



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Campus Rio de Janeiro

**Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Mestrado Profissional
em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

Rogério Caldeira Rodrigues Malta

Acinetobacter spp. isolados de
alimentos: estudo da tolerância ao
hipoclorito de sódio e elaboração de
livro digital

Rio de Janeiro

2021

Rogério Caldeira Rodrigues Malta

Acinetobacter spp. isolados de alimentos: estudo da tolerância ao hipoclorito de sódio e confecção de livro digital

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - *Campus* Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Janaína dos Santos Nascimento

Rio de Janeiro

2021

Ficha catalográfica elaborada por
Anderson Morais Chalaça
CRB7 5661

M261a Malta, Rogério Caldeira Rodrigues.
Acinetobacter spp. isolados de alimentos: estudo da tolerância ao hipoclorito de sódio e confecção de livro digital. / Rogério Caldeira Rodrigues Malta. – Rio de Janeiro, RJ, 2021.
67 f.: il.; 21 cm.

Dissertação (Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2021.

Orientadora: Profa. Dra. Janaina dos Santos Nascimento.

1. Alimentos - Microbiologia. 2. Testes de sensibilidade bacteriana. 3. Acinetobacter. I. Nascimento, Janaina dos Santos.

IFRJ/CMAR/CoBib

CDU 579.1

Rogério Caldeira Rodrigues Malta

Acinetobacter spp. isolados de alimentos:
Estudo da tolerância ao hipoclorito de sódio
e elaboração de livro digital

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - *Campus* Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em ___/___/_____.

Prof.^a Dra. Janaína dos Santos Nascimento (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

Dra. Ilana Teruszkin Balassiano
Instituto Oswaldo Cruz – IOC/Fiocruz

Prof.^a Dra. Barbara Cristina Euzébio Pereira Dias de Oliveira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro** por ter me dado o espaço, suporte e oportunidade necessários para a realização do meu mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Em especial, agradeço à minha orientadora, Professora Doutora **Janaína dos Santos Nascimento**. Sem sua incrível atuação, apoio, paciência, conversas e, principalmente, carinho eu certamente não teria conseguido concluir esta etapa da minha vida. Tenho muito orgulho de carregar seu nome junto ao meu nesta dissertação, no livro e nos artigos que publicamos. Obrigado por ter acreditado em mim desde o primeiro momento.

Ao MSc. **Gustavo Luis de Paiva Anciens Ramos** por todo apoio desde o início dos projetos. Por ter me ajudado fornecendo as cepas estudadas neste trabalho e pela participação sempre muito valiosa na elaboração do *e-book*, nos artigos publicados e nos trabalhos apresentados.

Ao então bolsista de iniciação científica **Carlos Henrique da Silva Cruz** que muito me auxiliou no laboratório durante os muitos dias de experimentos que aconteciam à noite. Sem sua ajuda, tudo seria muito mais difícil. Espero poder acompanhar sua trajetória de sucesso e conquistas como futuro médico.

Aos **professores** do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos por todos os conhecimentos repassados.

Às minhas colegas de turma e amigas **Lorena Coimbra, Ana Carolina Valle, Paula Taís e Mariana Ambrósio** pelas risadas, pela companhia e por compartilharem comigo tantos momentos incríveis dentro e fora de sala de aula.

Às Professoras Dra **Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa** (DTA-UFRRJ) e Dra **Waleska Giannini Pereira da Silva** (DQA-UFRRJ) que foram grandes incentivadoras desde a minha inscrição no processo seletivo de mestrado e sempre me acompanharam em todas as conquistas desde a graduação.

Aos meus **amigos e familiares** que foram meu alicerce em todos os momentos de dificuldade. Estes que ouviram meus desabafos, me acolheram quando foi preciso, me deram inúmeras doses de incentivo e nunca deixaram de acreditar em mim e no meu potencial. Obrigado por sempre estarem ao meu lado.

A **todos** que contribuíram de forma direta ou indireta para que eu chegasse até aqui, deixo minha gratidão e carinho. **Muito obrigado**

DEDICATÓRIA

Aos meus avós **Renilde Lourdes de Carvalho** (*in memoriam*), **Geraldo Caldeira Rocha e Rosa Maria dos Santos Rocha** que sempre foram meus grandes incentivadores.

À minha mãe **Rogeria dos Santos Caldeira** que tanto lutou para me proporcionar o melhor e me criou com tanto amor e dedicação.

Ao meu sobrinho **Hiago Malta de Menezes**.

Dedico esta dissertação a **todos os cientistas** que passam suas vidas produzindo conhecimento através de fatos e não de opiniões.

MALTA, R. C. R. ***Acinetobacter* spp. isolados de alimentos: Estudo da tolerância ao hipoclorito de sódio e elaboração de livro digital**. Dissertação apresentada como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus* Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2021.

RESUMO

Espécies do gênero *Acinetobacter* estão normalmente relacionadas a infecções associadas à assistência à saúde e têm extrema importância pela capacidade de algumas estirpes resistirem a múltiplos antibióticos. A identificação assertiva desses micro-organismos torna-se imprescindível para a atuação correta em casos de infecção, entretanto, devido as semelhanças fenotípicas entre as estirpes deste gênero, este processo é dificultado. Ao longo dos últimos anos, diversos autores têm reportado a incidência dessas estirpes resistentes a múltiplos antibióticos em alimentos, o que evidencia possível ameaça à saúde pública. As ocorrências são relatadas tanto em alimentos de origem animal, quanto de origem vegetal. Devido a capacidade de formação de biofilmes, estudos apontam inclusive para a dificuldade de eliminação de *Acinetobacter* spp. em superfícies mesmo após procedimentos de higienização comumente empregados em indústrias de alimentos. Atualmente, entretanto, ainda são poucos os estudos que apontam, de fato, para a importância da presença de estirpes do gênero *Acinetobacter* em alimentos como possíveis patógenos e as formas de prevenção e de controle para estes micro-organismos. Dessa forma, este trabalho teve como objetivos a avaliação da tolerância de diferentes isolados de *Acinetobacter* spp. oriundos de alimentos ao hipoclorito de sódio e a elaboração de um livro digital visando contribuir para a disseminação do conhecimento sobre *Acinetobacter* spp. e sua associação com os alimentos. Vinte e um isolados de *Acinetobacter* spp., incluindo resistentes e multirresistentes a antibióticos, sendo 11 provenientes de alimentos de origem animal (leite de cabra) e 10 de alimentos de origem vegetal (saladas), foram expostos a soluções de hipoclorito de sódio em

diferentes concentrações por 5 e 10 minutos, na presença e na ausência de matéria orgânica. Foi observado que somente um (F3R18/7) dos 21 isolados de *Acinetobacter* spp. provenientes de alimentos empregados neste trabalho foi sensível à concentração de NaOCl recomendada para sanitização de equipamentos e utensílios de contato com alimentos para consumo humano, após o tempo de exposição, sugerindo que o hipoclorito de sódio pode não ser eficiente para inativação dos isolados de *Acinetobacter* spp. utilizados neste trabalho. Os demais isolados apresentaram diferentes níveis de tolerância, atingindo concentrações até 90 vezes superiores à recomendada. Este fato é indicativo de que mais estudos relacionados à tolerância de estirpes de *Acinetobacter* spp. a sanitizantes precisam ser realizados para que formas mais eficazes de prevenção e controle para estes micro-organismos a partir da utilização de sanitizantes sejam desenvolvidas e validadas. Através da elaboração e da publicação do livro digital “*Acinetobacter* em alimentos: Uma visão geral” foi possível viabilizar o acesso a um material inédito em língua portuguesa, com aspectos relacionados a presença de estirpes do gênero *Acinetobacter* em alimentos e sua importância. Esse livro digital pode ser potencial incentivador de novas pesquisas no Brasil sobre o tema abordado, contribuindo positivamente para a disseminação do conhecimento científico.

Palavras-chave: *Acinetobacter*, patógeno alimentar, segurança de alimentos, livro digital, disseminação do conhecimento científico

MALTA, R. C. R. ***Acinetobacter* spp. isolados de alimentos: Estudo da tolerância ao hipoclorito de sódio e elaboração de livro digital**. Dissertação apresentada como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus* Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2021.

ABSTRACT

Acinetobacter species are commonly related to healthcare-associated infections and are extremely important due to the ability of some strains become *resistant to many antibiotic*. The assertive identification of these microorganisms becomes essential for the correct action in cases of infection, however, due to the phenotypic similarities between strains of this genus, this process is difficult. Over the past few years, several authors have reported the incidence of these strains resistant to multiple antibiotics in food, which highlights a possible threat to public health. Occurrences are reported in both animal and vegetable foods. Due to the ability to form biofilms, studies even point to the difficulty of eliminating *Acinetobacter* spp. on surfaces even after cleaning procedures commonly used in food industries. Currently, however, there are few studies that actually point to the importance of the presence of *Acinetobacter* spp. in food as possible foodborne pathogens and to ways of preventing and controlling these microorganisms. Thus, this work aimed to evaluate the tolerance of *Acinetobacter* spp. isolated from foods to sodium hypochlorite and the elaboration of a digital book (e-book) aiming to contribute to the dissemination of knowledge about *Acinetobacter* spp. and its association with food. Twenty-one *Acinetobacter* spp. isolates, including resistant and multiresistant to antibiotics, from animal (11 isolates from goat's milk) and vegetable (10 isolates from salads) food, were exposed to sodium hypochlorite solutions under different concentrations for 5 and 10 minutes, in the presence and absence of organic matter. It was observed that, after the exposure time, only one (F3R18/7) of the 21 *Acinetobacter* spp. isolates used in this work was sensitive to the concentration of NaOCl recommended for sanitizing equipment and utensils in contact with food for human consumption, suggesting that sodium hypochlorite may not be

efficient for inactivating the *Acinetobacter* spp isolates used in this work. The other isolates showed different levels of tolerance, reaching concentrations up to 90 times higher than recommended. This fact is indicative that more studies related to the tolerance to sanitizers presented by *Acinetobacter* spp. need to be carried out, aiming the developing and validation of most effective forms of prevention and control of these microorganisms by the use of sanitizers. Through the preparation and publication of the digital book “*Acinetobacter* in food: An overview” it was possible to facilitate the access to an unprecedented material in Portuguese, with aspects related to the incidence of *Acinetobacter* strains in food and its importance. This digital book can be a potential incentive for new studies in Brazil on the topic discussed, contributing positively to the dissemination of scientific knowledge.

Keywords: *Acinetobacter*, foodborne pathogen, food safety, digital book, dissemination of scientific knowledge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Morfologia de <i>Acinetobacter</i> spp.....	19
Figura 2: Cultura de <i>Acinetobacter baumannii</i> em ágar sangue de carneiro.....	20
Figura 3: Sítios de infecção e aspectos da virulência do <i>A. baumannii</i>	22
Figura 4: Metodologia para ensaio de tolerância de <i>Acinetobacter</i> sp. ao hipoclorito de sódio.....	38
Figura 5: Contribuição de diferentes países no cadastro de isolados de <i>Acinetobacter</i> spp. tipados por MSLT e cadastrados na plataforma PubMLST.org.....	48
Figura 6: Número de isolados de <i>Acinetobacter</i> spp. tipados e cadastrados no PubMLST.org de acordo com a origem	49
Figura 7: Esquema da estrutura do <i>e-book</i>	51
Figura 8: Capa do <i>e-book</i> resultante desta dissertação	53
Figura 9: Ficha catalográfica do <i>e-book</i>	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Concentrações de uso permitidas para sanitizantes utilizados em equipamentos e utensílios de contato com alimentos.	27
Tabela 2: Isolados de <i>Acinetobacter</i> spp. utilizados neste trabalho	36
Tabela 3: Concentrações máximas de hipoclorito de sódio toleradas por <i>Acinetobacter</i> spp. provenientes de saladas prontas para consumo após 5 e 10 minutos de exposição.....	42
Tabela 4: Concentrações máximas de hipoclorito de sódio toleradas por <i>Acinetobacter</i> spp. provenientes de produtos lácteos após 5 e 10 minutos de exposição.	42
Tabela 5: Número de registros dos descritores utilizados neste trabalho em três plataformas de acesso a literatura acadêmica	47
Tabela 6: Número de isolados de <i>Acinetobacter</i> spp. tipados e cadastrados na plataforma PubMLST.org	47
Tabela 7: Número de isolados de <i>Acinetobacter</i> spp. tipados por MLST e registrados na plataforma PubMLST de acordo com o país.	49
Tabela 8: Tópicos abordados no desenvolvimento do <i>e-book</i>	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDC - *Centers for Disease Control and Prevention* (Centro para o controle e prevenção de doenças)

DOI - *digital object identifier* (identificador digital do objeto)

ESBL - *Extended spectrum beta-lactamases* (beta-lactamases de espectro estendido)

FDA - *Food and Drug Administration*

IRAS - Infecções relacionadas à assistência à saúde

KPC - *K. pneumoniae carbapenemase* (carbapenemases de *Klebsiella pneumoniae*)

LPSN - *List of prokaryotic names with standing in nomenclature* (Lista de nomes procarióticos com base na nomenclatura)

MALDI-TOF/MS - *Matrix assisted laser desorption ionization by time-of-flight mass spectrometry* (Espectrometria de massa de ionização por dessorção a laser assistida por matriz com analisador por tempo de voo)

MDR - *Multidrug resistant* (multirresistente a drogas)

MLST - *Multi-locus sequence typing* (tipagem de sequências *multi-locus*)

ppm - Partes por milhão

UFC - Unidades formadoras de colônias

UTI's - Unidades de tratamento intensivo

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
DEDICATÓRIA	7
RESUMO	8
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	14
1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1. O GÊNERO <i>ACINETOBACTER</i>	19
2.2. <i>ACINETOBACTER BAUMANNII</i>	21
2.3. <i>ACINETOBACTER</i> SPP. NO AMBIENTE HOSPITALAR	23
2.4. <i>ACINETOBACTER</i> SPP. ISOLADOS DE ALIMENTOS	24
2.4.1. Aplicação tecnológica	24
2.4.2. Possível patógeno de origem alimentar.....	25
2.5. PREVENÇÃO E CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO: USO DE SANITIZANTES.....	26
2.5.1. Hipoclorito de Sódio.....	28
2.5.2. Ácido Peracético.....	28
2.5.3. Quaternário de Amônio.....	28
2.6. TOLERÂNCIA DE <i>ACINETOBACTER</i> SPP. A AGENTES SANITIZANTES	29
2.7. <i>ACINETOBACTER</i> SPP. EM ALIMENTOS E A DIVULGAÇÃO DESSES DADOS NO BRASIL	30
2.7.1 O Livro Digital (<i>e-book</i>) como instrumento de divulgação do conhecimento científico	31
3. JUSTIFICATIVA	33
4. OBJETIVOS	35
4.1. OBJETIVO GERAL	35
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
5. MATERIAIS E MÉTODOS	36
5.1. ISOLADOS BACTERIANOS	36

5.2.AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA DOS ISOLADOS DE <i>ACINETOBACTER</i> SPP. PROVENIENTES DE ALIMENTOS AO HIPOCLORITO DE SÓDIO	37
5.2.1. Solução de hipoclorito de sódio utilizada neste trabalho	37
5.2.2. Tolerância ao hipoclorito de sódio na ausência de matéria orgânica	37
5.3.COLETA DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE <i>ACINETOBACTER</i> E SUA ASSOCIAÇÃO COM ALIMENTOS	39
5.3.1. Levantamento bibliográfico	39
5.3.2. Pesquisa na plataforma PubMLST.org	39
5.3.3. Pesquisa na plataforma Google Livros	39
5.4.ELABORAÇÃO DO <i>E-BOOK</i>	40
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
6.1.TOLERÂNCIA DOS ISOLADOS DE <i>ACINETOBACTER</i> SPP. PROVENIENTES DE ALIMENTOS AO HIPOCLORITO DE SÓDIO	41
6.2.COLETA DE DADOS PARA JUSTIFICATIVA DE ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE <i>ACINETOBACTER</i> E SUA ASSOCIAÇÃO COM ALIMENTOS.....	46
6.2.1. Levantamento bibliográfico	46
6.2.2. Pesquisa na plataforma PubMLST.org	47
6.2.3. Pesquisa na plataforma Google Livros	50
6.3.ELABORAÇÃO DO <i>E-BOOK</i>	50
6.3.1. Definição do público alvo do <i>e-book</i>	50
6.3.2. Estrutura do <i>e-book</i>	51
7. CONCLUSÕES.....	56
8. PROBLEMAS ENFRENTADOS DEVIDO À PANDEMIA DE COVID-19	57
9. PRODUÇÕES TÉCNICAS E CIENTÍFICAS	58
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Acinetobacter* é composto por bactérias Gram-negativas aeróbicas estritas. Tendo suas primeiras pesquisas datadas no início do século XX, este gênero possui mais de sessenta espécies descritas, sem associação a doenças em humanos, em sua maioria (GORDON & WAREHAM, 2010; LPSN, 2021).

Em contrapartida, o representante mais importante desde gênero, *Acinetobacter baumannii*, tem sido amplamente estudado devido à propensão de desenvolver mecanismos de resistência aos principais grupos de antibióticos e estar associado a diversas infecções no trato intestinal, pele e corrente sanguínea. Infecções causadas por *Acinetobacter baumannii* ocorrem, em grande parte, atingindo pacientes mais vulneráveis, com algum tipo de lesão na pele ou na proteção das vias aéreas, sendo comum estar associado a pneumonia hospitalar. A taxa de mortalidade de pacientes devido a infecções oriundas de bactérias resistentes a múltiplos antibióticos dessa espécie chega a 60%. (PELEG *et al.*, 2008; GORDON & WAREHAM, 2010; NOCERA *et al.*, 2021). Em geral, o tratamento para infecções causadas por *Acinetobacter spp.* pode incluir alimentação enteral, ventilação mecânica e o uso de antibióticos de amplo espectro (PATEL *et al.*, 2019).

Atualmente, *Acinetobacter spp.* têm sido isoladas em amostras de alimentos que poderiam ser, portanto, considerados vetores para a transmissão desses micro-organismos (CARVALHEIRA *et al.*, 2017a). No estudo de Carvalheira e colaboradores (2017b), estirpes de *Acinetobacter spp.* foram isoladas de amostras de alface e frutas, e a resistência desses micro-organismos a diferentes antibióticos foi determinada como o fator de risco para a contaminação dos consumidores desses alimentos.

Em outro estudo, os autores detectaram a presença e susceptibilidade a antibióticos de *Acinetobacter spp.* em diferentes amostras de carne, sendo isolados fora do ambiente hospitalar (local mais comum da incidência deste micro-organismo). Foi verificado que nas amostras coletadas, essas bactérias foram resistentes a múltiplos antibióticos, o que caracteriza uma ameaça à saúde pública, considerando a carne como um vetor para a contaminação por estas bactérias dentro e fora de hospitais (CARVALHEIRA *et al.*, 2017a).

As boas práticas de fabricação dos alimentos são formas viáveis para o controle da contaminação de alimentos por esses micro-organismos. No estudo de

Araújo e colaboradores (2015), foi verificada a incidência de espécies de *Acinetobacter* resistentes a múltiplos antibióticos em amostras de fórmulas lácteas infantis em um lactário no estado do Rio de Janeiro. Os resultados também indicaram a contaminação dos utensílios utilizados no processo de reconstituição desses alimentos, sinalizando a necessidade de observação das boas práticas.

A partir do conhecimento da incidência desses micro-organismos em amostras de alimentos tanto de origem vegetal quanto de origem animal, torna-se importante verificar a eficiência de formas conhecidas de higienização e controle microbiológico - por exemplo, utilização de solução clorada no caso de vegetais e cocção no caso de produtos de origem animal - na eliminação dessas bactérias, com intuito de que os alimentos não se tornem veículos de contaminação ao serem consumidos (CAMPOS *et al.*, 2019).

Entretanto, são poucas pesquisas relacionadas a incidência de bactérias do gênero *Acinetobacter* em alimentos no Brasil e não há materiais didáticos em português disponíveis sobre o tema nas principais plataformas acadêmicas, como Pubmed, Google Acadêmico e Periódicos Capes. Desta forma, a elaboração de um livro digital sobre o assunto pode ser uma ferramenta valiosa para a difusão desse conhecimento pelo formato moderno e por proporcionar rápido acesso com o auxílio da internet (ARARUNA *et al.*, 2019).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O GÊNERO *ACINETOBACTER*

A primeira cepa de *Acinetobacter spp.*, identificada como *Micrococcus calcoaceticus* foi isolada do solo por Beijerinck em 1911. O gênero *Acinetobacter* comporta um grupo heterogêneo de bactérias Gram-negativas, catalase positivas, não fermentadoras, aeróbicas estritas, não móveis, oxidase positivas. As células possuem forma cocóide ou cocobacilar, tendo aproximadamente 1,5 μ m de comprimento (**Figura 1**). Taxonomicamente, o gênero pertence à família *Moraxellaceae* e ao subgrupo *Gammaproteobacteria* - este abrange os gêneros *Psychrobacter*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, entre outros (VISCA *et al.*, 2011, PELEG *et al.*, 2008). Atualmente, o gênero *Acinetobacter* é composto por mais de 60 espécies (LPSN, 2021).

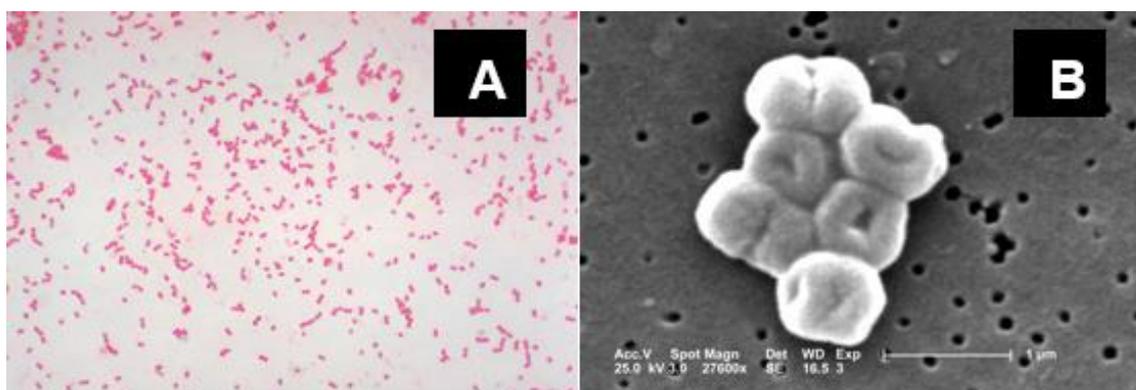


Figura 1: Morfologia de *Acinetobacter spp.* (A) Visualização de *Acinetobacter calcoaceticus* a partir de coloração de Gram (Fonte: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=6497>); (B) Cepa de *Acinetobacter baumannii*, visualizada por microscopia eletrônica de varredura (Fonte: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=6497>).

Quando inoculadas em ágar sangue de carneiro, sendo incubadas sob temperaturas entre 20°C e 30°C (temperatura ótima de crescimento das espécies ambientais), as colônias típicas de *Acinetobacter spp.* têm de 1 a 2 mm de diâmetro, não apresentam pigmentação (colônias brancas ou cor creme), de forma mucóide ou lisa (**Figura 2**). As espécies clinicamente importantes se desenvolvem melhor em temperaturas de 37°C, dentre estas, várias apresentaram capacidade de

hemólise nesse meio (JAWARD *et al.*, 1994; DIJKSHOORN *et al.*, 2005; KURCIK-TRAJKOVSKA, 2009; VISCA *et al.*, 2011).



Figura 2: Cultura de *Acinetobacter baumannii* em ágar sangue de carneiro (Fonte: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=17067>)

Tendo em vista a crescente quantidade de variações genômicas reconhecidas nos últimos anos e as semelhanças fenotípicas entre elas, dificuldades podem ser encontradas na identificação correta de algumas espécies genômicas de *Acinetobacter* spp. Em contrapartida, existem diferenças significativas entre as espécies com relação à patogenicidade, resistência a antibióticos e capacidade de causar surtos. Por este motivo, a identificação incorreta de uma espécie pode gerar consequências significativas nas tomadas de ação nos surtos causados por esses micro-organismos (FERNÁNDEZ-CUENCA *et al.*, 2018).

Acinetobacter spp. são encontrados mais comumente em locais contaminados por hidrocarbonetos e em ambientes naturais como, solo, água doce, sedimentos, oceanos e região polar (JUNG *et al.*, 2015). Também são conhecidos por serem patógenos oportunistas que, embora causem infecções hospitalares graves, são considerados micro-organismos de baixa virulência, com algumas exceções. Características como a hidrofobicidade da superfície celular, membrana externa formada por polissacarídeos que protegem a célula de fagócitos, dois tipos de fímbrias responsáveis pela capacidade de aderência dessas bactérias a células epiteliais, habilidade de produção de sideróforos, potencial tóxico dos lipopolissacarídeos presentes na parede celular e vesículas de membrana externa são importantes fatores de virulência dessas bactérias (DHOUGARI *et al.*, 2011; KURCIK-TRAJKOVSKA, 2019).

As investigações quanto à resistência de *Acinetobacter* spp. a diferentes antibióticos têm sido focadas, em grande parte, em cepas patogênicas de *Acinetobacter baumannii* devido às dificuldades no tratamento de infecções causadas por esta espécie. Na década de 70, estas infecções eram comumente tratadas com a administração de antibióticos β -lactâmicos, aminoglicosídeos e tetraciclinas. Atualmente, estudos apontam que 30% das estirpes isoladas de infecções em unidades de tratamento intensivo (UTI's) têm apresentado resistência a essas classes de antibióticos (JUNG *et al.*, 2015; LOCKHART *et al.*, 2007).

2.2. ACINETOBACTER BAUMANNII

Dentre as espécies mais importantes do gênero *Acinetobacter* associadas a infecções hospitalares (**Figura 3**), está o *A. baumannii*. Este micro-organismo está diretamente ligado à maioria dos casos de infecções em unidades de tratamento intensivo e, devido à alta capacidade de resistência a diferentes antibióticos, a seus mecanismos de resistência, a fatores de virulência e à patogenicidade, têm sido amplamente estudados atualmente (LEE *et al.*, 2017).

O complexo *Acinetobacter baumannii*, formado pelas espécies *A. baumannii*, *A. pittii*, *A. nosocomialis* e *A. seifertii* relaciona as espécies mais envolvidas em casos de infecções ao redor do mundo (DIJKSHOORN *et al.*, 2007).

As infecções por *A. baumannii* acontecem normalmente em um ambiente hospitalar ou na transferência de pacientes entre hospitais e outras instituições de atendimento à saúde, no entanto, a origem das infecções epidêmicas causadas por esta bactéria nesses ambientes é frequentemente desconhecida. Este micro-organismo tem a capacidade de sobreviver em ambientes secos e com pouca disponibilidade de nutrientes o que facilita sua disseminação em ambientes naturais e hospitalares. Os dispositivos e equipamentos médicos, portanto, podem servir de reservatório para estas bactérias e contribuir para a duração prolongada dos surtos (DIJKSHOORN *et al.*, 2007; ALMASAUDI, 2018).

Infecções relacionadas a outras espécies do gênero *Acinetobacter* são incomuns e, geralmente, têm baixa taxa de mortalidade. Estes pequenos surtos estão associados normalmente a utilização de fluidos de infusão contaminados (VISCA *et al.*, 2011).

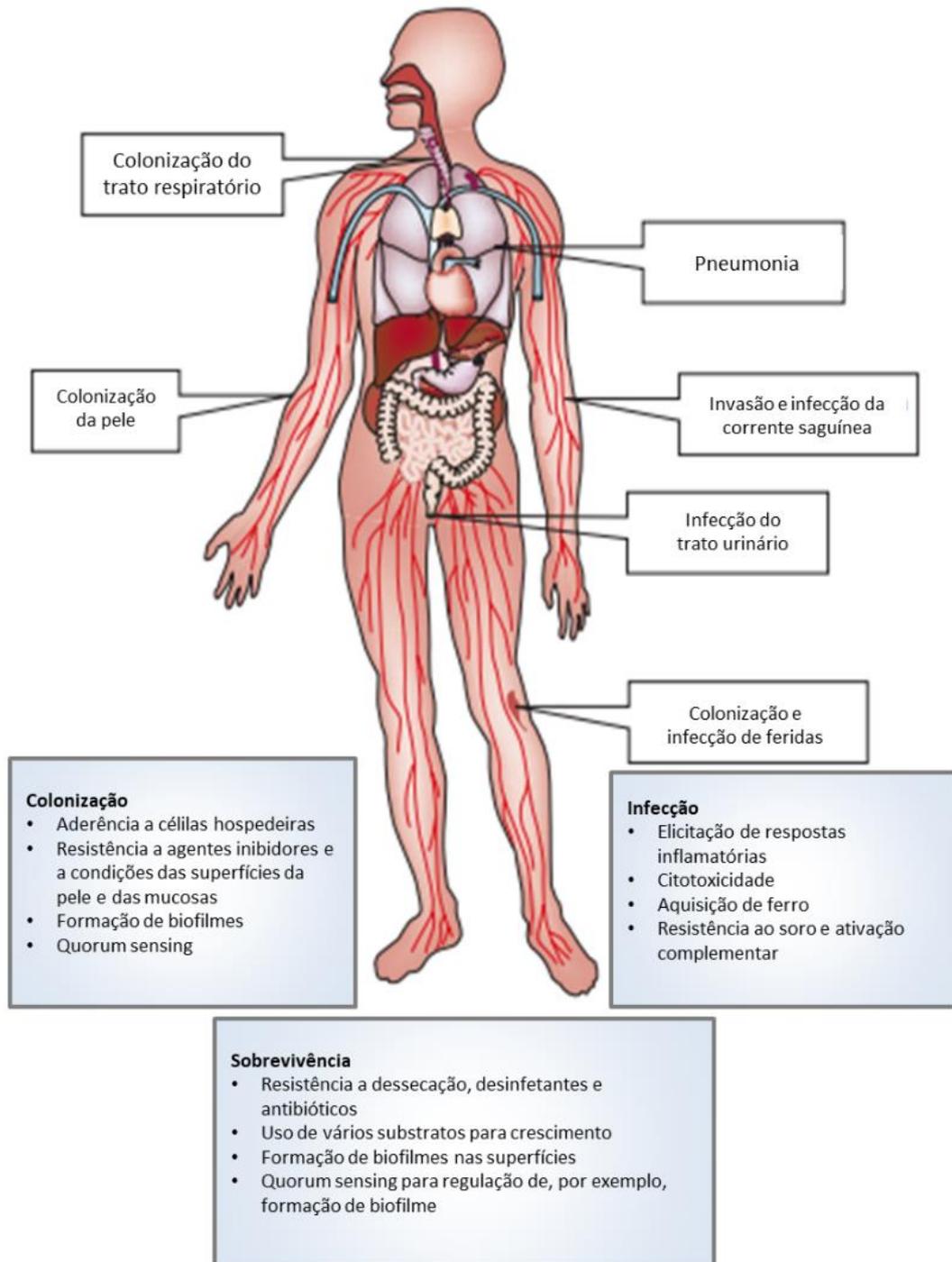


Figura 3: Sítios de infecção e aspectos da virulência do *A. baumannii* (Fonte: Adaptado de Dijkshoorn *et al.*, 2007)

Devido ao aumento da capacidade de resistência a praticamente todos os antibióticos disponíveis, o *A. baumannii* tem atraído atenção. Sendo comprovadamente resistente a cefalosporinas de primeira e segunda gerações e cloranfenicol, este micro-organismo apresenta também mecanismos que o tornam resistente a antibióticos β -lactâmicos de amplo espectro, tetraciclinas, fluoroquinolonas e aminoglicosídeos. A grande preocupação é que estudos têm apontado o desenvolvimento da resistência desse micro-organismo inclusive a medicamentos, como carbapenems, que começaram a ser amplamente utilizados em 1985 e foram os mais usados para o tratamento de infecções causadas por *A. baumannii* resistentes a múltiplos antibióticos por anos (DIJKSHOORN *et al.*, 2007).

A. baumannii possui vários mecanismos de resistência aos antibióticos conhecidos. Dentre estes estão a degradação enzimática dessas drogas, a alteração de permeabilidade, o efluxo e modificação dos sítios ativos de antibióticos (LEE *et al.*, 2017).

2.3. ACINETOBACTER SPP. NO AMBIENTE HOSPITALAR

Acinetobacter spp. são patógenos oportunistas normalmente ligados a infecções adquiridas em unidades de tratamento intensivo, principalmente em pacientes mais debilitados. Estas infecções, em sua maioria, são atribuídas ao *A. baumannii* (em casos mais raros estão associadas à espécie genômica 3 - *A. nosocomialis* - e à espécie genômica 13 - *A. pittii*) e são as manifestações endêmicas e epidêmicas mais marcantes em hospitais, geralmente relacionadas a isolados que são resistentes a múltiplos antibióticos. Exemplos destas infecções são: pneumonias associadas à ventilação mecânica, infecções da corrente sanguínea, infecções na pele e tecidos moles, infecções de feridas, infecções no trato urinário e meningite secundária. Há possibilidade de infecções por outras espécies do gênero *Acinetobacter*, porém as taxas de mortalidade são menores (DIJKSHOORN *et al.*, 2007).

Os fatores de risco para infecção por *A. baumannii* têm sido estudados. Condições como tempo de permanência em hospitais e UTI's, cirurgias complexas, queimaduras, traumas maiores, ventilação mecânica e utilização de dispositivos residentes (cateteres intravasculares, cateteres urinários e tubos de drenagem) são

exemplos de fatores de risco para que estas infecções ocorram, sendo a pneumonia por ventilação mecânica a de maior incidência em UTI's (VISCA *et al.*, 2011).

2.4. ACINETOBACTER SPP. ISOLADOS DE ALIMENTOS

2.4.1. Aplicação tecnológica

Os alimentos, principalmente os frescos e minimamente processados, são conhecidos como importantes veículos para transmissão de patógenos para humanos. Atualmente, alguns autores têm reportado a incidência de *Acinetobacter* spp. alimentos como agentes que podem promover características sensoriais desejáveis aos produtos por possuírem capacidade proteolítica e lipolítica.

É o caso do estudo de Koochi e colaboradores (2014), no qual espécies de *Acinetobacter* foram extraídas e identificadas do queijo *Kooche*, produzido no oeste do Azerbaijão, que é maturado em subsolo por um período de 3 a 6 meses. Os autores verificaram que essas bactérias seriam responsáveis por conferir características de sabor, odor e textura únicas ao queijo. Além disso, foi observado que, quando estas estirpes de *Acinetobacter* spp. foram utilizadas como culturas *starter* no processo de formulação de diferentes queijos fermentados, os resultados encontrados foram similares aos obtidos quando as culturas *starter* tradicionais eram utilizadas, sugerindo que as estirpes de *Acinetobacter* spp. poderiam ser utilizadas de forma eficiente em processos industriais de produção de queijos fermentados.

Analogamente, Pangallo e colaboradores (2013) verificaram que no queijo eslovaco *May Bryndza*, produzido a partir de leite de ovelha, três espécies identificadas do gênero *Acinetobacter* (*A. calcoaceticus*, *A. guillouiae* e *A. johnsonii*) faziam parte da diversidade dinâmica de micro-organismos responsáveis por contribuir, durante o processo de maturação, com a produção de ácido lático e com a construção das características sensoriais específicas deste produto.

2.4.2. Possível patógeno de origem alimentar

Estudos sugerem que as bactérias do gênero *Acinetobacter* isoladas de alimentos podem ser veiculadas como patógenos oportunistas (MALTA *et al.*, 2020).

Araújo e colaboradores (2015) verificaram a incidência de *A. baumannii* em amostras de formulas lácteas infantis destinadas a neonatos (de 0 a 6 meses de idade) em um lactário na cidade do Rio de Janeiro. No trabalho, voltado *a priori* para a detecção de possível contaminação desses alimentos por *Salmonella* spp., amostras de três lotes diferentes das fórmulas foram analisadas, bem como os utensílios utilizados (previamente higienizados com água e sabão, colocados em água fervente por 10 minutos antes da utilização) no preparo das mesmas.

Apesar de não ser detectada contaminação por *Salmonella* spp. em nenhuma das amostras analisadas, os autores observaram a presença de diferentes bactérias Gram negativas. Dos 44 isolados desta natureza obtidos durante o experimento, 37,8% (17 isolados) foram identificados como pertencentes ao complexo *Acinetobacter baumannii/calcoaceticus*, dos quais 14 isolados (84,3%) foram resistentes a múltiplos antibióticos. Os autores apontam para a importância da correta higienização (detergência e sanitização) dos utensílios utilizados no preparo das formulações e para a aplicação de treinamentos voltados às boas práticas de manipulação desses alimentos de forma a evitar que patógenos oportunistas sejam veiculados para neonatos a partir desses alimentos (ARAÚJO *et al.*, 2015).

No estudo de Cho e colaboradores (2018), estirpes de *Acinetobacter* spp. resistentes a antibióticos foram isoladas a partir de amostras de leite em pó. Os autores relatam que, apesar das estirpes identificadas no estudo não apresentarem o mesmo espectro de resistência a antibióticos quando comparadas às estirpes encontradas em hospitais, a cadeia de abastecimento de alimentos pode servir como veículo para a entrada desses micro-organismos no ambiente hospitalar e para o desenvolvimento de estirpes com novos genes de resistência a antibióticos.

Carvalho e colaboradoras (2017a) também alertam para o potencial papel de *Acinetobacter* spp. como patógeno alimentar. As autoras reportam a incidência de isolados de *Acinetobacter* spp. em todas as amostras de carne crua de diferentes animais (porco, boi, frango e peru) analisadas no estudo realizado. Dentre as estirpes identificadas, foi verificada a incidência de algumas resistentes a antibióticos nas

amostras. De forma análoga, no estudo realizado por Elbehiry e colaboradores (2021), foram identificadas cepas de *Acinetobacter baumannii* resistentes a antibióticos e com capacidade de formação de biofilme em amostras de carne de origem animal, principalmente de ovelha.

Estirpes de *Acinetobacter* spp. não têm sido apenas isoladas em produtos de origem animal. Há registros na literatura de isolamento destas bactérias em frutas e verduras. Cavalheira e colaboradoras (2017b) relatam evidências de bactérias do gênero *Acinetobacter* nesses alimentos. Neste estudo, amostras de alface e frutas (banana, maçã, pera e morango) coletadas em supermercados na região de Porto (Portugal) foram analisadas. Cepas de *Acinetobacter* spp. foram encontradas em 86,7% das alfaces e 70,0% das frutas analisadas. Dentre as estirpes identificadas, 11,0% pertencem a espécies relevantes no que diz respeito a infecções hospitalares (*A. baumannii*, *A. pittii*, *A. seifertii* e *A. nosocomialis*). Desta forma, as autoras alertam para o fato desses alimentos serem habitat natural de inúmeras espécies do gênero *Acinetobacter*, incluindo as pertencentes ao complexo *A. baumannii* que são importantes devido à patogenicidade.

Estas evidências apontam para a importância de avaliar se os alimentos podem ser vetores para a contaminação por *Acinetobacter* spp., se é possível inativar estas bactérias com os métodos de sanitização já conhecidos e aplicados normalmente nos processos de higienização na área de alimentos (CARVALHEIRA *et al.*, 2017b; AMORIM & NASCIMENTO, 2017; MALTA *et al.*, 2020).

2.5. PREVENÇÃO E CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO: USO DE SANITIZANTES

A higienização de superfícies na indústria de alimentos é comumente identificada como uma das mais importantes etapas na garantia da qualidade do produto final. Na revisão bibliográfica feita por Møretrø e Langsrud (2017), percebe-se a prevalência de algumas bactérias dos gêneros *Pseudomonas* e *Acinetobacter* em superfícies mesmo após a etapa de sanitização. Isso, segundo o estudo, pode ser atribuído à capacidade desses micro-organismos de formarem biofilmes.

Entender como os diferentes tipos de sanitizantes atuam na inativação de micro-organismos é importante para que, dependendo das características do produto a ser produzido, seja possível escolher o melhor produto para que este controle seja efetuado.

De acordo com o “Food and Drug Administration” (FDA, 2019), as concentrações de sanitizantes recomendadas para o uso em equipamentos e utensílios de processamento de alimentos e em outros artigos de contato com alimentos para o consumo humano estão descritas na **Tabela 1**.

Tabela 1: Concentrações de uso permitidas para sanitizantes utilizados em equipamentos e utensílios de contato com alimentos.

Sanitizante	Apresentação da solução	Concentrações de uso
Hipoclorito de sódio	Solução aquosa de hipoclorito de sódio	Não mais de 200 ppm de cloro ativo
Ácido peracético	Solução aquosa contendo peróxido de hidrogênio, ácido peracético e ácido acético e ácido 1-hidroxietilideno-1,1-difosfônico	Não menos que 100 ppm e não mais que 200 ppm de ácido peracético
Cloreto de benzalcônio	Solução aquosa contendo quantidades iguais de cloreto de n-alkil benzil dimetil amônio e cloreto de n-alkil dimetil etil benzil amônio	Não mais de 200 ppm do composto quaternário ativo

ppm, partes por milhão. Fonte: FDA (2019).

2.5.1. Hipoclorito de Sódio

Com baixo custo agregado, os desinfetantes clorados, como o hipoclorito de sódio (NaClO), são oxidantes com características bactericidas de amplo espectro. Em sua ação, o NaClO se dissocia, e pode formar o ácido hipocloroso (HClO), forma mais eficaz do sanitizante. Os compostos clorados oxidam as proteínas membranares da bactéria, causando a morte celular (CAPITA *et al.*, 2019; GUO *et al.*, 2019).

Como o NaClO também reage com matéria orgânica, sua capacidade bactericida pode diminuir dependendo da concentração utilizada e da quantidade de matéria orgânica presente no meio (GUO *et al.*, 2019).

2.5.2. Ácido Peracético

O ácido peracético é um sanitizante utilizado para a higienização de equipamentos, ambientes e utensílios da indústria de alimentos e possui amplo espectro de atuação contra bactérias, fungos e vírus (RIBEIRO *et al.*, 2020).

Este sanitizante tem capacidade redox superior a muitos desinfetantes descritos na literatura como, por exemplo, os clorados. Por ser um sanitizante considerado seguro por não formar subprodutos tóxicos (em sua decomposição, formam-se água, oxigênio e ácido acético), ele é amplamente utilizado na indústria de alimentos (CHEN *et al.*, 2019).

2.5.3. Quaternário de Amônio

Os sanitizantes à base de quaternário de amônio como, por exemplo, o cloreto de benzalcônio, são compostos catiônicos surfactantes. A atuação se dá na bicamada da membrana lipídica presente nas células microbianas, promovendo o rompimento e, como consequência, a morte celular (CAPITA *et al.*, 2019).

Amplamente utilizados em diversos segmentos industriais pela alta capacidade surfactante, os compostos a base de quaternário de amônio possuem alta taxa de degradação em ambientes aeróbicos, resultando em gradientes de concentração durante a utilização. Este fato pode gerar uma ação ineficaz na sanitização de alguns

ambientes ou uma dosagem superior ao necessário para que se garanta a eficácia da higienização (GADEA *et al.*, 2017).

2.6. TOLERÂNCIA DE *ACINETOBACTER* SPP. A AGENTES SANITIZANTES

A tolerância de estirpes do gênero *Acinetobacter* a sanitizantes tem sido estudada ao longo dos anos, normalmente aplicada a isolados clínicos. Os autores têm apontado a resistência dessas bactérias a diversas concentrações de hipoclorito de sódio, entre outros sanitizantes comumente utilizados em ambientes hospitalares como, por exemplo, sabonetes antissépticos (LANGSRUD *et al.*, 2006; SUWANTARATET *et al.*, 2014; LIU *et al.*, 2014).

No entanto, Møretrø e Langsrud (2017) destacam este assunto relacionado a resistência de bactérias em superfícies na indústria de alimentos. Na revisão, os autores destacam que bactérias Gram negativas como *Pseudomonas* spp., membros da família *Enterobacteriaceae* e *Acinetobacter* spp. representam a maior parte dos isolados encontrados nestas superfícies após os processos de higienização. Os autores compilam vários estudos relacionados a higienização de superfícies em indústrias de processamento de diferentes alimentos como carne bovina, peixes e frutos do mar, produtos lácteos e outros.

A capacidade de bactérias do gênero *Acinetobacter* em formar biofilmes é associada à sua prevalência em ambientes mesmo após processos de higienização. Além disso, essas bactérias, juntamente com *Pseudomonas* spp., podem ser correlacionadas com possíveis alterações nos alimentos, afetando aspectos voltados à qualidade dos mesmos (MØRETRØ & LANGSRUD, 2017; NOCERA *et al.*, 2021)

Entretanto, a prevalência de *Acinetobacter* spp. em indústrias pode representar preocupação, já que estirpes patogênicas resistentes a diversos antibióticos têm sido isoladas em várias amostras alimentícias e há estudos que apontam para a preocupação de que os alimentos possam servir como vetores para infecções por essas bactérias (ARAÚJO *et al.*, 2015; CARVALHEIRA *et al.*, 2017 a e b; MALTA *et al.*, 2020).

2.7. ACINETOBACTER SPP. EM ALIMENTOS E A DIVULGAÇÃO DESSES DADOS NO BRASIL

Como citado anteriormente, alguns autores têm sinalizado a incidência de *Acinetobacter* spp. resistentes a antibióticos em alimentos. Nestes estudos, comenta-se sobre a identificação de estirpes destas bactérias em diversos tipos de alimentos, independentemente de sua origem (animal ou vegetal) e, inclusive, sobre a resistência desses micro-organismos mesmo após etapas de higienização em superfícies na indústria de alimentos (ARAÚJO *et al.*, 2015; CARVALHEIRA *et al.*, 2017 a e b; MØRETRØ e LANGSRUD, 2017; MALTA *et al.*, 2020; ELBEHIRY *et al.*, 2021).

No entanto, a maior parte desses estudos estão em língua inglesa e, no Brasil, poucos são os artigos científicos que retratam a incidência de estirpes do gênero *Acinetobacter* resistentes a antibióticos em alimentos, fatos que podem dificultar a disseminação destas informações no âmbito nacional. Normalmente, os estudos voltados a este tema estão relacionados à área clínica, na qual a importância desses micro-organismos já é conhecida e notória (LANGSRUD *et al.*, 2006; LIU *et al.*, 2014; SUWANTARATET *et al.*, 2014; ARAÚJO *et al.*, 2015; MALTA *et al.*, 2020).

Malta e colaboradores (2020) destacam a importância do estudo de estirpes do gênero *Acinetobacter* resistentes a antibióticos isolados de alimentos como possível veículo para a disseminação das infecções causadas por estes micro-organismos em ambientes hospitalares. É importante ressaltar que outros autores também apontam para a incidência dessas estirpes em alimentos tanto de origem animal quanto de origem vegetal, processados ou não (DIKSHOORN *et al.*, 2005; GURUNG *et al.*, 2013; ARAÚJO *et al.*, 2015; AMORIM & NASCIMENTO, 2017; CAVALHEIRA *et al.*, 2017a; CAVALHEIRA *et al.*, 2017b; CHO *et al.*, 2018).

Desses trabalhos, embora alguns tenham sido realizados no Brasil e em Portugal (ARAÚJO *et al.*, 2015; AMORIM & NASCIMENTO, 2017; CAVALHEIRA *et al.*, 2017a; CAVALHEIRA *et al.*, 2017b; MALTA *et al.*, 2020), todos são publicados na língua inglesa e a associação de *Acinetobacter* spp. com alimentos não é um tema facilmente encontrado nos sítios de busca, ao contrário da temática clínica. Estes levantamentos corroboram para que a elaboração de um material voltado para a incidência de isolados de *Acinetobacter* spp. resistentes a antibióticos em alimentos seja relevante, mesmo sendo um assunto ainda pouco discutido e não havendo no

Brasil livros ou *e-books* redigidos em português, e muito menos disponibilizados de forma gratuita, que abordem a relação destes micro-organismos com alimentos. Por se tratarem de bactérias que não fazem parte dos patógenos alimentares clássicos, *Acinetobacter* spp. resistentes a antibióticos isoladas nessas matrizes têm sido subestimadas em relação a seu espectro de atuação e à gravidade de doenças infecciosas que podem causar.

2.7.1 O Livro Digital (*e-book*) como instrumento de divulgação do conhecimento científico

Os livros digitais, ou *e-books*, popularizaram-se nos últimos anos como forma tecnológica de democratização sistemática das informações tendo, principalmente, a facilidade no acesso e leitura, uma vez que milhares de documentos podem ser visualizados rapidamente de diversos aparelhos eletrônicos. Uma vez que a biblioteca eletrônica não necessita de instalações físicas para que seus livros sejam acessados, pode-se dizer que este modelo de material informativo democratiza e corrobora para a disseminação do conhecimento de forma ampla e acessível (BENÍCIO & SILVA, 2005).

No âmbito da divulgação de conhecimento, com a utilização de *e-books* para este fim, há exemplos como o livro “*Staphylococcus* spp.: incidência e surtos” de Silva e colaboradores (2015), publicado pela EMBRAPA Agroindústria de Alimentos. O livro trata de forma simples, esclarecedora e prática de um tema relevante à comunidade científica voltado à microbiologia e segurança dos alimentos. De forma análoga, no mesmo portal, pode-se visualizar outros materiais voltados a diferentes áreas da indústria de alimentos, de forma a viabilizar o acesso a essas informações de forma simples e prática, sem que o conhecimento compartilhado a partir desses documentos seja corrompido (EMBRAPA, 2021).

Alguns materiais também são disponibilizados por órgãos fiscalizadores a fim de tornar ampla a difusão do tema tratado. É o caso da Cartilha sobre Boas Práticas para Serviços de Alimentação (RDC 216/04) disponibilizada pela ANVISA de forma gratuita. Com este material, responsáveis e colaboradores de serviços de alimentação como restaurantes, supermercados e outros estabelecimentos, têm acesso à

interpretação da resolução de diretoria colegiada em questão de forma simples e intuitiva, facilitando o processo de implementação e difusão das boas práticas de manipulação de alimentos (ANVISA, 2004).

Visando disseminar conhecimento sobre *Acinetobacter* spp. em alimentos, um livro digital sobre o tema, disponibilizado em língua portuguesa e de forma gratuita, se torna interessante, visto que tem sido observada uma crescente corrente de estudos voltados à identificação dessas bactérias em amostras de diferentes alimentos (ARAÚJO *et al.*, 2015; AMORIM & NASCIMENTO, 2017; CAVALHEIRA *et al.*, 2017a; CAVALHEIRA *et al.*, 2017b; MALTA *et al.*, 2020). Vale ressaltar ainda que, apesar do perigo iminente à saúde pública, o tema ainda tem sido subestimado no Brasil.

3. JUSTIFICATIVA

Acinetobacter spp. são comumente associados a infecções adquiridas em ambientes hospitalares. Em grande parte dessas infecções, há a associação de *Acinetobacter baumannii*, espécie que tem se mostrado como uma grande preocupação ao longo dos anos devido a seus mecanismos de resistência a diversos tipos de antibióticos, patogenicidade e capacidade de sobrevivência em ambientes secos e com pouca disponibilidade de nutrientes (ALMASAUDI, 2018). As infecções causadas por estes micro-organismos são normalmente situadas na pele, corrente sanguínea e trato intestinal (GORDON & WAREHAM, 2010).

Os alimentos são considerados grandes vetores de contaminação por bactérias Gram-negativas como *Escherichia coli* e *Klebsiella* spp. Atualmente, vários estudos têm relatado a incidência de *Acinetobacter* spp. resistentes a antibióticos em alimentos como vegetais (maçãs, melões, alfaces, etc.) e produtos de origem animal (frango, carne bovina, bacon, ovos e lácteos). Alimentos oferecidos em hospitais também podem ser potenciais fontes de contaminação por *Acinetobacter* spp. (DHOUGARI *et al.*, 2011; ARAÚJO *et al.*, 2015; AMORIM & NASCIMENTO, 2017; CARVALHEIRA *et al.*, 2017 a e b; MALTA *et al.*, 2020).

Uma das formas de minimizar a contaminação de alimentos por estirpes de *Acinetobacter* spp. seria com a utilização de agentes sanitizantes. No entanto, a resistência a esses agentes já foi descrita em isolados clínicos (LANGSRUD *et al.*, 2006; LIU *et al.*, 2014; SUWANTARATET *et al.*, 2014) e, provavelmente, também deve estar associada a isolados provenientes de alimentos. Desta forma, este trabalho visa avaliar a eficiência do hipoclorito de sódio, sanitizante utilizado em indústria de alimentos e residências, na eliminação destes micro-organismos, buscando verificar se este agente, nas concentrações recomendadas, é realmente efetivo contra estirpes de *Acinetobacter* spp. isoladas de alimentos.

Além disso, Malta e colaboradores (2020) destacam o crescente interesse em estudos que apontam para estirpes do gênero *Acinetobacter* resistentes a antibióticos em alimentos. Os trabalhos sobre as possíveis consequências de isolados deste gênero em alimentos ainda são bem escassos, em contraste, com as inúmeras pesquisas que atestam a importância de *Acinetobacter* spp. em amostras clínicas e suas consequências para pacientes vulneráveis. Com o intuito de contribuir para a

divulgação da importância da presença dessas bactérias em alimentos, essa dissertação também visa a elaboração de um livro digital (*e-book*), disponível de forma permanente e gratuita, sobre o tema. O formato do material foi definido por conta de sua facilidade de difusão com o auxílio da internet, sendo uma excelente ferramenta para a discussão dos principais aspectos da associação de *Acinetobacter* spp. com alimentos.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho visa investigar a capacidade de tolerância de diferentes isolados de *Acinetobacter* spp. oriundos de alimentos ao hipoclorito de sódio, agente sanitizante comumente empregado em residências e indústrias de alimentos, e contribuir para a disseminação do conhecimento sobre *Acinetobacter* spp. e sua associação com os alimentos.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

(a) Determinar a tolerância de *Acinetobacter* spp. isolados de alimentos à exposição ao hipoclorito de sódio;

(b) Elaborar, sob a forma de livro digital, material para contribuir com a disseminação do conhecimento científico sobre *Acinetobacter* spp. e sua associação com alimentos.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. ISOLADOS BACTERIANOS

Os isolados de *Acinetobacter* spp. utilizados neste trabalho são oriundos de produtos lácteos e de saladas prontas para consumo, identificados por espectrometria de massa MALDI-TOF, em estudos realizados no Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) e na Universidade Federal Fluminense (UFF), como apresentado na **Tabela 6**.

Os isolados foram ativados a partir do estoque congelado a -20°C por meio de inoculação em placas de ágar Casoy. As placas foram incubadas a 37°C por 18 a 24h.

Tabela 2: Isolados de *Acinetobacter* spp. utilizados neste trabalho

Isolados	Identificação	Características relevantes	Origem/ Fonte	
405	<i>Acinetobacter bereziniae</i>	KPC ⁺ , ESBL ⁺		
1701	<i>Acinetobacter guillauiae</i>	KPC ⁺ , ESBL ⁺		
1708	<i>Acinetobacter guillauiae</i>	KPC ⁺ , ESBL ⁺	Leite de cabra cru (Ramos & Nascimento, 2019)	
1715	<i>Acinetobacter guillauiae</i>	KPC ⁺ , ESBL ⁺		
1716	<i>Acinetobacter guillauiae</i>	KPC ⁺ , ESBL ⁺		
1717	<i>Acinetobacter guillauiae</i>	KPC ⁺ , ESBL ⁺		
1718	<i>Acinetobacter guillauiae</i>	KPC ⁺ , ESBL ⁺		
2008	<i>Acinetobacter ursingii</i>	ESBL ⁺		
2017	<i>Acinetobacter ursingii</i>	KPC ⁺ , ESBL ⁺		
F3R14/6	<i>Acinetobacter bereziniae</i>	R		
F4R15/7	<i>Acinetobacter nosocomialis</i>	-		
F4R15/6	<i>Acinetobacter nosocomialis</i>	R		
F4R15/3	<i>Acinetobacter nosocomialis</i>	MDR	Saladas prontas para o consumo (Beltrão, 2019)	
F3R18/7	<i>Acinetobacter baumannii</i>	-		
F2R13/7	<i>Acinetobacter baumannii</i>	-		
F3R7/7	<i>Acinetobacter baumannii</i>	-		
F2R5/4	<i>Acinetobacter haemolyticus</i>	-		
F1R5/5	<i>Acinetobacter baumannii</i>	-		
F3R5/3	<i>Acinetobacter baumannii</i>	-		
Q2C(b1)	<i>Acinetobacter</i> spp.	MDR		Queijos artesanais (Silva, 2020)
Q2c(b3)	<i>Acinetobacter</i> spp.	R		

ESBL⁺: isolado produtor de beta-lactamases de espectro estendido. KPC⁺: isolado produtor de carbapenemases. R: resistente a antibióticos. MDR (*multidrug resistant*): multirresistente a antibióticos.

5.2. AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA DOS ISOLADOS DE *ACINETOBACTER* SPP. PROVENIENTES DE ALIMENTOS AO HIPOCLORITO DE SÓDIO

5.2.1. Solução de hipoclorito de sódio utilizada neste trabalho

Foi utilizada uma solução de hipoclorito de sódio a 5% (50.000 ppm) da marca Cordex® (Rio de Janeiro, Brasil) para uso industrial, contendo 5% de cloro ativo. O reagente foi usado após abertura do lacre de sua embalagem original, com data de fabricação recente e cuja concentração foi garantida pelo fornecedor por meio da ficha técnica enviada no momento da aquisição do produto.

5.2.2. Tolerância ao hipoclorito de sódio na ausência de matéria orgânica

O teste de tolerância ao hipoclorito de sódio (NaClO) pelos isolados de *Acinetobacter* spp. foi realizado de acordo com Gomes e colaboradores (2016), com adaptações (**Figura 4**). As bactérias foram cultivadas a partir de culturas mantidas a -20°C em caldo Casoy (*Soybean-Casein digest broth*, Himedia, Brasil) com glicerol a 40% em placas de ágar Casoy a 37°C por 18 a 24h.

Suspensões bacterianas foram preparadas em solução salina a 0,85%, contendo aproximadamente 10^8 UFC/mL. A confirmação da concentração desta suspensão de bactérias foi feita partir da comparação com a escala Mc Farland. As soluções de NaClO foram preparadas por diluição em água destilada estéril de uma solução comercial contendo 5% (50.000 ppm) de cloro ativo e posteriormente dispostas em placas de 96 poços.. Foram preparadas oito diferentes concentrações (100, 200, 500, 1.000, 2.500, 5.000, 10.000 e 20.000 ppm), selecionadas de acordo com dados da literatura referentes à tolerância ao NaClO por diferentes bactérias Gram-negativas

Alíquotas da suspensão de células de *Acinetobacter* spp. foram adicionadas em cada diluição de modo a obter a concentração final de aproximadamente 10^5 UFC/mL. Os controles negativos foram realizados usando água destilada estéril em substituição ao NaClO. Para cada um dos isolados testados, e em cada experimento realizado, foram utilizados controles positivos para comprovação da viabilidade celular. Para isto, 10µL das suspensões foram inoculados em caldo Casoy sem adição da solução sanitizante.

Após a adição da suspensão bacteriana, a concentração final do sanitizante correspondeu a 10% a menos do que a concentração inicial preparada (ou seja 90, 180, 450, 900, 2.250, 4.500, 9.000 e 18.000 ppm). Finalizada a exposição por 5 e 10 minutos à temperatura ambiente (27°C), alíquotas das suspensões contendo as bactérias foram transferidas para caldo Casoy. Após 48 h de incubação a 37°C, o crescimento bacteriano foi avaliado visualmente, com a turvação do meio de cultura indicando a presença de micro-organismos viáveis.

A tolerância ao NaClO correspondeu à concentração mais alta do sanitizante, dentre as que foram testadas, que permitiu a viabilidade dos isolados após o tempo de exposição, verificada com posterior incubação em caldo Casoy. Cada condição foi testada em pelo menos dois experimentos independentes.

5.2.3. Tolerância ao hipoclorito de sódio na presença de matéria orgânica

Em paralelo, para mimetizar a influência de matéria orgânica na tolerância ao NaClO, foram realizados experimentos nas mesmas condições descritas anteriormente, porém com a adição de uma solução de gelatina (atingindo a concentração final de 0,5% no caldo Casoy). Nestes experimentos, após adição da suspensão bacteriana e da solução de gelatina, a concentração final do sanitizante correspondeu a aproximadamente 20% a menos do que a concentração inicial preparada (ou seja 80, 160, 400, 800, 2.000, 4.000, 8.000 e 16.000 ppm). Cada condição foi testada em pelo menos dois experimentos independentes.

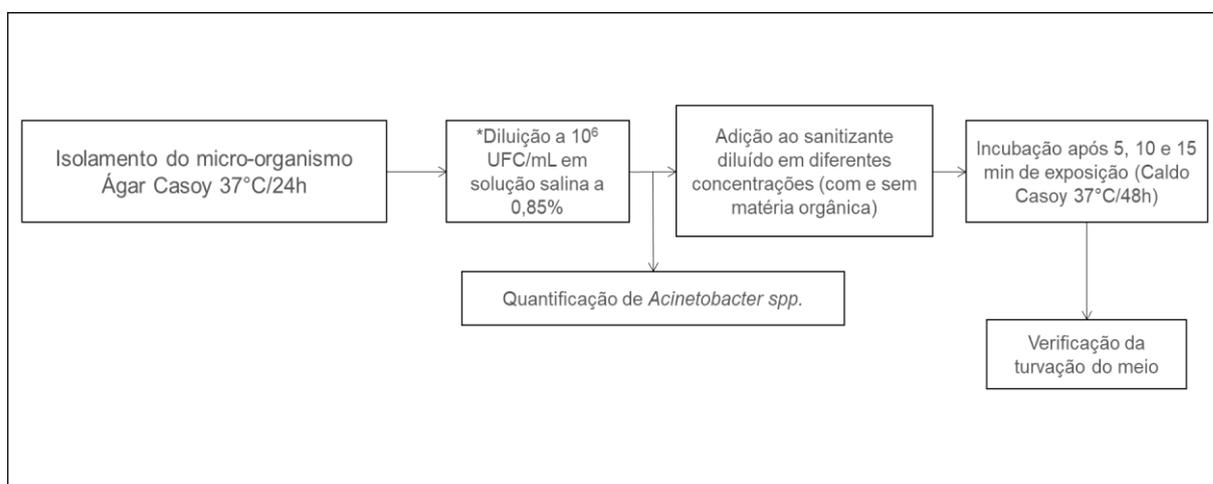


Figura 4: Metodologia para ensaio de tolerância de *Acinetobacter* sp. ao hipoclorito de sódio. Adaptado de Gomes e colaboradores (2006)

5.3. COLETA DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE *ACINETOBACTER* E SUA ASSOCIAÇÃO COM ALIMENTOS

5.3.1. Levantamento bibliográfico

Foi realizado um estudo de revisão sistemática da produção científica relacionada ao gênero *Acinetobacter* e sua importância em alimentos, utilizando-se as bases de dados PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/advanced/>), Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>) e Periódicos CAPES (<http://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br>). Os descritores utilizados na busca foram: “*Acinetobacter*” e “food”, “*Acinetobacter*” e gastroenteritis” e “*Acinetobacter*” e “foodborne”. Para fins de comparação, também foram pesquisados os descritores “*Acinetobacter*” e “hospital” e “*Acinetobacter*” e “infection”. A coleta de dados bibliográficos foi realizada no período de março de 2020 a março de 2021.

5.3.2. Pesquisa na plataforma PubMLST.org

Para coadunar com o levantamento bibliográfico sobre a importância dos estudos sobre *Acinetobacter* de origem alimentar, foi realizado um levantamento da porcentagem de isolados de *Acinetobacter* spp. provenientes de alimentos que foram tipados por *Multi-locus Sequence Typing* (MLST) e cadastrados no banco de dados do PubMLST.org.

5.3.3. Pesquisa na plataforma Google Livros

Foi realizada a busca de livros físicos e digitais (*e-books*) cadastrados na plataforma Google Livros (https://books.google.com.br/advanced_book_search), contendo no título a palavra *Acinetobacter*.

5.4. ELABORAÇÃO DO *E-BOOK*

Para a elaboração do *e-book*, foi utilizado um editor de texto, onde o material escrito foi compilado e, posteriormente, transformado em arquivo do tipo PDF (*Portable Document Format*, sigla em inglês). As imagens foram obtidas de plataformas de imagens livre de direitos ou foram confeccionadas pelos autores, sendo então convertidas para o formato JPEG (*Joint Photographics Experts Group*, sigla em inglês) e incluídas no *e-book*. A estrutura do *e-book* foi elaborada seguindo, como modelo, o Manual de Editoração da EMBRAPA (EMBRAPA, 2019). Posteriormente, foi escolhido o serviço de editoração e a plataforma para a disponibilização gratuita e permanente do material.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. TOLERÂNCIA DOS ISOLADOS DE *ACINETOBACTER* SPP. PROVENIENTES DE ALIMENTOS AO HIPOCLORITO DE SÓDIO

A contaminação dos alimentos por agentes microbianos tem levado a indústria e estabelecimentos comerciais a utilizar cada vez mais agentes sanitizantes em sua rotina de higiene, sendo estes essenciais para o controle sanitário do ambiente, se usados na concentração adequada e com um tempo correto de ação do produto (KAWAMURA-SATO *et al.*, 2008). Segundo Chapman (2003), a utilização de uma concentração acima da mínima letal é proposital, pois, teoricamente, os microorganismos não resistiriam a esta concentração. Entretanto, é observado que, quando expostas a estes níveis elevados, algumas bactérias são capazes de adquirir ou alterar algumas características fenotípicas e genotípicas relacionadas à tolerância.

Há muitos estudos que buscam demonstrar a susceptibilidade de *A. baumannii* a antibióticos, porém a literatura é escassa com relação a publicações que demonstrem a susceptibilidade desta espécie a agentes sanitizantes, especialmente no que diz respeito a estirpes isoladas de alimentos (BABAEI *et al.*, 2015).

Neste trabalho, a tolerância ao hipoclorito de sódio dos 21 isolados de *Acinetobacter* spp. testados está apresentada nas **Tabelas 3 e 4**. Dentre os isolados de saladas prontas para consumo, apenas um (F3R18/7) foi sensível ao cloro ativo na concentração máxima recomendada pelo FDA (200 ppm) para uso em equipamentos e utensílios de contato com alimentos para consumo humano. Coincidentemente, este isolado também não apresentou resistência a nenhum dos antibióticos testados, embora não tenha sido verificada uma relação direta entre a tolerância ao NaClO e a resistência a antibióticos apresentada pelos isolados.

Os demais isolados de *Acinetobacter* spp. apresentaram diferentes níveis de tolerância ao NaClO, sendo somente inibidos por concentrações de 2 a 45 vezes maiores do que a concentração máxima recomendada pelo FDA (2019), mesmo após 10 minutos de exposição ao sanitizante. Não foi verificada uma relação direta entre a tolerância ao NaClO e a resistência a antibióticos apresentada pelos isolados.

Tabela 3: Concentrações máximas de hipoclorito de sódio toleradas por *Acinetobacter* spp. provenientes de saladas prontas para consumo após 5 e 10 minutos de exposição.

Isolados	Concentração* de NaOCl (em ppm)			
	Ausência de matéria orgânica		Presença de matéria orgânica	
	5 min	10 min	5 min	10 min
F4R11/4	2.250	2.250	800	4.000
F3R14/6	5.000	2.250	8.000	8.000
F4R15/7	2.250	2.250	800	800
F4R15/6	2.250	2.250	800	800
F4R15/3	900	900	800	2.000
F3R18/7	180	180	80	160
F2R13/7	2.250	2.250	800	800
F3R7/7	9.000	9.000	2.000	2.000
F2R5/4	9.000	18.000	800	2.000
F1R5/5	4.500	4.500	2.000	2.000
F3R5/3	18.000	18.000	2.000	2.000

* Os valores representam a concentração mais alta de NaOCl testada a qual o isolado foi exposto e que se manteve viável após a incubação em caldo Casoy.

Tabela 4: Concentrações máximas de hipoclorito de sódio toleradas por *Acinetobacter* spp. provenientes de produtos lácteos após 5 e 10 minutos de exposição.

Origem	Isolados	Concentração* de NaOCl (em ppm)			
		Ausência de matéria orgânica		Presença de matéria orgânica	
		5 min	10 min	5 min	10 min
Leite de cabra cru	405	2.250	2.250	2.000	4.000
	1701	2.250	2.250	8.000	8.000
	1708	2.250	2.250	4.000	4.000
	1715	900	900	2.000	2.000
	1716	2.250	2.250	8.000	8.000
	1717	2.250	2.250	4.000	8.000
	1718	2.250	2.250	8.000	8.000
	2008	900	900	800	800
	2017	2.250	2.250	8.000	8.000
Queijo	Q2C(b3)	9.000	9.000	800	2.000
	Q2C(b1)	9.000	9.000	800	2.000

* Os valores representam a concentração mais alta de NaOCl testada a qual o isolado foi exposto e que se manteve viável após a incubação em caldo Casoy.

Na revisão sobre a ação do NaClO escrita por Kampf (2018), o autor reúne vários trabalhos onde também é possível verificar diferentes níveis de tolerância de *Acinetobacter* spp. a este agente sanitizante. Um isolado de *Acinetobacter* sp. proveniente de camarão foi sensível a apenas 20 ppm de hipoclorito, enquanto que outro isolado de *A. calcoaceticus*, proveniente de água potável, foi inibido com 125 ppm do agente. Quarenta e sete isolados clínicos de *A. baumannii*, no entanto, somente foram inibidos por concentrações variando entre 160 e 600 ppm, após longos períodos de exposição.

Kampf resume que o NaClO a 100 ppm não tem atividade bactericida suficiente em 15 minutos de contato para isolados de *A. baumannii* e *A. Iwoffii*, assim como para outras espécies Gram-negativas, como *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebisella oxytoca*, *K. pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Stenotrophomonas maltophilia*, e que mesmo uma concentração de 1.000 ppm por 15 minutos de exposição não é suficiente para exercer atividade bactericida *contra A. baumannii*, *K. pneumoniae* e *S. maltophilia*.

O autor conclui que a maioria das bactérias mais relevantes clinicamente só são totalmente inativadas com concentrações de NaClO de 5.000 ppm e por um tempo de exposição de 30 minutos (KAMPF, 2018). Em nosso estudo, embora provenientes de alimentos, foi possível verificar que alguns isolados tendem a ter um comportamento similar ao descrito por Kampf e mais estudos são necessários para confirmar essa informação.

Notou-se que três isolados de saladas (F3R7/7, F2R5/4 e F3R5/3) e os dois isolados de queijos (Q2c(b3) e Q2C(b1)) testados foram mais tolerantes ao NaClO do que os isolados provenientes de amostras de leite (**Tabelas 3 e 4**). No experimento realizado, estes isolados de *Acinetobacter* spp. resistiram a concentrações de NaClO de até 90 vezes superiores à recomendada mesmo após 10 minutos de exposição. Embora não seja possível afirmar, sugere-se que esse fato possa ser devido a uma prévia exposição ao sanitizante das estirpes isoladas de saladas prontas e de queijos em alguma etapa do processo produtivo desses alimentos.

Na área clínica, hipóteses como essa já foram comprovadas. Suwantaratet e colaboradores (2014) identificaram isolados de *A. baumannii* tolerantes a um sanitizante somente em pacientes de um hospital que tomavam banhos todos os dias com a mesma solução asséptica alvo do estudo, sugerindo que as bactérias

adquiriram a tolerância após a exposição continuada. Ainda no ambiente hospitalar, a transmissão de estirpes de *Acinetobacter* spp. para pacientes através de superfícies insuficientemente limpas é preocupante, uma vez que esses micro-organismos são relatados como suscetíveis à desinfecção. No entanto, Langsrud e colaboradores (2006) descreveram que a concentração de cloro ativo no sanitizante nem sempre é eficaz e que sua neutralização por matéria orgânica pode facilitar o crescimento de *Acinetobacter*.

Esta observação também foi relatada por Liu e colaboradores (2014), onde os autores verificaram que a concentração de NaClO que estava sendo utilizada em um hospital de Taiwan (0,08%, ou 800 ppm) estava inadequada, uma vez que não inibia os isolados de *A. baumannii* resistentes ao imipenem (“IRAB – *imipenem-resistant A. baumannii*”) presentes nas superfícies hospitalares, mas apenas reduzia a carga microbiana. Os estudos *in vitro* realizados pelos autores apontaram que apenas uma solução com a concentração mínima de 0,5% (5.000 ppm) de NaClO foi capaz de erradicar os isolados de IRAB após 30 segundos de exposição (LIU *et al.*, 2014).

O fabricante da solução de NaClO empregada neste estudo recomenda a diluição do produto em 10 partes de água para sua utilização, alcançando, dessa forma, 0,5% (5.000 ppm), o que estaria 25 vezes acima do recomendado pelo FDA para equipamentos e utensílios de contato com alimentos (FDA, 2019). Mesmo seguindo as recomendações do fabricante, foram encontrados neste trabalho cinco isolados [Q2c(b3), F3R7/7, Q2C(b1), F2R5/4 e F3R5/3] cuja tolerância ao NaClO ultrapassou esse valor na ausência de matéria orgânica, após 10 minutos de exposição. Vale ressaltar, ainda, que nenhuma informação sobre o tempo de contato do sanitizante com a superfície estava apresentada no rótulo do produto.

Além, de *Acinetobacter* spp., a alta tolerância ao hipoclorito já foi descrita na literatura para outras bactérias, em especial, aquelas estirpes formadoras de biofilme. Já foi relatada a tolerância a concentrações de até 20.000 ppm de hipoclorito por estirpes de *Staphylococcus aureus* (ALMATROUDI *et al.*, 2016) e de até 50.000 ppm por estirpes de *Salmonella* spp. (CAPITA *et al.*, 2019) presentes em biofilme.

Assim como observado pelos autores em ambiente hospitalar, procedimentos de desinfecção não realizados corretamente (tempo de contato insuficiente ou concentração inadequada do composto químico) em residências, indústrias ou estabelecimentos que processam alimentos podem resultar na sobrevivência de

diferentes tipos de micro-organismos, incluindo bactérias deteriorantes e patógenos de origem alimentar.

Na análise da eficácia do sanitizante mediante a presença de matéria orgânica foi percebido que, de acordo com a origem dos isolados testados, o resultado da interferência foi diferente. Em relação aos isolados de produtos lácteos, com exceção daqueles provenientes de queijos, foi verificada a redução da ação bactericida do NaClO (maior tolerância bacteriana), como era esperado. Já nas estirpes isoladas de saladas prontas para consumo, assim como nos isolados Q2C(b3) e Q2C(b1), provenientes de queijos, foi percebido, de maneira geral, que a presença da matéria orgânica influenciou positivamente na ação do agente sanitizante sobre estas cepas, uma vez que a tolerância ao hipoclorito foi menor. Apenas o isolado F3R14/6 apresentou comportamento diferente.

Estranhamente, na presença de matéria orgânica e após 10 minutos de exposição, seis isolados, sendo três provenientes de saladas (F4R15/3, F3R18/7 e F2R5/4) e três de lácteos [405, Q2C(b3) e Q2C(b1)] apresentaram maior tolerância ao hipoclorito do que quando expostos por 5 minutos.

Estudos prévios realizados com bactérias Gram-negativas multirresistentes já relataram a alta tolerância ao NaClO. Köhler e colaboradores (2018) evidenciaram que somente concentrações de NaClO variando de 0,32 a 0,8% (3.200 a 8.000 ppm) foram capazes de exercer ação bactericida contra os isolados de *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. e *Klebsiella* spp. testados após 1 min de contato. Concentrações mais baixas só foram efetivas com tempos de exposição maiores. Os autores também destacam que a presença de matéria orgânica inibiu significativamente a atividade bactericida e que, assim como observado em nosso trabalho, diferenças específicas na suscetibilidade entre as estirpes puderam ser notadas.

Gomes e colaboradores (2016), relatam, no entanto, que é provável que as diferenças na tolerância ao NaClO entre os diversos estudos devam-se não somente às susceptibilidades distintas das bactérias, mas também ao método usado para determiná-la, destacando-se, neste último caso, o meio de cultura ou outro tipo de matéria orgânica empregados juntamente com o sanitizante. Em geral, altos teores de matéria orgânica exigirão concentrações de NaClO mais altas para exercer efeitos antimicrobianos devido à interação entre os constituintes do meio e o sanitizante.

Esse fenômeno também é observado “in vivo”. Korany e colaboradores (2018) enfatizam a importância de se estabelecer e manter um bom processo de limpeza antes da desinfecção de superfícies na indústria de alimentos. Resíduos de alimentos, ricos em matéria orgânica, independentemente das fontes, diminuem a eficiência dos agentes sanitizantes contra bactérias patogênicas em geral, embora alguns produtos sejam menos impactados. Dessa forma, é altamente recomendada a limpeza e a remoção de resíduos antes do uso do sanitizante para, assim, maximizar sua eficácia.

Assim como sugerido por Campana & Buffone (2017), também apontamos a necessidade de que os fabricantes dos sanitizantes especifiquem no rótulo de seus produtos as informações referentes não somente à concentração, mas também quanto ao tempo de contato necessário para a obtenção da ação bactericida. Vale ressaltar que o uso do sanitizante, em especial do NaClO, alvo deste estudo, é aconselhado após a remoção de resíduos orgânicos, uma vez que estes podem inativar o produto ou gerar uma barreira de proteção para os micro-organismos.

6.2. COLETA DE DADOS PARA JUSTIFICATIVA DE ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE *ACINETOBACTER* E SUA ASSOCIAÇÃO COM ALIMENTOS

6.2.1. Levantamento bibliográfico

Foi constatado que nas três plataformas selecionadas para a pesquisa (PubMed, Google Acadêmico e Periódicos Capes), o número de artigos científicos sobre *Acinetobacter* spp. contendo descritores relacionados a alimentos era muito menor do que artigos contendo descritores associados a área clínica. Foi verificado, também, um número ainda menor de artigos contendo possíveis evidências da ação da colonização por *Acinetobacter* no sistema gastrointestinal. Na **Tabela 5** são apresentados os números de registros dos descritores utilizados nas três plataformas pesquisadas, atualizado em 01 de abril de 2021.

Tabela 5: Número de registros dos descritores utilizados neste trabalho em três plataformas de acesso a literatura acadêmica

Descritores	Número de registros		
	PubMed	Google Acadêmico	Periódicos Capes
" <i>Acinetobacter</i> "	19.948	449.000	61.657
" <i>Acinetobacter</i> "/"hospital"	7.422	179.000	24.902
" <i>Acinetobacter</i> "/"infection"	6.754	204.000	29.947
" <i>Acinetobacter</i> "/"food"	860	93.200	14.013
" <i>Acinetobacter</i> "/"foodborne"	56	12.000	1.341
" <i>Acinetobacter</i> "/"gastroenteritis"	11	8.910	924

6.2.2. Pesquisa na plataforma PubMLST.org

Foi utilizado o banco de dados atualizado em 30 de março de 2021, contendo, até esta data, o registro de 5.403 isolados do gênero *Acinetobacter* devidamente tipados por *Multi-locus Sequence Typing* (MLST). Mais de 90% dos isolados cadastrados pertencem à espécie *A. baumannii*, como apresentado na **Tabela 6**.

Tabela 6: Número de isolados de *Acinetobacter* spp. tipados e cadastrados na plataforma PubMLST.org

Identificação	Número de isolados	Porcentagem
<i>A. baumannii</i>	4.933	91,30
<i>A. pittii</i>	151	2,79
<i>A. nosocomialis</i>	105	1,94
<i>A. seifertii</i>	28	0,52
<i>A. calcoaceticus</i>	19	0,35
<i>A. dijkschoorniae</i>	17	0,32
<i>A. ursingii</i>	10	0,19
<i>A. bereziniae</i>	6	0,11
<i>A. oleivorans</i>	5	0,09
<i>A. junii</i>	4	0,07
<i>A. baylyi</i>	1	0,02
Outros / Não identificados	124	2,30
Total	5.403	100,00

Dados extraídos da Plataforma em 01 de abril de 2021.

Pôde-se verificar que a maior incidência entre as amostras do gênero *Acinetobacter* identificadas é referente à espécie *A. baumannii*, representando mais de 90% dos isolados cadastrados. Como destacado por Dijkshoorn e colaboradores (2007), esta espécie é a responsável pela maior parte dos casos de infecções adquiridas em instituições de atendimento à saúde, seguida pelas espécies *A. pittii* e *A. nosocomialis*.

Dentre os países que mais depositaram dados sobre isolados de *Acinetobacter* spp. tipados por MSLT no Pubmlst.org, destacam-se os Estados Unidos e a China (**Figura 5**) (PubMLST, 2021). O Brasil aparece como terceiro colocado, com o cadastro de 508 isolados (**Tabela 7**), todos provenientes de origem clínica e pertencentes à espécie *A. baumannii*.

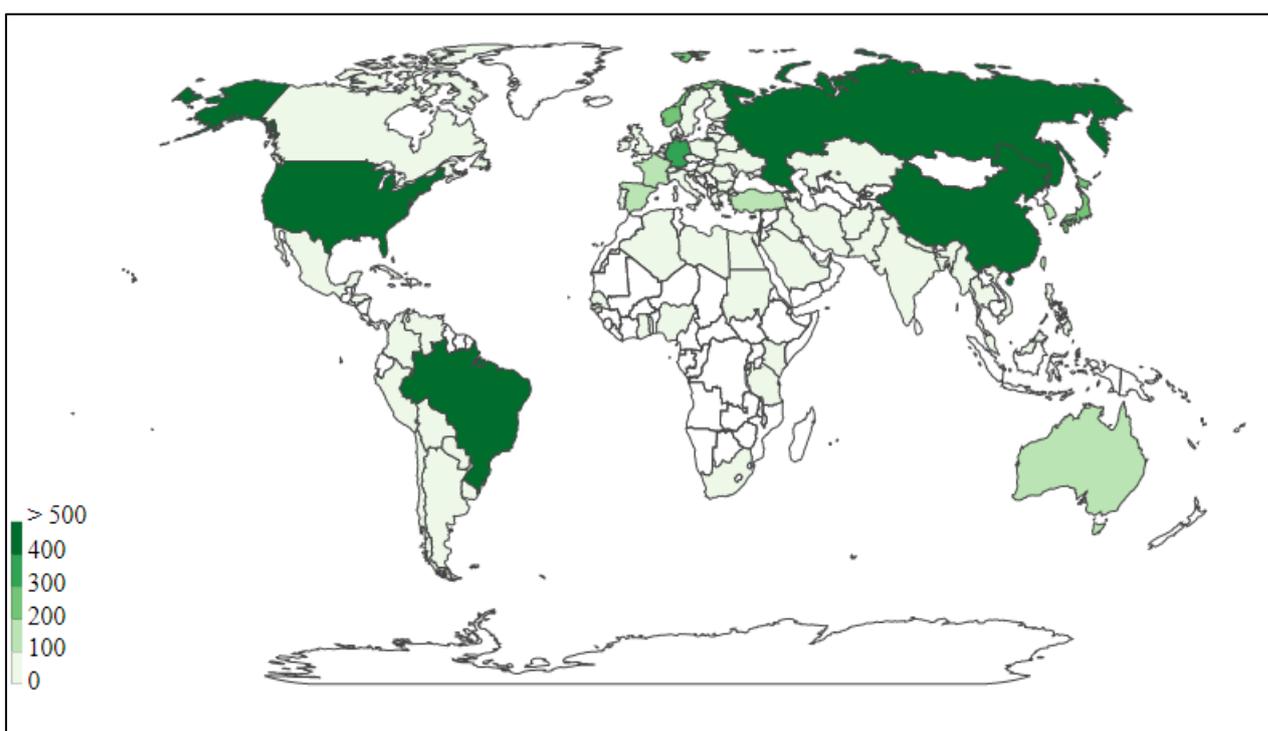


Figura 5: Contribuição de diferentes países no cadastro de isolados de *Acinetobacter* spp. tipados por MSLT e cadastrados na plataforma PubMLST.org. Dados extraídos em 01 de abril de 2021 (Fonte: PubMLST.org).

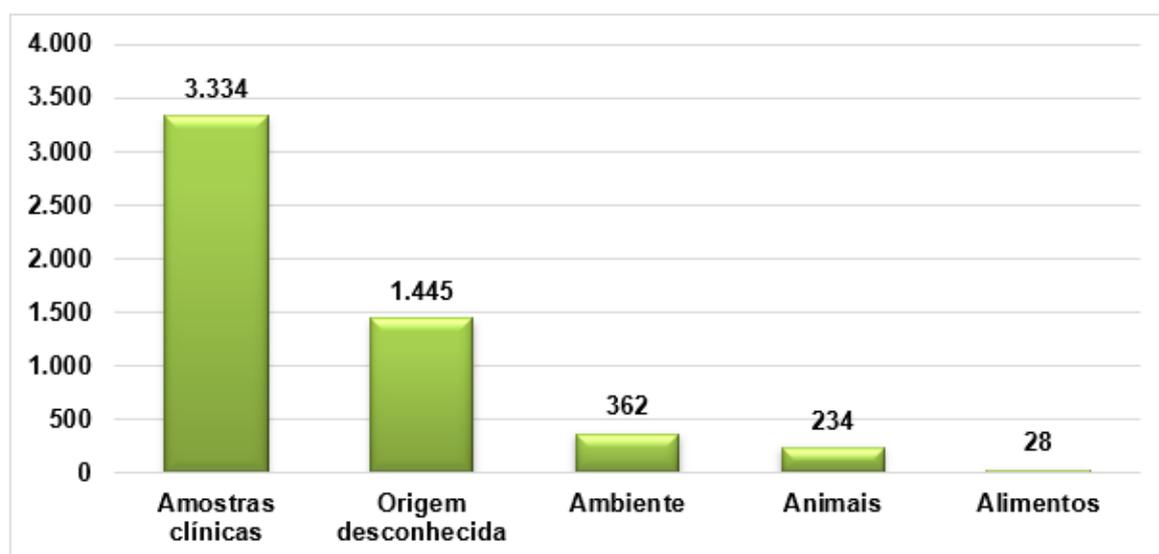
Tabela 7: Número de isolados de *Acinetobacter* spp. tipados por MLST e registrados na plataforma PubMLST de acordo com o país.

País	Registros	Porcentagem
EUA	887	16,42
China	803	14,86
Brasil	508	9,4
Rússia	400	7,4
Alemanha	283	5,24
Noruega	214	3,96
Japão	143	2,65
Austrália	134	2,48
Taiwan	132	2,44
Turquia	111	2,05
Espanha	110	2,04
Outros	1678	31,15

Fonte: PubMLST.org (dados atualizados em 01 de abril de 2021).

Apesar do número relativamente grande de isolados cadastrados nesta plataforma, a maioria é de origem clínica (**Figura 6**), corroborando com o que é destacado por Dijkshoorn e colaboradores (2007), que afirma que as estirpes patogênicas de *Acinetobacter* spp. são predominantes isoladas em ambientes hospitalares. Apenas 28 isolados, o que corresponde a apenas 0,52% do total, foram provenientes de alimentos.

Figura 6: Número de isolados de *Acinetobacter* spp. tipados e cadastrados no PubMLST.org de acordo com a origem



(Dados extraídos da Plataforma em 01 de abril de 2021)

Todos os 28 isolados de alimentos tipados e cadastrados no PubMSLT.org pertencem à espécie *A. baumannii*, sendo 21 provenientes de frango, cinco de carne bovina e apenas um isolado de queijo. Quatro dos isolados (3 provenientes de frango e o isolado proveniente de queijo) são oriundos do Líbano enquanto que todos os demais são oriundos da Suíça.

Estes resultados confirmam a escassez de dados sobre isolados de *Acinetobacter* spp. provenientes de alimentos, quando comparados com aqueles oriundos de amostras clínicas.

6.2.3. Pesquisa na plataforma Google Livros

Na busca mais recente, realizada em 01 de abril de 2021, a plataforma Google Livros (https://books.google.com.br/advanced_book_search) apontou a existência de 239 livros contendo a palavra *Acinetobacter* no título, publicados em diferentes idiomas entre 1978 e 2021, sendo nenhum em português e todos voltados para a área clínica. Desses, apenas seis têm o formato digital (*e-book*).

Esses resultados, em conjunto com os já apresentados anteriormente, indicam a necessidade de elaboração de um material didático, redigido em português, sobre o gênero *Acinetobacter*, destacando sua importância e associação com alimentos.

6.3. ELABORAÇÃO DO E-BOOK

6.3.1. Definição do público alvo do e-book

O *e-book* elaborado, intitulado “*Acinetobacter* em alimentos: uma visão geral”, tem por objetivo divulgar o conhecimento, de modo rápido, resumido e atualizado, sobre a importância da presença desses micro-organismos em alimentos. Ao ser disponibilizado através de acesso gratuito e permanente, esse *e-book* terá maior alcance ao público-alvo ao qual se destina, como (1) profissionais de hospitais e de outras instituições de atenção à saúde, alertando-os para o fato de que a prevenção da contaminação por *Acinetobacter* spp. também deve ser voltada para a alimentação fornecida aos pacientes, (2) profissionais da área de ciência e tecnologia de alimentos

e (3) estudantes de ensino técnico, graduação e pós-graduação, permitindo um maior conhecimento sobre este possível patógeno alimentar emergente.

Como descrito por Villar-Luis (2011), a divulgação do trabalho científico constitui um grande desafio para pesquisadores brasileiros pois apenas a publicação do trabalho não é o suficiente, dada a cada vez mais competitiva necessidade de publicações em periódicos com alto índice de impacto e em língua inglesa.

6.3.2. Estrutura do e-book

O e-book “*Acinetobacter* em alimentos: uma visão geral” foi elaborado de acordo com o esquema apresentado na **Figura 7**.

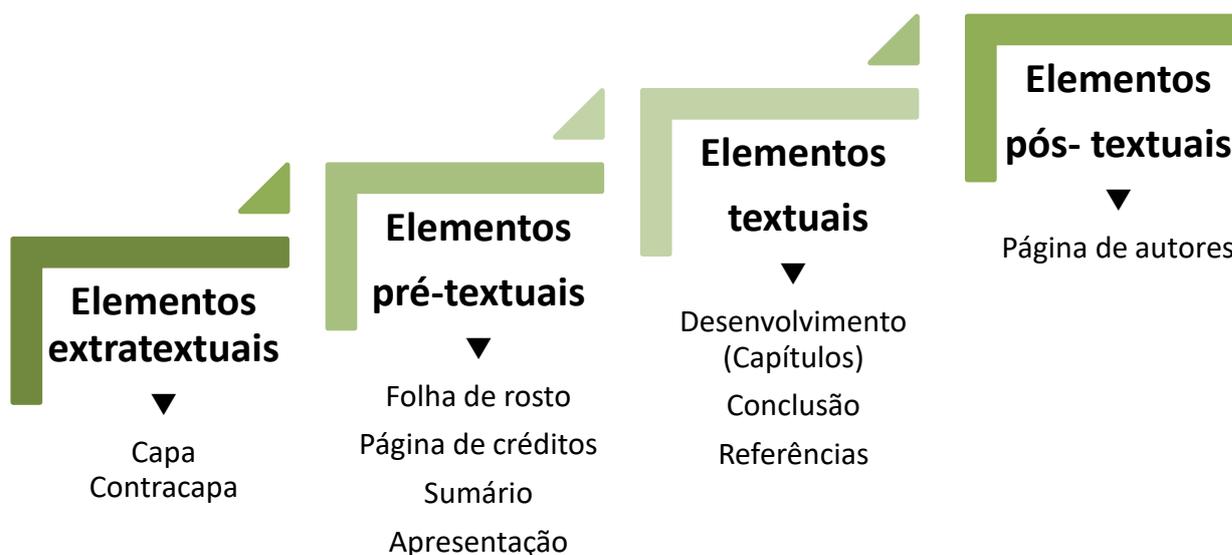


Figura 7: Esquema da estrutura do e-book

A capa e os fundos das páginas foram confeccionados utilizando-se o programa Adobe Spark Post (Adobe Systems®). A imagem da capa é livre de direitos (domínio público), disponibilizada pela *Public Health Image Library* (PHIL) do *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) e disponível em <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=23235>.

O desenvolvimento do livro digital foi realizado com a subdivisão dos temas em capítulos, conforme apresentado na **Tabela 8**.

Tabela 8: Tópicos abordados no desenvolvimento do *e-book*

Capítulo	Título	Resumo do conteúdo abordado
I	O gênero <i>Acinetobacter</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Características gerais • Principais dificuldades de isolamento e identificação
II	Aplicações tecnológicas de <i>Acinetobacter</i> spp.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de <i>Acinetobacter</i> em processos produtivos de alimentos • Produção de biossurfactantes e bioemulsificantes
III	Possível papel como patógeno alimentar	<ul style="list-style-type: none"> • Evidências de colonização do sistema gastrointestinal por isolados de <i>Acinetobacter</i> spp. • <i>Acinetobacter</i> spp. em produtos de origem vegetal e em produtos de origem animal
IV	<i>Acinetobacter</i> spp. resistentes a antibióticos em alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do grupo ESKAPE* • Presença de isolados resistentes e multirresistentes em alimentos
V	Outras implicações da presença de isolados de <i>Acinetobacter</i> spp. em alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Tolerância a sanitizantes • Formação de biofilmes
VI	Estratégias de controle de <i>Acinetobacter</i> spp. em alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Boas práticas de fabricação e boas práticas agrícolas • Utilização de bacteriófagos • Potencial de uso de bacteriocinas e óleos essenciais

* ESKAPE – acrônimo que representa o grupo de patógenos reconhecidos como os principais causadores de infecções relacionadas à assistência à saúde: *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus*

aureus, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* e espécies de *Enterobacter*.

As tabelas e figuras contidas no *e-book* foram confeccionadas pelos próprios autores, salvo quando citada outra fonte em suas legendas. O trabalho foi finalizado com as conclusões, seguidas, então das referências bibliográficas utilizadas.

Após finalização, o *e-book* foi submetido para avaliação pelo conselho editorial da Editora Atena e, tendo sido aprovado, foi registrado na Câmara Brasileira do Livro sob o ISBN 978-65-5983-323-8 e na agência CROSSREF (Nova York), sob o identificador digital de objeto DOI:10.22533/at.ed.238211907. O material recebeu, ainda, a licença de Atribuição *Creative Commons* de Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0) e está disponibilizado gratuitamente na plataforma de livros digitais da Editora Atena, em <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/4262>. A capa e a ficha catalográfica do *e-book*, com os devidos registros, estão apresentados nas **Figuras 8** e **9**, respectivamente.

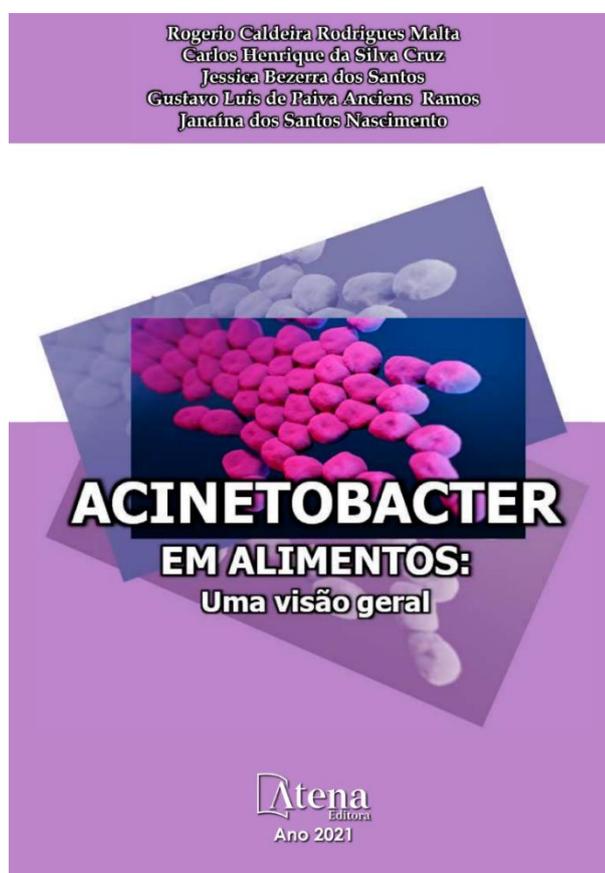


Figura 8: Capa do *e-book* resultante desta dissertação

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
A181	<p>Acinetobacter em alimentos: uma visão geral / Rogerio Caldeira Rodrigues Malta, Carlos Henrique da Silva Cruz, Jessica Bezerra dos Santos, et al. - PR: Atena, 2021.</p> <p>Outros autores Gustavo Luis de Paiva Anciens Ramos Janaina dos Santos Nascimento</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5983-323-8 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.238211907</p> <p>1. Segurança de alimentos. 2. Acinetobacter. 3. Patógeno alimentar. I. Malta, Rogerio Caldeira Rodrigues. II. Cruz, Carlos Henrique da Silva. III. Santos, Jessica Bezerra dos. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 353.9</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Figura 9: Ficha catalográfica do *e-book*

Com a globalização e a conexão mundial, nos últimos anos, o cenário educacional brasileiro passou por várias mudanças, de cunho político, cultural, econômico e tecnológico. Mais recentemente, no último ano, com a pandemia de COVID-19, a educação passou por novos desafios, tornando os recursos midiáticos um material de suma importância, contribuindo para potencializar a construção e a divulgação de conhecimentos nessa era cada vez mais digital.

Com isso, optou-se por disponibilizar o *e-book* através de acesso gratuito e permanente e, de modo a contribuir com a disseminação do conhecimento sobre *Acinetobacter* spp., foi realizada pelo serviço editorial a indexação do mesmo em plataformas como Google Acadêmico, *Scientific Indexing*, REDIB, ao *Skoob*, *Open Library – Internet Archive*, *Acameida.edu* e *EduCAPES*, dentre outras.

6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O *E-BOOK*

A presença de patógenos em alimentos representa grande prejuízo não somente para a saúde humana como também, para a economia. Além da capacidade de causar doenças, já existem evidências científicas da presença de genes de resistência a antimicrobianos identificadas em animais, frutos do mar, fertilizantes, produtos agrícolas, solo, água, animais de estimação e alimentos. A presença de genes de resistência na cadeia alimentar pode ter consequências diretas, relacionadas à saúde dos consumidores, e indiretas, associadas tanto aos sistemas de saúde quanto a áreas de interesse estratégicas, tais como as indústrias de exportação (George, 2018). No entanto, a maior parte das pesquisas voltadas a esse tema estão focadas nos patógenos alimentares clássicos, subestimando, de certa forma, grupos de micro-organismos frequentemente isolados em alimento e que podem ter um papel também importante na transferência de resistência a antibióticos, como é o caso dos *Acinetobacter* spp. A divulgação de conhecimentos sobre esse tema, torna-se, portanto, fundamental.

7. CONCLUSÕES

- Somente um (F3R18/7) dos 21 isolados de *Acinetobacter* sp. provenientes de alimentos empregados neste trabalho foi sensível à concentração de NaClO recomendada para sanitização de equipamentos e utensílios de contato com alimentos para consumo humano, após 5 e 10 minutos de exposição.

- Isolados oriundos de saladas foram, em geral, mais tolerantes ao sanitizante do que aqueles isolados de produtos lácteos. Estudos semelhantes demonstram que um tempo de ação bem maior pode ser necessário para erradicar os micro-organismos, embora os sanitizantes comercializados não apresentem essa informação em seus rótulos.

- Os resultados deste trabalho sugerem que o NaClO, na concentração recomendada (200 ppm) e por 10 minutos de exposição, pode não ser tão eficaz contra isolados *Acinetobacter* spp., constituindo um problema para a segurança de alimentos consumidos em residências, locais de processamento de alimentos, indústrias alimentícias e em cozinhas hospitalares.

- A publicação do e-book “*Acinetobacter* em alimentos: Uma visão geral” contribuirá para a disseminação de informações gerais sobre a presença de estirpes de *Acinetobacter* spp. resistentes a antibióticos em alimentos de forma acessível, com objetivo de massificar a importância de maiores estudos sobre este gênero em alimentos, além de reunir informações sobre a possibilidade de que estes micro-organismos sejam patógenos alimentares.

- O livro digital viabilizou o acesso e disseminação de informações sobre a incidência de estirpes do gênero *Acinetobacter* em alimentos de forma simples e gratuita. Estudantes e profissionais das áreas de nutrição hospitalar, ciência e tecnologia de alimentos têm, a partir da publicação do e-book, um material único, inédito e de linguagem acessível. O fato pode incentivar e fomentar novas pesquisas sobre o tema abordado de forma a contribuir positivamente para a comunidade científica.

8. PROBLEMAS ENFRENTADOS DEVIDO À PANDEMIA DE COVID-19

Inicialmente, esta dissertação abordaria como tema a exposição de estirpes de *Acinetobacter* spp. isoladas de amostras de alimentos a sanitizantes comumente utilizados na indústria de alimentos: hipoclorito de sódio, ácido peracético e quaternário de amônio. Este experimento avaliaria esta exposição em tempos (5, 10 e 15 minutos) e concentrações diferentes com e sem a presença de matéria orgânica. De acordo com os resultados obtidos, seria possível propor se os métodos de sanitização atualmente empregados são suficientemente capazes de eliminar esses micro-organismos de superfícies e utensílios, evitando, portanto, a contaminação do alimento.

Em segundo momento seria avaliado, por meio de exposição ao suco gástrico e fluido intestinal simulados, se, em casos de ingestão de um alimento contaminado por estirpes de *Acinetobacter* spp., estes micro-organismos seriam capazes de resistir ao processo digestivo e, por consequência, colonizar o trato gastrointestinal. Desta forma, seria possível sugerir se estas estirpes podem ou não ser causadores de doenças de origem alimentar.

Os primeiros experimentos já haviam começado quando, no início de 2020, se instalou a pandemia de COVID-19, o que provocou o fechamento dos laboratórios do Instituto Federal do Rio de Janeiro e o processo de distanciamento social.

Mesmo com a abertura dos laboratórios durante o dia, ao final de 2020, não foi possível prosseguir com os experimentos. O curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos é profissional e grande parte dos alunos matriculados trabalham em serviços essenciais (indústrias, mercados, forças armadas e órgãos fiscalizadores), incluindo o autor desta dissertação, que só tem disponibilidade à noite e, até o momento, não estão sendo realizadas atividades no Instituto neste turno.

Desta forma, optou-se por alterar a abordagem do tema desta dissertação, contribuindo para a comunidade científica brasileira com um material ainda não encontrado. Trata-se de um livro digital, em português, sobre *Acinetobacter* spp. e consequências da incidência desses micro-organismos em alimentos. Considera-se que, posteriormente, os experimentos serão realizados a fim de gerar dados relevantes para contribuir com a saúde pública e propor uma nova visão sobre os métodos de higienização em indústrias de alimentos.

9. PRODUÇÕES TÉCNICAS E CIENTÍFICAS

Livro publicado

- MALTA, R. C. R., CRUZ, C. H. S., SANTOS, J. B., RAMOS, G. L. P. A., NASCIMENTO, J. S. ***Acinetobacter* em alimentos: uma visão geral**. Atena Editora, PR, 2021. DOI: 10.22533/at.ed.238211907

Artigo científico publicado em periódico internacional

- MALTA, R. C. R. ; RAMOS, G. L. P. A. ; NASCIMENTO, J. S. . From Food to Hospital: We Need to Talk about *Acinetobacter* spp. **Germs**, v. 10, n. 3, p. 210-217, 2020. doi: 10.18683/germs.2020.1207



[Germs](#). 2020 Sep; 10(3): 210–217.

PMCID: PMC7572206

Published online 2020 Sep 1. doi: [10.18683/germs.2020.1207](https://doi.org/10.18683/germs.2020.1207)

PMID: [33134199](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33134199/)

From food to hospital: we need to talk about *Acinetobacter* spp.

[Rogério Caldeira Rodrigues Malta](#),¹ [Gustavo Luis de Paiva Anciens Ramos](#),² and [Janaina dos Santos Nascimento](#)^{3,*}

► [Author information](#) ► [Article notes](#) ► [Copyright and License information](#) [Disclaimer](#)

Abstract

Go to:

Some species of the genus *Acinetobacter* are admittedly important hospital pathogens. Additionally, various animal and plant foods have been linked to the presence of *Acinetobacter*, including resistant strains. However, due to isolation difficulties and the lack of official standard methods, there is a dearth of work and epidemiological data on foodborne diseases caused by this microorganism. Considering that *Acinetobacter* spp. may represent a serious public health problem, especially because of their resistance to carbapenems and colistin, and because of the fact that these pathogens may transfer resistance genes to other bacteria, studies are needed to evaluate the pathogenicity of both food and clinical isolates and to search for them using control strategies, such as the adoption of more efficient disinfection measures and use of antimicrobial substances (AMS). In contrast, AMS production by strains of the genus *Acinetobacter* has already been described, and its potential for application against other Gram-negative food or clinical pathogens, reveals a new field to be explored.

Keywords: *Acinetobacter* spp, antibiotic resistance, infections, food contamination, antimicrobial substances

Introduction

Go to:

Obs.: O artigo foi citado na palestra “Emerging pathogens in food” do Webinar da Latin-American Sub-Comission (LAS) of International Commission on Microbiological

Specifications for Foods (ICMSF), em abril de 2021, como um dos mais relevantes destacando o papel de *Acinetobacter* spp. como potencial patógeno associado a alimentos

Acinetobacter spp.

UNIVERSITY OF GUELPH

Review

From food to hospital: we need to talk about *Acinetobacter* spp.
Rogério Caldeira Rodrigues Malta¹, Gustavo Luis de Faria Pereira Ramos², Juliana dos Santos Nascimento³

Abstract

Some species of the genus *Acinetobacter* are extremely important hospital pathogens. Additionally, various animal and plant foods have been linked to the presence of *Acinetobacter*, including resistant strains. However, due to isolation difficulties and the lack of official standard methods, there is a dearth of work and epidemiological data on foodborne diseases caused by this microorganism. Considering that *Acinetobacter* spp. may represent a serious public health problem, especially because of their resistance to antibiotics and disinfectants, and because of the fact that these pathogens may transfer resistance genes to other bacteria, studies are needed to evaluate the pathogenicity of both food and clinical isolates and to search for their using control strategies, such as the adoption of more efficient disinfection measures and use of antimicrobial substances (AMS). In contrast, AMS production by strains of the genus *Acinetobacter* has already been described, and its potential for application against other Gram-negative food or clinical pathogens, reveals a new field to be explored.

www.guttmr.co • CIERMS 1003 • September 2020

Webinar LAS-ICMSF Update on Food Safety

LIVE

3M MERCK FORC ITAI

Texto em blog

- MALTA, R. C. R.; NASCIMENTO, J. S. *Pseudomonas aeruginosa*: um perigo na água mineral; **Food Safety Brasil**. Publicado em 28 de agosto de 2019. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/pseudomonas-aeruginosa-um-perigo-na-agua-mineral/>

Participação em eventos

- MALTA, R. C. R., CRUZ, C. H. S., CRUZ, E. F. N., RAMOS, G. L. P. A., GONZALEZ, A. G. M., NASCIMENTO, J. S. Avaliação da tolerância ao hipoclorito de sódio por isolados de *Acinetobacter sp*. oriundos de produtos lácteos e de saladas prontas para o consumo. Resumo apresentado no **7º Simpósio de Segurança Alimentar** (online), de 27 a 29 de outubro de 2020.
- CRUZ, C. H. S., MALTA, R. C. R., GONZALEZ, A. G. M., RAMOS, G. L. P. A., NASCIMENTO, J. S. Avaliação da resistência de isolados de *Acinetobacter sp* oriundos de saladas e produtos lácteos ao hipoclorito de sódio. Resumo

apresentado na **XIV Jornada Interna de Iniciação Científica e Tecnológica** (online), em 31 de agosto de 2020.

Coorientação de aluno de iniciação científica

- Carlos Henrique da Silva Cruz – Aluno do Curso Técnico em Alimentos do IFRJ. Bolsista PIBIC JR/IFRJ.

Participação em eventos

- Webnário Internacional de Ciência e Tecnologia em Alimentos (WICTA), agosto/2021.

Manuscrito em elaboração

- Infecções relacionadas à assistência à saúde causadas por *Acinetobacter* spp.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMASAUDI, S. B. *Acinetobacter spp.* as nosocomial pathogens: Epidemiology and resistance features. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 25, n. 3, p. 586–596, mar. 2018.

ALMATROUDI, A., GOSBELL, I. B., HU, H., JENSEN, S. O., ESPEDIDO, B. A., TAHIR, S., GLASBEY, T. O., LEGGE, P., WHITELEY, G., DEVA, A., VICKERY, K. *Staphylococcus aureus* dry-surface biofilms are not killed by sodium hypochlorite: implications for infection control", **Journal of Hospital Infection**, v. 93, n. 3, p. 263–270, jul. 2016

AMORIM, A. M. B., NASCIMENTO, J. S. *Acinetobacter*: an underrated foodborne pathogen? **Journal of Infection on Developing Countries**, v. 11, n. 2, p. 111-114, 2017.

ANVISA. Cartilha sobre boas práticas para serviço de alimentação Resolução RDC nº 216/2004. 3 ed. Brasília: **ANVISA**, 2004, 44 p. Disponível em: https://saude.es.gov.br/Media/sesa/NEVS/Alimentos/cartilha_gicra_final.pdf Acesso em: 10/05/2021

ARARUNA, W. F., PINHEIRO, A. C. L., CARNEIRO, G. B. A influência dos livros digitais no acesso à informação: uma comparação entre o livro digital e o impresso. **Universidade Federal do Ceará**. Acessado em 08 de maio de 2021. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/moci/article/view/2100> Acesso em: 10/05/21

ARAÚJO, B. C., MORAES, M. S., COSTA, L. E. O., NASCIMENTO, J. S. Short communication: Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii-calcoaceticus* complex isolated from infant milk formula and utensils in a nursery in Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 4, p. 2303–2306, abr. 2015.

BABAEI, M., SULONG, A., HAMAT, R., NORDIN, S., NEELA, V. "Extremely high prevalence of antiseptic resistant Quaternary Ammonium Compound E gene among

clinical isolates of multiple drug resistant *Acinetobacter baumannii* in Malaysia", **Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials**, v. 14, n. 1, p. 11, 2015.

BELTRÃO, J. C. "Avaliação da qualidade microbiológica de saladas de hortaliças cruas prontas ao consumo e identificação do perfil de resistência a antibióticos das enterobactérias isoladas" **Dissertação de Mestrado. Programa de Ciências Aplicadas a Produtos Para Saúde, Universidade Federal Fluminense**, 2019

BENÍCIO, C. D., SILVA, A. K. A. Do livro impresso ao e-book: o paradigma do suporte na biblioteca eletrônica. *Biblionline*, Paraíba, v.1, n.2, 2005. Disponível em: https://brapci.inf.br/_repositorio/2010/11/pdf_83aedd01d5_0013473.pdf Acesso em: 10 de maio de 2021

BERTHOLD-PLUTA, A., PLUTA, A., GARBOWSKA, M. The effect of selected factors on the survival of *Bacillus cereus* in the human gastrointestinal tract. **Microbial Pathogenesis**, v. 82, p. 7–14, maio 2015.

BROWN, L. G., HOOVER, E. R., SELMAN, C. A., COLEMAN, E. W., SCHURZ ROGERS, H. "Outbreak characteristics associated with identification of contributing factors to foodborne illness outbreaks", **Epidemiology and Infection**, v. 145, n. 11, p. 2254–2262, ago. 2017

CAMPANA, R., BAFFONE, W. "Assessment of Antimicrobial Activity in Different Sanitizer Products Commonly Used in Food Processing Environment and Home Setting", **EC Microbiology** p. 260-268, 2017.

CAMPOS, A., LOPES, M. S., CARVALHEIRA, A., BARBOSA, J., TEIXEIRA, P. Survival of clinical and food *Acinetobacter spp.* isolates exposed to different stress conditions. **Food Microbiology**, v. 77, p. 202–207, fev. 2019.

CAPITA, R., FERNÁNDEZ-PÉREZ, S., BUZÓN-DURÁN, L., ALONSO-CALLEJA, C. Effect of sodium hypochlorite and benzalkonium chloride on the structural parameters of the biofilms formed by ten *Salmonella enterica* serotypes. **Pathogens**, v. 8, n. 3, p. 154, 17 set. 2019.

CARVALHEIRA, A., CASQUETE, R., SILVA, J., TEIXEIRA, P. Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Acinetobacter spp.* isolated from meat. **International Journal of Food Microbiology**, v. 243, p. 58–63, fev. 2017a.

CARVALHEIRA, A., SILVA, J., TEIXEIRA, P. Lettuce and fruits as a source of multidrug resistant *Acinetobacter spp.* **Food Microbiology**, v. 64, p. 119–125, jun. 2017b.

CHAPMAN, J. S. "Disinfectant resistance mechanisms, cross-resistance, and co-resistance", **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 51, n. 4, p. 271–276, jun. 2003

CHEN, S. H., FEGAN, N., KOCHARUNCHITT, C., BOWMAN, J. P., DUFFY, L. L. Effect of peracetic acid on *Campylobacter* in food matrices mimicking commercial poultry processing. **Food Control**, v. 113, p. 107185, jul. 2020.

CLETO, S., MATOS, S., KLUSKENS, L., VIEIRA, M. J. "Characterization of Contaminants from a Sanitized Milk Processing Plant", **PLoS ONE**, v. 7, n. 6, p. e40189, 28 jun. 2012.

DIJKSHOORN, L., VAN AKEN, E., SHUNBURNE, L., VAN DER KEIJDEN, T. J. K., BERNARDS, A. T., NEMEC, A., TOWNER, K. J. Prevalence of *Acinetobacter baumannii* and other *Acinetobacter spp.* in faecal samples from non-hospitalised individuals. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 11, n. 4, p. 329–332, abr. 2005.

DIJKSHOORN, L., NEMEC, A., SEIFERT, H. An increasing threat in hospitals: multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*. **Nature Reviews Microbiology**, v. 5, n. 12, p. 939–951, dez. 2007.

DOUGHARI, H. J., NDAKIDEMI, P. A., HUMAN, I. S., BENADE, S. The Ecology, Biology and Pathogenesis of *Acinetobacter spp.*: An Overview. **Microbes and Environments**, v. 26, n. 2, p. 101–112, 2011.

ELBEHIRY, A., MARZOUK, E., MOUSSA, I. M., DAWOUD, T. M., MAUCARAK, A. S., AL-SARAR, D., ALSUBKI, R. A., ALGAJ I, J. H., HAMADA, M., ABALKHAIL, A.,

HEMEG, H. A., ZAHARAN, R. N. *Acinetobacter baumannii* as a community foodborne pathogen: Peptide mass fingerprinting analysis, genotypic of biofilm formation and phenotypic pattern of antimicrobial resistance. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 1, p. 1158–1166, jan. 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de edição da Embrapa**. Embrapa. – Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/manual-de-editoracao/livro-digital/estrutura-do-livro-digital>

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Code of Federal Regulations. Title 21, v. 3, 21CFR178.1010, Part 178: **Indirect food additives: Adjuvants, production aids, and sanitizers**. Subpart B: Substances utilized to control the growth of microorganisms. Sec. 178.1010, Sanitizing solutions, 2019. Disponível em <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=178.1010>
Acesso em 04 mai 2020.

FERNANDEZ, M. F., BORIS, S., BARBES, C. Probiotic properties of human lactobacilli strains to be used in the gastrointestinal tract. **Journal of Applied Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 449–455, mar. 2003.

FERNÁNDEZ-CUENCA, F., TOMÁS, M., TORMO, N., GIMENO, C., BOU, G. Reporting identification of *Acinetobacter spp* genomic species: A nationwide proficiency study in Spain. **Enfermedades infecciosas y microbiología clínica (English ed.)**, v. 37, n. 2, p. 89–92, fev. 2019.

GADEA, R., FUENTES, M. A. F., PULIDO, R. P., GÁLVEZ, A. Effects of exposure to quaternary-ammonium-based biocides on antimicrobial susceptibility and tolerance to physical stresses in bacteria from organic foods. **Food Microbiology**, v. 63, p. 58–71, maio 2017.

GEORGE, A. Antimicrobial resistance, trade, food safety and security. **One Health**. v. 5, p. 6-8, 2018. doi: 10.1016/j.onehlt.2017.11.004.

GORDON, N. C., WAREHAM, D. W. Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*: mechanisms of virulence and resistance. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 35, n. 3, p. 219–226, mar. 2010.

GOMES, I. B., SIMÕES, M., SIMÕES, L. C. "The effects of sodium hypochlorite against selected drinking water-isolated bacteria in planktonic and sessile states", **Science of The Total Environment**, v. 565, p. 40–48, set. 2016.

GUO, L., SUN, Y., ZHU, Y., WANG, B., XU, L., HUANG, M., LI, Y., SUN, J. The antibacterial mechanism of ultrasound in combination with sodium hypochlorite in the control of *Escherichia coli*. **Food Research International**, v. 129, p. 108887, mar. 2020.

IACOB, S., IACOB, D. G. Infectious Threats, the Intestinal Barrier, and Its Trojan Horse: Dysbiosis. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, p. 1676, 7 ago. 2019.

JAWAD, A., HAWKEY, P. M., HERITAGE, J., SNELLING, A. M. Description of Leeds *Acinetobacter* Medium, a new selective and differential medium for isolation of clinically important *Acinetobacter spp.*, and comparison with Herellea Agar and Holton's Agar. **J. CLIN. MICROBIOL.**, v. 32, p. 6, 1994.

JUNG, J., PARK, W. *Acinetobacter* species as model microorganisms in environmental microbiology: current state and perspectives. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 99, n. 6, p. 2533–2548, mar. 2015.

KAMPF, G., "Sodium Hypochlorite". In: KAMPF, G., **Antiseptic Stewardship**, Cham, Springer International Publishing, 2018. p. 161–210 Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-98785-9_8. Acesso em: 1 jul. 2021.

KAWAMURA-SATO, K., WACHINO, J. -i., KONDO, T., ITO, H., ARAKAWA, Y. "Reduction of disinfectant bactericidal activities in clinically isolated *Acinetobacter* species in the presence of organic material", **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 61, n. 3, p. 568–576, 4 fev. 2008

KÖHLER, A. T., RODLOFF, A. C., LABAHN, M., REINHARDT, M., TRUYEN, U., SPECK, S. "Efficacy of sodium hypochlorite against multidrug-resistant Gram-negative bacteria", **Journal of Hospital Infection**, v. 100, n. 3, p. e40–e46, nov. 2018.

KOOHI, M. V., BARI, M. R., MEHRNOOSH, F., ABAD, A. K. "A research on existence and special activities of *Acinetobacter* in different cheese", p. 11, [S.d.] .

KORANY, A. M., HUA, Z., GREEN, T., HANRAHAN, I., EL-SHINAWY, S. H., EL-KHOLY, A., HASSAN, G., ZHU, M.-J. "Efficacy of Ozonated Water, Chlorine, Chlorine Dioxide, Quaternary Ammonium Compounds and Peroxyacetic Acid Against *Listeria monocytogenes* Biofilm on Polystyrene Surfaces", **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 2296, 12 out. 2018.

KURCIK-TRAJKOVSKA, B. *Acinetobacter spp.* - A serious enemy threatening hospitals worldwide. **Macedonian Journal of Medical Sciences**, v. 2, n. 2, p. 157–162, 1 jun. 2009.

LANGSRUD, S., SEIFERT, L., MØRETRØ, T. "Characterization of the Microbial Flora in Disinfecting Footbaths with Hypochlorite", **Journal of Food Protection**, v. 69, n. 9, p. 2193–2198, 1 set. 2006.

LEE, C.-R., LEE, J. H., PARL, M., PARK, K. S., BAE, II K., KIM, Y. B., CHA, C.-J., JEONG, B. C., LEE, S. H. Biology of *Acinetobacter baumannii*: Pathogenesis, antibiotic resistance mechanisms, and prospective treatment options. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 7, 13 mar. 2017.

LIU, W.-L., LIANG, H.-W., LEE, M.-F., LIN, H.-L., LIN, Y.-H., CHEN, C.-C., CHANG, P.-C., LAI, C.-C., CHUANG, Y.-C., TANG, H.-J. "The Impact of Inadequate Terminal Disinfection on an Outbreak of Imipenem-Resistant *Acinetobacter baumannii* in an Intensive Care Unit", **PLoS ONE**, v. 9, n. 9, p. e107975, 25 set. 2014.

LOCKHART, S. R., ABRAMSON, M. A., BEEKMANN, S. E., GALLAGHER, G., RIEDEL, S., DIEKEMA, D. J., QUINN, J. P., DOERN, G. V. Antimicrobial resistance

among Gram-negative bacilli causing infections in intensive care unit patients in the United States between 1993 and 2004. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 45, n. 10, p. 3352–3359, 1 out. 2007.

LPSN - List of prokaryotic names with standing in nomenclature. Genus *Acinetobacter*. 2021. Acesso em: 12 de março de 2020. Disponível em: <http://www.bacterio.net/Acinetobacter.html>

MACHADO, T. R. M., MALHEIROS, P. S., BRANDELLI, A., TONDO, E. C. The resistance of *Salmonella* strains to the biocides peracetic acid, quaternary ammonium and sodium hypochlorite. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 69, n. 4, p. 475-81, 2010.

MALTA, R. C. R., RAMOS, G. L. P. A., NASCIMENTO, J. S. From Food to Hospital: We Need to Talk about *Acinetobacter* spp. **Germs**, v. 10, n. 3, p. 210-217, 2020.

MAO, Y., DOYLE, M. P., CHEN, J. Role of colanic acid exopolysaccharide in the survival of enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in simulated gastrointestinal fluids. **Letters in Applied Microbiology**, v. 0, n. 0, p. 060423083226006, 10 abr. 2006.

MØRETRØ, T., LANGSRUD, S. Residential bacteria on surfaces in the food industry and their implications for food safety and quality: Residential bacteria in food industry. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, n. 5, p. 1022–1041, set. 2017.

NOCERA, F. P., ATTILI, A. R., MARTINO, L. *Acinetobacter baumannii*: Its Clinical Significance in Human and Veterinary Medicine. **Pathogens** 2021, v. 10, n. 2, p. 127, 27 jan. 2021

PANGALLO, D., ŠAKOVÁ, N., KOREŇOVÁ, J., PUŠKÁROVÁ, A., KRAKOVÁ, L., VALÍK, L., KUČHTA, T. "Microbial diversity and dynamics during the production of May bryndza cheese", **International Journal of Food Microbiology**, v. 170, p. 38–43, jan. 2014.

PATEL, R. V., SHAH, J. S., REVATHI, G., SIIKA, W., SHAH, R. *Acinetobacter* infections: a retrospective study to determine in-hospital mortality rate and clinical factors associated with mortality. **Infection Prevention in Practice**, v. 1, n. 2, p. 100010, jun. 2019.

PELEG, A. Y., SEIFERT, H., PATERSON, D. L. *Acinetobacter baumannii*: Emergence of a Successful Pathogen. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 21, n. 3, p. 538–582, 1 jul. 2008.

PETTERSEN, K. S., SKJERDAL, T., WASTESON, Y., LINDBÄCK, T., VEGARUD, G., COMI, I., ASPHOLM, M. Survival of *Listeria monocytogenes* during in vitro gastrointestinal digestion after exposure to 5 and 0.5 % sodium chloride. **Food Microbiology**, v. 77, p. 78–84, fev. 2019.

RAMOS, G. L. de P. A., NASCIMENTO, J. dos S. "Characterization of *Acinetobacter* spp. from raw goat Milk", **Ciência Rural**, v. 49, n. 10, p. e20190404, 2019

RIBEIRO, M. S. S., SILVA, O. F., CASTRO, I. M., TEIXEIRA, A., SILVA, S. H. M, MORAES, A. C. S., ABREU, L. F., SOUZA, C. L. Efficacy of sodium hypochlorite and peracetic acid against *Aspergillus nomius* in Brazil nuts. **Food Microbiology**, v. 90, p. 103449, set. 2020.

SALVO ROMERO, E., ALONSO-COTONER, C., PARDO-CAMACHO, C., CASADO-BEDMAR, M., VICARIO, M. The intestinal barrier function and its involvement in digestive disease. **Revista Española de Enfermedades Digestivas**, v. 108, 2015.

SILVA, C. B. Qualidade microbiológica e estudo da comunidade bacteriana cultivável de queijos frescos e maturados produzidos a partir de leite pasteurizado e leite cru. **Dissertação de Mestrado. Programa de Ciências Aplicadas a Produtos Para Saúde, Universidade Federal Fluminense**, 2020.

SILVA, J. P. L., RIBEIRO, A. P. O., COSTA, S. D. O., MELLO, V. F. LINDENBLATT, C. T. *Staphylococcus* spp.: incidência e surtos. **Embrapa Agroindústria de**

Alimentos, v.1, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1034839/staphylococcus-spp-incidencia-e-surtos> Acesso em 10/05/21

SUWANTARAT, N., CARROLL, K.C., TEKLE, T., ROSS, T., MARAGAKIS, L.L., COSGROVE, S.E., MILSTONE, A.M. Assessment of Antimicrobial Activity in Different Sanitizer Products Commonly Used in Food Processing Environment and Home Setting. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v. 35, n. 9, p. 1183-1186, 2014.

VILLAR-LUIS, M. A. A disseminação do conhecimento científico: desafios e perspectivas. **SMAD: Revista Eletrônica Saúde Mental, Álcool e Drogas**, v. 7, n. 2, p. 53-54, 2011

VISCA, P., SEIFERT, H., TOWNER, K. J. *Acinetobacter* infection - an emerging threat to human health. **IUBMB Life**, v. 63, n. 12, p. 1048–1054, dez. 2011.

YANG, H.-Y., KIM, S.-K., CHOI, S.-Y., YOU, D.-H., LEE, S.-C., BANG, W.-S., YUK, H.-G. Effect of acid, desiccation and heat stresses on the viability of *Cronobacter sakazakii* during rehydration of powdered infant formula and in simulated gastric fluid. **Food Control**, v. 50, p. 336–341, abr. 2015.

YUAN, L., SADIQ, F. A., WANG, N., YANG, Z., HE, G. "Recent advances in understanding the control of disinfectant-resistant biofilms by hurdle technology in the food industry", **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–16, 25 ago. 2020.