

2470

2471 Effective with the 2023 volume, this journal will be published in an online-only format. Print

2472 subscription and single-issue sales are available from Wiley's Print-on-Demand Partner. To
 2473 order online click through to the ordering portal from the [journal's subscribe and renew page](#)
 2474 [on](#) WOL.

2475

2476

2477 Appendix

2478

2479

2480 **Graphical TOC/Abstract**

2481 The journal's table of contents/abstract will be presented in graphical form with a brief abstract.

2482 Graphical abstracts should be submitted to ReX as 'GA image and GA text ' during the initial
 2483 manuscript submission process.

2484 The GA text must include the article title, the authors' names (with the corresponding author
 2485 indicated by an asterisk), no more than 80 words or 3 sentences of text summarizing the key
 2486 findings presented in the paper and a figure that best represents the scope of the paper.

2487 The image supplied should fit within the dimensions of 50mm x 60mm and be fully legible at
 2488 this size.

2489 **Additional Guidelines for Table of Contents Graphics**

2490 • Concepts illustrated in graphical material must clearly fit with the research discussed
 2491 in the accompanying text.

2492 • Images featuring depictions or representations of people must not contain any form of
 2493 objectification, sexualization, stereotyping, or discrimination. We also ask authors to
 2494 consider community diversity in images containing multiple depictions or
 2495 representations of people.

2496 • Inappropriate use, representation, or depiction of religious figures or imagery, and
 2497 iconography should be avoided.

2498 • Use of elements of mythology, legends, and folklore might be acceptable and will be
 2499 decided on a case-by-case basis. However, these images must comply with the
 2500 guidelines on human participants when they are present.

2501 • Generally, authors should consider any sensitivities when using images of objects that
 2502 might have cultural significance or may be inappropriate in the context (for example,
 2503 religious texts, historical events, and depictions of people).

2504 • Legal requirements:

2505 • All necessary copyright permission for the reproduction of the graphical
 2506 elements used in visuals must be obtained prior to publication.

2507 • Clearance must be obtained from identifiable people before using their image
 2508 on the cover or the like and such clearance must specify that it will be used on
 2509 the cover. Use within text does not require such clearance unless it discloses
 2510 sensitive personal information such as medical information. In all situations
 2511 involving disclosure of such personal info, specific permission must be
 2512 obtained. And images of individuals should not be used in a false manner.

2513 *Graphics that do not adhere to these guidelines will be recommended for revision or will not*
 2514 *be accepted for publication*

2515

2516

2517 **Peer Access to Data and Materials**

2518

2519

2520 Data that is integral to the paper must be made available in such a way as to enable readers to
 2521 replicate, verify and build upon the conclusions published in the paper. Any restriction on the
 2522 availability of this data must be disclosed at the time of submission. Data may be included as
 2523 part of the main article where practical.

2524 We recommend that data for which public repositories are widely used, and are accessible to
 2525 all, should be deposited in such a repository prior to publication. The appropriate linking details
 2526 and identifier(s) should then be included in the publication and where possible the repository,
 2527 to facilitate linking between the journal article and the data. If such a repository does not exist,
 2528 data should be included as supporting information to the published paper or authors should
 2529 agree to make their data available upon reasonable request.

2530
 2531 Distribution of Strains and Experimental Materials

2532
 2533 In accordance with good scientific practice, and the need for important findings to be
 2534 independently confirmed, the publication of an article in *EMIR* is subject to the understanding
 2535 that authors will distribute freely any strains, clones, antibodies or other reagents not readily
 2536 available described therein, for use in academic research.

2537
 2538 **Species Names**

2539 Upon its first use in the title, abstract, and text, the common name of a species should be
 2540 followed by the scientific name (genus, species, and authority) in parentheses. For well-known
 2541 species, however, scientific names may be omitted from article titles. If no common name exists
 2542 in English, only the scientific name should be used.

2543
 2544

2545 **Genetic Nomenclature**

2546 Sequence variants should be described in the text and tables using both DNA and protein
 2547 designations whenever appropriate. Sequence variant nomenclature must follow the current
 2548 HGVS guidelines; see varnomen.hgvs.org, where examples of acceptable nomenclature are
 2549 provided.

2550
 2551 **Sequence Data**

2552 EMIR requires that all data be accessible via a public database at the time of manuscript
 2553 submission. In the event that public data release is not possible, authors must 1) justify in both
 2554 the cover letter and the manuscript text why the data are not yet public, and 2) describe in both
 2555 the cover letter and manuscript text how the data can be accessed by the reviewers and editors
 2556 (e.g., via a password accessed website).

2557 **Nucleotide sequence data** can be submitted in electronic form to any of the three major
 2558 collaborative databases: DDBJ, EMBL, or GenBank. It is only necessary to submit to one
 2559 database as data are exchanged between DDBJ, EMBL, and GenBank on a daily basis. The
 2560 suggested wording for referring to accession-number information is: ‘These sequence data have
 2561 been submitted to the DDBJ/EMBL/GenBank databases under accession number U12345’.

2562 Addresses are as follows:

- 2563 • DNA Data Bank of Japan (DDBJ): ddbj.nig.ac.jp
- 2564 • EMBL Nucleotide Archive: ac.uk/ena
- 2565 • GenBank: ncbi.nlm.nih.gov/genbank

2566 **Proteins sequence data** should be submitted to either of the following repositories:

- 2567 • Protein Information Resource (PIR): georgetown.edu
- 2568 • SWISS-PROT: ch/sprot/sprot-top

2569

2570 **Functional genomics data sets**2571 Where possible, authors should submit functional genomics primary data sets to public data
2572 bases, such as the Gene Expression Omnibus (GEO), for micro-array data:2573 • GEO : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo>

2574

2575

2576 **Structural Data**2577 For papers describing structural data, atomic coordinates and the associated experimental data
2578 should be deposited in the appropriate databank (see below). **Please note that the data in**
2579 **databanks must be released, at the latest, upon publication of the article.** We trust in the
2580 cooperation of our authors to ensure that atomic coordinates and experimental data are released
2581 on time.2582 • **Organic and organometallic compounds:** Crystallographic data should not be sent
2583 as Supporting Information, but should be deposited with the *Cambridge*2584 *Crystallographic Data Centre* (CCDC) at cam.ac.uk/services/structure%5Fdeposit.2585 • **Inorganic compounds:** *Fachinformationszentrum Karlsruhe* (FIZ; fiz-karlsruhe.de).2586 • **Proteins and nucleic acids:** *Protein Data Bank* (<https://www.rcsb.org/>).2587 • **NMR spectroscopy data:** *BioMagResBank* (wisc.edu).

2588

2589 **Abbreviations**

2590

2591 **Standard abbreviations should be as recommended in Quantities, Units, and Symbols**
2592 **(The Royal Society, 1988). Abbreviations of non-standard terms should follow, in**
2593 **parentheses, their first full usage.**