

CYBELLE PEREIRA DE OLIVEIRA / LAÍS COSTA LUNA  
Organizadoras

# MICROBIOLOGIA

APLICADA À CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

UM NOVO  
OLHAR



Agron Food Academy



**CYBELLE PEREIRA DE OLIVEIRA / LAÍS COSTA LUNA**  
Organizadoras

# **MICROBIOLOGIA**

**APLICADA À CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**UM NOVO  
OLHAR**



**Agron Food Academy**

CYBELLE PEREIRA DE OLIVEIRA  
LAÍS COSTA LUNA  
Organizadoras

**MICROBIOLOGIA APLICADA À CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - UM NOVO OLHAR**

AGRON FOOD ACADEMY

João Pessoa

2021

**Organizadoras**

Cybelle Pereira de Oliveira  
Laís Costa Luna

**Diagramação, Edição de Arte e Capa**

Laís Costa Luna

**Editor Chefe**

Jackson Andson de Medeiros

**Conselho Editorial Agron Food Academy**

Dr<sup>a</sup>. Julianne Viana Freire Portela  
Dr<sup>a</sup>. Solange de Sousa  
Dr<sup>a</sup> Daniela Souza Ferreira  
Dr. Wiaslan Figueiredo Martins  
Carolina Madazio Niro

**Revisão Final**

Dra. Cybelle Pereira de Oliveira (Docente UFPB)  
Dr. Wiaslan Figueiredo Martins (Docente IF Goiano)  
Jackson Andson de Medeiros (Editora Agron Food Academy)  
Me. Jacqueline de Castro Rimá (Bibliotecária UFPB)

O conteúdo dos capítulos deste livro, sua correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores. O download e o compartilhamento da obra são permitidos desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Microbiologia aplicada à ciência e tecnologia de alimentos [livro eletrônico] : um novo olhar /  
Cybelle Pereira de Oliveira, Laís Costa Luna organizadoras. -- Jardim do Seridó, RN :  
Agron Food Academy, 2021.  
PDF

Vários autores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-995396-1-9

1. Alimentos 2. Biotecnologia 3. Ciência e tecnologia 4. Ciência e tecnologia – Pesquisas  
5. Microbiologia I. Oliveira, Cybelle Pereira de. II. Luna, Laís Costa.

21-76054

CDD-579

**Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/93**



## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	5
<b>PREFÁCIO</b> .....	6
<b>CAPÍTULO 1 - MICROBIOLOGIA PREDITIVA: APLICAÇÕES EM PRODUTOS CÁRNEOS EMBALADOS A VÁCUO</b> .....	7
Wiaslan Figueiredo Martins	
<b>CAPÍTULO 2 - USO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS FORMULADOS COM QUITOSANA E ÓLEOS ESSENCIAIS PARA CONTROLE DE DOENÇAS PÓS-COLHEITA EM FRUTAS</b> .....	13
Kataryne Árabe Rimá de Oliveira, Evandro Leite de Souza	
<b>CAPÍTULO 3 - UTILIZAÇÃO DE COPRODUTOS DE FRUTAS NA ESTABILIZAÇÃO DE CEPAS PROBIÓTICAS</b> .....	20
Caroliny Mesquita Araujo	
Maria Elieidy Gomes de Oliveira	
<b>CAPÍTULO 4 - BACTÉRIAS LÁTICAS ISOLADAS DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE FRUTAS E SEU POTENCIAL PROBIÓTICO E TECNOLÓGICO EM PRODUTOS DE FRUTAS</b> .....	26
Estefânia Fernandes Garcia	
<b>CAPÍTULO 5 - AÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM BIOFILMES DE <i>Staphylococcus aureus</i></b> .....	34
Jessica Bezerra dos Santos Rodrigues	
Marciane Magnani	
<b>CAPÍTULO 6 - <i>Staphylococcus aureus</i> COMO PRODUTORES DE ENZIMAS E SUBSTÂNCIAS ANTIMICROBIANAS TIPO-BACTERIOCINAS PARA A APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS</b> .....	42
Laís Costa Luna	
Cybelle Pereira de Oliveira	
<b>CAPÍTULO 7 - PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE ENZIMAS MICROBIANAS DE USO INDUSTRIAL</b> .....	49
Marília Crivelari da Cunha	
Jessika Gonçalves dos Santos Aguilar	
Hélia Harumi Sato	
<b>CAPÍTULO 8 - CONVERSÃO DE SACAROSE EM ISOMALTULOSE A PARTIR DE GLICOSILTRANSFERASES MICROBIANAS</b> .....	56
Weysser Felipe Cândido de Souza	
Ruann Janser Soares de Castro	
Hélia Harumi Sato	

## **APRESENTAÇÃO**

Prezados leitores,

Essa obra foi gestada no segundo semestre de 2020, em tempos de pandemia da COVID-19, com o novo Coronavírus (SARS-CoV-2). Como docente da Universidade Federal da Paraíba, vi-me inquieta e preocupada em manter o foco dos meus alunos em assuntos que agregassem conhecimento e estímulo, em meio a um período tão desconhecido e difícil de isolamento social.

Assim, em março de 2020, surgiu-me a ideia de realizar uma *live* no meu perfil pessoal do Instagram com dois convidados externos à UFPB, para abordarmos temas na área de Microbiologia Aplicada à Ciência e Tecnologia de Alimentos. Essa primeira *live*, mediante a divulgação prévia e apoio de discentes do nosso Grupo de Pesquisa Eureka no compartilhamento da informação, contou com a participação de pesquisadores e estudantes de diversas instituições, como Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade Nacional de La Plata (Argentina) e dos Instituto Federais de Pernambuco (IFPE), Goiano (IF Goiano) e do Rio Grande do Norte (IFRN), além da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Dessa primeira experiência, nasceu o Projeto “*Lives em Ciência e Tecnologia de Alimentos*”, com a Série 1 voltada para temas na área da Microbiologia Aplicada.

Com a conclusão da Série 1 das *lives*, sugerimos aos palestrantes convidados nos unirmos em prol da escrita de um livro com os temas previamente abordados e bastante enriquecedores aos interessados e amantes da área de Microbiologia Aplicada à Ciência e Tecnologia de Alimentos, com o intuito de ampliar a visão dos leitores sobre o assunto. Assim surge esse livro, como fruto de cooperação acadêmica e esperança em tempos difíceis de pandemia.

Aos fiéis amigos acadêmicos e aos novos colegas de caminhada, Caroliny Mesquita Araujo, Estefânia Fernandes Garcia, Jessica Bezerra dos Santos Rodrigues, Kataryne Árabe Rimá de Oliveira, Laís Costa Luna, Marília Crivelari da Cunha, Weysser Felipe Cândido de Souza, Wiaslan Figueiredo Martins, demais colaboradores e à Editora Agron Food Academy, minha gratidão por ter acolhido essa obra como sua também! Quando nos unimos somos sempre mais fortes!

**Cybelle Pereira de Oliveira**

Farmacêutica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Mestra e Doutora em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela  
Universidade Federal de Paraíba (UFPB)

Docente do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

## **PREFÁCIO**

*Microbiologia aplicada à ciência e tecnologia de alimentos - um novo olhar* representa a concretização de esforços de diferentes profissionais na produção de um material que colabore com o aprendizado de estudantes e pesquisadores da área de microbiologia de alimentos.

No capítulo inicial da obra, são apresentados o conceito de microbiologia preditiva e a sua aplicação na predição da vida útil dos produtos cárneos, como uma ferramenta que pode auxiliar às indústrias de carnes. Nos capítulos seguintes, são abordadas pesquisas relacionadas às frutas e produtos de frutas, como a aplicação de revestimentos comestíveis e óleos essenciais para o controle de micro-organismos, o uso de coprodutos de frutas na estabilização de cepas probióticas e o isolamento de bactérias ácido-láticas com potencial probiótico e tecnológico para aplicação em produtos de frutas.

Uma particularidade interessante deste livro é o enfoque de diferentes assuntos relacionados ao mesmo micro-organismo. Enquanto no Capítulo 5 é apresentada a ação de óleos essenciais em biofilmes de *Staphylococcus aureus*, no Capítulo 6, o leitor vai descobrir que cepas de *Staphylococcus aureus* podem ser utilizadas como produtoras de enzimas e substâncias antimicrobianas tipo-bacteriocinas para a aplicação na indústria de alimentos.

As temáticas sobre enzimas microbianas, por terem diversas vantagens e serem empregadas na indústria de alimentos, ganham espaço nos capítulos finais desta obra. No Capítulo 7 é realizada uma abordagem sobre a produção e aplicação de enzimas microbianas de uso industrial e, no Capítulo final, um enfoque sobre a conversão de sacarose em isomaltulose a partir de glicosiltransferases microbianas. A diversidade de conteúdos que relacionam a microbiologia e a indústria de alimentos convida o leitor para um novo olhar sobre essas temáticas.

Meus sinceros cumprimentos à equipe envolvida na produção desta obra, especialmente às organizadoras Cybelle Pereira de Oliveira e Laís Costa Luna, pelo legado que deixam aos estudantes em momento de pandemia, ao mesmo tempo em que ampliam os olhares dos leitores no campo de rápida expansão da microbiologia de alimentos, reforçando a importância da microbiologia aplicada à ciência e tecnologia de alimentos.

**Wiaslan Figueiredo Martins**

Engenheiro de Alimentos pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Mestre e Doutor em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Docente do Núcleo de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano)

## CAPÍTULO 1

### MICROBIOLOGIA PREDITIVA: APLICAÇÕES EM PRODUTOS CÁRNEOS EMBALADOS A VÁCUO

**Wiaslan Figueiredo Martins.**

Docente no Núcleo de Alimentos do Instituto Federal Goiano (IF Goiano). Campus Morrinhos.  
Doutor em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

#### MICROBIOLOGIA PREDITIVA: HISTÓRICO E CLASSIFICAÇÃO

A microbiologia preditiva é considerada por muitos especialistas como uma ferramenta útil e básica para descrever o crescimento, a sobrevivência, a inativação ou processo bioquímico de um dado micro-organismo por meio da aplicação de modelos matemáticos, para garantir a segurança e a qualidade dos produtos <sup>1;2</sup>.

O artigo publicado por Roberts e Jarvis (1983) sobre a modelagem preditiva do crescimento de *Clostridium botulinum* em carne curada foi considerado o marco inicial da microbiologia preditiva <sup>3</sup>. No entanto, as pesquisas nessa área já eram desenvolvidas muito antes. Há relatos que, em 1920, foram desenvolvidos métodos para calcular o tempo de destruição térmica de micro-organismos, o que revolucionou a indústria de enlatados daquela época <sup>4</sup>.

Os modelos matemáticos são classificados de várias formas na microbiologia preditiva, como (i) determinísticos e empíricos, (ii) cinéticos e probabilísticos e (iii) primário, secundário e terciário <sup>5; 4; 6; 7</sup>.

Neste capítulo, atentaremos a classificação definida no estudo publicado por Whiting e Buchanan <sup>7</sup>, em que os modelos são classificados em primários, secundários e terciários. Os modelos primários, como o modelo de Baranyi e Roberts <sup>8</sup>, descrevem a dinâmica microbiana ao longo do tempo, sob condições ambientais e de cultivo constantes, a exemplo de uma estufa com temperatura fixa. Esses modelos têm sido comumente usados a fim de ajustar-se aos dados microbianos para determinar os parâmetros cinéticos. Já os modelos secundários são usados para descrever a resposta dos parâmetros do modelo primário às variações das condições ambientais, como as variações de temperatura, por exemplo <sup>9; 10</sup>. E os modelos terciários são *softwares* ou ferramentas computacionais de fácil utilização, para resolver os modelos do nível primário ou secundário. Esses *softwares* permitem que pesquisadores, acadêmicos e operadores do setor de alimentos possam obter informações a partir de modelos preditivos de uma forma rápida e eficiente.

Uma outra classificação proposta por Van Impe et al. <sup>11</sup> são os modelos para fatores ambientais variáveis ou modelos dinâmicos, que descrevem o crescimento microbiano a partir das informações obtidas com os modelos primário e secundário(s). Existem vários pacotes de *softwares* de modelagem preditiva microbiana disponíveis. Alguns deles têm sido demonstrados durante conferências internacionais, como na *8th International Conference on Predictive Modelling in Food* (Paris, França) em 2013. O Quadro 1 apresenta uma breve descrição de acessibilidade, data de criação e abordagem da modelagem de alguns *softwares*, os quais possuem aplicações em carne e produtos cárneos, como carne curada pronta para o consumo, carne bovina e de porco frescas, carne



moída, carnes cruas, carnes salgadas, carnes fermentadas, produtos cárneos curados cozidos, presunto, linguiça e carne cozida com e sem nitritos.

**Quadro 1.** Informações gerais sobre a acessibilidade, a data de criação, os usuários em potencial e a abordagem de modelagem utilizada.

<i>Software</i>	<b>Acessibilidade</b>	<b>Data de criação</b>	<b>Abordagem da modelagem</b>
<i>Food Spoilage and Safety Predictor (FSSP)</i>	Gratuito, disponível para <i>download</i>	1999	Determinística
<i>ComBase</i>	Gratuito, acesso à internet	2004	Determinística
<i>Prediction of Microbial Safety in Meat Products</i>	Gratuito, acesso à internet	2006	Determinística
<i>MicroHibro</i>	Gratuito, acesso à internet	2011	Probabilística
<i>Baseline</i>	Gratuito, acesso à internet	2012	Determinística
<i>Listeria Meat Model</i>	Comercial, disponível para <i>download</i>	2012	Determinística
<i>GroPIN</i>	Gratuito, disponível para <i>download</i>	2013	Determinística e probabilística

Fonte: Adaptado de Tenenhaus-Aziza e Ellouze <sup>12</sup>.

Um *software* muito utilizado por pesquisadores é o *Combase* (<http://www.combase.cc>, *link* acessado em 24 de junho de 2020), administrado pelo *Institute of Food Research* (IFR, da sigla em inglês), Reino Unido, que amplia o conhecimento na modelagem preditiva de micro-organismos.

Nos últimos 25 anos, a microbiologia preditiva vem se tornando uma disciplina científica, tecnológica e específica, na qual pesquisadores avançam no desenvolvimento de novos modelos preditivos, novas abordagens para contagem microbiológica, novos métodos de conservação dos alimentos e muitos outros progressos importantes para a engenharia, ciência e tecnologia dos alimentos. Nesse sentido, a microbiologia preditiva engloba conceitos de microbiologia, estatística, matemática e informática, com a finalidade de desenvolver modelos que descrevam e prevejam a dinâmica de crescimento ou declínio dos micro-organismos sob condições diversas, como a temperatura.

Os modelos de microbiologia preditiva são diversos e ajudam a responder a muitas perguntas feitas pela indústria de alimentos e avaliadores de risco: Qual é o potencial de crescimento durante o resfriamento? Qual é a eficácia do processo de pasteurização? Qual é a dose que os consumidores estão expostos no final da vida útil? <sup>13</sup>

## DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS EMBALADOS A VÁCUO

A deterioração de produtos cárneos durante o processamento, distribuição, armazenamento e venda para o consumidor é de grande relevância social e econômica, por resultar em grandes danos às indústrias de alimentos. Além disso, as doenças causadas por patógenos veiculados por alimentos permanecem sendo um importante problema de

saúde. A capacidade de sobrevivência ou de multiplicação de organismos deteriorantes e patogênicos dependem tanto das características dos alimentos quanto das condições ambientais <sup>14; 15</sup>.

A vida útil dos produtos cárneos, especialmente quando embalados a vácuo e refrigerados, está estritamente relacionada ao número e ao tipo dos micro-organismos, inicialmente compostos em sua maioria por bactérias ácido-láticas (BAL). Essas bactérias estão presentes, normalmente, em uma carga inicial em torno de 10 a 10<sup>3</sup> unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g) <sup>16; 17</sup> e o limite crítico estabelecido para a deterioração, descrito por muitos pesquisadores é de 10<sup>6</sup> a 10<sup>7</sup> UFC/g <sup>18; 19; 20</sup>. O crescimento dessas bactérias é influenciado por fatores como temperatura, pH, interações entre os micro-organismos presentes no alimento e composição da atmosfera gasosa que o envolve, como no caso das embalagens de atmosfera modificada <sup>21</sup>.

As BAL envolvidas no processo de deterioração dos produtos cárneos são especialmente as espécies *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus plantarum* e *Weissella viridescens*, as quais desempenham diferentes papéis no processo de deterioração, como diminuição do pH, produção de exsudato branco, odor ácido, perda de vácuo e o aparecimento de álcoois e cetonas <sup>22; 23; 24</sup>.

## MICROBIOLOGIA PREDITIVA APLICADA AOS PRODUTOS CÁRNEOS EMBALADOS A VÁCUO

Ao longo dos anos, pesquisadores têm utilizado a microbiologia preditiva para avaliar o comportamento de BAL em carne e produtos cárneos, que são importantes micro-organismos envolvidos nos processos de deterioração desses produtos (ver quadro 2). Alguns deles têm realizado estudos preditivos em produtos embalados a vácuo, dentre os quais pode-se citar Dalcanton et al. <sup>25</sup>, que modelaram o crescimento de *L. plantarum* em *chopped* suíno fatiado e embalado a vácuo, em condições isotérmicas. Ainda, Silva e colaboradores <sup>26</sup> validaram um modelo preditivo para prever o crescimento de *W. viridescens* em presunto comercial fatiado embalado a vácuo, sob condições não isotérmicas, assim como Paganini <sup>27</sup>, que modelou o efeito de filme ativo incorporado com óleo essencial de orégano no crescimento de *W. viridescens* em presunto, embalado a vácuo.

**Quadro 2.** Modelagem preditiva do crescimento de Bactérias ácido-láticas (BAL) deteriorantes, estudadas em diferentes tipos de produtos cárneos embalados a vácuo.

Micro-organismo	Alimento	Referência
Microbiota natural de BAL	Presunto cozido, fatiado e embalado a vácuo	Menezes et al. <sup>28</sup>
	Carne bovina crua embalada a vácuo	Li et al. <sup>29</sup>
	Emulsões de carne cozidas, embaladas a vácuo	Cayré; Vignolo; Garro <sup>23</sup>
	Salsichas irlandesas cozidas, embaladas a vácuo	Feng et al. <sup>30</sup>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Carne suína cozida, moído e embalado a vácuo	Dalcanton et al. <sup>25</sup>
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Peito de frango, peito de peru e presunto	Zurera-Cosano et al. <sup>31</sup>
	Linguiça de sangue embalada a vácuo	Martins et al. <sup>20</sup>

<i>Weissella viridescens</i>	Presunto comercial fatiado e embalado a vácuo	Silva et al. <sup>26</sup> , Paganini <sup>27</sup> , Longhi et al. <sup>32</sup>
	Linguiça de sangue embalada a vácuo	Martins et al. <sup>20</sup>

Além das pesquisas de espécies específicas de BAL, a microbiota natural deteriorante também tem fundamental importância para a determinação da vida útil de produtos cárneos. Várias pesquisas utilizaram modelos matemáticos para descrever o crescimento da microbiota natural de BAL nesses produtos, como em linguiça frescal de frango sob diferentes concentrações de lactato de sódio e cloreto de sódio <sup>33</sup>, filés de frango resfriados embalados a vácuo e em atmosfera modificada e armazenados sob condições isotérmicas e não isotérmicas <sup>34</sup> e em presunto fatiado e embalado a vácuo em condições isotérmicas e não isotérmicas de armazenamento, com aplicação de óleo essencial de orégano <sup>35</sup>.

Em estudo recente publicado por Martins e colaboradores <sup>20</sup>, foi possível estabelecer modelos preditivos para descrever a vida útil de linguiça de sangue ou *morcilla* (produto típico da Espanha) embalada a vácuo, baseado no comportamento de BAL. Os autores compararam o método tradicional de contagem em placas e o método molecular da Reação em Cadeia da Polimerase quantitativa (qPCR, sigla do inglês) para obter os dados de crescimento das BAL em *morcilla*. Segundo os autores, o estabelecimento e validação de modelos preditivos é de grande interesse para as indústrias de produtos cárneos, pois os modelos podem auxiliar na compreensão de protocolos de detecção quantitativa, com diferenciação da microbiota, visando a melhoria da predição da vida útil de alimentos, promovendo a prevenção da deterioração e garantindo a qualidade dos produtos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- McMEEKIN, T. A.; ROSS, T. Shelf life prediction: status and future possibilities. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, NL, v. 33, p. 65-83, 1996.
- 2- McDONALD, K.; SUN, D. W. Predictive food microbiology for the meat industry: A review. **International Journal of Food Microbiology** [online], v. 52, p. 1-27, 1999.
- 3- ROBERTS, T. A.; JARVIS, B. Predictive modelling of food safety with particular reference to *Clostridium botulinum* in model cured meat systems. **Food Microbiology: Advances and Prospects** (eds. Roberts, T. A. and Skinner, F. A.). Academic Press, London, p. 85-95, 1983.
- 4- NAKASHIMA, S. M. K.; ANDRÉ, C. D. S.; FRANCO, B. D. G. M. Revisão: Aspectos básicos da microbiologia preditiva. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 3, p. 41-51, 2000.
- 5- KRIST, K. A.; ROSS, T.; McMEEKIN, T. A. Final optical density and growth rate; effects of temperature and NaCl differ from acidity. **International Journal of Food Microbiology** [online], v. 43, p. 195-203, 1998.
- 6- McMEEKIN, T. A. et al. Predictive microbiology: Towards the interface and beyond. **International Journal of Food Microbiology** [online], v. 73, p. 395- 407, 2002.
- 7- WHITING, R.; BUCHANAN, R. A classification of models in predictive microbiology - reply. **Food Microbiology**, v. 10, n. 2, p. 175-177, 1993
- 8- BARANYI, J.; ROBERTS, T. A. A dynamic approach to predicting bacterial-growth in food. **International Journal of Food Microbiology**, v. 23, p. 277-294, 1994.



- 9- ROSS, T.; DALGAARD, P. Secondary models. R.C. McKellar, X. Lu (Eds.), Modeling Microbial Responses in Food, CRC Press, **Boca Raton**, p. 63–150, 2004.
- 10- HUANG, L. IPMP Global Fit – A one-step direct data analysis tool for predictive microbiology. **International Journal of Food Microbiology**, v. 262, p. 38–48, 2017.
- 11- VAN IMPE, J. F. et al. Dynamic Mathematical Model to Predict Microbial Growth and Inactivation during Food Processing. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 58, p. 2901-2909, 1992.
- 12- TENENHAUS-AZIZA, F.; ELLOUZE, M. Software for predictive microbiology and risk assessment: A description and comparison of tools presented at the ICPMF8 Software Fair. **Food Microbiology**, v. 45, p. 290–299, 2015.
- 13- GUILLIER, L. Predictive Microbiology Models and Operational Readiness. **Procedia Food Science**, v. 7, p. 133–136, 2016
- 14- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. Editora Atheneu, São Paulo, 2008.
- 15- NYCHAS, G-J. E. *et al.* Meat spoilage during distribution. **Meat Science**, v. 78, p. 77-89, 2008.
- 16- PARENTE, E.; GRIECO, S.; CRUDELE, M. A. Phenotypic diversity of lactic acid bacteria isolated from fermented sausages produced in Basilicata (Southern Italy). **Journal Applied Microbiology**, v. 90, p. 943–952, 2001.
- 17- KOUTSOUMANIS, K. et al. Development of a microbial model for the combined effect of temperature and pH on spoilage of ground meat, and validation of the model under dynamic temperature conditions. **Applied and Environmental Microbiology** [online], v. 72, n. 1, p. 124-134, 2006.
- 18- DIEZ, A. M. et al. Effectiveness of combined preservation methods to extend the shelf life of *Morcilla de Burgos*. **Meat Science**, v. 81, p. 171–177, 2009.
- 19- IRKIN, R. *et al.* Influence of packaging conditions on some microbial properties of minced beef meat at 4 °C storage. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 17, p. 655-663, 2011.
- 20- MARTINS, W. F. et al. A mathematical modeling approach to the quantification of lactic acid bacteria in vacuum-packaged samples of cooked meat: Combining the TaqMan-based quantitative PCR method with the plate-count method. **International Journal of Food Microbiology**, v. 318, 2020.
- 21- BORCH, E.; KANT-MUERMANS, M. L.; BLIXT, Y. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 33, p. 103-120, 1996.
- 22- SAMELIS, J.; KAKOURI, A.; REMENTZIS, J. The spoilage microflora of cured, cooked turkey breasts prepared commercially with or without smoking. **International Journal of Food Microbiology**, v. 56, p. 133–143, 2000.
- 23- CAYRÉ, M.; VIGNOLO, G.; GARRO, O. Modeling lactic acid bacteria growth in vacuum-packaged cooked meat emulsions stored at three temperatures. **Food Microbiology**, v. 20, p. 561–566, 2003.
- 24- AUDENAERT, K. et al. Diversity of lactic acid bacteria from modified atmosphere packaged sliced cooked meat products at sell-by date assessed by PCR-denaturing gradient gel electrophoresis. **Food Microbiology**, v. 27, p. 12-18, 2010.
- 25- DALCANTON, F. et al. Modelling growth of *Lactobacillus plantarum* and shelf life of vacuum-packaged cooked chopped pork at different temperatures. **International Journal of Food Science Technology**, v. 48, p. 2580–2587, 2013.
- 26- SILVA, N. B. et al. Modeling the growth of *Lactobacillus viridescens* under non-isothermal conditions in vacuum-packed sliced ham. **International Journal of Food Microbiology**, v. 240, p. 97-101, 2017
- 27- PAGANINI, C. C. **Ação antimicrobiana de filme ativo incorporado com óleo essencial de orégano no crescimento de *Weissella viridescens* e *Pseudomonas fluorescens***. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, p. 84, 2017.

- 28- MENEZES, N. M. C. et al. Modeling the effect of oregano essential oil on shelf-life extension of vacuum-packed cooked sliced ham. **Meat Science**, v. 139, p. 113-119, 2018
- 29- LI, M. Y. et al. Comparison of Mathematical Models of Lactic Acid Bacteria Growth in Vacuum-Packaged Raw Beef Stored at Different Temperatures. **Journal of Food Science**, v. 78, p. 600–604, 2013.
- 30- FENG, C. H.; DRUMMOND, L.; SUN, D. W. Modelling the growth parameters of lactic acid bacteria and total viable count in vacuum-packaged Irish cooked sausages cooled by different methods. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 49, p. 2659–2667, 2014.
- 31- ZURERA-COSANO, G. et al. Performance of response surface model for prediction of *Leuconostoc mesenteroides* growth parameters under different experimental conditions. **Food Control**, v. 17, p. 429–438, 2006
- 32- LONGHI, D. A. et al. Optimal experimental design to model spoilage bacteria growth in vacuum-packaged ham. **Journal of Food Engineering**, v. 216, p. 20–26, 2018.
- 33- SILVA, C. N. **Estudo da vida útil de linguiça frescal de frango e modelagem do crescimento de bactérias ácido lácticas em condições isotérmicas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013.
- 34- MEZAROBA, M. E. P. C. **Avaliação da Vida Útil de Filés de Frango Resfriados, Embalados a Vácuo e em Atmosfera Modificada sob Armazenamento Isotérmico e não Isotérmico**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2014.
- 35- MENEZES, N. M. C. **Efeito da adição de óleo essencial de orégano sobre a vida útil de presunto fatiado embalado a vácuo: modelagem em condições isotérmicas e não isotérmicas**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2016.