

Givanildo de Oliveira Santos
(Organizador)

A interdisciplinaridade do binômio

“ALIMENTAÇÃO & NUTRIÇÃO”

Atena
Editora
Ano 2022



Givanildo de Oliveira Santos
(Organizador)

A interdisciplinaridade do binômio

“ALIMENTAÇÃO
&
NUTRIÇÃO”

Atena
Editora
Ano 2022



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremona

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



A interdisciplinaridade do binômio “Alimentação & Nutrição”

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Givanildo de Oliveira Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I61 A interdisciplinaridade do binômio “Alimentação & Nutrição”
/ Organizador Givanildo de Oliveira Santos. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0402-6
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.026221508>

1. Alimentação sadia. 2. Nutrição. 3. Saúde. I. Santos,
Givanildo de Oliveira (Organizador). II. Título.

CDD 613.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editores
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



APRESENTAÇÃO

A presente obra “A interdisciplinaridade do binômio “Alimentação-Nutrição” composta por 11 capítulos de abordagens temáticas. Durante o desenvolvimento dos capítulos desta obra, foram abordados assuntos interdisciplinar, na modalidade de artigos científicos, pesquisas e revisões capazes de corroborar com o desenvolvimento científico e acadêmico.

Os artigos compostos nesta obra, objetivaram, desenvolver novos alimentos com adição de resíduos industriais, e avaliar compostos bioativos de manga e relacionar com a obesidade, além de investigar e compreender a alimentar na saúde da criança, dentre outras investigações.

O livro “A interdisciplinaridade do binômio “Alimentação-Nutrição”” descreve trabalhos científicos que contribuem para orientar as indústrias na formulação de novos alimentos, bem como o consumo de alguns nutrientes relacionados a saúde física e mental.

Desejamos a todos (as) uma boa leitura.

Givanildo de Oliveira Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ADIÇÃO DE FARINHA DO BAGAÇO DE VINHO NA ELABORAÇÃO DE FROZEN YOGURT

Diana Cristina Damo

Gláucia Cristina Moreira

Eliana Maria Baldissera

Nádia Cristiane Steinmacher

William Arthur Philip L N. T. de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0262215081>

CAPÍTULO 2..... 18

COMPOSTOS BIOATIVOS DA MANGA (*Mangifera indica* L.) NO MANEJO DA OBESIDADE: NUTRIÇÃO FUNCIONAL SOB A PERSPECTIVA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE

Emily Bittencourt de Souza Martins

Bruno Bezerra da Silva

Daylana Régia de Sousa Dantas

Maria Izabel Florindo Guedes

Lia Gomes Crisóstomo Saboia

Ana Clara Sousa de Queiroz Campos

Renata Holanda de Sá

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0262215082>

CAPÍTULO 3..... 27

CONSTITUINTES NUTRICIONAIS, ATRIBUTOS DA POLPA, CASCA, GELEIA DE CABCUCI (*Campomanesia phaea* (O. Berg.)) E COMPOSTOS FENÓLICOS DE FRUTAS BRASILEIRAS

Milena Bagetti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0262215083>

CAPÍTULO 4..... 36

A INFLUÊNCIA DOS PRIMEIROS ALIMENTOS APRESENTADOS NA SAÚDE DA CRIANÇA

Giovanna da Conceição Martins Pereira

Sara de Sousa Oliveira

Ana Cristina de Castro Pereira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0262215084>

CAPÍTULO 5..... 42

AGREEMENT BETWEEN NUTRITIONAL SCREENING INSTRUMENTS IN HOSPITALIZED OLDER PATIENTS

Antonio Alberto Rodrigues Almendra

Vânia Aparecida Leandro-Merhi

José Luis Braga de Aquino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0262215085>

CAPÍTULO 6..... 51

A INFLUÊNCIA DO ESTRESSE NO COMPORTAMENTO ALIMENTAR E OBESIDADE, UMA REVISÃO NARRATIVA

Jennifer Gabriella da Silva
Palloma Luiza Veras Silva
Rhanna Darla Lima Souza
Ana Cristina de Castro Pereira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0262215086>

CAPÍTULO 7..... 63

FITOTERÁPICOS: UMA ABORDAGEM SOBRE SUA UTILIZAÇÃO NO COMBATE À DIABETES MELLITUS TIPO 2 NO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - SUS

Monique Maria Lucena Suruagy do Amaral
Anna Klara Noronha Bilibio
Ayrton Lins Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0262215087>

CAPÍTULO 8..... 72

AVALIAÇÃO DE FORMAÇÃO DE BIOFILME POR *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* sorovar Typhimurium e *Staphylococcus aureus* EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304

Cleber Daniel Martins Alvarenga
João Vítor de Andrade dos Santos
Adriana Araújo de Almeida-Apolonio
Fabiana Gomes da Silva Dantas
Renata Pires de Araújo
José Irlan da Silva Santos
Kelly Mari Pires de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0262215088>

CAPÍTULO 9..... 80

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: USO DA CASCA DO COCO (*COCOS NUCIFERA*) NA ÁREA DE EMBALAGENS

Sarah da Cunha Costa
Tonicley Alexandre da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0262215089>

CAPÍTULO 10..... 94

AÇÕES E DESENVOLVIMENTOS COMO REQUISITO DISCIPLINAR INTEGRANDO DISCENTES EM PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UFRRJ

Vanessa Ricas Biancardi
Thayane Aguiar Deco
Márcio Rodrigues de Andrade
José Lucena Barbosa Junior
Maria Ivone Martins Jacinto Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02622150810>

CAPÍTULO 11	105
ASSOCIAÇÃO ENTRE A DEFICIÊNCIA EM MAGNÉSIO E A DOENÇA DO CORONAVÍRUS (COVID-19): UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
Helizes Freitas de Melo	
Patrícia da Silva Lacerda	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.02622150811	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	115
ÍNDICE REMISSIVO.....	116

CAPÍTULO 8

AVALIAÇÃO DE FORMAÇÃO DE BIOFILME POR *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *SALMONELLA ENTERICA* SOROVAR TYPHIMURIUM E *Staphylococcus aureus* EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 25/05/2022

Cleber Daniel Martins Alvarenga

Universidade Federal da Grande Dourados,
UFGD - Faculdade de Ciências Biológicas e
Ambientais
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4991341180119573>

João Víctor de Andrade dos Santos

Universidade Federal da Grande Dourados,
UFGD - Faculdade de Ciências da Saúde
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2771209341375012>

Adriana Araújo de Almeida-Apolonio

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
UFMS - Faculdade de Medicina
Campo Grande – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0762449692911714>

Fabiana Gomes da Silva Dantas

Universidade Federal da Grande Dourados,
UFGD - Faculdade de Ciências Biológicas e
Ambientais
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0697584778581034>

Renata Pires de Araújo

Universidade Federal da Grande Dourados,
UFGD - Faculdade de Ciências Biológicas e
Ambientais
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1015077886650284>

José Irlan da Silva Santos

Universidade Federal da Grande Dourados,
UFGD - Faculdade de Ciências Biológicas e
Ambientais
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6433294574483123>

Kelly Mari Pires de Oliveira

Universidade Federal da Grande Dourados,
UFGD - Faculdade de Ciências Biológicas e
Ambientais
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5737574588414921>

RESUMO: O biofilme ocorre, naturalmente, em vários tipos de ambientes. No entanto, a sua formação em diferentes superfícies pode ser prejudicial, pois tornam-se fontes recorrentes de contaminação. A rede de produção de alimentos, muitas vezes, é um ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos e as superfícies utilizadas no processamento de alimentos, como o aço inoxidável, podem ser um local propício para a formação de biofilmes e conseqüentemente causar malefícios. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de formação de biofilme sobre aço inoxidável AISI tipo 304, de quatro espécies bacterianas distintas, sendo elas: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica sorovar Typhimurium* e *Staphylococcus aureus*. Para quantificação do biofilme sobre o aço inoxidável foi utilizado a técnica de adesão em cupons, logo, o biofilme formado nos cupons foi mensurado por contagem de unidades formadoras de colônias em placa. *Pseudomonas*

aeruginosa e *S. Typhimurium* apresentaram alto desempenho para formação de biofilme. A formação de biofilme por *P. aeruginosa* apresentou um quantitativo maior quando comparada aos biofilmes formados por *E. coli* e *S. aureus*. Desta forma, é possível compreender que existe uma aderência desses microrganismos em superfícies relacionadas a produção alimentar, enfatizando a necessidade de amplos controles sanitários e pesquisas complementares que possam atuar na perspectiva de biofilmes microbianos em setores alimentícios.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentos, Microrganismos, Cupons, Controles Sanitários.

EVALUATION OF BIOFILM FORMATION BY *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* SOROVAR TYPHIMURIUM AND *Staphylococcus aureus* ON AISI 304 STAINLESS STEEL

ABSTRACT: Biofilm occurs naturally in many types of environments. However, its formation on different surfaces can be harmful, as they become recurrent sources of contamination. The food production network is often a favorable environment for the development of microorganisms, and the surfaces used in food processing, such as stainless steel, can be a propitious place for the formation of biofilms and consequently cause harm. Thus, the objective of this work was to evaluate the capacity of biofilm formation on AISI type 304 stainless steel of four different bacterial species, namely: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* sorovar Typhimurium and *Staphylococcus aureus*. To quantify the biofilm on the stainless steel, the adhesion technique was used on coupons, and the biofilm formed on the coupons was measured by counting colony forming units on a plate. *Pseudomonas aeruginosa* and *S. Typhimurium* showed high performance for biofilm formation. The biofilm formation by *P. aeruginosa* presented a higher quantity when compared to the biofilms formed by *E. coli* and *S. aureus*. Thus, it is possible to understand that there is an adherence of these microorganisms on surfaces related to food production, emphasizing the need for broad sanitary controls and further research that can act in the perspective of microbial biofilms in food sectors.

KEYWORDS: Food, Microorganisms, Coupons, Sanitary Controls.

1 | INTRODUÇÃO

As doenças transmitidas por alimentos (DTA) são caracterizadas como um problema de saúde pública, somando mais de 250 tipos de doenças ocasionadas por microrganismos patogênicos e seus subprodutos, como toxinas. A identificação clínica ocorre quando um ou mais indivíduos apresentam sintomas característicos de contaminação alimentar devido a ingestão de alimentos, ou água, que tenham a presença de bactérias, fungos, protozoários, substâncias químicas ou físicas (BARI; YEASMIN, 2018)

Dentre os inúmeros grupos de microrganismos causadores de DTA, destacam-se as bactérias *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* que podem ocasionar dores abdominais, febre, diarreias, vômitos, mal-estar e dependendo da virulência e exposição ao patógeno em questão, pode levar o indivíduo a óbito (JONES; YACKLEY, 2018, BRASIL, 2018).

Muitas das contaminações que ocorrem na indústria de alimentos, estão diretamente relacionadas com a formação de biofilme na linha de processamento (GALIÉ et al., 2018). Um biofilme é uma comunidade estruturada de células bacterianas, dentro de uma matriz polimérica microbiana, aderida a uma superfície, inerte ou biológica (COSTERTON, 1999).

O biofilme ocorre, naturalmente, em vários tipos de ambientes. Em contrapartida, além da sua ocorrência natural, pesquisas sobre a sua formação em diversas superfícies são conduzidas, destacando-se as superfícies utilizadas no processamento de alimentos, como o aço inoxidável (American Iron and Steel Institute - AISI 304, 2008).

Tendo em vista que o aço inoxidável é o material utilizado com maior frequência na indústria de alimentos e o biofilme bacteriano pode estabelecer-se nesta superfície, são essenciais estudos que visem avaliar e compreender os mecanismos biológicos em que bactérias patogênicas e deteriorantes conseguem se desenvolver nestas superfícies e consequentemente nos alimentos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de formação de biofilme sobre aço inoxidável AISI 304, de quatro espécies bacterianas distintas, sendo elas: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella enterica* sorovar Typhimurium.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras

Os microrganismos utilizados no teste foram *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Salmonella enterica* sorovar Typhimurium (ATCC 14028) provenientes da American Type Culture Collection (ATCC). As amostras foram armazenadas a -85 °C em caldo Brain Heart Infusion (BHI) com glicerol.

2.2 Formação de biofilme em cupons de aço inoxidável

O teste de formação de biofilme em aço inoxidável foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Manijeh, Mohamed e Rocha (2008) com algumas modificações. As cepas foram reativadas em caldo Müller Hinton® por 5 horas à 37 °C e inoculadas em placas de Trypticase Soy Agar (TSA) à 37 °C overnight. Para o preparo do inóculo foram selecionadas três colônias, as quais foram inoculadas em 10 mL de caldo Tryptic Soy Broth (TSB) e incubadas à 37 °C durante 3 horas.

Os cupons de aço inoxidável (tipo 304, acabamento n°4) utilizados apresentam dimensões de 1 cm² e foram higienizados e descontaminados por escovação utilizando água e detergente neutro. Para remoção de resíduos de detergente, os cupons foram lavados com água destilada e imersos em álcool 70%, durante 30 minutos. Após esta etapa, os cupons foram secos e autoclavados a 121 °C durante 15 minutos.

Os ensaios de formação de biofilme foram realizados em microplacas de

poliestireno de 12 poços. O inóculo foi ajustado a uma densidade ótica (590 nm) de 0.125, aproximadamente 10^8 Unidades Formadoras de Colônia (UFC), e alíquotas de 3mL de inóculo foram distribuídas nos poços. As placas foram incubadas no shaker à 37 °C à 60 rpm por 24 horas. Os ensaios foram realizados em duplicata em três momentos diferentes. A adesão das células vegetativas nos cupons utilizou-se o método de Contagem Padrão em Placa (CPP). Os cupons foram lavados com 3 mL de caldo Tryptic Soy Broth (TSB) para remoção das células planctônicas e frouxamente ligadas ao biofilme, logo, cada cupom foi transferido para um tubo Falcon® contendo 10 mL de solução salina e homogeneizado em agitador de tubos vórtex durante 10 minutos. Das suspensões homogeneizadas no vórtex foram retiradas alíquotas de 1 mL para diluições seriadas (10^{-1} a 10^{-7}), posteriormente inoculadas, pelo método de *spread-plate*, em placas de Ágar TSA. Após 37 °C por 24 horas, as colônias foram contadas e determinado o número de UFC/cm².

2.3 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa GraphPad Prism®. Foi aplicado o teste não paramétrico de Tukey para comparar o desempenho de adesão entre cada duas classes de produção, além do uso do Bonferroni para maior garantia de controle de erro tipo I (chance de falso positivo). As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas se o valor de $P \leq 0.05$.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as bactérias avaliadas foram capazes de formar biofilme. A tabela 1 apresenta o desempenho dos microrganismos quanto à capacidade de formação de biofilme.

Bactérias	Biofilme
<i>P. aeruginosa</i>	$7,10 \times 10^8 \pm 1,83$
<i>E. coli</i>	$2,93 \times 10^5 \pm 0,67$
<i>S. aureus</i>	$1,37 \times 10^6 \pm 0,09$
<i>S. Typhimurium</i>	$1,91 \times 10^7 \pm 0,52$

Tabela 1. Formação de biofilme em aço inoxidável por *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella enterica* sorovar Typhimurium expressos em UFC/cm².

De acordo com a tabela 1, o microrganismo que apresentou maior número de células viáveis em aço inoxidável foi *Pseudomonas aeruginosa*, obtendo-se ciclo logarítmico de 10^8 , seguido de *Salmonella enterica* sorovar *typhimurium*, com ciclos logarítmicos de 10^7 , *Staphylococcus aureus* com 10^6 e *Escherichia coli* com 10^5 .

Ronner e Wong (1993) e Wirtanen, Husmark e Mattila-sandholm (1996), afirmam que biofilme é o número de células aderidas de 10^5 e 10^3 por cm². Andrade (2008) ressalta que para se considerar que células aderidas constituem um biofilme, é necessário o número

mínimo de 10^7 células aderidas por cm^2 .

No intuito de avaliar o desempenho dos microrganismos no processo de formação de biofilme, os dados da tabela 1 foram compilados, e calculou-se a média das leituras, logo plotou-se um gráfico com auxílio do software GraphPad Prism® (Fig. 1)

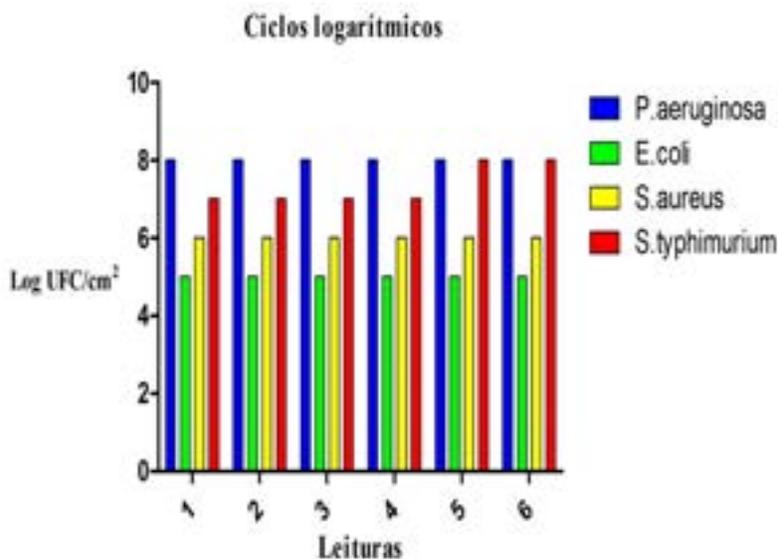


Figura 1. Ciclos logarítmicos das bactérias em todas as leituras.

Dentre as bactérias avaliadas, *P. aeruginosa* manifestou-se com maior desempenho médio para capacidade de formação de biofilme, confirmando os dados da literatura. Este microrganismo é um dos mais estudados em testes *in vitro* de formação de biofilme, ainda, pesquisas já descreveram que isolados de *P. aeruginosa* foram capazes de formar biofilmes com estruturas semelhantes a cogumelos, o que o caracteriza como forte produtor de biofilme (BRIDIER et al., 2010).

Algumas características que podem influenciar no processo merecem ser destacadas, como a alta produção de exopolissacarídeos (EPS), que está diretamente ligada com a formação de biofilme, pois, desencadeia a formação de uma matriz polissacarídica, o que caracteriza o estabelecimento do biofilme (FRANCO, 2010) e a presença de flagelos que facilitam a adesão inicial, promovendo sua locomoção até a superfície (GIACOMUCCI et al., 2019), aproximando-a de seu substrato, desenvolvendo um papel chave na adesão.

É importante também ressaltar que o desempenho do microrganismo também pode ser influenciado em razão da hidrofobicidade, visto que se as duas superfícies forem hidrofóbicas, a adesão pode ser termodinamicamente favorável (ARAÚJO, 2009), logo, cepas com características hidrofóbicas tendem a ter melhor adesão às superfícies hidrofóbicas do que às superfícies hidrofílicas (FREITAS, 2010). Em estudo realizado por

Freitas (2010), *S. aureus* apresentou maior adesão quando comparada a *P. aeruginosa* e o autor associou este resultado a hidrofobicidade do material estudado.

Desta forma, *P. aeruginosa* por ser uma bactéria gram-negativa, apresenta estruturas peculiares como membrana externa, pili, fimbrias e flagelo que confere diferentes graus de hidrofobicidade para célula e que geralmente estão associados à adesão. No que diz respeito ao aço inoxidável, neste ocorre um fenômeno denominado de passivação, onde o cromo presente no aço tende a se combinar com o oxigênio presente no meio, formando uma fina camada de óxido de cromo sobre a superfície, conferindo ao aço inoxidável hidrofobicidade (BOARI et al., 2009).

O desempenho médio de formação de biofilme por *P. aeruginosa*, foi seguido da *S. Typhimurium*. É possível também que a hidrofobicidade e os apêndices celulares tenham influenciado na capacidade de formação de biofilme, no entanto vale ressaltar, que a adesão do microrganismo é uma preocupação para indústria de alimentos, já que este sorotipo de *Salmonella* é o mais isolado em carcaças de suínos no Brasil (KICH et al., 2011; MULLER et al., 2009).

Salmonella Typhimurium é amplamente estudada devido sua habilidade de infectar vários animais e por causa de suas linhagens multirresistentes a desinfetantes e antimicrobianos comuns (HOTOON et al., 2011). Portanto, falhas no processo de higienização em abatedouros e salas de cortes, podem proporcionar ambientes favoráveis para desenvolvimento e estabelecimento do biofilme por *S. Typhimurium* ocasionando graves problemas na indústria de alimentos, visto que, esse sorotipo pode determinar doença gastrointestinal em amplo espectro de hospedeiros (VOLF et al., 2012).

O desempenho médio do *Staphylococcus aureus*, foi maior que o da *Escherichia coli*, confirmando dados da literatura de que *S. aureus* adere preferencialmente à superfície metálica (CRISTINA, 1987), neste caso a hidrofobicidade não influenciou, uma vez que, o microrganismo *S. aureus* é gram-positivo e *E. coli* é uma bactéria gram-negativa. Porém, Izquierdo e Hernández (2002) explicam que a capacidade de *E. coli* de formar biofilmes é fortemente influenciada pelo ambiente nutricional disponível, proporcionado, nesse caso, por meios de cultura com diferentes composições, evidenciando que o meio utilizado não é propício para a formação *in vitro* de biofilme por *E. coli*.

Sobre a comparação estatística, foi possível observar que a formação de biofilme por *P. aeruginosa* foi estatisticamente maior que a *E. coli*. O mesmo ocorreu entre *P. aeruginosa* e *S. aureus*. Todas as outras comparações não apresentaram diferença estatística, inclusive a de *P. aeruginosa* e *S. Typhimurium*, ou seja, ambas bactérias possuem alto desempenho para formação de biofilme, o que é preocupante já que estes microrganismos podem trazer problemas graves quando inseridos na alimentação humana.

4 | CONCLUSÃO

Desta forma, é possível compreender que *Pseudomonas aeruginosa*, possui alto desempenho no processo de formação de biofilme em aço inoxidável AISI 304, assim como bactéria *Salmonella enterica* sorovar Typhimurium. Isso implica em um problema para indústria de alimentos e outras áreas que utilizam o aço inoxidável para qualquer fim. Caso não ocorra uma correta higienização e controle sanitário do material utilizado e ambiente no qual está inserido, pode ocorrer a formação do biofilme sobre a superfície, gerando uma rota de contaminação vinculada a microrganismos patogênicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de iniciação científica (PIBIC), a FUNDECT e CNPq.

REFERÊNCIAS

AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE - AISI. Southfield: **AISI**, 2008. Disponível em: <<http://www.steel.org>>. Acesso em: 17/12/2013.

ANDRADE, N. J. **Higiene na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, p. 414, 2008.

ARAÚJO, E. A.; BERNARDES, P. C.; ANDRADE, N. J.; et al. **Hidrofobicidade de ribotipos de *Bacillus cereus* isolados de indústria de laticínios**. Aliment. Nutri., v. 20, n. 3, p. 491-497, 2009.

BARI, Md. L.; YEASMIN, S. **Food Safety and Preservation. Foodborne Diseases and Responsible Agents**. Academic. Press., p. 195-229. 2018.

BOARI, C. A.; ALVES, M. P.; TEBALDI, V. M. R.; et al. **Biofilm formation by *Aeromonas hydrophila* and *Staphylococcus aureus* on stainless steel using milk and different conditions of cultivation**. Ciênc. Tecnol. Aliment., v. 29, n. 4, p. 886-895, 2009.

BRASIL, Ministério da Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Coordenação Geral das Doenças Transmissíveis. **Surtos de doenças transmitidas por alimento no Brasil: Informe 2018**.

BRIDIER, A.; DUBOIS-BRISSONNET, F.; BOUBETRA, A.; et al. **The biofilm architecture of sixty opportunistic pathogens deciphered using high through put CLSM method**. J. Microbiol. Method., v.82, p.64-70, 2010.

COSTERTON, J. **Introduction to biofilm**. Int. J. Antimicrob. Agents., v. 11, p. 217-221, 1999.

CRISTINA, A.G. **Biomaterial-centered infection: microbial adhesion versus tissue integration**. Science, v. 237, n. 4822, p. 1588-1595, 1987.

FRANCO, M. R.; CAIAFFA-FILHO H. H.; BURATTINI, M. N.; et al. **Metallo-beta-lactamases among imipenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa* in a Brazilian university hospital**. Clinics, v. 65, n. 9, p. 825-829, 2010.

FREITAS, V. R.; SAND, S. T. V. D.; SIMONETTI, A. B. **Formação *in vitro* de biofilme por *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* na superfície de canetas odontológicas de alta rotação.** Rev. Odontol., v. 39, n. 4, p. 193-200, 2010.

GALIÉ, S.; GARCÍA-GUTIÉRREZ, C.; MIGUÉLEZ, E. M.; et al. **Biofilms in the Food Industry: Health Aspects and Control Methods.** Front. Microbiol., v. 9, 2018.

GIACOMUCCI, S.; CROS, C. D.-N.; PERRON, X.; et al. **Flagella-dependent inhibition of biofilm formation by sub-inhibitory concentration of polymyxin B in *Vibrio cholerae*.** PLOS ONE., v. 14, n. 8, p. e0221431, 2019.

IZQUIERDO, F.P.C.; HERNÁNDEZ, J. M. **Biofilm formation in *Escherichia coli* is affected by 3-(N-morpholino) propane sulfonate (MOPS).** Res. Microbiol., v. 153, p.181-185, 2002.

JONES, T. F.; YACKLEY, J. **Foodborne disease outbreaks in the United States: a historical overview.** Foodborne Pathog. Dis., v. 15, n. 1, p. 11-15, 2018.

KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; MORÉS, N.; et al. **Prevalence, distribution, and molecular characterization of *Salmonella* recovered from swine finishing herds and a slaughter facility in Santa Catarina, Brazil.** Int. J. Food Microbiol., v. 151, p.307-313, 2011.

MANIJEH, M.; MOHAMED, J.; ROHA, K. K. **Biofilm formation by *Salmonella enteridis* on food contact surfaces.** J. Biol. Sciences, v. 8, n. 2, p. 502-505, 2008.

MULLER, M.; SCHWARZ, P.; KICH, J.D.; et al. **Perfil sorológico e de isolamento de *Salmonella sp.* em suínos no início da terminação e ao abate.** Ciênc. Anim. Bras., v. 10, p. 931-937, 2009.

RONNER, A.B.; WONG, A. C. L. **Biofilm development and sanitizer inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium* on stainless steel and buna-n rubber.** J. Food Prot., v. 56, n. 9, p. 750-758, 1993.

VOLF, J.; STEPANOVA, H.; MATIASOVIC, J.; et al. ***Salmonella entérica* serovar Typhimurium and Enteritidis infection of pigs and cytokine signaling in palatine tonsils.** Vet. Microbiol., v. 156, p.127-135, 2012.

WIRTANEN, G.; HUSMARK, U.; MATTILA-SANDHOLM, T. **Microbial evaluation of the biotransfer potencial form surfaces with *Bacillus* biofilms after rinsing and cleaning procedures in closed food-processing systems.** J. Food Prot., v.59, n.7, p.727-733,1996.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aleitamento materno 36, 38, 39, 40

Alimentação complementar 36, 40, 41

Alimentos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, 25, 27, 28, 29, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 51, 52, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 72, 73, 74, 77, 78, 80, 82, 83, 84, 90, 91, 94, 95, 98, 99, 104, 115

Alimentos-análise 1

Alimentos e nutrição 15, 25, 94

Alimentos-microbiológicos 1

C

Caracterização físico-química 8, 16, 27

Casca 15, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 67, 68, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 91

Coco 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93

Comportamento alimentar 38, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 60, 61, 62

Compostos bioativos 18, 20, 22, 33

Concordância 42, 43

Consumo de frutas 27

Controles sanitários 73

Coronavírus 105, 106, 112

Covid-19 51, 52, 53, 58, 59, 61, 62, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113

Cupons 72, 73, 74, 75

D

Desenvolvimento social 40, 94, 95

Diabetes tipo 2 63, 65, 67, 70

E

Educação nutricional 36

Embalagens 3, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

Empreendedorismo social 94, 96, 99, 102, 103

Estresse 19, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 110, 111

Estresse agudo 51, 53, 54

Estresse crônico 19, 51, 53, 54, 58

F

Farinhas 1, 14

Fitoterapia 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71

G

Gelados 1, 8, 11, 12

H

Hábitos alimentares 36, 37, 39, 40, 55, 59

Hipomagnesemia 105, 109, 110, 111, 112

I

Interdisciplinaridade 94

Introdução alimentar 36, 37, 38, 39, 40

M

Magnesium 105, 106, 108, 112, 113, 114

Manga 15, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25

Microrganismos 6, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78

N

Nutrição 13, 15, 17, 18, 19, 25, 27, 36, 37, 38, 39, 41, 55, 59, 60, 62, 63, 65, 66, 69, 70, 94, 105, 115

O

Obesidade 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 38, 39, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 106

P

Pacientes idosos hospitalizados 42, 43

Polifenóis 22, 27

S

Subprodutos 16, 27, 73, 81

SUS 18, 19, 20, 24, 25, 63, 65, 66, 68, 70, 71, 106

T

Triagem nutricional 42, 43

V

Vinho e vinificação 1

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A interdisciplinaridade do binômio

“ALIMENTAÇÃO & NUTRIÇÃO”


Ano 2022



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A interdisciplinaridade do binômio

“ALIMENTAÇÃO & NUTRIÇÃO”

 **Atena**
Editora
Ano 2022

