



INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
Centro de Tecnologia de Frutas e Hortaliças – FRUTHOTEC
Centro de Tecnologia de Carnes - CTC

CRISTIANE SILVANO WENSING

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA DO EXTRATO DE ERVA MATE
(*Ilex paraguariensis*) EM SALSICHAS

CAMPINAS
2024

CRISTIANE SILVANO WENSING

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA DO EXTRATO DE ERVA
MATE (*Ilex paraguariensis*) EM SALSICHAS

*Dissertação apresentada ao Instituto de
Tecnologia de Alimentos para obtenção do
título de Mestre em Ciência e Tecnologia
de Alimentos.*

Aluno: Cristiane Silvano Wensing
Orientadora: Prof. Dra. Sílvia Cristina Sobottka Rolim de Moura
Coorientadora: Dra. Márcia Mayumi Harada Haguiwara

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação defendida pela aluna Cristiane Silvano Wensing e orientada pelo Prof(a). Dr(a). Sílvia Cristina Sobottka Rolim de Moura.

CAMPINAS

2024

Agência(s): O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. O projeto teve financiamento da Fapesp

Nº do proc.: 2019/19647-0

Ficha Catalográfica

Elaborada por Lucilene P. Silva - Bibliotecária CRB/8 - 8507
Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL

W476a Wensing, Cristiane Silvano

Atividade antioxidante e antimicrobiana do extrato de erva mate (*Ilex paraguariensis*) em salsichas. / Cristiane Silvano Wensing. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP: Ital, 2024.

163 f.

Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Cristina Sobottka Rolim de Moura
Coorientadora: Dra. Márcia Mayumi Harada Haguiwara

1. Erva-mate. 2. Antioxidantes naturais. 3. Microencapsulação. 4. Aplicação em salsicha. I. Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital). Centro de Tecnologia de Frutas e Hortaliças (Fruthotec). II. Moura, Sílvia Cristina Sobottka Rolim de. III. Título.

Título em inglês: Antioxidant and Antimicrobial Activity of Yerba Mate Extract (*Ilex paraguariensis*) in Sausages.

Key-words: Yerba mate; Natural antioxidants; Microencapsulation; Application in sausage.

Titulação: Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Banca Examinadora: Profa. Dra. Sílvia Cristina Sobottka Rolim de Moura (Orientadora/ Presidente), Dra. Márcia Mayumi Harada Haguiwara (Coorientadora), Dra. Ana Lúcia da Silva Correa Lemos, Profa. Dra. Larissa Consoli, Dra. Izabela Dutra Alvim (suplente)

Data da Defesa: 22 de fevereiro de 2024

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Cristiane Silvano Wensing, aprovada pela Comissão Julgadora em 22 de fevereiro de 2024.

Prof.(a) Dr.(a) Sílvia Cristina Sobottka Rolim de Moura
FRUTHOTEC/ITAL - (Presidente)

Dr.(a) Márcia Mayumi Harada Haguiwara
CTC/ ITAL - (coorientadora)

Dr.(a) Ana Lúcia da Silva Correa Lemos
CTC/ ITAL (titular)

Prof.(a) Dr.(a) Larissa Consoli
UFSCar/Campus Lagoa do Sino (titular)

Dr.(a) Izabela Dutra Alvim
CEREAL CHOCOTEC/ ITAL (suplente)

A ata de defesa de dissertação de mestrado com as respectivas assinaturas dos membros da banca encontra-se arquivada junto à documentação do aluno.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao meu marido José Carlos, que transformou meus sonhos em seus próprios objetivos. Seu apoio incondicional fez deste trabalho uma jornada compartilhada, e cada conquista é uma vitória nossa. Te amo além das palavras.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de sabedoria e força, por guiar meus passos ao longo desta jornada acadêmica. Sua graça foi minha inspiração, e Sua luz iluminou cada desafio. A Ele dedico esta dissertação, reconhecendo que sem Sua orientação, esta conquista não seria possível.

Aos meus queridos pais e irmãos, cujo amor, sacrifício e encorajamento tornaram possível a realização deste trabalho. Obrigado por serem minha fonte de inspiração e apoio inabalável ao longo desta jornada acadêmica.

Ao meu amado marido, agradeço por ser a rocha que sustentou meu caminho acadêmico. Sua paciência, compreensão e constante incentivo foram fundamentais para esta conquista. Esta dissertação é tão sua quanto minha. Te amo profundamente.

Deixo um agradecimento especial a minha orientadora Silvia e coorientadora Márcia, pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo, pelo incentivo e pela dedicação de seus escassos tempos ao meu projeto de pesquisa. Obrigado por me manterem motivada durante todo o processo.

Também agradeço as minhas amigas, técnicas Jaqueline e Fabíola que sempre me ajudaram com suas experiências desde o início deste projeto de pesquisa.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

A todos os mestres que contribuíram com a minha formação acadêmica e profissional durante a minha vida, em especial ao meu querido professor Jair, que sempre alimentou minha vontade de seguir carreira científica.

À Professora Fabiane Moraes pela oportunidade de estágio em docência e por todo o carinho, disposição e conhecimento transmitido.

Agradeço ao corpo técnico do FRUTHOTEC, CTC e Lafise do ITAL pela ajuda da condução dos ensaios e avaliação dos resultados.

Também quero agradecer ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) e o seu corpo docente que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a aplicação do extrato de erva-mate, tanto na forma livre quanto microencapsulada, em salsicha Viena e salsicha tradicional, com foco na preservação de suas propriedades físicas, antioxidantes e antimicrobianas durante o armazenamento a 5 °C e 12 °C. Os resultados obtidos demonstraram que a microencapsulação do extrato de erva-mate desempenhou um papel crucial na redução da perda de peso na cocção das salsichas, preservação da atividade antioxidante e inibição da oxidação lipídica, em comparação com o extrato livre. Além disso, o extrato de erva-mate apresentou atividade antimicrobiana significativa contra microrganismos patogênicos, contribuindo para a segurança microbiológica dos produtos cárneos. A análise dos resultados revelou que a temperatura de armazenamento exerceu um impacto significativo sobre as propriedades das salsichas tratadas com o extrato de erva-mate. As salsichas armazenadas a 5 °C demonstraram uma preservação mais eficaz da atividade antioxidante, uma menor formação de compostos oxidativos (TBARs) e uma inibição mais eficiente do crescimento microbiano em comparação com as armazenadas a 12 °C. Quanto à aceitabilidade sensorial, a amostra com extrato livre teve maior semelhança com a amostra controle, e conseqüentemente, maior aceitação. Essas descobertas ressaltam a importância da temperatura de armazenamento na manutenção da qualidade e segurança dos produtos cárneos adicionados de extrato de erva-mate. Os resultados desta pesquisa destacam o potencial promissor do extrato de erva-mate, como um aditivo funcional para salsichas, oferecendo benefícios em termos de estabilidade física, propriedades antioxidantes e atividade antimicrobiana durante o armazenamento.

Palavras-chave:

Erva-mate; Antioxidantes naturais; Microencapsulação; Aplicação em salsicha.

ABSTRACT

The present study aimed to assess the application of yerba mate extract, both in its free and microencapsulated form, in Vienna sausage and traditional sausage, with a focus on preserving their physical, antioxidant, and antimicrobial properties during storage at 5 °C and 12 °C. The results obtained demonstrated that the microencapsulation of yerba mate extract played a crucial role in reducing weight loss during sausage cooking, preserving antioxidant activity, and inhibiting lipid oxidation, compared to the free extract. Additionally, yerba mate extract exhibited significant antimicrobial activity against pathogenic microorganisms, contributing to the microbiological safety of meat products. Analysis of the results revealed that the storage temperature had a significant impact on the properties of sausages treated with yerba mate extract. Sausages stored at 5 °C demonstrated more effective preservation of antioxidant activity, lower formation of oxidative compounds (TBARs), and more efficient inhibition of microbial growth compared to those stored at 12 °C. Regarding sensory acceptability, the sample with free extract showed greater similarity to the control sample and consequently higher acceptance. These findings emphasize the importance of storage temperature in maintaining the quality and safety of meat products with added yerba mate extract. The results of this research highlight the promising potential of yerba mate extract, as a functional additive for sausages, offering benefits in terms of physical stability, antioxidant properties, and antimicrobial activity during storage.

Key words:

Yerba mate; Natural antioxidants; Microencapsulation; Application in sausage.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
SUMÁRIO	9
SUMÁRIO DE TABELAS	14
SUMÁRIO DE FIGURAS.....	17
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. OBJETIVOS.....	22
2.1 OBJETIVO PRINCIPAL.....	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
3.1 CENÁRIO MUNDIAL DE CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS.....	23
3.2 OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	27
3.3 ANTIOXIDANTES.....	30
3.3.1 Antioxidantes sintéticos	31
3.3.2 Antioxidantes naturais	32
3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS.....	37
3.5 ERVA-MATE (<i>Ilex paraguariensis</i>) COMO FONTE DE ANTIOXIDANTES NATURAIS.....	37
3.5.1 Microencapsulação por gelificação iônica.....	40
3.6 SALSICHA.....	42
3.6.1 Salsicha Viena.....	42
3.6.1.1 Características físico-químicas	42
3.6.1.2 Características microbiológicas	43
3.6.2 Salsicha Tradicional	43
3.6.2.1 Características físico-químicas	43
3.6.2.2 Características microbiológicas	44

3.7	PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SALSICHA.....	45
3.7.1	Principais Ingredientes utilizados.....	45
3.7.1.1	Água.....	46
3.7.1.2	Sal.....	46
3.7.1.3	Agentes de cura	47
3.7.1.4	Estabilizantes	49
3.7.1.5	Redutores e acidulantes	50
3.7.2	Processo produtivo.....	50
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	51
4.1	MATERIAIS.....	51
4.2	MICROENCAPSULAÇÃO DO EXTRATO DE ERVA-MATE.....	52
4.3	ENSAIOS PRELIMINARES	53
4.4	PLANEJAMENTO DAS AMOSTRAS.....	57
4.5	ELABORAÇÃO DAS SALSICHAS.....	58
4.5.1	Ingredientes e formulação da Salsicha Viena	58
4.5.2	Ingredientes e formulação da Salsicha Tradicional.....	59
4.5.3	Processamento.....	60
4.6	DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA.....	61
4.6.1	Salsicha Viena.....	61
4.6.2	Salsicha tradicional.....	62
4.7	ANÁLISES DAS SALSICHAS.....	63
4.7.1	Composição centesimal.....	63
4.7.2	Perda de peso por cocção.....	63
4.7.3	Estabilidade.....	64
4.7.3.1	Cor	64
4.7.3.2	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).....	64
4.7.3.3	Atividade antioxidante.....	64

4.7.3.3.1	Extração de ativos	64
4.7.3.3.2	DPPH	65
4.7.3.3.3	ABTS	66
4.7.3.3.4	Compostos fenólicos totais	66
4.7.3.4	Análises microbiológicas em salsichas	67
4.7.3.4.1	Aeróbios mesófilos	67
4.7.3.4.2	Análise da presença de Salmonella sp.	67
4.7.3.4.3	Contagem de Escherichia coli	68
4.7.3.4.4	Análise da presença de Listeria monocytogenes	68
4.7.3.4.5	Contagem de Clostridium perfringens.....	68
4.7.3.4.6	Contagem de Estafilococcus coagulase positiva	69
4.7.3.5	pH.....	69
4.7.3.6	Atividade de água (Aa)	69
4.7.4	Nitratos e nitritos.....	69
4.7.6	4.7.6 Aceitabilidade sensorial	71
4.7.7	Análise estatística.....	72
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
5.1	CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS NO EXTRATO E NO MICROENCAPSULADO DE ERVA-MATE	73
5.2	TESTES PRELIMINARES	73
5.2.1	Análise sensorial preliminar	74
5.2.2	Análise visual de cor.....	75
5.3	FABRICAÇÃO DAS SALSICHAS	76
5.3.1	Perda de peso na cocção	76
5.4	SALSICHA VIENA	78
5.4.1	Caracterização da Salsicha Viena	78
5.4.1.1	Composição centesimal.....	78

5.4.1.2	Nitratos e nitritos.....	79
5.4.1.3	Caracterização microbiológica inicial	79
5.4.1.4	pH.....	81
5.4.2	Análises de Estabilidade.....	82
5.4.2.1	Cor	82
5.4.2.2	Substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)	89
5.4.2.3	Atividade antioxidante pelo método DPPH	91
5.4.2.4	Atividade antioxidante pelo método ABTS	94
5.4.2.5	Compostos fenólicos	96
5.4.2.6	Microbiológicas.....	99
5.4.2.6.1	Aeróbios mesófilos	99
5.4.2.7	Atividade de água.....	102
5.4.2.8	Avaliação dos parâmetros cinéticos.....	104
5.4.3	Análise sensorial	109
5.4.3.1	Caracterização do grupo de consumidores recrutado para o teste	109
5.4.3.2	Teste de aceitabilidade e preferência	110
5.4.3.3	Análise descritiva CATA	116
5.4.3.4	Aceitabilidade mínima tolerável (ponto de corte)	118
5.4.3.5	Conclusão da aceitabilidade	119
5.5	SALSICHA TRADICIONAL.....	120
5.5.1	Substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)	121
5.5.2	Cor	122
5.5.3	Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante (DPPH e ABTS)	124
5.5.4	Atividade de água.....	126
5.5.5	Microbiológicas.....	127
6.	CONCLUSÕES.....	128
7.	REFERÊNCIAS	129

ANEXOS155

SUMÁRIO DE TABELAS

Tabela 1. Antioxidantes naturais estudados nos últimos anos em carnes e carnes processadas.....	35
Tabela 2. Características físico-químicas da Salsicha Viena.....	42
Tabela 3. Características microbiológicas da Salsicha Viena.....	43
Tabela 4. Características físico-químicas da Salsicha tipo <i>Tradicional</i>	44
Tabela 5. Características microbiológicas da Salsicha tipo <i>tradicional</i>	44
Tabela 6. Conceitos dos tipos de produtos utilizados para fabricação de salsicha de acordo com as normativas vigentes.....	45
Tabela 7. Formulações testes.....	54
Tabela 8. Reajuste das formulações testes.....	55
Tabela 9. Sequência de adição dos ingredientes no preparo da emulsão.....	56
Tabela 10. Descrição das amostras fabricadas.....	57
Tabela 11. Formulações utilizadas para a fabricação das amostras de salsicha Viena.....	58
Tabela 12. Formulações utilizadas para a fabricação das amostras de salsicha <i>tradicional</i>	59
Tabela 13. Identificação e armazenamento das amostras de salsicha Viena.....	61
Tabela 14. Distribuição das análises das amostras de salsicha Viena.....	62
Tabela 15. Identificação e armazenamento das amostras de salsicha <i>Tradicional</i>	62
Tabela 16. Distribuição das análises das amostras de salsicha <i>tradicional</i>	62
Tabela 17. Teor de compostos fenólicos no extrato de erva-mate livre e microencapsulado.....	73
Tabela 18. Descrição das amostras de testes preliminares.....	73
Tabela 19. Cor das amostras de testes preliminares.....	75
Tabela 20. Perda de peso na cocção das amostras.....	76
Tabela 21. Conteúdo de Gordura, proteína, Umidade e Cinzas iniciais nas amostras.....	78
Tabela 22. Conteúdo de Nitratos e Nitritos iniciais nas amostras.....	79

Tabela 23. Análises microbiológicas iniciais nas amostras de salsicha Viena.	80
Tabela 24. PH inicial das amostras de salsicha <i>Viena</i>	81
Tabela 25. Cor instrumental das amostras de salsicha Viena armazenadas a 5 °C.	83
Tabela 26. Cor instrumental das amostras de salsicha Viena armazenadas a 12 °C.	85
Tabela 27. Diferença total de cor (ΔE) das amostras de Salsicha Viena armazenadas em duas temperaturas.	86
Tabela 28. Substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) em salsichas durante a vida de prateleira sob refrigeração de 5 °C.	91
Tabela 29. Parâmetros cinéticos da degradação dos compostos fenólicos nas diferentes temperaturas de armazenamento.	105
Tabela 30. Parâmetros cinéticos da degradação da atividade antioxidante por ABTS nas diferentes temperaturas de armazenamento.	105
Tabela 31. Parâmetros cinéticos da degradação da atividade antioxidante por DPPH nas diferentes temperaturas de armazenamento.....	106
Tabela 32. Parâmetros cinéticos da degradação da cor nas diferentes temperaturas de armazenamento.	107
Tabela 33. Parâmetros cinéticos da degradação por aeróbios mesófilos nas diferentes temperaturas de armazenamento.	108
Tabela 34. Resultados obtidos para amostras de salsicha, no tempo inicial, quanto à aceitabilidade quanto à aparência, odor, sabor e de modo global e preferência.	111
Tabela 35. Resultados obtidos para amostras de salsicha, no tempo final, quanto à aceitabilidade quanto à aparência, odor, sabor e de modo global e preferência.	112
Tabela 36. Resultados obtidos na avaliação CATA referente às características de aparência, odor, textura e sabor das amostras de salsicha.	116
Tabela 37. Resultados obtidos no teste para avaliação das amostras de salsicha, nos tempos inicial e final, quanto à aceitabilidade quanto à aparência, odor, sabor e de modo global.....	119
Tabela 38. Cor instrumental das amostras de Salsicha <i>Tradicional</i>	124
Tabela 39. Compostos fenólicos totais das amostras de Salsicha <i>Tradicional</i> no dia 1 e no dia 45.	125

Tabela 40. Atividade antioxidante pelo método ABTS das amostras de Salsicha <i>Tradicional</i> no dia 1 e no dia 45.	125
Tabela 41. Atividade antioxidante pelo método DPPH das amostras de salsicha <i>tradicional</i> no dia 1 e no dia 45.....	126
Tabela 42. Atividade de água (<i>Aw</i>) das amostras de salsicha <i>tradicional</i>	126
Tabela 43. Análises microbiológicas iniciais nas amostras de salsicha <i>tradicional</i>	127

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1. Vendas de carne processada na América Latina, valor de varejo em milhões de dólares, 2008 a 2027 (Euromonitor Internacional, 2023).	24
Figura 2. Análise de lançamentos na América Latina (Adaptado de Euromonitor Internacional, 2023).	24
Figura 3. Mecanismo de oxidação lipídica	28
Figura 4. (A) Equipamento de leite fluidizado FBD 1.0; (B) Secagem das micropartículas em leite fluidizado em andamento.	53
Figura 5. (A) Pesagem da carne em balança BG8000-GEHAKA; (B) Preparo da emulsão em processador ROBOT COUPE/Blixer 3; (C) Cozimento em Banho-maria 146:TC-058.	56
Figura 6. (A) Preparo da emulsão em <i>cutter</i> da marca Kramer Grebe TC.138; (B) embutimento em embutidora Handtmann; (C) Cozimento em estufa Schroter. ...	60
Figura 7. (A) Embalagem a vácuo em seladora Digimat SuperVac TC.114; (B) Identificação das amostras; (C) Armazenamento em câmara de resfriamento. ...	61
Figura 8. Amostras no dia zero; (A) Salsicha Viena Controle – VC; (B) Salsicha Viena com o Extrato de Erva-mate Livre – VE; (C) Salsicha Viena com o Extrato de Erva-mate microencapsulado – VP.	82
Figura 9. Diferença total de cor nas Salsichas Viena Controles armazenadas a 5 e 12 °C no decorrer de 63 dias.	87
Figura 10. Diferença total de cor nas Salsichas Viena com extrato de erva-mate livre armazenadas a 5 e 12 °C no decorrer de 63 dias.	88
Figura 11. Diferença total de cor nas Salsichas Viena com extrato de erva-mate microencapsulado armazenadas a 5 e 12 °C no decorrer de 63 dias.	89
Figura 12. Gráfico da atividade antioxidante (DPPH) na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 5 °C.	92
Figura 13. Gráfico da atividade antioxidante (DPPH) na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 12 °C.	93
Figura 14. Gráfico da atividade antioxidante (ABTS) na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 5 °C.	95
Figura 15. Gráfico da atividade antioxidante (ABTS) na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 12 °C.	96

Figura 16. Gráfico do conteúdo de compostos fenólicos na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 5 °C.	98
Figura 17. Gráfico do conteúdo de compostos fenólicos na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 12 °C.	98
Figura 18. Gráfico do crescimento de aeróbios mesófilos na Salsicha Viena Controle (VC) armazenada durante 63 dias a 5 °C e 12 °C.....	100
Figura 19. Gráfico do crescimento de aeróbios mesófilos na Salsicha Viena com extrato de erva-mate livre (VE) armazenada durante 63 dias a 5 °C e 12 °C.	101
Figura 20. Gráfico do crescimento de aeróbios mesófilos na Salsicha Viena com extrato de erva-mate microencapsulado (VP) armazenada durante 63 dias a 5 °C e 12 °C.....	101
Figura 21. Gráfico do valor de Atividade de água na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 5 °C.....	103
Figura 22. Gráfico do valor de Atividade de água na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 12 °C.....	103
Figura 23. Características do grupo de consumidores recrutados quanto à faixa etária (a), classe social (b), frequência de consumo de salsicha (c) e maneiras de consumo da salsicha (d).	110
Figura 24. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição para a aceitabilidade, nos tempos inicial/final da aparência (a)/(b) e odor (c)/(d) das amostras de salsicha de acordo com a avaliação dos consumidores que participaram do teste.	113
Figura 25. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição para a aceitabilidade, nos tempos inicial/final do quanto ao sabor (e)/(f) e modo global (g)/(h) das amostras de salsicha de acordo com a avaliação dos consumidores que participaram do teste.....	114
Figura 26. Porcentagens de classificação ideal, acima e abaixo do ideal nos tempos inicial/final para a intensidade de sal (a)/(b), intensidade de sal tempero/condimento (c)/(d) e Firmeza (e)/(f), de acordo com a avaliação dos consumidores que participaram do teste. * percebido por mais de 20% dos consumidores, com diminuição significativa na média de aceitabilidade global.	116
Figura 27. Gráficos dos atributos CATA das amostras nos tempos inicial e final.	118

Figura 28. Gráfico do valor de Substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) na Salsicha *tradicional* armazenada durante 45 dias a 5 °C.....121

Figura 29. Amostras no dia zero; (A) Salsicha *Tradicional* Controle – VC; (B) Salsicha *Tradicional* com o Extrato de Erva-mate Livre – VE; (C) Salsicha *Tradicional* com o Extrato de Erva-mate microencapsulado – VP.123

1. INTRODUÇÃO

A população mundial está cada vez mais preocupada com o tipo de alimento que está ingerindo, optando quando possível, por versões mais naturais e orgânicas dos produtos (ASCHEMANN-WITZEL; VARELA; PESCHEL, 2019). A busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis está fazendo com que a indústria alimentícia atue fortemente em estudos objetivando o desenvolvimento de ingredientes de grau alimentício com propriedades funcionais (KAWSKI et al., 2017).

O setor de embutidos vem se expandindo grandemente no Brasil devido à praticidade do preparo da refeição. Dentre os mais consumidos está a salsicha, com uma produção brasileira maior que 330 mil toneladas em 2017 (VEGRO, 2017). De acordo com dados da consultoria Nielsen, entre 2019 e 2021, a demanda por salsicha aumentou 7,9%. A salsicha possui geralmente em sua composição, antioxidantes, estabilizantes e conservantes, que são aditivos sintéticos utilizados para conservação, melhoria de textura e aumento da vida útil. (ORDÓÑEZ, 2005 a.b).

O consumo frequente de conservantes sintéticos está sendo associado ao surgimento de alergias, dificuldades digestivas e até mesmo a determinados tipos de câncer, tais como: o de estômago, esôfago, cólon, reto, mama e ovário. (NG *et al.*, 2019; SOARES, 2023; GONÇALVES, 2020). Além da diminuição da disponibilidade de certas vitaminas, como a tiamina (B1), ácido fólico (B9), piridoxina e nicotinamida, resultando na redução da qualidade nutricional dos alimentos tratados. Além disso, a ingestão desses aditivos tem sido associada a reações adversas em certos indivíduos, como broncoespasmos em asmáticos sensíveis (SOARES, 2023).

Durante o armazenamento e cozimento de produtos cárneos, a oxidação de ácidos graxos poli-insaturados é uma das principais causas da deterioração da qualidade. Isso pode levar à formação de compostos tóxicos, como hidroperóxidos lipídicos e produtos avançados de lipoxidação. Esses produtos oxidados podem ser parcialmente absorvidos pelo intestino e são responsáveis por várias condições patológicas devido às suas atividades pró-aterogênicas e citotóxicas (DE FARIAS MARQUES et al., 2022).

O eritorbato de sódio ($C_6H_7NaO_6$), também conhecido como D-isoascorbato de sódio, é uma forma química do ácido ascórbico (vitamina C) e é um dos principais antioxidantes sintéticos utilizados na conservação de alimentos. Além de desativar a formação de radicais livres e prevenir a oxidação lipídica, o eritorbato de sódio também pode contribuir para a manutenção estável da cor dos produtos (DELGADO-PANDO et al., 2021).

O desenvolvimento dessas substâncias naturais, visa inibir o crescimento microbiano e manter as características organolépticas e sensoriais dos alimentos (ANGIOLILLO, CONTE & DEL NOBILE, 2014). Esse tipo de substância é de origem natural e não possui ingredientes de origem química em sua formulação, além do mais, dispõe das mesmas funções apresentadas pelos aditivos sintéticos (VIALTA & AMARAL, 2014). Isso porque os extratos vegetais apresentam um alto teor de polifenóis e contém propriedades antioxidantes e antimicrobianas (JIANG; XIONG, 2016).

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta bastante encontrada na América Latina. Suas folhas possuem grande quantidade de compostos bioativos, como os compostos fenólicos que apresentam efeito antioxidante e outras moléculas com propriedades antibacterianas e funcionais (PENTEADO, 2019). Esses compostos podem ser micro encapsulados para maior eficiência na inserção em produtos alimentícios.

Mesmo que os compostos químicos do eritorbato de sódio sejam semelhantes aos de muitos antioxidantes naturais, sua presença na formulação de alimentos pode ser indesejável para os consumidores, pois se trata de rotular uma substância sintética. Por outro lado, o uso de ingredientes com denominação "natural" é associado a algo "bom" e "saudável" (DELGADO-PANDO et al., 2021).

O desenvolvimento deste trabalho deve-se ao fato do apelo pela saúde dos consumidores juntamente com o prazer de uma alimentação saborosa, prática e mais saudável, através da utilização de aditivos naturais visando a possível extensão da vida de prateleira do alimento. Esse estudo explora a atividade antioxidante e antimicrobiana do extrato de erva mate (*Ilex paraguariensis*) em salsichas, com foco em sua capacidade de prolongar a vida útil do produto e garantir a segurança alimentar. Assim, buscando identificar os benefícios potenciais desse extrato natural em alimentos processados.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

O presente estudo teve como objetivo avaliar a vida útil de salsicha Viena e salsicha *tradicional* com a aplicação do extrato de erva-mate livre e microencapsulado como antioxidante natural, comparando com sua versão adicionada somente de antioxidante sintético.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir salsicha Viena e salsicha *tradicional* com a adição do extrato de erva-mate livre e microencapsulado e avaliar as características em relação ao eritorbato de sódio;
- Caracterizar as salsichas mediante análises físico-químicas e microbiológicas, comparando-as em relação aos produtos adicionados somente de eritorbato de sódio.
- Avaliar a aceitabilidade sensorial dos produtos desenvolvidos, em comparação a uma formulação padrão, adicionada somente de eritorbato de sódio;
- Analisar a estabilidade do extrato de erva-mate livre e microencapsulado em salsichas Viena e *tradicional*, considerando a degradação dos compostos fenólicos e a atividade antioxidante ao longo do tempo.
- Avaliar a influência da temperatura de armazenamento na estabilidade do extrato de erva-mate livre e microencapsulado em salsichas Viena, considerando a degradação dos compostos fenólicos e a atividade antioxidante.
- Investigar a eficácia do extrato de erva-mate livre e microencapsulado como agente antimicrobiano em salsichas Viena, comparando com formulação padrão adicionada de antioxidante sintético, por meio da análise microbiológica de patógenos e indicadores de qualidade ao longo da vida útil dos produtos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CENÁRIO MUNDIAL DE CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS

A indústria de alimentos possui uma presença marcante por todo o território brasileiro. Com uma produção diversificada e em grande escala, cerca de 72% dos alimentos fabricados no país são direcionados para o abastecimento do mercado interno, satisfazendo uma demanda crescente e variada dos consumidores brasileiros. Além de suprir o mercado doméstico, o Brasil se destaca como um importante protagonista no mercado global de alimentos (SEBRAE, 2023).

O país ocupa a posição de segundo maior exportador mundial de alimentos industrializados em termos de volume, oferecendo uma ampla gama de produtos prontos para consumo para países ao redor do mundo. Em números, o Brasil é o quinto maior exportador, demonstrando a qualidade, o valor agregado e a relevância da produção no setor de alimentos que conquistam mercados internacionais (SEBRAE, 2023).

O Brasil é o maior exportador mundial de carne bovina e de aves, e o 4º maior de carne suína. Como produtor, é o 2º maior em carne bovina e de aves e o 4º em carne suína (ABIA, 2022).

A carne processada abrange todos os produtos de origem animal que passaram por um processo além da mera evisceração, limpeza e abate. Isso inclui produtos adicionados de condimentos, molhos, marinadas, empanados, entre outros. Esses produtos já vêm embalados, excluindo aqueles comercializados em balcões (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2023).

No ano de 2022, o mercado latino-americano de carnes processadas alcançou cerca de 12,5 bilhões de dólares em vendas no varejo (Figura 1). Brasil e Colômbia destacam-se como líderes no lançamento de produtos cárneos, representando aproximadamente 52% do total de lançamentos da categoria no período. Os formatos mais comuns nos lançamentos são produtos embutidos, peças inteiras, fatiados e filés (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2023).

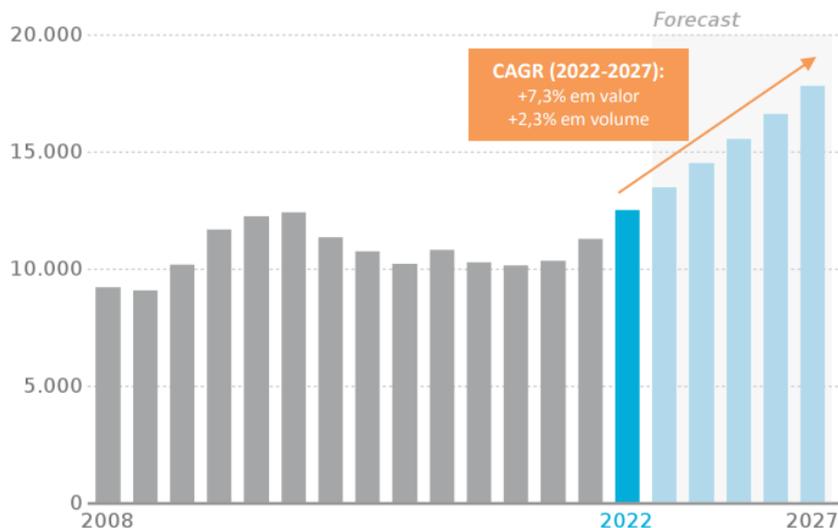


Figura 1. Vendas de carne processada na América Latina, valor de varejo em milhões de dólares, 2008 a 2027 (Euromonitor Internacional, 2023).

Uma pesquisa realizada e exibida pelo Euromonitor Internacional em 2023 (Figura 2), mostra a tendência das alegações nos lançamentos de produtos cárneos na América Latina no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2022, onde foram encontrados 2.574 lançamentos.

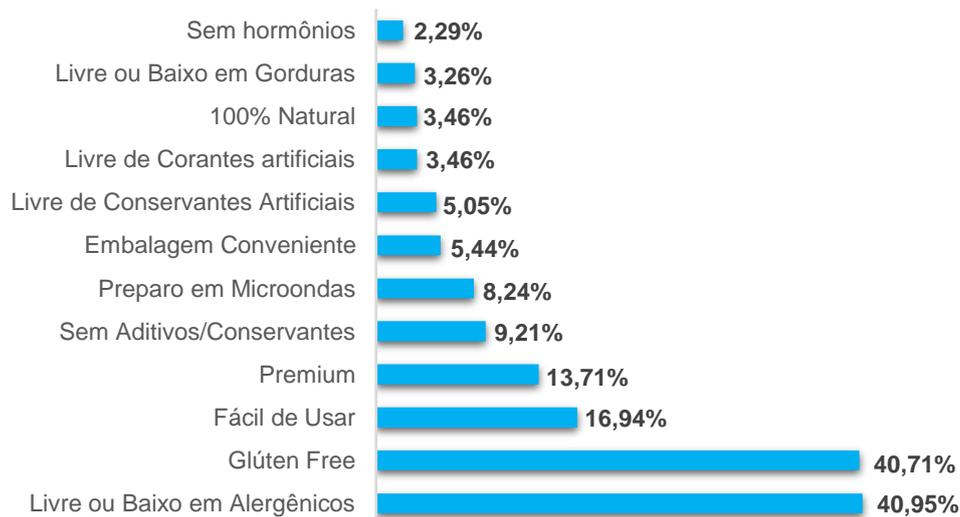


Figura 2. Análise de lançamentos na América Latina (Adaptado de Euromonitor Internacional, 2023).

O consumo consciente está ganhando cada vez mais força, o que traz desafios para as empresas em relação à sustentabilidade. Essa tendência diz respeito à mudança de comportamento do consumidor, que está se tornando mais preocupado com questões ambientais e com a segurança alimentar. Para as

empresas, essa tendência em produtos mais saudáveis apresenta desafios para modernizar o processo de produção, através do uso eficiente de recursos e do desenvolvimento de embalagens recicláveis (DELLOITE, 2023).

Os aditivos sintéticos são amplamente empregados no mercado em geral, possuindo diversas categorias, dentre os aditivos alimentares mais utilizados estão os conservantes, estabilizantes e antioxidantes (CASABURI *et al.*, 2016). Na indústria cárnea, os consumidores procuram cada vez mais por produtos que tenham o teor de aditivos sintéticos reduzido (BALZAN *et al.*, 2017).

O consumo indulgente está em ascensão, levando as marcas a investirem continuamente na procura por produtos que proporcionem satisfação, prazer e conforto. Essa tendência está se expandindo no mercado, especialmente desde o início da pandemia de Covid-19. Para as marcas, essa tendência apresenta desafios na busca constante por inovações que promovam novas experiências, na análise completa da jornada do cliente e no desenvolvimento de versões cada vez mais compactas dos produtos disponibilizados (DELLOITE, 2023).

O Brasil é um dos principais mercados para alimentos saudáveis no mundo. Dados apontam que 54% dos brasileiros estão acima do peso, e 88% se preocupam com o que consomem. O mercado de produtos saudáveis no mundo, em 2016, proporcionou uma receita em vendas em torno de 31 bilhões de reais, apontando um crescimento de 4% ao ano (NOVAPROM, 2018).

Segundo a Novaprom (2018) o consumo de alimentos com rótulo limpo (*clean label*), ou seja, que não apresentam aditivos artificiais, apresentou um crescimento de 12,3% nos últimos 4 anos. O grande desafio da indústria é encontrar ingredientes que se enquadrem na proposta de rótulo limpo, e que tenham as mesmas funcionalidades dos compostos sintéticos.

Entre os grupos de aditivos que atualmente vêm sendo mais substituídos em derivados cárneos estão os conservantes, antimicrobianos, corantes e os antioxidantes (LEMOS, 2020). A comercialização mundial desses ingredientes designados como rótulos limpos foi mensurada em 38,8 bilhões de dólares em 2018 e tende chegar a 64,1 bilhões de dólares em 2026, crescendo a uma taxa anual de 6,8%. A utilização de ingredientes naturais como conservantes de carne tem aumentado significativamente, confirmando seu valor como tecnologia de rótulo limpo no mercado de carne global (SBARDELOTTO, 2022).

A pesquisa na indústria de conservantes tem sido fundamental no combate à fome no mundo. Esse ramo desempenha um trabalho fundamental sobre o tempo de vida e qualidade dos alimentos, propiciando um aumento significativo nesses parâmetros.

Inúmeros fatores podem influenciar a eficácia de um conservante inibindo o crescimento de microrganismos, como a presença de sal, vinagre e açúcar, o valor do pH, composição do alimento, a quantidade de água livre e o nível inicial de contaminação, originadas tanto da matéria-prima como do processo e instalações (BARBERIS *et al.* 2018).

Os tipos de conservantes permitidos para aplicação são altamente reduzidos e não apresentaram alterações nos últimos anos (PISOSCHI *et al.*, 2018). Porém, o consumo frequente de conservantes sintéticos está sendo associado ao surgimento de alergias, dificuldades digestivas e até mesmo a determinados tipos de câncer (NG *et al.*, 2019).

Contudo, é importante ressaltar o fato de que uma reestruturação mundial dos produtos para uma linha natural gerará a elevação do custo de produção e, conseqüentemente, o preço final do alimento. Mas conforme a crescente produção desse tipo de ingrediente, a tendência é de que os preços apresentem redução devido ao surgimento de novos fornecedores no mercado (NIEMANN, 2019).

A fabricação de produtos cárneos com rótulos limpos é uma opção para adquirir alimentos mais saudáveis e sustentáveis (MARTÍNEZ *et al.*, 2019). Apesar da grande necessidade por produtos sem ingredientes artificiais, saudáveis e naturais surgiram novas possibilidades para a indústria cárnea, a revolução do rótulo limpo também trouxe obstáculos (BORGHANS, 2014). Diminuir o uso de aditivos sintéticos nos produtos alimentícios é um trabalho difícil, pois se trata em reduzir, adaptar ou modificar aditivos funcionais e ingredientes, como emulsificantes, estabilizantes, conservantes e espessantes (OSWELL; THIPPARERDDI; PEGG, 2018).

Para Roman (2020) a conservação por ingredientes naturais em alimentos é um desafio para autenticar e efetivar, pois não existe uma formulação que acate todas as exigências. Para que se tenha sucesso em uma reformulação de produtos cárneos onde se retiram os aditivos artificiais, é necessária uma combinação entre

o desenvolvimento dos produtos, as modificações de tecnologias e a pesquisa por novos ingredientes que garantam a segurança do alimento (CHIN; KIM; KIM, 2020).

Substituições de aditivos sintéticos por naturais e inserção de ingredientes naturais funcionais estão sendo intensamente estudados e avaliados, apresentando resultados impressionantes. Entre eles estão a inclusão de extratos de alecrim e chá verde em conjunto com antioxidantes sintéticos em linguiça frescal suína (SCHILLING *et al.*, 2018), a adição de bactérias probióticas em salame (BLAIOTTA *et al.*, 2017), a aplicação de compostos fenólicos obtidos de resíduos da indústria de óleo sem a necessidade de aditivos sintéticos (BALZAN *et al.*, 2017), utilização de extratos de semente de uva e de azeitona como possibilidade ao uso de nitrito em salames (PINI *et al.*, 2020).

É fundamental que as características dos ingredientes, os processos, as condições de armazenamento e a distribuição do produto sejam identificados para que a vida de prateleira seja avaliada (MOURA, 2010).

3.2 OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Os lipídios são moléculas orgânicas oriundas da ligação entre ácidos graxos e um álcool; são responsáveis em grande parte pela qualidade da maioria dos alimentos, principalmente no que se refere à parte sensorial. Essas características desejáveis podem ser danificadas com o processamento e vida de prateleira do produto. Além disso, atuam no valor nutricional destes alimentos, sendo fonte de energia metabólica, de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais ao organismo (SBARDELOTTO, 2022).

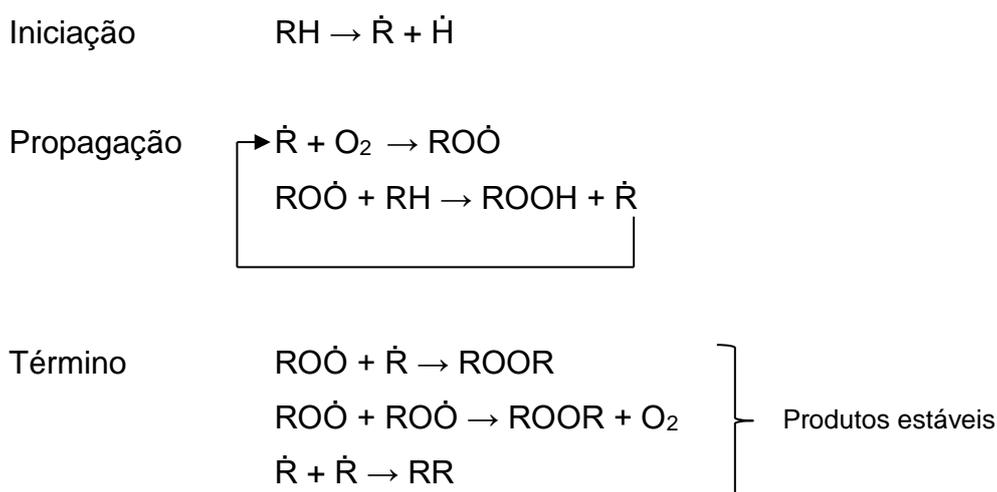
Os mecanismos de oxidação variam conforme a ação do meio e dos agentes catalisadores, podendo ser denominadas por fotoxidação, autooxidação ou oxidação enzimática (ROMANI; MARTINS; SOARES, 2017). A oxidação lipídica é apontada como um processo auto catalítico, porque os produtos formados agem como catalizador da própria reação (BORGES *et al.*, 2011).

Fatores intrínsecos e extrínsecos influenciam na estabilidade oxidativa da carne, como o pH, a temperatura, o grau de insaturação lipídica, a concentração de pró-oxidantes e antioxidantes. Os aditivos utilizados, o processamento, a estocagem, e até composição proteína/lipídio também influenciam na estabilidade

da oxidação, sendo essa, modificada pelas diferenças das espécies e dietas dos animais (OSWELL; THIPPAREDDI; PEGG, 2018).

A oxidação lipídica é a principal causa de deterioração dos alimentos gordurosos atuando na modificação do sabor, da cor, do aroma, e do valor nutricional, além de formar compostos possivelmente tóxicos. Segundo Casarotto (2013) ocorre nos ácidos graxos insaturados na forma de reação em cadeia e se divide em três partes: iniciação, propagação e terminação, como é apresentado na Figura 3.

Na fase inicial da oxidação lipídica ocorre a formação de hidroperóxidos que não são voláteis, não apresentam odor e são parcialmente instáveis. Sua formação se dá pela reação do oxigênio com os ácidos graxos insaturados na presença de um iniciador, como a luz, o calor, e as enzimas. Na propagação os hidroperóxidos reagem com radicais livres, que se combinam com as gorduras formando produtos secundários de oxidação, como os alcanos, alcenos, aldeídos, álcoois e cetonas. São responsáveis pelas alterações referentes à cor, odor e sabor dos alimentos. A terminação acontece quando as reações são findadas pelo uso de antioxidantes ou pela formação de compostos estáveis (id ibid).



Onde: RH: Ácido graxo insaturado; \dot{R} : Radical livre; RO \dot{O} : Radical peróxido; ROOH: Hidroperóxido.

Figura 3. Mecanismo de oxidação lipídica

Alimentos que passam por processamentos que diminuem o tamanho das partículas, como a moagem e trituração, têm sua oxidação facilitada em

consequência da incorporação de catalisadores como os metais de transição, e pela exposição do produto ao oxigênio (ARAÚJO, 2011). Nos alimentos que são cozidos ou pasteurizados, as reações de oxidação acontecem de forma mais acelerada devido ao fato de que o aquecimento amplia a intensidade das reações, originando compostos primários e secundários mais facilmente (CHOE & MIN, 2009). A desnaturação das proteínas causadas pelo aquecimento promove a liberação de substâncias oxidantes (SAMPAIO *et al.*, 2012).

Os lipídios estão disponíveis nas carnes de diversas formas, como triacilglicerol entre as fibras musculares, como tecido gorduroso, como componentes de membranas, e hormônios. São quimicamente instáveis e susceptíveis a oxidação, especialmente no manuseio após o abate do animal e armazenamento dos produtos cárneos (FALOWO; FAYEMI & VOSTER, 2014).

O surgimento da oxidação lipídica está associado ao mal acondicionamento dos produtos cárneos, seja durante a produção, processamento ou armazenamento (DE ARAÚJO, *et.al.* 2020).

A composição dos produtos cárneos os torna bastante susceptíveis, permitindo o crescimento e desenvolvimento de micro-organismos, na grande maioria patógenos, e facilita as alterações nutricionais e sensoriais oriundas da oxidação lipídica e proteica (CALDERÓN-OLIVER & LÓPEZ-HERNÁNDEZ, 2020). Essas alterações interferem na integridade e segurança dos alimentos, colocando a saúde do consumidor em risco devido à formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos (EPAMINONDAS, 2013).

A oxidação em carnes e derivados então origina a alteração na coloração e mudança na maciez, sabor e exsudação. Causa também prováveis malefícios à saúde, visto que os produtos da oxidação lipídica, os malonaldeídos e óxidos de colesterol, são causadores de doenças cardíacas, derrames cerebrais e câncer (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Além disso, a oxidação de lipídios é um dos principais responsáveis pela diminuição da duração dos produtos cárneos nas prateleiras. Isso também ocorre devido à presença dos ácidos graxos poli-insaturados, que causam alterações indesejáveis, como mudanças na cor, aroma, sabor e textura, reduzindo a aceitação do produto (DE FARIAS MARQUES *et al.*, 2022; BELLUCCI *et al.*, 2022a).

3.3 ANTIOXIDANTES

Os antioxidantes retardam a oxidação dos produtos cárneos pois são eficientes em ceder radicais de hidrogênio para se unirem a outros radicais livres disponíveis, resultando no monitoramento da qualidade e aumento da vida de prateleira. Nos músculos vivos existem fatores internos que previnem a oxidação, porém são destruídos quando o músculo se transforma em carne, ou nos processamentos subsequentes, na manipulação e estocagem, se fazendo necessário a inserção de antioxidantes exógenos (KUMAR *et al.*, 2015).

Na indústria alimentícia o antioxidante é definido por uma substância capaz de prevenir ou retardar as reações de oxidação do produto onde ele é empregado, resultando em contenção da rancidez e deterioração oxidativa. Podem atuar no alimento de duas maneiras: descontinuar a reação em cadeia, através da remoção dos radicais livres ou pela eliminação dos catalisadores, oxigênio e metais de transição (BREWER, 2011).

Entre os aditivos utilizados no Brasil, são permitidos os antioxidantes: ácido ascórbico, ascorbato de sódio, ascorbato de cálcio, ascorbato de potássio, ácido isoascórbico, isoascorbato de sódio, Butil hidroxianisol (BHA), Butil hidroxitolueno (BHT) e Galato de propila (GP) (BRASIL, 2006).

Embora seja conhecido também como acelerador de cura, segundo a RDC nº272 de 14 de março de 2019 da Anvisa, o eritorbato de sódio se enquadra como antioxidante em produtos industrializados qualquer que seja sua forma de elaboração.

Como dito, a tendência atual é reduzir o uso de ingredientes sintéticos e utilizar ingredientes naturais em produtos cárneos. No entanto, reformular esses produtos é um grande desafio, devido às suas características, como a necessidade de reduzir as reações oxidativas, estabilizar a cor e preservar as características organolépticas (DE FARIAS MARQUES *et al.*, 2022).

Nesse cenário, estudos estão sendo realizados para investigar o efeito antioxidante de compostos obtidos de fontes naturais, como extratos de frutas, subprodutos da indústria de alimentos, sementes e pimentas. Esses compostos têm sido utilizados para garantir a qualidade sensorial e nutricional dos produtos cárneos, sendo considerados alternativas aos antioxidantes sintéticos por

possuírem altos níveis de compostos fenólicos e bioativos (BELLUCCI et al., 2022b; LORENZO et al., 2018; MUNEKATA et al., 2017).

Devido a todas essas questões, tem havido um interesse crescente por parte dos pesquisadores e da indústria, resultando em várias pesquisas que estão sendo conduzidas com o objetivo de reduzir o uso excessivo de antioxidantes sintéticos e permitir a substituição por opções naturais, como óleos essenciais e extratos vegetais (DELGADO-PANDO et al., 2021).

3.3.1 Antioxidantes sintéticos

Embora sejam eficientes, muitos desses antioxidantes possuem limites de uso na indústria alimentícia, devido suas substâncias possivelmente cancerígenas (HUSSAIN et al., 2021). Com isso, os hábitos de consumo do consumidor vêm mudando sucessivamente devido à preocupação relacionada a segurança e toxicidade causada pela ingestão de produtos sintéticos que são utilizados nos alimentos (KONÉ et al., 2019).

Com o intuito de evitar ou prorrogar as reações de oxidação dos produtos cárneos, antioxidantes sintéticos são inseridos na composição (CUNHA et al., 2017). Substâncias antioxidantes já podem estar presentes nos alimentos ou então serem adicionadas, chamadas de endógenas e exógenas, respectivamente. Os antioxidantes endógenos ocorrem naturalmente nos alimentos como forma de proteção à oxidantes externos, como os compostos fenólicos, tocoferóis, carotenoides, ácido ascórbico, peptídeos e enzimas antioxidantes (CASAROTTO, 2013).

Os antioxidantes exógenos são os sintéticos, adicionados aos alimentos na intenção de retardar o processo de oxidação lipídica. Os antioxidantes sintéticos mais usados na indústria alimentícia são os sais de ácido ascórbico e eritórbito, os compostos fenólicos butil hidroxitolueno (BHT), terc-butil hidroquinona (TBHQ), butil hidroxianisol (BHA), e ésteres do ácido gálico (GP) (CAPITANI et al., 2009). Embora o eritorbato de sódio seja também conhecido como acelerador de cura, a RDC Nº 272 publicada em 14 de março de 2019, o considera um antioxidante.

O eritorbato de sódio, que é o antioxidante mais utilizado na indústria de carne, combina-se com o nitrito de sódio e o sal para criar uma cor rosada que não se altera durante o cozimento. Ao ser adicionado à carne, o eritorbato de sódio

acelera a redução do nitrito em óxido nítrico, que interage com o ferro da mioglobina e forma a nitroso mioglobina. Além de acelerar o processo de cura, o eritorbato de sódio também ajuda a manter a cor da carne estável (LORENZO *et al.*, 2018).

3.3.2 *Antioxidantes naturais*

Os consumidores estão cada vez mais atentos sobre a composição dos alimentos que estão colocando em suas mesas. Para Lorenzo *et al.*, (2017) a utilização difundida de antioxidantes sintéticos que apresentam potencial tóxico e cancerígeno com ação desconhecida na saúde humana tem despertado incertezas sobre sua ingestão. Dessa maneira, a procura por estratégias que diminuam ou evitem a utilização de antioxidantes sintéticos é constante, elevando a intensidade de pesquisas na área de carnes que busquem alternativas mais convenientes com a demanda do consumidor por produtos mais saudáveis (GULLÓN *et al.*, 2020).

Por outro lado, compostos como antioxidantes têm o potencial de contribuir para a neutralização do caráter pró-oxidativo do câncer e seu tratamento, tornando uma alimentação rica em substâncias como vitamina C, vitamina E e carotenoides capaz de diminuir o risco de mortalidade relacionado a essa doença. Portanto, é importante optar por uma dieta que seja abundante em frutas, vegetais e oleaginosas, a fim de receber uma quantidade significativa e equilibrada de antioxidantes (TANEJA *et al.*, 2017).

Mudanças nos hábitos alimentares durante a pandemia de COVID-19 têm sido observadas em estudos conduzidos no país. Uma pesquisa realizada com base nos dados do NutriNet Brasil, comparando a alimentação de mais de 10 mil indivíduos em janeiro de 2020 (antes da pandemia) e maio de 2020 (durante a pandemia), constatou que houve alterações nos hábitos alimentares indicando, de maneira geral, um aumento moderado, porém estatisticamente significativo, no consumo de alimentos saudáveis (incluindo hortaliças, frutas e leguminosas, bem como mantendo a estabilidade no consumo de alimentos industrializados).

No entanto, essas mudanças não ocorreram de maneira uniforme em todos os grupos populacionais. Foi reportado um aumento no consumo de alimentos industrializados, especialmente nas regiões Nordeste e Norte, sugerindo desigualdades sociais na resposta à pandemia (ANDRADE, 2023).

Nos últimos anos a busca por antioxidantes que não sejam sintéticos vem manifestando um significativo crescimento, fato ocasionado pelos efeitos negativos à saúde que esses compostos apresentam. Como alternativa estão sendo estudados os antioxidantes de fontes naturais, derivados das plantas, com o intuito de retardar a instabilidade oxidativa dos lipídios e das proteínas da carne (FALOWO; FAYEMI e VOSTER, 2014). O objetivo é encontrar aditivos naturais que possuem atividade antioxidante para preservar a qualidade dos alimentos e aumentar sua vida de prateleira (VEEKI *et al.*, 2015).

Nos anos 80 se iniciou o interesse por antioxidantes naturais diante dos estudos dos possíveis efeitos negativos provocados pelas altas dosagens de BHT, BHA e TBHQ. Desde então foi dedicada maior atenção à identificação e purificação de novas substâncias antioxidantes oriundas de fontes naturais, que atuam de maneira isolada ou simultânea com outros aditivos, para prevenir e retardar a deterioração oxidativa (DE ARAUJO, *et.al*; 2020).

Os antioxidantes naturais normalmente são adquiridos através de fontes vegetais, sendo aplicado a partir dos extratos, que são capazes de controlar as reações de oxidação no decorrer do processamento e armazenamento dos alimentos, além disso, apresentam atividade antimicrobiana comprovada (LAVADO; LADERO; CAVA, 2020; RIOS-MERA *et al.*, 2021).

Os antioxidantes naturais podem ser adicionados na carne ou nos produtos cárneos, como também nas rações dos animais pela aplicação de óleos essenciais. Devem ser empregados sem afetar as propriedades sensoriais do produto alimentício (NKUKWANA *et al.*, 2014).

A grande maioria dos antioxidantes naturais são oriundos de especiarias, ervas, frutas, hortaliças e sementes, pois possuem compostos fenólicos, conhecidos como as principais substâncias agentes do potencial antioxidante. São considerados fontes adequadas de antioxidantes por apresentarem alta atividade de doar hidrogênio ou receber radicais livres. Sua atuação como antioxidante origina-se do seu esqueleto estrutural e padrão dos seus grupos funcionais (BREWER, 2011).

A eficácia dos antioxidantes naturais em carnes e embutidos cárneos decorre de inúmeros fatores, como a composição do extrato vegetal e sua atuação como antioxidante, a forma de aplicação, o grau de processamento do alimento, a

origem da carne utilizada, e principalmente, o tipo e teor de lipídios e proteínas presente na matéria-prima (CUNHA *et al.*, 2018; AGUIAR; ESTEVINHO, 2016).

A composição do extrato vegetal, a forma de aplicação nos produtos cárneos, o processamento e composição lipídica e proteica da carne influenciam na atividade dos antioxidantes naturais (CUNHA *et al.*, 2018;). A quantidade necessária de aplicação para o efeito esperado varia conforme a especiaria e como ela está disposta, se inteira ou em extrato (OSWELL; THIPPARERDDI; PEGG, 2018).

Nos derivados cárneos, os compostos naturais atuam como uma opção atrativa para a redução de consumo de aditivos sintéticos. A Tabela 1 apresenta alguns antioxidantes naturais estudados nos últimos anos em carnes e carnes processadas. Embora sejam largamente consumidos pela sociedade em geral, não apresentam indícios de toxicidade, além de oferecer benefícios à saúde devido seu potencial nutricional e terapêutico (RIBEIRO *et al.*, 2019).

Para desempenhar a função de conservante alimentar os antioxidantes naturais devem ser acessíveis, atóxicos, eficazes em baixas concentrações, resistentes ao tratamento, e não apresentarem características indesejáveis no produto final, como cor, sabor e odor. Compreender todos esses requisitos é o grande impasse que a indústria alimentícia encara na tentativa de substituir os antioxidantes sintéticos por naturais (BORDIM, 2020).

Tabela 1. Antioxidantes naturais estudados nos últimos anos em carnes e carnes processadas.

Antioxidante Natural	Concentração	Produto	Aplicação	Evolução	Resultados	Referências
Pó de casca de cebola	1, 2 e 3%	Embutido	Formulação na massa	28 dias/5 °C	Redução da oxidação lipídica, melhora das características sensoriais	Bedrínček <i>et al.</i> , 2020
Extrato de alecrim	0,015, 0,03 e 0,06%	Hambúrguer	Formulação na massa	120 dias/12 °C	Redução da oxidação lipídica	Borella <i>et al.</i> , 2019
Subproduto de goiaba	0,5, 1 e 1,5%	Frango de corte	Alimentação	21 dias	Redução da oxidação lipídica	Oliveira <i>et al.</i> , 2018
Extrato de chá verde e preto	0,05, 0,10, 0,20 e 0,30%	Embutido	Formulação na massa	5 dias/4°C	Redução da oxidação lipídica	Jayawardana <i>et al.</i> , 2019
Extrato de alecrim e chá verde	Extrato de alecrim 1500, 2000 e 2500ppm e chá verde 100, 200, e 300ppm	Linguiça Frescal	Formulação na massa	90 dias/20°C	Melhoraram a estabilidade oxidativa e a aceitação sensorial	Schillinga <i>et al.</i> , 2018
Extrato de capim-limão	0,5 e 1%	Linguiça Frescal	Formulação na massa	42 dias/4°C	Antibacteriano, reduziu a oxidação lipídica	Boeira <i>et al.</i> , 2020
Astaxantina	400mg/kg	Embutido	Formulação na massa	21 dias/4°C	Melhora na cor vermelha, estabilidade oxidativa e a aceitação sensorial	Seo e Yang <i>et al.</i> , 2021
Pó de folhas e extratos brutos de Moringa oleífera e azeitona	1 e 2% de pó de folha de Moringa, 0,02% de extrato de folha de Moringa, 1 e 2% de pó de folha de oleífera	Hambúrguer de frango	Formulação na massa	20 dias/4°C	Redução da oxidação lipídica	Ibrahim <i>et al.</i> , 2022
Óleo essencial de copaíba	0,05 e 0,1%	Hambúrguer de ovelha	Formulação na massa	14 dias/4°C	Redução da oxidação lipídica	Moteschio <i>et al.</i> , 2021

Fonte: SBARDELOTTO (2022).

3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS

A atividade antioxidante dos extratos vegetais está diretamente relacionada à presença de compostos fenólicos (TSAI *et al.*, 2014). Esses extratos são ricos dessa substância em sua composição o que causa inibição da oxidação lipídica e proteica em inúmeros produtos cárneos. Quando comparados aos aditivos sintéticos, os extratos naturais ganham notoriedade devido ao apelo por ingestão de produtos mais saudáveis (JIA *et al.*, 2012).

Os compostos fenólicos são amplamente estudados como uma classe de compostos bioativos, devido às suas propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e antioxidantes. Esses compostos têm benefícios para a saúde graças às suas propriedades hepatoprotetoras e podem auxiliar no tratamento de doenças como câncer, hepatite B e hipertensão (COSTA *et al.*, 2020; SINGH *et al.*, 2021; ZHANG *et al.*, 2020).

Os compostos fenólicos encontram-se presentes em ervas, especiarias, chás e frutas e sua aplicação em carne processada auxilia contra a oxidação, favorecendo a manutenção da qualidade (RIOS-MERA *et al.*, 2021). Seus efeitos podem até superar os efeitos dos compostos dos antioxidantes sintéticos (OSWELL; THIPPARERDDI; PEGG, 2018; CUNHA *et al.*, 2018).

Fatores como a concentração e a natureza dos fitoquímicos, o procedimento de extração, a concentração de ácido gálico, o método de aplicação e até as propriedades físico-químicas da carne ou do produto cárneos influenciam no efeito dos compostos fenólicos adicionados como antioxidantes (LORENZO *et al.*, 2019).

3.5 ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*) COMO FONTE DE ANTIOXIDANTES NATURAIS

A *Ilex paraguariensis*, denominada como erva-mate, é consumida de forma quente, conhecida como chimarrão, ou fria, denominada como tereré, e tem grande destaque devido às tradições culturais nos estados do Sul do Brasil e nos países sul-americanos, como o Paraguai, Uruguai e a Argentina (DANIEL, 2014). O mate não é consumido *in natura*; após a colheita, suas folhas precisam passar por um

processamento que inclui as seguintes etapas: branqueamento, secagem, moagem, envelhecimento e embalagem (Santos et al., 2020).

No ano de 2019, o Brasil se destacou como o maior produtor mundial de erva-mate, com uma produção de 939.580 mil toneladas. Em seguida, veio a Argentina, com 809 mil toneladas, seguida pelo Paraguai, que produziu 105 mil toneladas. Apesar de liderar a produção mundial, a Argentina fica com o posto de maior exportador, tendo exportado o equivalente a US\$ 91,6 milhões (46,59%) no mesmo ano. Em segundo lugar vem o Brasil, com US\$ 82,4 milhões (41,92%), seguido pelo Paraguai, com US\$ 3,26 milhões (1,66%), de acordo com dados do Departamento de Economia Rural - DERAL - do Estado do Paraná (2020).

A erva-mate é cada vez mais exportada para os países da Europa, Estados Unidos e Japão, onde a venda é feita em extrato ou moído para aplicação em medicamentos e aditivos de alimentos (MAZUR *et.al*, 2019). A utilização de substâncias derivadas de fontes vegetais, com a finalidade de atuação como antioxidante na forma de extratos ou óleos essenciais, está sendo cada vez mais estudada de acordo com suas propriedades tecnológicas, nutracêuticas e químicas (FERNANDES *et al*, 2018).

A erva tem sido explorada por possuir vários benefícios para a saúde, como a prevenção de doenças cardiovasculares, o tratamento da hepatite B, além de apresentar propriedades antioxidantes e antimicrobianas (COSTA; RACANICCI; SANTANA, 2017; PAGLIOSA et al., 2010; PINTO et al., 2021). Pode-se destacar também a redução do risco de doenças degenerativas causadas pelo estresse oxidativo (BAEZA et al., 2016).

Os benefícios oferecidos pela erva em geral são devidos à sua composição rica em polifenóis, como ácidos fenólicos, alcaloides e flavonoides, destacando-se os ácidos clorogênicos, a cafeína, e a rutina (PAGLIOSA et al., 2010; PILATTI-RICCIO et al., 2019) e também as metilxantinas e saponinas (ALASMARI, 2020).

A erva-mate é uma planta que possui uma alta concentração de compostos fenólicos, principalmente os ácidos clorogênicos, como o ácido cafeoilquinico (CQA) com seus isômeros 3-CQA, 4-CQA e 5-CQA o dicafeiolquímico (DQA), com os isômeros 3,5-DQA, 3,4-DQA e 4,5-DQA, os alcaloides, como a cafeína e os flavonoides, como a rutina (MEINHART et al., 2018; PILATTI-RICCIO et al., 2019).

Segundo a Resolução RDC nº 2/2007, os extratos vegetais são definidos como produtos obtidos por esgotamento, a frio ou a quente, a partir de produtos de origem vegetal, com solventes permitidos. Nesse processo ocorre a extração seletiva de compostos específicos da planta, em função dos solventes utilizados na extração (ANVISA, 2020). Os extratos vegetais desempenham funções antioxidantes e antimicrobiana, *in vivo* e *in vitro* nos alimentos transferindo a ação conservante das especiarias ou de seus óleos essenciais (FERNANDES *et al.*, 2018).

O desenvolvimento de extratos de erva-mate que contenham uma quantidade significativa de compostos fenólicos pode ser utilizado para suprir a falta de características importantes no armazenamento de alimentos, utilizando embalagens biodegradáveis passivas (MACHADO *et al.*, 2012). Além disso, esses extratos podem atuar como antioxidantes e/ou conservantes naturais em produtos alimentares.

A inibição de microrganismos é eficaz devido aos compostos fenólicos presentes na erva-mate. Portanto, há indicações de que as concentrações de cafeína, ácidos clorogênicos e tri-terpenos são efetivas na inibição de bactérias gram-positivas e negativas (CARELLI *et al.*, 2011; GONÇALVES; ALVES FILHO; MENEZES, 2005; MELLO; CÂMARA; SAKAKIBARA, 2007). Também é encontrado no extrato da erva-mate compostos polifenólicos que atuam no organismo exercendo ação antioxidante (Lima *et al.*, 2018; Mateos *et al.*, 2018).

Os polifenóis, obtidos a partir da infusão da erva-mate sem cafeína e quantificados por meio da análise de polifenóis totais e atividade antioxidante, podem ser usados como aditivos alimentares, em cosméticos e medicamentos (LI *et al.*, 2022); além disso, podem ser adicionados às paredes internas das embalagens, promovendo a liberação desses compostos no ambiente e reduzindo a deterioração dos alimentos (DAI *et al.*, 2022).

O sucessivo empenho dos consumidores por alimentos menos processados, com apelo natural ou orgânicos com benefícios para a saúde, fez com que a venda deste tipo de produto aumentasse cerca de 20% ao ano desde 1990 (WINTER; DAVIS, 2006). Essa procura, instigou a pesquisa e o reconhecimento dos extratos vegetais geralmente usados como especiarias pela indústria

alimentícia, como uma maneira de substituir ou diminuir os compostos sintéticos dos alimentos (FLORES; TOLDRÁ, 2021).

O uso de extratos vegetais é aprovado pelo FDA (*Food and Drugs Administration*) como GRAS (*Generally Recognized as Safe*) ou seja, substância normalmente segura (VINCEKOVI *et al.*, 2017), não devem apresentar efeito adverso sobre as propriedades sensoriais como a cor, sabor e odor, deve manifestar resultados atrativos em baixas concentrações, ser compatível com o alimentos, ser de aplicação simples, ter um bom custo-benefício, não ser tóxico, apresentar estabilidade durante todo o processo e vida de prateleira (LORENZO *et al.*, 2018).

Entre as indústrias que mais vivenciam as consequências negativas das reações de oxidação, estão os produtores de embutidos cárneos. (PATEIRO *et al.*, 2018). A utilização de antioxidantes naturais em produtos cárneos é um mecanismo a ser praticado e aperfeiçoado, pois possibilita a diminuição do uso de antioxidantes sintéticos possivelmente tóxicos (RIBEIRO *et al.*, 2019).

Efeitos desejáveis em relação a qualidade sensorial e segurança alimentar das carnes processadas também são observados. Ao considerar outros possíveis ingredientes que possuem potencial de evitar ou prorrogar a oxidação das proteínas e lipídios em produtos cárneos, é imprescindível avaliar a estabilidade térmica do ingrediente, a solubilidade de gordura, a concentração efetiva, a temperatura ótima, a estabilidade do pH, como também, o custo, a disponibilidade e o status regulatório (OSWELL; THIPPARERDDI; PEGG, 2018).

3.5.1 Microencapsulação por gelificação iônica

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é berço de substâncias naturais com propriedades bioativas, que apresentam benefícios à saúde como o ácido clorogênico e cafeína, polifenóis e xantinas, respectivamente, além de ser fonte de flavonóides e vitaminas (CELI, 2013). O ácido clorogênico é um potente antioxidante e possui propriedades que preservam o fígado e reduz o nível de glicose no sangue (ONAKPOYA *et al.*, 2015).

Esses bioativos podem ser microencapsulados para posterior inserção em composições alimentares. A microencapsulação é um método que promove a proteção da substância encapsulada da mudança do pH, temperatura, estresse

mecânico, atividade enzimática, tempo, fermentação bacteriana, entre outros (COOK *et al.*, 2012). Ou seja, a microencapsulação consiste em confinar as substâncias bioativas em pequenas partículas permitindo a proteção em condições adversas e a liberação do material interno nas condições desejadas, ao decorrer do tempo.

Os compostos bioativos em sua grande maioria são bastante instáveis a condições adversas e podem apresentar sabor forte e indesejável, o que dificulta sua aplicação direta nos alimentos. A microencapsulação faz com que o composto de interesse seja liberado vagarosamente possibilitando além da atividade antioxidante ao longo da vida de prateleira, a bioacessibilidade no trato gastrointestinal após ingestão (CRUZ *et al.*, 2015).

A encapsulação surgiu como possibilidade de proteção dos compostos bioativos contra a deterioração química e desgaste ambiental, aumentando também a estabilidade e a biodisponibilidade no decorrer de um período. Porém, a preocupação é a afinidade das técnicas de microencapsulação com a origem e posterior liberação do composto bioativo (HOLKEN *et al.*, 2015).

A gelificação iônica é uma técnica de microencapsulação que ocorre por ligação de um hidrocolóide com íons, tipicamente a gelificação de polissacarídeos negativamente carregados mediada por cátions, por exemplo, entre alginato, carragena ou pectina, com íons como o cálcio (VANISKI; CORTI; DRUNKLER, 2017).

A técnica de gelificação iônica para produzir micropartículas se demonstra uma opção de baixo custo para envolver a substância bioativa por uma membrana de gel, um hidrocolóide originado de uma solução iônica (PAGANI *et al.*, 2014). É um procedimento de microencapsulação simples, versátil, que não utiliza temperaturas elevadas e agitação intensa. Não emprega solventes orgânicos, tornando a técnica crescente e promissora, principalmente para a encapsulação de substâncias para a indústria de alimentos e fármacos (CASTELO *et al.*, 2020).

Apesar das vantagens da gelificação iônica, o processo possui uma limitação em aplicação industrial devido a geração de micropartículas com alto teor de água o que tende a diminuir a vida útil do produto (BELŠČAK-CVITANOVIC *et al.*, 2016). Nesse sentido, a utilização de um processo de secagem posterior, como

por leite fluidizado ou estufa a vácuo, pode aumentar a estabilidade dessas micropartículas.

3.6 SALSICHA

3.6.1 Salsicha Viena

De acordo com a Instrução Normativa Nº 4, de 31 de março de 2000, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, a salsicha é definida como produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial por processo de extrusão e submetido a um processo térmico adequado (BRASIL, 2000).

A salsicha Viena é feita de porções musculares de carnes bovina e/ ou suína e gorduras com limite máximo de 10% (SINDICARNES, 2022). Nela não é autorizado o uso de proteínas não cárneas na formulação.

3.6.1.1 Características físico-químicas

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Salsicha Viena exposto na Instrução Normativa SDA nº4 de 31 de março de 2000, os parâmetros físico-químicos a serem seguidos estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Características físico-químicas da Salsicha Viena.

Parâmetro	Limite
Amidos	(máx.) 2,0%
Carboidratos totais	(máx.) 7,0%
Umidade	(máx.) 65,0%
Gordura	(máx.) 30,0%
Proteína	(mín.) 12,0%
Teor de cálcio em base seca	(máx.) 0,1%
Somatória de amidos e carboidratos totais	(máx.) 7,0%

Fonte: (BRASIL, 2000).

3.6.1.2 Características microbiológicas

A Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019 publicada pelo Ministério da Saúde e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, estabelece os padrões microbiológicos a serem seguidos e estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Características microbiológicas da Salsicha Viena.

Microrganismos	Padrão
<i>Salmonella</i> /25g	Ausente
<i>Clostridium perfringens</i> /g	(máx.) 1x10 ³
<i>Estafilococcus coagulase positiva</i> /g	(máx.) 1x10 ³
<i>Escherichia coli</i> /g	(máx.) 1x10 ²
<i>Listeria monocytogenes</i> /25g	Ausente

Fonte: (Adaptado da Instrução Normativa nº60, 2019).

3.6.2 Salsicha Tradicional

A salsicha tem um limite máximo de 60% para carnes mecanicamente separadas (CMS), e pode se acrescentar também miúdos comestíveis de diferentes espécies de animais de açougue (Estômago, Coração, Língua, Rins, Miolos, Fígado), tendões, pele e gorduras, num limite máximo de 10%. É concedido o uso de até 4,0% de proteínas não cárneas na formulação, como proteína de soja (BRASIL, 2020).

3.6.2.1 Características físico-químicas

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Salsicha tipo *tradicional* exposto na Instrução Normativa SDA nº4 de 31 de março de 2000, os parâmetros físico-químicos a serem seguidos estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Características físico-químicas da Salsicha tipo *Tradicional*.

Parâmetro	Limite
Amidos	(máx.) 2,0%
Carboidratos totais	(máx.) 7,0%
Umidade	(máx.) 65,0%
Gordura	(máx.) 30,0%
Proteína	(mín.) 12,0%
Teor de cálcio em base seca	(máx.) 0,9%
Somatória de amidos e carboidratos totais	(máx.) 7,0%

Fonte: (BRASIL, 2000).

3.6.2.2 *Características microbiológicas*

A Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019 publicada pelo Ministério da Saúde e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, estabelece os padrões microbiológicos a serem seguidos e estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Características microbiológicas da Salsicha tipo *tradicional*.

Microrganismos	Padrão
<i>Salmonella</i> /25g	Ausente
<i>Clostridium perfringens</i> /g	(máx.) 1×10^3
<i>Estafilococcus coagulase positiva</i> /g	(máx.) 1×10^3
<i>Escherichia coli</i> /g	(máx.) 1×10^2
<i>Listeria monocytogenes</i> /25g	Ausente

Fonte: (Adaptado da Instrução Normativa nº 60, 2019).

3.7 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SALSICHA

3.7.1 Principais Ingredientes utilizados

O aditivo químico é adicionado aos alimentos com a finalidade de preservar e melhorar as características organolépticas, além de regular o crescimento de microrganismos. O princípio básico da conservação química reside na inibição da reação de oxidação dos componentes alimentares que são passíveis dessa reação em presença do oxigênio, principalmente os lipídeos (MAZUR *et.al.*, 2019).

Os aditivos alimentares realizam funções essenciais na produção e qualidade dos produtos cárneos processados, empregando sabor, apelo visual, frescor, segurança e textura (BORGHANS, 2014). A Tabela 6 apresenta conceitos dos tipos de produtos utilizados para fabricação de salsicha de acordo com as normativas vigentes.

Tabela 6. Conceitos dos tipos de produtos utilizados para fabricação de salsicha de acordo com as normativas vigentes.

Parâmetro	Conceito	Normativa
Aditivo Alimentar	Ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem o propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas e sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Ao agregar-se poderá resultar em que o próprio aditivo ou seus derivados se convertam em um componente de tal alimento. Esta definição não inclui os contaminantes ou substâncias nutritivas que sejam incorporadas o alimento para manter ou melhorar suas propriedades nutricionais	Resolução RDC nº2/2007
Conservantes	Substâncias que impedem ou retardam a alteração nos alimentos.	Resolução RDC nº2/2007
Extratos vegetais	Produtos obtidos por esgotamento, a frio ou a quente, a partir de produtos de origem vegetal, com solventes permitidos	Resolução RDC nº2/2007
Ingrediente alimentar	Toda substância, incluídos os aditivos alimentares, que se emprega na fabricação ou preparo de alimentos, e que está presente no produto em sua forma original ou modificada.	Resolução RDC nº259/2002

Fonte: Adaptado de Anvisa (2020).

A carne é um elemento extremamente complexo, onde cada ingrediente incorporado desempenha um papel específico, obstando reformulações (BORGHANS, 2014). A carne e os produtos cárneos apresentam uma composição heterogênea e complicada pois constitui-se de inúmeros lipídios saturados e insaturados, proteínas, pigmentos, vitaminas e outros componentes que são vulneráveis às reações em cadeia oxidativa (LORENZO *et al.*, 2019).

Para a fabricação dos produtos cárneos, além dos antioxidantes, com funções e características descritas no item 3.3, os ingredientes mais importantes são: água, sal, agentes de cura, estabilizantes e os redutores ou acidulantes.

3.7.1.1 Água

A água possui inúmeras funções nos produtos cárneos devido a singularidade de sua molécula, ela é o componente mais abundante dessa matéria-prima, correspondendo em cerca de 70% da composição total da carne magra. A água possui uma estrutura química simples, porém é muito complexa em relação as suas propriedades. A estrutura química é caracterizada por H₂O, onde os dois átomos de hidrogênio formam uma molécula em forma de "V" com o átomo de oxigênio, com um ângulo de 104,5° entre as duas ligações O-H (SEBRANEK, 2009).

A água é comumente chamada de "solvente universal" pelo fato de dissolver inúmeras substâncias, inclusive aquelas utilizadas como ingredientes em carnes curadas. A função da água é servir como solvente, transportador e agente dispersante para o sal, nitrato, nitrito, açúcar, fosfatos e outros ingredientes normalmente presentes na carne curada (SEBRANEK, 2009).

3.7.1.2 Sal

O sal, também conhecido como cloreto de sódio, é um dos ingredientes mais antigos utilizados na conservação da carne e é de suma importância para todos os produtos de carne curada. O sal é o ingrediente mais comum nas carnes curadas, tanto em termos de quantidade como de frequência de uso. Apesar das preocupações acerca do consumo excessivo de sódio nas dietas humanas e das

iniciativas para reduzir o seu consumo, o sal é tão essencial no processamento da carne que não pode ser eliminado (SEBRANEK, 2009).

3.7.1.3 Agentes de cura

O processo de curar a carne surgiu com a necessidade de preservação desse alimento altamente perecível. Relatos mostram que esse processo se iniciou há mais de 3000 anos a.C., desenvolvido inicialmente com a utilização de sal. Posteriormente, percebeu-se que ao utilizar sal contaminado com nitrato de potássio para curar a carne, ela apresentava uma coloração rósea atraente. A partir de então, se iniciaram os aprofundamentos da utilização de nitratos em carnes (SEBRANEK, 2009).

O nitrito, nos processos de cura, auxilia na inibição da proliferação de bactérias patogênicas como o *Clostridium botulinum*, sendo responsável também pela produção da coloração avermelhada das carnes curadas, assegurando o desenvolvimento do sabor e desacelerando o ranço oxidativo (BEDALE; SINDELAR; MILKOWSKI, 2016).

Na fabricação de produtos cárneos, como em salsicha, um dos principais ingredientes inseridos estão os sais de cura, constituídos por nitrito e nitrato de sódio, aditivos sintéticos largamente empregados para conferir cor, sabor e controlar o processo oxidativo (HAMDI, 2018). Contudo, o papel principal do nitrito em embutidos cárneos está relacionado à segurança dos alimentos, em razão da sua atividade bacteriostática e bactericida em combate aos microrganismos como a *Salmonella enterica* sorovar *Typhimurium*, *Listeria spp.* E o *Clostridium botulinum* (MAJOU; CHRISTIEANS, 2018).

No Brasil a legislação vigente RDC nº 272, de 14 de março de 2019, determina os aditivos alimentares permitidos para utilização em carnes e produtos cárneos e estabelece limites máximos de 0,015 g/100 g (150 ppm) para nitrito de sódio e 0,03 g/100 g (300 ppm) para nitrato de sódio, designados como conservantes (BRASIL, 2019).

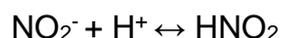
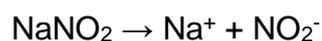
A utilização de nitritos para a cura da carne se transformou em um enorme receio nos anos de 1960, onde se evidenciou o potencial que os nitritos possuem em produzir nitrosaminas cancerígenas quando misturados com aminas secundárias em ambiente levemente ácido (BUTLER, 2015); e também pelo calor

(como no cozimento em altas temperaturas, em frituras) (ALAHAKOON *et al.*, 2015). A partir dessa situação, apresenta-se uma tendência na diminuição do consumo de alimentos cárneos processados, e aumento de estudos para possibilitar alternativas, utilizando tecnologias e produtos inovadores que substituam as funções dos aditivos sintéticos (RODRIGUÉZ-DAZA, 2019).

As fontes vegetais mais comumente utilizadas como fonte de nitrito em produtos de carne, são: o aipo (que é o mais comum), seguido pela beterraba, espinafre, alho-poró e acelga (FLORES; TOLDRÁ, 2021).

Para executar o processo de cura natural em embutidos cárneos, há duas maneiras distintas de utilizar os extratos vegetais, podendo ser o uso do extrato vegetal concentrado ou aplicação de uma cultura bacteriana que reduz o nitrato a nitrito e o pó do vegetal fermentado (REDFIELD; SULLIVAN, 2015, FLORES; TOLDRÁ, 2021). O processo de fermentação é feito com o uso de micro-organismos como *Staphylococcus carnosus* e/ou *Micrococcus*, com alta atividade de nitrato redutase (REDFIELD; SULLIVAN, 2015, FLORES; TOLDRÁ, 2021).

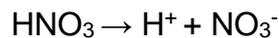
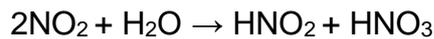
De todas as funções da adição do nitrito, a coloração formada nas carnes é a mais estudada. Os nitritos não atuam diretamente como nitrosilantes, mas antes formam o óxido nítrico. A produção de óxido nítrico a partir de nitritos é um passo necessário para obter a cor de cura da carne, uma vez que é o óxido nítrico que, posteriormente, interage com a mioglobina para gerar o pigmento de carne vermelho/rosa, característico da carne curada. Em uma mistura onde o nitrito se dissolve na água da carne, os íons nitritos (NO_2^-) estão disponíveis para reagir com os íons H^+ em condições de baixa acidez (pH 5,5-6,0) formando assim o ácido nitroso (HNO_2) (SEBRANEK, 2009).



O ácido nitroso encontra-se em equilíbrio com o N_2O_3 , que se dissocia para formar NO (óxido nítrico) e NO_2 (dióxido de nitrogênio). O óxido nítrico pode então reagir com a matéria-prima do pigmento da carne, resultando na formação de mioglobina de óxido nítrico (vermelho), que se transforma em nitrosilemocromo (rosa) após o cozimento (SEBRANEK, 2009).



Ao mesmo tempo, o NO_2 formado pode reagir com a água e reformar o ácido nitroso (HNO_2), que então retorna ao ciclo do óxido nítrico. Essa reação também produz HNO_3 (ácido nítrico), que se dissocia para formar nitrato (NO_3^-), isso explica a presença de nitrato em carnes curadas mesmo sem a adição dele.



Temperar a carne envolve acrescentar sal (cloreto de sódio), nitrato, nitrito e outros ingredientes necessários para preservação e criar sabores, aromas, cores e características exclusivas ao produto. Devido a opiniões divergentes sobre o uso de nitrito na salga da carne, o método natural ou orgânico é amplamente aceito e comum no mercado. A cura natural ou orgânica usa extratos de plantas ricas em nitratos durante o preparo de produtos de carne curados, ao invés de nitritos e nitratos sintéticos (DEVEZE, 2021).

3.7.1.4 Estabilizantes

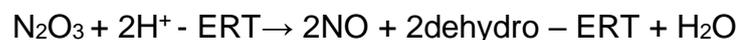
Essas substâncias têm a propriedade de promover e preservar as características físicas de emulsões e suspensões. Agem ao elevar o pH do meio, intensificando a capacidade de retenção de água. Durante o processo de cozimento, reduzem a contração do produto, minimizando a perda de umidade e, conseqüentemente, resultando em maior rendimento do processo (RODRIGUÉZ-DAZA, 2019). No entanto, os fosfatos também auxiliam na remoção das proteínas miofibrilares transversais que, quando em presença apenas de sal, são responsáveis por conter o inchaço das miofibrilas e a extração de miosina (SEBRANEK, 2009).

Devido à variedade de vantagens que proporcionam aos produtos de carne curada, os fosfatos são frequentemente adicionados a diversas soluções de cura e formulações como estabilizantes. Os fosfatos, assim como diversos outros

componentes presentes em carnes curadas, cumprem múltiplas funções quando incorporados em misturas de carne. Uma das funções mais relevantes dos fosfatos é o aprimoramento da capacidade das proteínas da carne em reter e vincular a água. O desfecho desse aprimoramento da retenção de água não se resume apenas a um melhor aproveitamento do cozimento, mas também a uma textura, consistência e rugosidade superiores no produto final (XIONG, 2005).

3.7.1.5 Redutores e acidulantes

Redutores e acidulantes são ingredientes utilizados para reduzir o tempo das reações de cura, através da redução do nitrito a óxido nítrico com redutores, como o ascorbato ou eritorbato, ou baixando o produto pH com acidulantes como o pirofosfato ácido de sódio. Ou seja, na presença do eritorbato de sódio, o trióxido de dinitrogênio (N₂O₃) formado a partir do ácido nitroso (HNO₂) pode ser reduzido a óxido nítrico (NO) através de uma reação de oxido-redução (SEBRANEK, 2009).



Os redutores aceleram a produção de óxido nítrico a partir do nitrito, possivelmente atuando como parte do par de oxidação-redução com N₂O₃ formado a partir do nitrito, então a cura da carne é acelerada quando se adiciona redutores (SEBRANEK, 2009).

3.7.2 Processo produtivo

O processo em indústria cárnea para a fabricação de salsicha geralmente segue um padrão, alterando tecnologias, ingredientes e maquinários. Os colaboradores inicialmente retiram a matéria prima da câmara e encaminham a mesma até a sala de salsicharia, onde é moída e misturada junto com os ingredientes e aditivos previamente pesados. Após a mistura, a massa formada segue para o emulsificador ou *cutter*, para formar uma emulsão cárnea.

A massa refinada segue para o embutimento e a seguir para o seu cozimento. Após cozidas, as salsichas são encaminhadas para o resfriamento em

tanque, descascamento e tingimento em *chiller*. As salsichas seguem vias esteiras para a sua pesagem e embalagem.

As instalações e os equipamentos da planta do frigorífico são higienizados diariamente, e a equipe de limpeza realiza diferentes processos para garantir a limpeza e desinfecção de todas as superfícies. Toda a área de industrialização é climatizada a no máximo 16°C. São coletadas, periodicamente amostras do produto para análises microbiológicas de controle interno, usando-se como referência a Resolução RDC 12 de 02/01/2001, ANVISA.

Os produtos embalados são transportados em veículo do tipo caminhão baú frigorífico com alvará para este tipo de transporte, equipados com unidade geradora de frio. Os produtos são transportados em paletes de plástico ou madeira envoltos por plástico filme, ou então sobre estrados plásticos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados para a microencapsulação foram: extrato de erva mate grau alimentício 64° GL, fornecido pela Empresa Heide Extratos Vegetais (Pinhais/Brasil); óleo de canola da marca Liza® (Cargill Agrícola S.A., Mairinque/Brasil); poliglicerol poliricinoleato – PGPR (Concepta Ingredientes, São Paulo/Brasil); pectina amidada GENU® BTM LM-104 AS-Z (CP Kelco, Limeira/SP); cloreto de cálcio grau alimentício (Dinâmica, Diadema/SP). A pectina BTM amidada é empregada pois é indicada pela CpKelco para soluções com baixo teor de sólidos e permite alta reatividade com cálcio.

Para produzir as salsichas, a estrutura e os equipamentos utilizados foram os da planta piloto situada no Centro de Tecnologia de Carnes (CTC), pertencente ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), localizado em Campinas. Parte das análises foram realizadas no Centro de Tecnologia de Frutas e Hortaliças (Fruthotec) e no Lafise (Laboratório de análises físicas e sensoriais), localizado no mesmo Instituto.

A carne, ingredientes e aditivos (lactato de sódio, fécula de mandioca, sal, cura (86,00% sal; 6,00% nitrato de sódio 8,00% nitrito de sódio), estabilizante

(90,0% tripolifosfato de sódio; 9,00% pirofosfato ácido de sódio; 1,00% hexametáfosfato de sódio), Condimento 1 (70,00% sal), Condimento 2 (86,90% sal iodado), açúcar, realçador de sabor (66,00% sal), eritorbato de Sódio), envoltórios e embalagens utilizados foram fornecidos pela empresa parceira envolvida no estudo.

Em contrapartida, o extrato de erva-mate foi gentilmente fornecido pela empresa Heide Extratos Vegetais, com base em Pinhais/PR. As micropartículas contendo o extrato de erva-mate utilizadas na aplicação foram desenvolvidas em um projeto anterior pela aluna do mestrado, Ana Caroline Budin (BUDIN, 2022).

O Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) e o financiamento da FAPESP – processo 2019/19647-0 subsidiaram os materiais, reagentes, equipamentos e infraestrutura necessários para a realização das análises físico-químicas, características físicas, análises microbiológicas e sensoriais.

4.2 MICROENCAPSULAÇÃO DO EXTRATO DE ERVA-MATE

Para o emprego da microencapsulação por gelificação iônica existe a necessidade de aplicação de métodos combinados (dupla emulsão) para ativos hidrofílicos, visto que a técnica tem aplicabilidade direta apenas para ativos hidrofóbicos ou com baixa solubilidade.

Para contornar estas dificuldade foi elaborada uma emulsão simples (A/O) 4%: 35 g de extrato de erva-mate + 61 g de óleo de canola + 4 g de PGPR, mediante homogeneização empregando um rotor-estator modelo Ultra Turrax (marca Tecnal modelo TE102, Piracicaba, Brasil) a 11.000 rpm, na vazão de 0,7 mL/min, em becker encamisado para manter a temperatura em 25 °C. Em seguida foi elaborada uma emulsão dupla (A/O/A): 20 g de emulsão simples para 80 g de solução de pectina BTM 2%, mediante homogeneização utilizando um rotor-estator modelo Ultra Turrax a 14.000 rpm por 5 minutos. A emulsão dupla foi empregada no Encapsulador B390 (Büchi, Flawill, Suíça) para gotejamento em solução reticulante de cloreto de cálcio (4%). Após o gotejamento foi aguardando um tempo de cura de 15 minutos na solução e em seguida as partículas foram armazenadas em solução acidificada com ácido cítrico (pH 3,0) e sob refrigeração 5 °C.

Foram consideradas as seguintes variáveis de processo: frequência de vibração (1100 Hz), tensão do eletrodo (2000 V) e pressão entre 300 e 400 mbar.

O bico utilizado foi de 450 μm . A microencapsulação do extrato de erva-mate foi realizada em estudo realizado anteriormente (Budin, 2022).

As micropartículas armazenadas sob refrigeração em torno de 4°C, foram levadas até o Instituto Mauá de Tecnologia, localizado na cidade de São Caetano do Sul, para secagem em leito fluidizado. O peso inicial da amostra úmida era de 500g com uma umidade de 72%. Inicialmente a amostra foi espalhada em bandejas com toalha descartável por um período de 3 horas para que ocorresse a primeira secagem, e então foram levadas ao leito fluidizado FBD 1.0 (Figura 4).



Figura 4. (A) Equipamento de leito fluidizado FBD 1.0; (B) Secagem das micropartículas em leito fluidizado em andamento.

A temperatura de entrada do ar foi de 50°C com uma vazão de 1,5 m^3/min , a temperatura do produto se manteve em 25 °C, por um período de 60 minutos, com um peso final de 124 g e umidade de $15,85 \pm 0,51\%$. A concentração aproximada de extrato de erva-mate presente nas micropartículas foi de 7%.

4.3 ENSAIOS PRELIMINARES

Para definir as formulações de amostras que pudessem expressar de maneira assertiva os efeitos da aplicação do extrato e das micropartículas de erva-

mate, foram necessários testes de bancada. Optou-se por serem feitos testes de salsicha Viena e o resultado obtido expandido para a salsicha *tradicional*, conforme a Tabela 7.

Tabela 7. Formulações testes.

Ingrediente	C	V1	V2	V3	V4
Recorte suíno (75/25)	82,60%	82,64%	82,59%	82,19%	81,69%
Água	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
Lactato de sódio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Fécula de mandioca	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Sal	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%
Cura (86,00% sal; 6,00% nitrato de sódio 8,00% nitrito de sódio)	0,09%	0,09%	0,09%	0,09%	0,09%
Estabilizante (90,0% tripolifosfato de sódio; 9,00% pirofosfato ácido de sódio; 1,00% hexametáfosfato de sódio)	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%
Condimento 1 (70,00% sal)	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%
Condimento 2 (86,90% sal iodado)	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Açúcar	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%
Realçador de sabor (66,00% sal)	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
Eritorbato de Sódio	0,09%	-	-	-	-
Corante Carmim de Cochonilha	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%
Extrato mate líquido	-	0,05%	0,10%	-	-
Partículas de extrato mate	-	-	-	0,50%	1,00%

C: Salsicha Viena Controle; V1: Salsicha Viena com 0,05% de Extrato; V2: Salsicha Viena com 0,10% de Extrato; V3: Salsicha Viena com 0,50% de Partículas; V4: Salsicha Viena com 1,0% de Partículas.

Nesses testes, foram avaliados os percentuais separados e combinados de eritorbato de sódio, de extrato de erva-mate livre e microencapsulado. Visto que as amostras sem a inserção do eritorbato de sódio como agente acelerador de cura, a cor almejada não foi atingida, foram adicionados ácido ascórbico e extrato de acerola como substituintes naturais do eritorbato de sódio, conforme Tabela 8.

Tabela 8. Reajuste das formulações testes.

Ingrediente	C1	V5	V6	V7	V8
Recorte suíno (75/25)	82,44%	82,31%	81,41%	81,83%	82,43%
Água	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
Lactato de sódio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Fécula de mandioca	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Sal	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%
Cura (94,00% sal; 6,00% nitrito de sódio)	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%
Estabilizante (90,0% tripolifosfato de sódio; 9,00% pirofosfato ácido de sódio; 1,00% hexametáfosfato de sódio)	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%
Condimento 1 (70,00% sal)	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%
Condimento 2 (86,90% sal iodado)	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Açúcar	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%
Realçador de sabor (66,00% sal)	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
Eritorbato de Sódio	0,09%	-	-	-	-
Corante Carmim de Cochonilha	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%
Ácido ascórbico	-	0,12%	0,12%	0,12%	-
Extrato mate líquido	-	0,10%	-	0,10%	0,10%
Partículas de extrato mate	-	-	1,00%	-	-
Concentrado de acerola (25% vitamina C)	-	-	-	0,48%	-

C1: Salsicha Viena Controle; V5: Salsicha Viena com Extrato e Ácido Ascórbico; V6: Salsicha Viena com Partícula e Ácido Ascórbico; V7: Salsicha Viena com Extrato e Extrato de acerola; V8: Salsicha Viena com 0,10% de Extrato.

Com as formulações testes, foram selecionadas as formulações a serem seguidas, de acordo com o item 4.5.1 e 4.5.2. Nos testes de bancada, a fabricação das amostras seguiu sempre a mesma ordem e com os mesmos controles necessários no processo produtivo do embutido cárneo. Primeiramente realizou-se a pesagem de todos os ingredientes (Figura 5A).

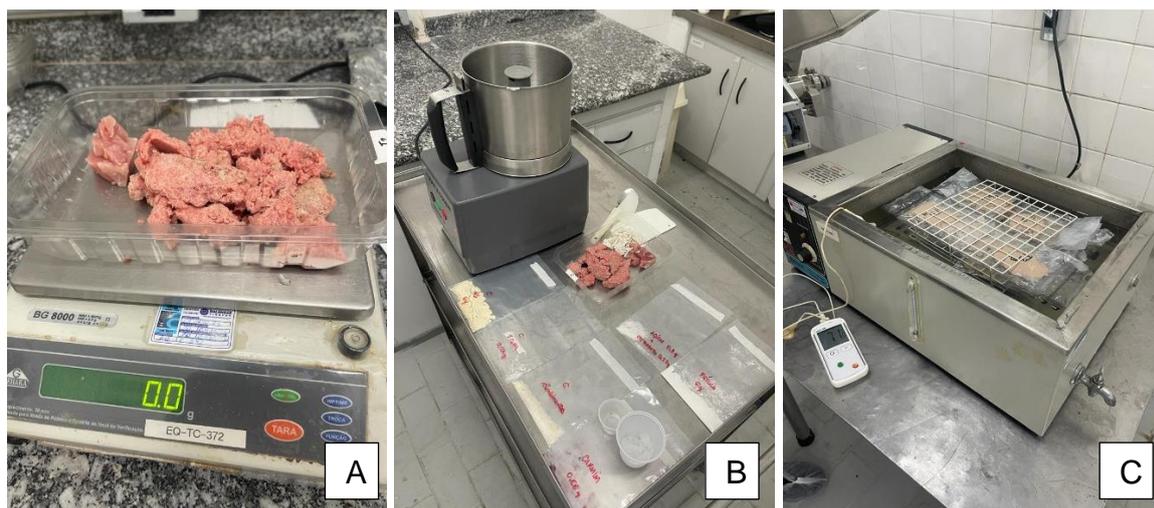


Figura 5. (A) Pesagem da carne em balança BG8000-GEHAKA; (B) Preparo da emulsão em processador ROBOT COUPE/Blixer 3; (C) Cozimento em Banho-maria 146:TC-058.

Após pesados, os ingredientes foram levados ao processador para o preparo da emulsão (Figura 5B), seguindo a ordem de adição descrito na Tabela 9.

Tabela 9. Sequência de adição dos ingredientes no preparo da emulsão.

Sequência	Ingredientes
1°	Recorte Suíno (75/25)
2°	Gelo + corante carmim de cochonilha + lactato de sódio;
3°	Sal + sal de cura (94,00% sal; 6,00% nitrito de sódio) + condimentos (70,00% sal) + estabilizante (90,0% tripolifosfato de sódio; 9,00% pirofosfato ácido de

4°

sódio; 1,00% hexametáfosfato de sódio) + realçador de sabor (66,00% sal);
 Açúcar + antioxidante (eritorbato de sódio e/ou extrato/micropartículas de erva-mate).

A emulsão foi processada até atingir a temperatura de 10°C e então foi colocada em embalagens plásticas de polietileno com peso em torno de 45 a 50g e embalou-se em embalagem a vácuo. Feito isso, as amostras eram colocadas em banho-maria a 70°C por 60 minutos para cozimento (Figura 5C). Após o resfriamento, as amostras foram pesadas para verificação da estabilidade da emulsão, da cor, e do pH, conforme descrito no item 4.7. Foi avaliado principalmente a coloração obtida das salsichas após o cozimento.

4.4 PLANEJAMENTO DAS AMOSTRAS

De acordo com os testes preliminares e posteriores análises, as formulações seguiram com os percentuais de erva-mate em extrato e micropartículas indicados na Tabela 10.

As formulações das salsichas tradicionais seguiram os mesmos percentuais de aplicação das salsichas Viena que foram determinados em testes preliminares.

Tabela 10. Descrição das amostras fabricadas.

Amostras	Tipo da Salsicha	Eritorbato de sódio	Extrato	Partículas
VC	Viena controle	0,09%	-	-
VE	Viena com Extrato	0,09%	0,1%	-
VP	Viena com partículas	0,09%	-	1,0%
TC	<i>Tradicional</i> controle	0,09%	-	-
TE	<i>Tradicional</i> com extrato	0,09%	0,1%	-

TP	<i>Tradicional com partículas</i>	0,09%	-	1,0%
----	-----------------------------------	-------	---	------

4.5 ELABORAÇÃO DAS SALSICHAS

4.5.1 Ingredientes e formulação da Salsicha Viena

Os ingredientes e suas respectivas concentrações a serem utilizados para a fabricação das amostras de salsicha Viena estão descritos na Tabela 11.

Tabela 11. Formulações utilizadas para a fabricação das amostras de salsicha Viena.

Ingredientes	VC	VE	VP
Recorte suíno (75/25)	82,46%	82,36%	81,46%
Água	10,00%	10,00%	10,00%
Lactato de sódio	2,00%	2,00%	2,00%
Fécula de mandioca	2,00%	2,00%	2,00%
Sal	1,60%	1,60%	1,60%
Cura (94,00% sal; 6,00% nitrito de sódio)	0,25%	0,25%	0,25%
Estabilizante (90,0% tripolifosfato de sódio; 9,00% pirofosfato ácido de sódio; 1,00% hexametáfosfato de sódio)	0,30%	0,30%	0,30%
Condimento 1 (70,00% sal)	0,30%	0,30%	0,30%
Condimento 2 (86,90% sal iodado)	0,50%	0,50%	0,50%
Açúcar	0,30%	0,30%	0,30%
Realçador de sabor (66,00% sal)	0,20%	0,20%	0,20%
Eritorbato de sódio	0,09%	0,09%	0,09%
Extrato de Erva-mate líquido	-	0,10%	-
Partículas de Erva-mate	-	-	1,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

VC: Salsicha Viena Controle; VE: Salsicha Viena com Extrato; VP: Salsicha Viena com Micropartículas.

4.5.2 Ingredientes e formulação da salsicha Tradicional

Os ingredientes e suas respectivas concentrações a serem utilizados para a fabricação das amostras de salsicha *tradicional* estão descritos na Tabela 12.

Tabela 12. Formulações utilizadas para a fabricação das amostras de salsicha *tradicional*.

Ingrediente	TC	TE	TP
Carne Mecanicamente Separada de Ave – CMS	60,00%	60,00%	60,00%
Recorte suíno (75/25)	10,46%	10,36%	9,46%
Pele Suína	10,00%	10,00%	10,00%
Água	10,00%	10,00%	10,00%
Lactato de sódio	2,00%	2,00%	2,00%
Proteína de soja Isolada	2,00%	2,00%	2,00%
Fécula de mandioca	2,00%	2,00%	2,00%
Sal	1,60%	1,60%	1,60%
Cura (94,00% sal; 6,00% nitrito de sódio)	0,25%	0,25%	0,25%
Estabilizante (90,0% tripolifosfato de sódio; 9,00% pirofosfato ácido de sódio; 1,00% hexametáfosfato de sódio)	0,30%	0,30%	0,30%
Condimento 1 (70,00% sal)	0,30%	0,30%	0,30%
Condimento 2 (86,90% sal iodado)	0,50%	0,50%	0,50%
Açúcar	0,30%	0,30%	0,30%
Realçador de sabor (66,00% sal)	0,20%	0,20%	0,20%
Eritorbato de Sódio	0,09%	0,09%	0,09%
Extrato mate líquido	-	0,10%	-
Partículas de extrato mate	-	-	1,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

TC: Salsicha *tradicional* Controle; TE: Salsicha *tradicional* com Extrato; TP: Salsicha *tradicional* com Micropartículas.

4.5.3 Processamento

As carnes e os ingredientes foram pesados e adicionados no cutter Kramer Grebe modelo 65 para homogeneização e na formulação *tradicional* utilizou-se carne mecanicamente separada (CMS) com alto índice de oxidação. A seguir adicionou-se o sal, sal de cura, estabilizante, proteína de soja (somente na salsicha *Tradicional*), condimentos, realçador de sabor, água gelada intercalada, lactato de sódio, açúcar, antioxidante, eritorbato de sódio, extrato livre ou microencapsulado e o amido até a massa da emulsão atingir 10°C (Figura 6A).

Em seguida a massa foi embutida na embutideira Handtmann modelo VF610 plus em tripa celulósica 22mm (Figura 6B) e cozida em estufa de cozimento Schroter modelo HR1 de forma escalona até atingir 72°C no interior da massa, o que levou um período de 110 minutos, conforme ANEXO A. (Figura 6C) .

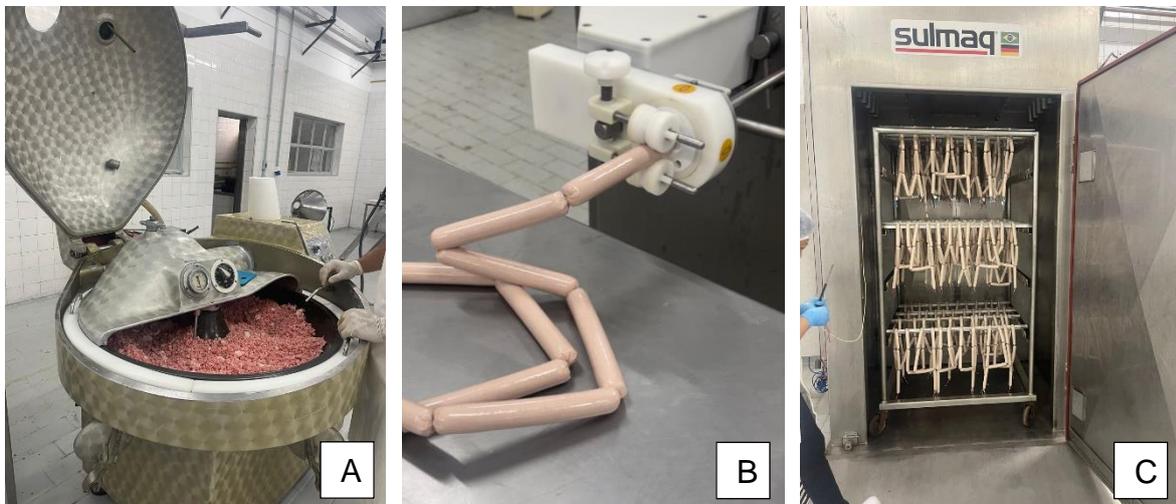


Figura 6. (A) Preparo da emulsão em *cutter* da marca Kramer Grebe TC.138; (B) embutimento em embutidora Handtmann; (C) Cozimento em estufa Schroter.

Após o cozimento, a própria estufa seguiu para o processo de resfriamento através de chuveiros, até que as salsichas atingissem temperatura ambiente. Posteriormente, foram depeladas manualmente e embaladas em embalagem plástica de polietileno com peso de 200g e seladas à vácuo (Figura 7A), codificadas (Figura 7B) e armazenadas (Figura 7C) em câmara de resfriamento a 5°C.



Figura 7. (A) Embalagem a vácuo em seladora Digimat SuperVac TC.114; (B) Identificação das amostras; (C) Armazenamento em câmara de resfriamento.

4.6 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

4.6.1 Salsicha Viena

As amostras de salsicha Viena foram identificadas e armazenadas como disposto na Tabela 13.

Tabela 13. Identificação e armazenamento das amostras de salsicha Viena.

Amostra	Temperatura	Descrição da salsicha
VC5	5 °C	Viena controle
VC12	12 °C	Viena controle
VE5	5 °C	Viena com extrato de erva-mate livre
VE12	12 °C	Viena com extrato de erva-mate livre
VP5	5 °C	Viena com extrato de erva-mate microencapsulado
VP12	12 °C	Viena com extrato de erva-mate microencapsulado

No primeiro dia de vida útil das salsichas, foram feitas as análises de composição centesimal, umidade, gordura, proteína e cinzas, conforme metodologias descritas na seção 4.7. As análises de estabilidade foram distribuídas em 10 pontos por um período de 65 dias, conforme descrito na Tabela 14.

Tabela 14. Distribuição das análises das amostras de salsicha Viena.

Dia	Análises
1	Umidade, proteína, gordura, cinzas, nitrato, nitrito, pH, aw, cor, TBARS, compostos fenólicos, DPPH, ABTS e microbiológicas.
7 a 65	Aw, cor, TBARS, compostos fenólicos, DPPH, ABTS e microbiológicas.

4.6.2 Salsicha tradicional

As amostras de salsichas *tradicional* foram identificadas e armazenadas como disposto na Tabela 15.

Tabela 15. Identificação e armazenamento das amostras de salsicha *Tradicional*.

Amostra	Temperatura	Descrição da salsicha
TC5	5 °C	<i>Tradicional</i> controle
TE5	5 °C	<i>Tradicional</i> com extrato de erva-mate livre
TP5	5 °C	<i>Tradicional</i> com extrato de erva-mate microencapsulado

No primeiro dia de vida útil das salsichas, foram feitas as análises de composição centesimal, umidade, gordura, proteína e cinzas, conforme metodologias descritas na seção 4.7. As análises da salsicha *tradicional* foram feitas somente em dois pontos, dia 1 e dia 45 (Tabela 16), somente para fins de conhecimento e para breve comparação com os resultados da salsicha Viena.

Tabela 16. Distribuição das análises das amostras de salsicha *tradicional*.

Dia	Análises
1	Umidade, proteína, gordura, cinzas, nitrato, nitrito, pH, aw, cor, TBARS, compostos fenólicos, DPPH, ABTS e microbiológicas.
45	Aw, cor, TBARS, compostos fenólicos, DPPH, ABTS e microbiológicas.

4.7 ANÁLISES DAS SALSICHAS

As análises físico-químicas das salsichas foram realizadas nos laboratórios de Físico-Química no Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), e as análise de atividade de água, cor, compostos fenólicos e atividade antioxidantes (DPPH e ABTS) foram realizadas no laboratório de análises do FRUTHOTEC, também localizado no ITAL. Todas as análises foram realizadas em triplicata. As análises microbiológicas foram realizadas no CTC e CCQA-Microbiologia, do ITAL e as análises sensoriais no CCQA-Lafise, também no ITAL.

4.7.1 *Composição centesimal*

O teor de umidade foi determinado em estufa a 105 °C até peso constante (AOAC, 2012a). Os lipídios presentes na amostra foram extraídos com éter de petróleo, em unidade Soxhlet, e a porcentagem foi determinada por gravimetria (AOAC, 2012b). O teor de proteína total está baseado na análise de nitrogênio total (Kjeldhal), onde o teor de nitrogênio é determinado através da conversão em porcentagem de proteína presente na amostra, utilizando-se o fator de conversão de 6,25 (AOAC, 2012c). O teor de cinzas é obtido após calcinação das amostras em mufla à 550°C e estufa à 105 °C até peso constante (BRASIL, 2005).

4.7.2 *Perda de peso por cocção*

O processo de cozinhar leva à liberação de líquidos que contêm moléculas de água, gordura, nutrientes, pigmentos e outros compostos responsáveis pelo sabor e aroma do alimento. Medir essas perdas durante o cozimento é uma maneira de estimar a capacidade do produto de manter a água e gordura adequadamente ligadas ao sistema após a desnaturação e agregação das proteínas no processo de cozimento (HAYES et al., 2011).

As amostras de salsicha foram pesadas e submetidas ao cozimento em estufa por um tempo de 110 minutos, onde a temperatura interna atingiu 72°C e posteriormente resfriada a temperatura ambiente. Após o processo as amostras foram retiradas da estufa e pesadas.

A determinação da perda de peso por cocção (PPC) foi determinada conforme a metodologia descrita por Honikel (1998), usando a Equação 1, onde PI é o peso inicial e PF é o peso final.

$$PPC = \left(\frac{PI-PF}{PI} \right) \times 100 \quad (1)$$

4.7.3 Estabilidade

4.7.3.1 Cor

A avaliação colorimétrica foi feita com o auxílio de colorímetro portátil CR-400 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japão), pelo sistema CieLab, nos quais foram avaliados os parâmetros L*, a*, b*, chroma e hue. (KONICA MINOLTA, 2007). A leitura foi feita diretamente na amostra, sem necessário tratamento prévio. A salsicha foi dividida verticalmente em duas partes, e o resultado obtido foi a média dos 9 pontos coletados.

4.7.3.2 Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

As substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), produzidas na oxidação lipídica, foram extraídas das amostras por destilação em meio acidificado com ácido clorídrico. O ácido 2-tiobarbitúrico combinado com ácido acético foi utilizado no desenvolvimento de cor que estabelece o valor de TBA, definido como malonaldeído, a partir da leitura da absorbância medida em espectrofotômetro Shimadzu, UV-1800, no comprimento de onda de 540 nm (KONIECKO, 1985).

4.7.3.3 Atividade antioxidante

Determinou-se pelos métodos DPPH e ABTS, conforme metodologia de Jiménez-Zamora *et al.* (2016). Para leitura das absorbâncias foi utilizado espectrofotômetro de UV/Visível (Varian, modelo Cary 60).

4.7.3.3.1 Extração de ativos

A extração dos ativos para posterior análise de compostos fenólicos totais, DPPH e ABTS foi realizada seguindo o método de Kin *et al.* (2003), com

adaptações. Foram pesados 14 gramas da amostra de salsicha em um béquer de 50 mL, previamente picadas em porções menores, adicionou-se a mesma massa de celite e 30mL de álcool etílico 70% e levou-se ao banho de ultrassom por 4 minutos.

A homogeneização foi realizada em dispersador, IKA T 25 digital ULTRA-TURRAX®, durante 4 minutos e filtrou-se a vácuo em Kitassato acoplado a um funil de Buchner. O filtrado foi colocado em balão volumétrico de 100 mL e o resíduo obtido no papel de filtro foi recuperado e passou novamente pela extração, exatamente como a primeira. O processo ainda foi repetido mais uma vez, completando três extrações. O balão volumétrico de extrato foi completado com álcool etílico 70% até 100 mL.

4.7.3.3.2 DPPH

O método DPPH foi desenvolvido por Blois (1958) para avaliar a atividade antioxidante de várias substâncias utilizando um radical livre estável semelhante, α -difeníl- β -picril-hidrazil. Esse método foi posteriormente modificado por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) para determinar o potencial antioxidante de compostos fenólicos e amostras biológicas (OLIVEIRA, 2015).

O método é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazina) pelos antioxidantes, resultando em uma diminuição da absorbância a 515 nm. Esse radical possui uma cor violeta em solução e se torna amarelo quando reduzido, ou seja, sofre uma mudança de cor. Portanto, quanto maior for o potencial antioxidante de um alimento, mais rápida e pronunciada será essa mudança de cor. Para a análise, inicialmente foi realizada a extração dos compostos ativos conforme descrito na seção 4.7.3.3.1.

A solução de DPPH 0,06 mM é preparada dissolvendo-se 2,4 mg de DPPH em álcool metílico 80% em um balão volumétrico de 100 mL em uma capela. Para a preparação da solução de Trolox, dissolveu-se 0,0250g de Trolox em álcool etílico PA. A curva padrão foi feita com 6 pontos (50, 100, 200, 400, 600 e 800 μ M). As amostras e a curva-padrão foram lidas a um comprimento de onda de 515 nm em um espectrofotômetro de UV/Vis (Agilent Technologies, Cary 60 MY13110012, EUA). Os resultados foram expressos em μ mol TE/g (Equivalente de Trolox).

4.7.3.3.3 ABTS

O método se fundamenta na captura do radical 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS), o qual pode ser gerado através de uma reação química com persulfato de potássio. Esse radical apresenta, em solução, uma tonalidade verde-escura e se transforma em verde-claro quando reduzido, ou seja, sofre um processo de descoloração, resultando em uma diminuição da absorvância a 734nm. Portanto, quanto maior for o potencial antioxidante de um alimento, mais rápida e acentuada será essa descoloração.

Esse procedimento foi efetuado conforme o estabelecido por Jiménez-Zamora et al. (2016). Utilizou-se uma solução contendo o reagente 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS) e uma solução de persulfato de potássio 2,6 mM, sendo essas misturadas em partes iguais e incubadas no escuro durante 16 horas. Uma curva-padrão de Trolox foi construída com cinco pontos de referência (100, 500, 1000, 1500 e 2000 μ M). Após um período de incubação protegido da luz de 6 minutos, as amostras, que consistiam em um extrato de erva-mate diluído em álcool 70%, e a curva-padrão foram medidas no comprimento de onda de 734 nm. Para a leitura das absorvâncias foi utilizado o espectrofotômetro de UV/Visível (Agilent Technologies, Cary 60 MY13110012, Estados Unidos da América). Os resultados foram expressos em μ mol TE/g (Trolox Equivalente).

4.7.3.3.4 Compostos fenólicos totais

Determinado por método espectrofotométrico de Folin Ciocalteau, de acordo com Erkan-Koç et al. (2015). As análises foram realizadas em triplicata utilizando o extrato de ativos feito conforme explicado no item 4.7.3.3.1. Foi necessário a construção de uma curva-padrão de ácido gálico com cinco pontos (40, 80, 120, 160 e 200 μ g/mL) e um controle.

Em tubos de ensaio foram adicionados 1 mL da amostra ou do padrão de ácido gálico, 9 mL de água destilada e 1 mL de Folin-Ciocalteau e deixou-se em repouso por 5 minutos ao abrigo da luz. Adicionou-se então 7 mL de carbonato de sódio 7% e 4 mL de água destilada em cada tubo de ensaio. Agitou-se por 20 segundos em agitador de tubos e colocou-se novamente em repouso, agora por 90 minutos ao abrigo da luz.

Realizou-se a leitura das amostras e curva-padrão em espectrofotômetro de UV/Visível (Agilent Technologies, Cary 60 MY13110012, Estados Unidos da América) no comprimento de onda de 750 nm. Os resultados foram expressos em mg GAE/100 g.

4.7.3.4 Análises microbiológicas em salsichas

Salmonella, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Estafilococos coagulase positiva* e *Escherichia coli* foram analisados. Conforme estabelece a INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 60, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019, para produtos cárneos cozidos, curados ou não, defumados ou não, dessecados ou não, embutidos ou não, refrigerados ou não (mortadela, salsicha, presunto, fiambre, morcelas, patês) a *Salmonella* e *Listeria monocytogenes* devem ser ausentes, *Clostridium perfringens* e *Estafilococos coagulase positiva* devem ter no máximo 10^2 UFC/g e *Escherichia coli* deve ser no máximo 10 UFC/g.

4.7.3.4.1 Aeróbios mesófilos

As metodologias das amostras das salsichas seguiram os protocolos descritos por Salfinger & Tortorello (2015) para os ensaios de bactérias aeróbias mesófilas. A retirada da unidade analítica das amostras foi realizada por meio da técnica de pesagem (25 g), sendo que o meio de cultura usado nos ensaios foi o Ágar Padrão de Contagem (PCA). Foi inoculado 1 mL de cada diluição selecionada em placa de Petri, e adicionou-se o Ágar MRS (de MAN, ROGOSA e SHARP), homogeneizado e adicionado uma sobre camada do mesmo meio de cultura.

As placas foram incubadas invertidas a 30 ± 1 °C por 48 ± 3 horas. Os resultados foram expressos em log UFC/g (log de unidade formadora de colônia por grama de amostra).

4.7.3.4.2 Análise da presença de *Salmonella* sp.

A análise foi realizada conforme a ISO 6579 (2007). Para o pré-enriquecimento, $25 \pm 0,2$ g de amostra foram homogeneizados com 225 mL de água peptonada tamponada (BPW) e incubados a 37 ± 1 °C por 18 ± 2 horas. O enriquecimento seletivo foi realizado em Caldo Rappaport-Vassilis Soja (RVS) e

Caldo Tetrionato Müller Kauffman Novobiocina (MKTTn), incubados a 41,5 durante 24 ± 3 horas e $37 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 ± 3 horas, respectivamente.

O plaqueamento seletivo foi feito em Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e Ágar Bismuto Sulfito (BS), com incubação a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 ± 3 horas e 48h. Colônias características foram isoladas e submetidas a confirmação bioquímica e sorológica. Os resultados foram expressos como presença ou ausência em 25 g.

4.7.3.4.3 *Contagem de Escherichia coli*

As análises foram realizadas conforme ISO 7251 (2005) utilizando a técnica de número mais provável (NMP). As diluições selecionadas foram inoculadas (1 mL) em uma série de três tubos de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST). Os tubos foram incubados a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 a 48 horas. A produção de gás indica crescimento e, foi transferido uma alçada de cada tubo positivo para Caldo E. coli (EC) e incubado por 24 ± 2 horas em banho-maria a $44 \pm 1^\circ\text{C}$. Os resultados foram expressos em NMP/g.

4.7.3.4.4 *Análise da presença de Listeria monocytogenes*

As análises foram realizadas conforme a ISO 11290-2 (1998). Foram homogeneizadas 25 g de amostra em 225 mL de Caldo Half-Fraser, seguido de incubação a 20°C por 1 hora. Foi inoculada 1 mL da amostra diluída em Ágar Listeria Ottaviani & Agosti (ALOA) com plaqueamento em superfície, o volume foi distribuído em 4 placas (0,3 mL/0,3 mL/0,3 mL/0,1 mL). As placas foram incubadas invertidas a 37°C por 24 horas. Submeteu-se as colônias típicas aos testes de confirmação (teste de catalase, coloração Gram, teste de motilidade, teste de verificação de hemólise e teste de fermentação da xilose e rhamnose).

4.7.3.4.5 *Contagem de Clostridium perfringens*

O método utilizado para realização das análises foi o descrito por Labbe (2015). Amostras de 25 g foram diluídas em 225 mL de água peptonada a 0,1%, homogeneizadas em stomacher e diluídas para análise de esporos e células vegetativas. As mesmas amostras diluídas foram submetidas à temperatura de 75°C em água por 20 minutos e banho de gelo por 5 minutos, para análise de esporos

de *Clostridium* sulfito redutor. As diluições decimais selecionadas foram inoculadas em placas de Ágar Triptose Sulfito Cicloserina (TSC) com sobre camada do mesmo meio. Incubou-se as placas em jarros de anaerobiose (Merck, Alemanha) com sistema de anaerobiose com indicador (GasPak™ EZ) a 35 ± 1 °C por 48 horas em anaerobiose. Os resultados foram expressos em UFC/g.

4.7.3.4.6 Contagem de *Estafilococcus coagulase positiva*

A metodologia foi realizada conforme descrito por Bennett et al. (2015). Foram inoculados 0,1 mL de cada diluição decimal selecionada na superfície de placas de Ágar Baird-Parker (BP) As placas foram incubadas a 36-37 °C por 45 a 48 horas. Após leitura das placas, selecionou-se 5 colônias típicas para teste de coagulase. Cada colônia foi transferida para tubos de Caldo Infusão Cérebro Coração (BHI) e incubadas por 18-24 horas a 35-37 °C.

Então, transferiu-se 0,2 mL de cada cultura em BHI, para tubos estéreis e adicionados 0,5 mL de Coagulase Plasma-EDTA. Os tubos foram incubados a 35-37°C por até 6 horas. A formação de coágulo indica reação positiva.

4.7.3.5 pH

O pH foi determinado em triplicata, utilizando o pHmetro modelo DM21 (Digimed Brasil), com eletrodo de perfuração introduzido diretamente na amostra, com controle de temperatura, calibrado à temperatura ambiente de 25 °C (BRASIL, 1999).

4.7.3.6 Atividade de água (Aa)

As medições de atividade de água foram realizadas em três amostras de cada tratamento e três medidas por amostra. Utilizou-se o aparelho da marca Aqualab (modelo CX-2), em temperatura de $25 \text{ °C} \pm 0,3 \text{ °C}$ (BRASIL, 1999).

4.7.4 Nitratos e nitritos

As análises para quantificação dos teores de nitrato e nitrito foram realizadas de acordo com Brasil (2019). O nitrato foi reduzido a nitrito, após

passagem em coluna de cádmio/cobre e dosado como nitrito, detectado em espectrofotômetro Shimadzu, UV-1800, no comprimento de onda de 538 nm.

4.7.5 Estudo cinético de degradação

Os modelos cinéticos de degradação de cada parâmetro de qualidade foram obtidos de acordo com Moura & Germer (2010), analisando-se os ajustes de modelos de reação de ordem zero e 1ª ordem. O coeficiente de determinação da regressão (r^2) foi empregado como critério para a escolha do melhor ajuste do modelo aos dados experimentais, dos quais obtiveram-se as constantes de reação (k), energia de ativação (E_a), Q_{10} e tempo de meia vida ($t_{1/2}$), utilizando-se as equações 2 a 5, respectivamente:

$$\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -k \cdot t \quad (2)$$

$$E_a = 0,46 \cdot T^2 \cdot \log Q_{10} \quad (3)$$

$$Q_{10} = \frac{k_T}{k_{T-10}} \quad (4)$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} \quad (5)$$

Para o cálculo da diferença total de cor (ΔE), utilizou-se a equação 6.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (6)$$

Sendo:

C: é a concentração da substância no tempo t ;

C_0 : é a concentração inicial da substância (no tempo $t=0$);

$k \cdot t$: é a multiplicação da constante de taxa (k) pelo tempo (t);

ΔE : Representa a diferença total de cor. É o resultado final da fórmula e indica a magnitude total da mudança de cor entre dois pontos no espaço de cor.

ΔL : Representa a diferença na coordenada de luminosidade.

Δa : Representa a diferença na coordenada de croma a^* .

Δb : Representa a diferença na coordenada de croma b^* .

4.7.6 4.7.6 Aceitabilidade sensorial

Teste de aceitabilidade realizado foi baseado ABNT NBR ISO 11136:2016 e o teste de ordenação quanto à preferência baseou-se ABNT NBR ISO 8587:2015. O projeto sensorial foi avaliado em comitê de ética e aprovado sobre o Número do CAAE: 38438520.8.0000.5453. Visando avaliar a aceitabilidade e identificar possíveis alterações sensoriais ao longo do tempo, as amostras de Salsicha Viena Controle (VC), Salsicha Viena com extrato de erva-mate livre (VE) e Salsicha Viena com extrato de erva-mate microencapsulado (VP) foram avaliadas sensorialmente no tempo inicial (recém-fabricadas) e com aproximadamente 60 dias após a data de fabricação.

Para a avaliação das amostras de salsicha, foram recrutados 80 consumidores de salsicha, sem restrições quanto ao sexo, idade e frequência de consumo. No início do teste, antes de avaliar as amostras, os consumidores responderam questões sobre hábitos de consumo de salsicha e características pessoais relacionadas à idade e definição de classe social segundo o Critério de Classificação Econômica Brasil 2022 (ABEP, 2022).

Na sequência, as amostras foram avaliadas em relação à: Aceitabilidade de modo geral e, em particular da aparência, odor e sabor por meio de escala hedônica de nove pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = nem gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo). E intensidade de sal, dos temperos/condimentos e firmeza por escala do ideal de 5 pontos: 5 = muito mais salgada/ muito mais temperos e condimentos/muito mais firmes do que eu gosto, 3 = do jeito que eu gosto, 1 = muito menos salgada/ muito menos temperos e condimentos/muito menos firmes do que eu gosto.

Além da análise de aceitabilidade, a análise descritiva CATA (*Check All That Apply*) foi empregada para a avaliação dos atributos presentes que caracterizavam a amostra que estava sendo avaliada. Após a avaliação das 3 amostras de salsicha, os consumidores foram orientados a ordená-las de acordo com a preferência e a descrever as razões pela amostra preferida em 1º lugar (que mais gostaram) e em 3º lugar (que menos gostaram). O modelo de ficha empregada na avaliação das amostras é apresentado no Anexo B.

As amostras foram identificadas por códigos de 3 dígitos aleatórios e apresentadas de forma monádica sequencial, segundo um delineamento de blocos completos balanceados. Entre as amostras, a limpeza do palato foi realizada com água mineral natural. O sistema computadorizado *Compusense Cloud* foi empregado para a coleta e análise dos dados.

Os dados relativos aos atributos avaliados por meio de escala hedônica foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias. Por meio do programa estatístico XLSTAT 2022.4.1.1372 foi feita a Análise de Penalidades, na qual foram avaliados os efeitos das intensidades de sal, de tempero/condimentos e firmeza abaixo ou acima do ideal na aceitabilidade global das amostras.

Na avaliação da preferência, os resultados relativos à soma das posições de ordenação foram tratados com base no Teste de Friedman e Teste de Fischer para a comparação entre as amostras, ao nível de erro de 5%.

Para o estudo da vida útil do produto, foi determinado se a amostra é significativamente menos aceita ao longo do tempo, ou seja, o fim da vida de prateleira, com uso da metodologia de ponto de corte que define a aceitabilidade mínima tolerável de amostras pela equação 7.

$$S = F - Z\alpha \sqrt{\frac{(2 \cdot MSE)}{n}} \quad (7)$$

onde:

S: aceitabilidade mínima tolerável da amostra armazenada;

F: aceitabilidade da amostra recém produzida;

Z α : coordenada unicaudal de curva normal para nível α de significância;

MSE: quadrado médio do erro derivado da análise de variância dos dados do consumidor.

n: número de consumidores.

4.7.7 Análise estatística

Os resultados do estudo foram avaliados estatisticamente através da Análise de Variância (ANOVA) e do Teste de Tukey no nível de 5% de significância, com o auxílio do programa STATISTICA® versão 7.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS NO EXTRATO E NO MICROENCAPSULADO DE ERVA-MATE

O conteúdo de compostos fenólicos totais no extrato de erva-mate livre e microencapsulado foram analisados antes da sua aplicação nas amostras de salsicha, obtendo-se os resultados dispostos na Tabela 17.

Tabela 17. Teor de compostos fenólicos no extrato de erva-mate livre e microencapsulado.

Erva-mate	Compostos fenólicos Totais (mg GAE.100 g⁻¹)
Extrato livre	3850,92 ± 19,72
Micropartículas	495,31 ± 1,60

Média ± Desvio Padrão; n = 3, sendo n = número de repetições utilizadas; GAE = Equivalente em ácido gálico.

Budin (2022) analisou em seu trabalho o conteúdo de compostos fenólicos totais em outro lote de produto e obteve um valor de 423,18 ± 8,60 mg GAE.100 g¹ no extrato de erva-mate microencapsulado e 2764,24 ± 24,45 mg GAE.100 g¹ no extrato de erva-mate livre, apresentando resultados menores aos apresentados na Tabela 17. Pequenas diferenças nas condições de estocagem do extrato sob refrigeração e na secagem de outro lote das micropartículas em leite fluidizado, podem ter levado a estes resultados.

5.2 TESTES PRELIMINARES

Os testes preliminares serviram para determinar as formulações a serem usadas como base dos estudos de vida de prateleira. Foram realizados testes de bancada para verificação da cor e sabor, conforme descritos na Tabela 18.

Tabela 18. Descrição das amostras de testes preliminares.

Amostra	Descrição *
C	Salsicha Viena Controle.
V1	Salsicha Viena, com 0,05% de Extrato de erva-mate Líquido.

V2	Salsicha Viena, com 0,10% de Extrato de erva-mate líquido.
V3	Salsicha Viena, com 0,5% de Extrato de erva-mate microencapsulado (partículas).
V4	Salsicha Viena, com 1,0% de Extrato de erva-mate microencapsulado (partículas).
V5	Salsicha Viena com 0,10% de Extrato de erva-mate líquido e ácido ascórbico.
V6	Salsicha Viena, com 1,0% de Extrato de erva-mate microencapsulado (partículas) e ácido ascórbico.
V7	Salsicha Viena, com 0,10% de Extrato de erva-mate líquido e concentrado de acerola.

*Todas as amostras, exceto a C, foram fabricadas sem eritorbato de sódio.

5.2.1 Análise sensorial preliminar

As amostras fabricadas foram degustadas por 6 colaboradores presentes no laboratório. A amostra Controle, somente com a adição de eritorbato de sódio, apresentou a coloração vermelha mais acentuada e sabor característico de salsicha.

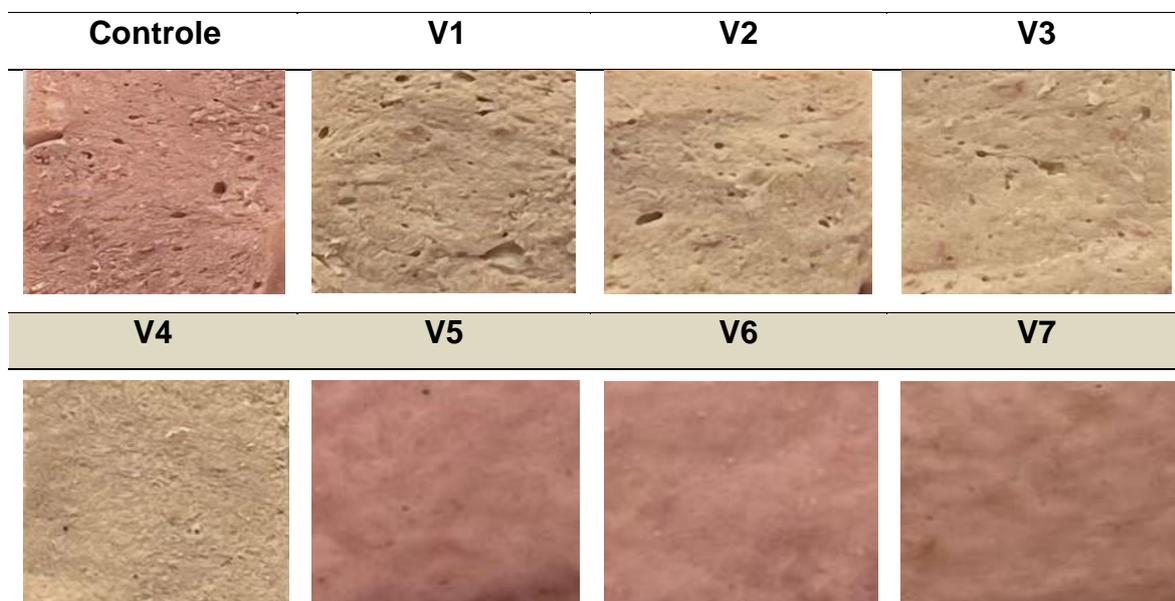
A amostra V1, sem a adição do eritorbato de sódio e com a adição de um percentual de 0,05% de extrato de erva-mate líquido, e a amostra V2, sem a adição do eritorbato de sódio e com a adição de um percentual de 0,10% de extrato de erva-mate líquido, não apresentaram mudanças perceptivas no sabor; não houve a percepção ao gosto de erva-mate.

A amostra V3, sem a adição do eritorbato de sódio e com a inserção de um percentual de 0,5% de extrato de erva-mate microencapsulado, e a amostra V4, sem a adição do eritorbato de sódio e com a inserção de um percentual de 1,0% de extrato de erva-mate microencapsulado, apresentaram leve sabor de erva-mate, perceptível, porém muito suave. As amostras V5 e V7 não apresentaram sabor característico do extrato de erva-mate, já a amostra V6, apresentou um leve sabor residual.

5.2.2 Análise visual de cor

A coloração das amostras foi a característica mais impactada quando se retirou o eritorbato de sódio da formulação, como mostra a Tabela 19.

Tabela 19. Cor das amostras de testes preliminares.



C: Salsicha Viena Controle; V1: Salsicha Viena sem Eritorbato de sódio, com 0,05% de Extrato de erva-mate líquido; V2: Salsicha Viena sem Eritorbato de sódio, com 0,10% de Extrato de erva-mate líquido; V3: Salsicha Viena sem Eritorbato de sódio, com 0,5% de Extrato de erva-mate microencapsulado (partículas); V4: Salsicha Viena sem Eritorbato de sódio, com 1,0% de Extrato de erva-mate microencapsulado (partículas); V5: Salsicha Viena sem Eritorbato de sódio, com 0,10% de Extrato de erva-mate líquido e ácido ascórbico; V6: Salsicha Viena sem Eritorbato de sódio, com 1,0% de Extrato de erva-mate microencapsulado (partículas) e ácido ascórbico; V7: Salsicha Viena sem Eritorbato de sódio, com 0,10% de Extrato de erva-mate líquido e concentrado de acerola.

Embora o eritorbato de sódio tenha como função principal evitar a oxidação dos componentes dos alimentos (E316, 2016), ele é considerado também um acelerador de cura (LUIZ et al., 2017). O eritorbato de sódio confere a redução do íon nitrato ao íon nitrito, que interage com o ferro da mioglobina e forma a nitroso mioglobina, processo este que dá a cor rosa característica das salsichas (FONSECA, 2022).

Nas amostras V1, V2, V3 e V4 a reação de cura não foi atingida, pois não houve a formação da cor rosa característica, sendo necessário os testes com agentes redutores, como o ácido ascórbico sintético (V5 e V6) e o concentrado de acerola com 25% de ácido ascórbico (V7). Como esperado, as amostras V5, V6 e V7 desenvolveram a cor almejada, indicando a completa reação de cura.

Apesar do sucesso obtido na coloração com o uso do ácido ascórbico e do concentrado de acerola como agentes redutores, optou-se em desenvolver o trabalho utilizando o eritorbato de sódio em todas as formulações. A adição de ácido ascórbico, seja de fonte sintética ou natural, poderia influenciar por ter ação antioxidante, mascarando os possíveis resultados do extrato de erva-mate livre e microencapsulado, não demonstrando valores comparativos confiáveis.

5.3 FABRICAÇÃO DAS SALSICHAS

5.3.1 Perda de peso na cocção

Durante o cozimento, o calor provoca a desnaturação da miosina e actina, causando alterações estruturais nas proteínas miofibrilares, bem como na liberação de proteínas sarcoplasmáticas das fibras musculares, resultando na perda de água (DEL PULGAR et al., 2012). As salsichas foram pesadas antes e após o cozimento para verificação do percentual de perda de peso na cocção das amostras de salsicha, os resultados estão expostos na Tabela 20.

Tabela 20. Perda de peso na cocção das amostras

Amostra	N	Perda de peso na cocção das amostras (g/100g)
VC	5	5,85 ^a ± 0,01
VE	5	3,67 ^b ± 0,01
VP	5	3,44 ^b ± 0,00
TC	5	7,72 ^b ± 0,01
TE	5	5,39 ^{ab} ± 0,01
TP	5	6,82 ^{ab} ± 0,01

N: número de amostra; Média ± Desvio Padrão; médias com letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05); VC: Salsicha Viena Controle; VE: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre; VP: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado; TC: Salsicha *Tradicional* Controle; TE: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate livre; TP: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate microencapsulado.

A perda de peso causada pelo processo de cocção é considerada uma medida fundamental para avaliar a qualidade do produto. Durante a cocção, o calor provoca mudanças na aparência e nas propriedades físicas da carne, como maciez

e rendimento no momento do consumo (SILVA et al., 2018). Esse processo resulta na redução de volume e peso devido à liberação do líquido exsudado presente no embutido (PURSLOW et al., 2016). As perdas de peso durante a cocção podem afetar a maciez, já que os produtos cárneos com maiores valores de perda de peso por cocção tendem a ser mais duros e menos suculentos (SILVA et al., 2018).

Na salsicha Viena, a amostra controle obteve uma perda de peso na cocção de $5,85\% \pm 0,01$, a amostra com adição de extrato de erva-mate livre apresentou um valor de $3,67\% \pm 0,01$ (redução de 37% na perda de peso na cocção em relação a amostra controle), e a amostra com a adição do extrato de erva-mate microencapsulado, $3,44\% \pm 0,01$ (redução de 41% em relação a amostra controle).

Na salsicha *tradicional*, a amostra controle obteve uma perda de peso na cocção de $7,72\% \pm 0,01$, a amostra com adição de extrato de erva-mate livre retratou um percentual de $5,39\% \pm 0,01$ (uma redução de 30% na perda de peso na cocção em relação a amostra controle), e a amostra com a adição do extrato de erva-mate microencapsulado, $6,82\% \pm 0,01$ (uma redução de 12% em relação a amostra controle).

Resultados diferentes ao comparar com o estudo de Reis (2022) que aplicou o extrato em linguiça toscana frescal e obteve maior perda de peso para a amostra contendo 2% de extrato de erva-mate ($40,61\% \pm 0,59$) ($p < 0,05$) seguido pela formulação contendo 0,5% de extrato ($43,92\% \pm 1,56$) e da formulação controle ($37,88\% \pm 0,33$), respectivamente, ocorrendo, portanto, uma perda maior nas amostras adicionadas do extrato de erva-mate, no trabalho destes autores.

Foi observada uma diferença nos resultados das amostras contendo o extrato de erva-mate. A salsicha *tradicional* apontou um índice de perda de peso na cocção superior ao obtido na salsicha Viena, certamente devido ao uso de Carne Mecanicamente Separada (CMS) em sua composição, que em condições normais já apresenta uma menor capacidade de retenção de água quando comparada à carne normal.

Na salsicha *tradicional* utilizou-se uma CMS com alta carga inicial de oxidação. A oxidação lipídica provoca mudanças irreversíveis nas propriedades físicas e químicas das cadeias proteicas e de aminoácidos, podendo estar ligada a consequências desfavoráveis para as características de qualidade e funcionalidade da matriz de carne durante o processamento de seus produtos derivados, como a

capacidade de retenção de água (DOMÍNGUEZ et al., 2021). Devido a isso, o resultado da funcionalidade e estabilidade do extrato e das partículas podem ter sido diminuídos perante a sua contribuição na perda de peso na cocção.

A incorporação do extrato natural, tanto livre como microencapsulado, influenciou na perda de peso por cocção das salsichas. Os resultados demonstram uma performance satisfatória na capacidade de retenção de água da aplicação do extrato de erva-mate em embutidos, favorecendo não somente a textura, mas também a lucratividade final pela redução da perda.

5.4 SALSICHA VIENA

5.4.1 Caracterização da Salsicha Viena

5.4.1.1 Composição centesimal

Conforme a Tabela 21, as formulações estão de acordo com o Regulamento técnico de identidade e qualidade de salsicha da IN nº 4 de 31 de março de 2000 (BRASIL, 2000), que determina teores máximo de umidade (65%) e gordura (30%), e teor mínimo de proteína (12%). Para a gordura, as médias variaram entre 14,195% e 16,285%. Em relação à proteína, as médias variaram entre 13,965% e 14,400%.

Tabela 21. Conteúdo de Gordura, proteína, Umidade e Cinzas iniciais nas amostras

Amostra	Gordura (g/100g)	Proteína (g/100g)	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)
VC	14,19 ^c ± 0,01	14,40 ^a ± 0,00	63,86 ^a ± 0,05	3,62 ^a ± 0,02
VE	14,94 ^b ± 0,14	14,37 ^a ± 0,02	63,48 ^b ± 0,03	3,54 ^b ± 0,03
VP	16,29 ^a ± 0,01	13,96 ^a ± 0,22	62,41 ^c ± 0,05	3,57 ^{ab} ± 0,01

Média ± Desvio Padrão. n = 3 Médias com letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05); VC: Salsicha Viena Controle; VE: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre; VP: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado;

Para a umidade, as médias variaram entre 62,41 e 63,86 g/100g na salsicha Viena. Em relação às cinzas, as médias variaram entre 3,57 e 3,62 g/100g. As amostras de salsicha Viena apresentaram diferença significativa entre si na composição centesimal de teor de gordura pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Todas

as amostras se apresentaram de acordo com a legislação vigente Brasileira (BRASIL, 2000).

5.4.1.2 Nitratos e nitritos

Nitratos e nitritos ajudam a preservar as salsichas inibindo o crescimento de bactérias indesejadas, como *Clostridium botulinum*, responsável pela produção de toxina botulínica. Em relação a cor, eles contribuem para a cor característica das salsichas, impedindo o desenvolvimento de uma cor acinzentada e mantendo uma coloração rosa atraente. Ambos desempenham papéis essenciais na qualidade e segurança dos alimentos, mas seu consumo em excesso pode ter implicações para a saúde. Na Tabela 22 estão dispostos o conteúdo de nitratos e nitritos iniciais nas amostras.

Tabela 22. Conteúdo de Nitratos e Nitritos iniciais nas amostras.

Amostra	Nitratos (mg/kg)	Nitritos (mg/kg)
VC	86,5 ^a ± 1,1	19,3 ^a ± 1,0
VE	82,9 ^b ± 0,1	20,2 ^b ± 0,9
VP	81,5 ^b ± 0,5	20,8 ^b ± 1,0

Média ± Desvio Padrão; n = 3; Médias com letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05); VC: Salsicha Viena Controle; VE: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre; VP: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado.

Conforme a norma técnica brasileira estabelecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) IN 51/2006, todas as amostras (VC, VE, VP) estão em conformidade com o limite máximo estabelecido para a soma de nitrato e nitrito de sódio, que é 150 mg/kg.

5.4.1.3 Caracterização microbiológica inicial

As análises microbiológicas são cruciais para garantir a segurança dos alimentos, pois avaliam a presença de microrganismos, incluindo bactérias patogênicas, deteriorantes e indicadoras de higiene.

Reis (2022) apresentou resultados promissores em relação à atividade antimicrobiana do extrato de erva-mate. Foram realizadas análises para determinar

a Concentração Inibitória Mínima (CIM) e a Concentração Bactericida Mínima para os microrganismos *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Os resultados indicaram que o extrato de erva-mate apresentou atividade antimicrobiana contra esses microrganismos, inibindo seu crescimento em concentrações específicas. Além disso, o estudo comparou os resultados do extrato de erva-mate com o levofloxacino, um antibiótico comumente utilizado, demonstrando a eficácia do extrato de erva-mate em inibir o crescimento microbiano.

A caracterização microbiológica foi feita logo após a embalagem da salsicha e os resultados estão apresentados na Tabela 23. A ausência de patógenos importantes, como *Listeria monocytogenes* e *Salmonella spp*, é imprescindível. Contagens abaixo dos limites aceitáveis para *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* e *Estafilococos coagulase positiva* indicam boas práticas de higiene durante o processamento.

Tabela 23. Análises microbiológicas iniciais nas amostras de salsicha Viena.

Amostra	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Estafilococos coagulase</i>	<i>Salmonella spp</i>
VC	Ausente	<1x10 (estimado)	<1x10	<1x10 ² (estimado)	Ausente
VE	Ausente	<1x10 (estimado)	<1x10	<1x10 ² (estimado)	Ausente
VP	Ausente	<1x10 (estimado)	<1x10	<1x10 ² (estimado)	Ausente

VC: Salsicha Viena Controle; VE: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre; VP: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado.

A *Listeria monocytogenes* é uma bactéria patogênica que pode causar infecções graves, especialmente em grupos de risco. *Clostridium perfringens* pode causar intoxicação alimentar, especialmente em alimentos preparados e armazenados inadequadamente. Embora alguns tipos de *E. coli* sejam inofensivos, a presença dessa bactéria indica contaminação fecal e, em alguns casos, pode indicar a presença de cepas patogênicas. *Estafilococos coagulase positiva* podem produzir toxinas que causam intoxicação alimentar. *Salmonella* é uma bactéria patogênica que pode causar infecções gastrointestinais.

Esses resultados indicam que as salsichas Viena atendem a critérios microbiológicos aceitáveis expostos pela Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009).

5.4.1.4 pH

Pequenas variações no pH podem influenciar a estabilidade dos componentes na salsicha, como cor, sabor e textura. A variação no pH entre as amostras pode estar relacionada à presença dos extratos. A natureza dos compostos presentes nos extratos, assim como a liberação desses compostos ao longo do tempo, pode afetar o ambiente ácido ou alcalino da salsicha.

Os resultados que Reis (2022) obteve em seu estudo mostraram que as amostras com adição de extrato de erva-mate apresentaram valores de pH semelhantes à amostra controle em todos os tempos analisados e também após o processo de cozimento. O pH do extrato de erva mate é $5,86 \pm 0,01$, as partículas foram armazenadas em solução acidificada a pH 3,0 e depois secas em leite fluidizado. O pH inicial das amostras de salsicha Viena está apresentado na Tabela 24.

Tabela 24. pH inicial das amostras de salsicha *Viena*

Amostra	pH
VC	$6,28^a \pm 0,025$
VE	$6,19^b \pm 0,010$
VP	$6,16^c \pm 0,020$

Média \pm Desvio Padrão; VC: n = 3; Médias com letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Salsicha Viena Controle; VE: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre; VP: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado

O pH da amostra VE sugere uma ligeira acidez em comparação com a amostra controle. A presença do extrato livre pode ter contribuído para essa leve redução no pH, indicando possível influência dos compostos presentes no extrato.

Na amostra VP o pH é um pouco mais baixo que a VE, indicando uma acidez um pouco mais acentuada nesta amostra em comparação também com a amostra controle. A microencapsulação pode ter afetado o pH devido à liberação gradual de compostos do extrato. Os resultados indicam que o tipo de extrato (livre ou microencapsulado) pode ter impacto nas médias de pH das salsichas.

5.4.2 Análises de Estabilidade

Para o estudo de estabilidade da salsicha Viena foram avaliados os parâmetros de cor, substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), atividade antioxidante (DPPH e ABTS), teor de compostos fenólicos, atividade de água, aeróbios mesófilos e a aceitabilidade sensorial.

5.4.2.1 Cor

No estudo de Moura (2023), a adição de eritorbato de sódio na amostra de linguiça tipo calabresa proporcionou maior luminosidade e estabilidade de cor, tanto na parte externa quanto na parte interna, ao longo dos 60 dias de armazenamento. Isso significa que a amostra com eritorbato de sódio manteve sua cor vermelha brilhante por mais tempo, enquanto as outras amostras apresentaram diminuição na tonalidade vermelha e aumento na tonalidade amarelada, indicando início da oxidação.

A utilização de eritorbato de sódio promove o aumento da predominância de formas ferrosas de mioglobina na carne, resultando em uma maior estabilidade ao calor após passar pelo processo de tratamento térmico. A cor interna de produtos cárneos cozidos é profundamente influenciada pela embalagem, ingredientes utilizados, armazenamento, fonte do músculo e espécie (SUMAN et al., 2016). Na Figura 8, são apresentadas as amostras no dia zero, destacando diferentes formulações de salsicha Viena.



Figura 8. Amostras no dia zero; (A) Salsicha Viena Controle – VC; (B) Salsicha Viena com o Extrato de Erva-mate Livre – VE; (C) Salsicha Viena com o Extrato de Erva-mate microencapsulado – VP.

Os resultados fornecidos são parâmetros de cor expressos no sistema de cores CIELAB, que inclui três coordenadas: L* (luminosidade), a* (componente verde/vermelho), e b* (componente azul/amarelo). Inicialmente foram analisados individualmente os parâmetros individuais de L*, a* e b*; em seguida foi realizada a tendência do comportamento da cor das salsichas pelo cálculo de variação total de cor (ΔE) em relação ao tempo, apresentados nas Figuras 9, 10 e 11.

Na Tabela 25 estão dispostos os valores encontrados para a cor instrumental das amostras de salsicha Viena armazenadas a 5 °C.

Tabela 25. Cor instrumental das amostras de salsicha Viena armazenadas a 5 °C.

VC (5 °C)						
Dia	L*	DP	a*	DP	b*	DP
0	71,52	0,77	12,13	0,30	10,57	0,14
7	71,44	0,75	12,88	0,30	10,49	0,38
14	71,34	0,73	12,39	0,25	10,69	0,16
21	71,35	0,54	12,83	0,15	10,39	0,16
28	71,62	0,38	13,04	0,13	10,39	0,09
35	71,40	0,36	13,05	0,22	10,52	0,17
42	71,10	0,91	12,71	0,17	10,49	0,13
49	71,16	0,68	12,99	0,24	10,68	0,19
56	71,18	0,56	13,15	0,32	10,64	0,11
63	71,55	0,50	13,18	0,21	10,67	0,17
VE (5 °C)						
Dia	L*	DP	a*	DP	b*	DP
0	73,66	0,89	11,29	0,38	10,86	0,30
7	73,35	1,12	11,43	0,12	10,46	0,15
14	72,16	1,26	11,70	0,20	10,46	0,20
21	73,46	0,62	11,71	0,26	10,76	0,23
28	74,20	0,54	11,08	0,21	10,86	0,11
35	73,56	0,34	11,71	0,13	10,68	0,16
42	73,31	0,42	11,79	0,22	10,76	0,15
49	73,79	0,21	11,45	0,11	10,87	0,18
56	74,32	0,29	11,39	0,07	10,75	0,16
63	73,63	0,56	11,87	0,21	10,76	0,17
VP (5 °C)						
Dia	L*	DP	a*	DP	b*	DP
0	73,59	0,39	10,77	0,27	10,99	0,53
7	73,62	0,43	11,34	0,33	10,69	0,14
14	73,33	1,26	11,01	0,26	10,80	0,20
21	72,65	0,96	11,30	0,41	10,96	0,28

28	73,28	0,60	10,77	0,33	11,34	0,16
35	73,74	0,46	11,09	0,37	10,93	0,25
42	72,66	0,68	11,58	0,22	11,01	0,15
49	73,90	0,52	11,05	0,25	11,20	0,28
56	72,93	0,44	11,33	0,39	11,26	0,21
63	73,31	0,56	11,47	0,28	10,97	0,17

DP: desvio padrão. n=9, sendo n = número de repetições utilizadas. VC: Salsicha Viena Controle; VE: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre; VP: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado;

As amostras VC (Salsicha Viena Controle) a 5 e 12 °C apresentam valores muito semelhantes para L*, a* e b*. A coordenada L* indica luminosidade, e os valores em torno de 71 sugerem que as amostras são relativamente claras. As coordenadas a* e b* indicam uma tonalidade avermelhada e amarelada, respectivamente, com valores modestos.

As amostras VE (Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre) a 5 e 12 °C também são bastante similares. Elas têm valores mais altos de L*, indicando uma maior luminosidade, e valores moderados para a* e b* indicando tonalidades levemente menos avermelhadas tons amarelados semelhantes à VC.

As amostras VP (Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado) a 5 e 12 °C têm valores muito próximos. Assim como VE, elas apresentam valores mais elevados de L*, indicando uma maior luminosidade, e valores moderados para a* e b*, sugerindo uma tonalidade menos intensa de vermelho e tom amarelo semelhante em comparação com VC.

Reis (2022) realizou análises colorimétricas para avaliar a influência do extrato de erva-mate na cor das amostras de produto cárneo curado. Os resultados mostraram que a adição de extrato de erva-mate de tonalidade verde proporcionou uma diminuição nos valores do parâmetro a*, relacionado à tonalidade vermelha, e um aumento nos valores do parâmetro b*, relacionado à tonalidade amarelada.

Além disso, a amostra com 2% de extrato apresentou-se mais esverdeada em comparação com a amostra controle em todos os tempos analisados e também após o processo de cozimento. Na Tabela 26 estão dispostos os valores encontrados para a cor instrumental das amostras de salsicha Viena armazenadas a 12 °C.

Tabela 26. Cor instrumental das amostras de salsicha Viena armazenadas a 12 °C.

VC (12 °C)						
Dia	L*	DP	a*	DP	b*	DP
0	71,52	0,77	12,13	0,30	10,57	0,14
7	71,29	1,05	13,00	0,23	10,46	0,23
14	71,45	0,61	12,31	0,20	10,64	0,10
21	71,60	0,47	13,08	0,12	10,53	0,17
28	71,16	0,44	12,74	0,13	11,05	0,10
35	71,56	0,84	12,98	0,28	10,60	0,18
42	71,25	0,56	13,05	0,27	10,53	0,16
49	69,60	0,31	12,45	0,17	10,67	0,08
56	70,87	0,44	12,93	0,13	10,99	0,11
63	71,23	0,68	13,16	0,33	10,75	0,25
VE (12 °C)						
Dia	L*	DP	a*	DP	b*	DP
0	73,66	0,89	11,29	0,38	10,86	0,30
7	73,62	0,45	11,78	0,21	10,47	0,14
14	73,57	0,80	11,25	0,26	10,89	0,18
21	73,84	0,74	11,78	0,38	10,64	0,19
28	74,60	0,30	11,50	0,33	11,23	0,17
35	73,55	0,41	11,87	0,13	10,61	0,18
42	73,46	0,54	11,69	0,18	10,83	0,17
49	73,78	0,45	11,23	0,22	11,56	0,26
56	73,10	0,66	11,38	0,28	10,92	0,17
63	73,85	0,47	11,95	0,17	11,02	0,13
VP (12 °C)						
Dia	L*	DP	a*	DP	b*	DP
0	73,59	0,39	10,77	0,27	10,99	0,53
7	73,74	0,33	11,35	0,21	10,65	0,23
14	73,69	0,80	10,85	0,29	11,23	0,18
21	73,78	0,33	11,51	0,29	10,92	0,29
28	73,79	0,34	11,91	0,32	11,16	0,21
35	73,51	0,56	11,56	0,23	10,89	0,23
42	73,22	0,58	11,39	0,31	10,98	0,23
49	73,68	0,38	11,02	0,39	11,56	0,21
56	73,34	0,19	11,03	0,23	11,45	0,27
63	73,30	0,47	11,86	0,29	11,12	0,13

DP: desvio padrão. n=9, sendo n = número de repetições utilizadas. VC: Salsicha Viena Controle; VE: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre; VP: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado;

As diferenças nos valores de cor entre as amostras são relativamente sutis, indicando uma consistência na cor das salsichas ao longo das condições de

armazenamento e variações nos extratos de erva-mate. Os valores mais altos de L* nas amostras VE e VP sugerem uma maior luminosidade, o que pode estar relacionado à presença de extrato de erva-mate, pois esse extrato pode influenciar a cor. As diferenças de a* e b* são modestas, indicando variações mais notáveis na tonalidade avermelhada e mais sutis nas tonalidades de amarelo das amostras VE e VP em relação a VC.

A cor instrumental das amostras de Salsicha Viena armazenadas a 5 °C (Tabela 25) e 12°C (Tabela 26) ofereceu os valores para o cálculo da Diferença total de cor (ΔE) das amostras de Salsicha Viena armazenadas nas duas temperaturas. A diferença total de cor (Tabela 27) expressa como ΔE , é uma métrica que quantifica a diferença global de cor entre a amostra no tempo inicial e no tempo avaliado.

Tabela 27. Diferença total de cor (ΔE) das amostras de Salsicha Viena armazenadas em duas temperaturas.

Ponto	VC		VE		VP	
	5 °C	12 °C	5 °C	12 °C	5 °C	12 °C
0	-	-	-	-	-	-
7	0,76	0,91	0,52	0,62	0,65	0,69
14	0,33	0,20	1,61	0,10	0,40	0,27
21	0,74	0,95	0,48	0,56	1,08	0,77
28	0,93	0,85	0,58	1,02	0,47	1,17
35	0,92	0,85	0,47	0,64	0,36	0,80
42	0,71	0,95	0,62	0,45	1,24	0,72
49	0,93	1,95	0,20	0,71	0,47	0,63
56	1,07	1,11	0,67	0,57	0,91	0,59
63	1,05	1,08	0,58	0,70	0,76	1,14

VC: Salsicha Viena Controle; VE: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre; VP: Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado;

As equações de tendência feitas a partir dos dados da diferença total de cor (ΔE) fornecem uma representação gráfica das mudanças observadas nas amostras ao longo do tempo. Como as alterações no tempo foram pequenas, os valores dos coeficientes de correlação (r^2) foram inferiores a 0,6, mostrando uma tendência de estabilidade da cor, com os pontos flutuando acima e abaixo da curva linear (Figuras 9, 10 e 11).

A Figura 9 mostra a diferença total de cor nas Salsichas Viena controle armazenadas a 5 e 12 °C no decorrer de 63 dias. A diminuição temporária no ΔE nas primeiras semanas indica uma estabilização inicial da cor, mas essa estabilização não é sustentada ao longo do tempo, especialmente em temperaturas mais elevadas. A amostra armazenada a 12 °C apresentou maiores mudanças na cor em comparação com a amostra a 5 °C. Isso pode ser atribuído ao aumento da taxa de reações químicas, incluindo as relacionadas à oxidação lipídica, em temperaturas mais elevadas.

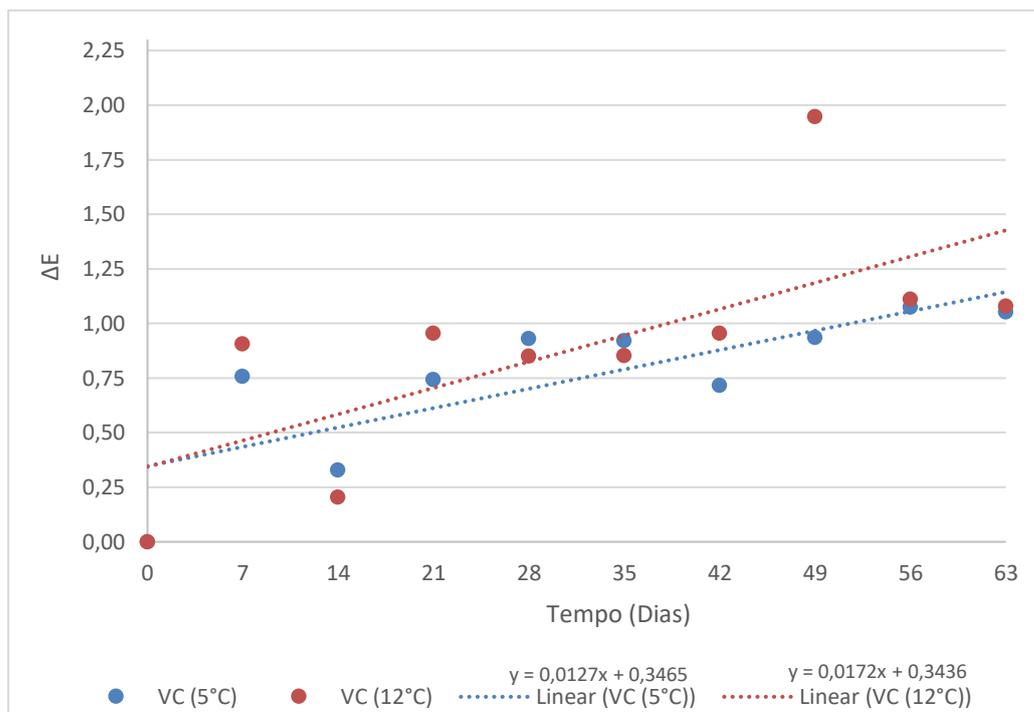


Figura 9. Diferença total de cor nas Salsichas Viena Controles armazenadas a 5 e 12 °C no decorrer de 63 dias.

Na salsicha Viena com extrato de erva-mate livre (Figura 10) armazenada a 5°C há uma diminuição quase imperceptível na diferença de cor ao longo do tempo. Isso indica que o extrato livre pode ter estabilizado a cor das salsichas, mas a uma taxa muito lenta. Já a amostra armazenada a 12 °C apresenta um aumento gradual na diferença de cor a uma taxa menor do que a amostra controle a 12 °C. Isso também sugere que o extrato livre possui um efeito estabilizante na cor.

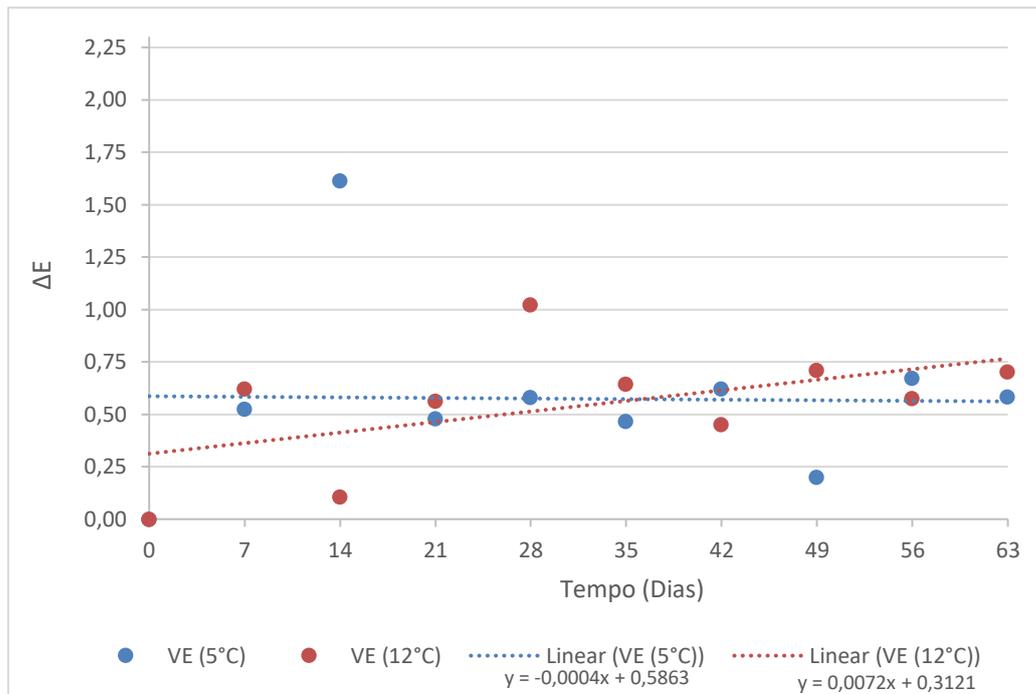


Figura 10. Diferença total de cor nas Salsichas Viena com extrato de erva-mate livre armazenadas a 5 e 12 °C no decorrer de 63 dias.

A amostra com extrato microencapsulado (Figura 11) armazenada a 5°C apresentou um aumento gradual na diferença de cor ao longo do tempo. Nas amostras armazenadas a 12°C a diferença total de cor na salsicha com extrato microencapsulado é ligeiramente menor do que na amostra controle. Isso indica que o extrato microencapsulado tenha um efeito estabilizante na cor, mas ainda assim há um aumento ao longo do tempo e temperatura.

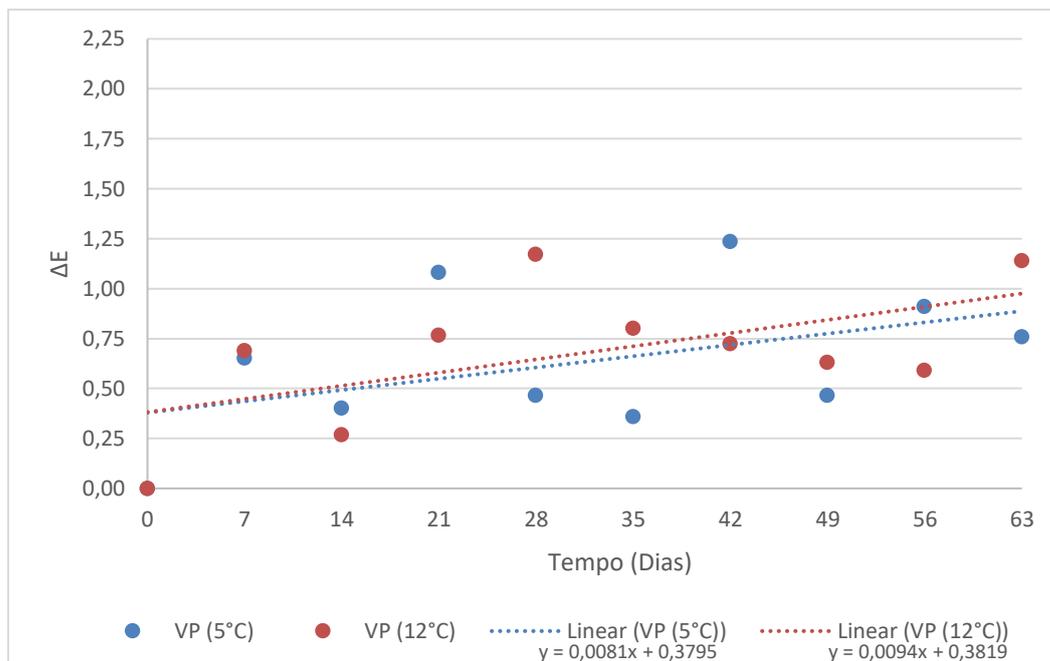


Figura 11. Diferença total de cor nas Salsichas Viena com extrato de erva-mate microencapsulado armazenadas a 5 e 12 °C no decorrer de 63 dias.

As amostras com extrato livre (VE) possuem uma taxa de aumento de ΔE menor em comparação às amostras controle e com extrato microencapsulado (Figura 11). A influência da temperatura é notada nas diferenças entre as amostras armazenadas a 5 e 12°C, com as amostras a 12°C tendendo a ter inclinações ligeiramente mais altas. A avaliação dos parâmetros cinéticos está disposta no item 5.4.2.8.

5.4.2.2 Substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

Para avaliar a estabilidade oxidativa, utilizou-se o método de TBARS. A determinação dos produtos secundários da oxidação lipídica, que são responsáveis por modificações sensoriais nos alimentos, pode ser realizada por meio da quantificação de hidrocarbonetos como etano e pentano, ácidos graxos livres, compostos voláteis de oxidação (principalmente aldeídos, cetonas e álcoois) e malonaldeído (análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS) (SHAHIDI, 1998). O teste mais comumente utilizado em carnes e produtos cárneos é o malonaldeído, um dos principais produtos formados pela oxidação de ácidos graxos poli-insaturados (GANHÃO; ESTÉVEZ; MARCUONDE, 2011).

Em relação aos produtos cárneos, Greene e Cumuze (1982) apontaram o limite máximo aceitável de malonaldeído em 2,0 mg/kg, enquanto Al-Kahtani et al. (1996) estabeleceram esse limite em 3,0 mg/kg, acima do qual o sabor de oxidação começa a ser detectado sensorialmente. Já segundo Trindade et al. (2008), é possível detectar odores de ranço com TBARS na faixa de 0,5 - 1,0 em carnes e 0,6 - 2,0 mg MDA.Kg⁻¹ em produtos cárneos.

No estudo de Masqsood, Benjakul e Balange (2012), foi realizado o processo de extração dos compostos fenólicos das cascas das árvores kiam, comumente encontradas na Tailândia, utilizando etanol como solvente. O extrato resultante foi então aplicado em salsichas de peixe após a evaporação. Durante um período de 20 dias de armazenamento refrigerado, os pesquisadores avaliaram a capacidade antioxidante do extrato de kiam e constataram que as salsichas adicionadas com 0,08% do extrato apresentaram menor formação de peróxidos e TBARS em comparação com o grupo de controle sem antioxidante.

Em outro estudo conduzido por Özvural e Vural (2011), foi adicionado às salsichas um pó de semente de uva, que é um resíduo da produção de vinho. Verificou-se que esse aditivo foi eficiente em prevenir a oxidação lipídica do produto, a qual foi avaliada por meio da análise de TBARS. Além disso, os resultados também mostraram que quanto maior a quantidade do ingrediente teste adicionado, maior foi a proteção oxidativa observada.

Conforme a Tabela 28, foi observado que não houve diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) no decorrer do tempo na amostra controle e na amostra adicionada de erva-mate microencapsulada durante o período de armazenamento a 5 °C. Somente a amostra com extrato de erva-mate livre apresentou uma diferença significativa a nível de 5%, no dia 63 em relação as outras amostras.

Durante o período de armazenamento, o malonaldeído pode ser oxidado e se transformar em outros ácidos orgânicos ou álcoois, que não reagem com o ácido tiobarbitúrico, resultando em uma diminuição nos valores de TBARS (LIU et al., 2009). O aumento na quantidade de TBARS é causado pela decomposição dos hidroperóxidos em produtos secundários (YARNPAKDEE et al., 2012). O progresso da oxidação lipídica nas fases finais do armazenamento pode estar relacionado à

diminuição na concentração de compostos antioxidantes, devido à sua utilização/oxidação (CASAROTTO, 2022).

Tabela 28. Substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) em salsichas durante a vida de prateleira sob refrigeração de 5 °C.

TEMPO	VC (mg MDA/kg)	VE (mg MDA/kg)	VP (mg MDA/kg)
0	0,140 ^{Ba} ± 0,02	0,133 ^{Bc} ± 0,02	0,203 ^{Aa} ± 0,01
14	0,143 ^{Ba} ± 0,02	0,176 ^{ABb} ± 0,02	0,186 ^{Aa} ± 0,03
28	0,163 ^{Aa} ± 0,01	0,173 ^{Ab} ± 0,01	0,183 ^{Aa} ± 0,03
42	0,176 ^{Aa} ± 0,01	0,180 ^{Ab} ± 0,02	0,160 ^{Aa} ± 0,00
56	0,140 ^{Ba} ± 0,01	0,190 ^{ABb} ± 0,01	0,173 ^{Aa} ± 0,03
63	0,176 ^{Ba} ± 0,02	0,243 ^{Aa} ± 0,01	0,166 ^{Ba} ± 0,01

Valores correspondem a média. Letras minúsculas diferentes na coluna apresentam diferença entre os tempos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes na linha apresentam diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Foi verificado aumento nos valores de TBARS ($p < 0,05$) na amostra com extrato de erva-mate livre. Observou-se ainda que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na maioria dos pontos entre a amostra controle e a amostra com adição de erva-mate microencapsulada nas salsichas armazenadas a 5 °C.

Os valores de malonildialdeído (MDA) por quilo nas formulações de salsicha Viena foram todos inferiores a 1 mg MDA/kg. De acordo com Jaber et al. (2020), esse resultado indica que não houve processo de oxidação em nenhuma amostra. Não foi avaliado o conteúdo de TBARS em amostras armazenadas a temperatura de 12 °C devido a problemas no laboratório.

5.4.2.3 Atividade antioxidante pelo método DPPH

Esse experimento visa medir a capacidade de uma determinada substância em capturar o radical da molécula de DPPH. Para isso, o DPPH é dissolvido em metanol e a caracterização é feita por meio de espectrofotometria, onde se observa uma banda de absorção máxima em torno de 515 nm. A diminuição da absorbância é devido à presença de compostos reativos, como os compostos fenólicos, que são responsáveis pela redução da molécula de DPPH (KEDARE; SINGH, 2011).

A amostra de salsicha Viena controle (VC) apresentou o valor inicial para DPPH de $3,94 \pm 0,09 \mu\text{mol/g b.u.}$ A amostra com adição de extrato de erva-mate livre (VE) teve um resultado inicial de $4,64 \pm 0,05 \mu\text{mol/g b.u.}$ e a amostra com adição de extrato de erva-mate microencapsulado (VP), $4,94 \pm 0,03 \mu\text{mol/g b.u.}$

Com base nos resultados apresentados, houve uma diferença nos valores iniciais de DPPH entre as amostras de salsicha Viena controle (VC), aquela com adição de extrato de erva-mate livre (VE) e a com adição de extrato de erva-mate microencapsulado (VP), porém as duas últimas apresentam resultados bem semelhantes. Notavelmente, a amostra VP, com o extrato de erva-mate microencapsulado, apresentou resultados iniciais melhores (Figura 12).

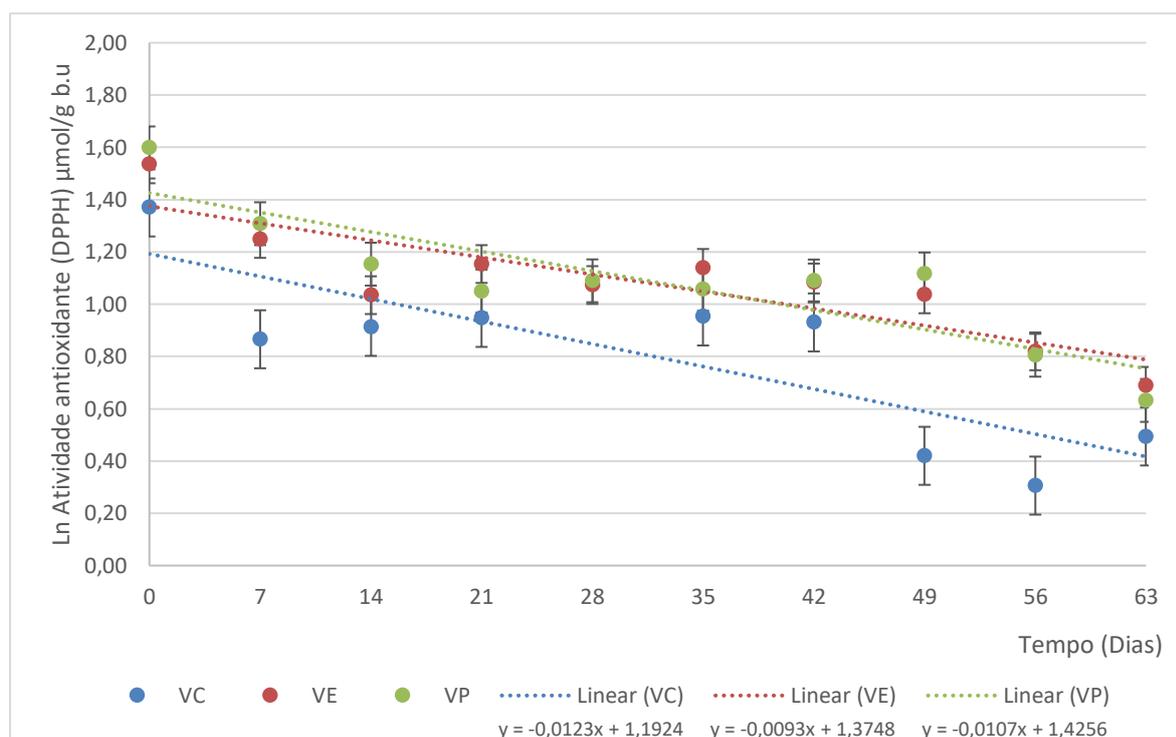


Figura 12. Gráfico da atividade antioxidante (DPPH) na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 5 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,8$

É interessante observar que, durante o armazenamento a 5 °C, a salsicha Viena com extrato de erva-mate microencapsulado manteve resultados iniciais mais atraentes do que a amostra com extrato de erva-mate livre. Além disso, ambas as amostras com erva-mate exibiram resultados superiores em comparação com a amostra controle ao longo do tempo.

A discussão sobre a eficiência do microencapsulado em neutralizar o radical DPPH, embora destaque sua maior capacidade inicial, também ressalta que o extrato livre demonstrou uma pequena vantagem em relação à estabilidade ao longo do tempo. Fitriana et al., (2016) oferece um respaldo teórico ao afirmar que compostos com a habilidade de eliminar radicais podem agir reduzindo o radical DPPH, utilizando o átomo de hidrogênio como doador para o radical livre DPPH.

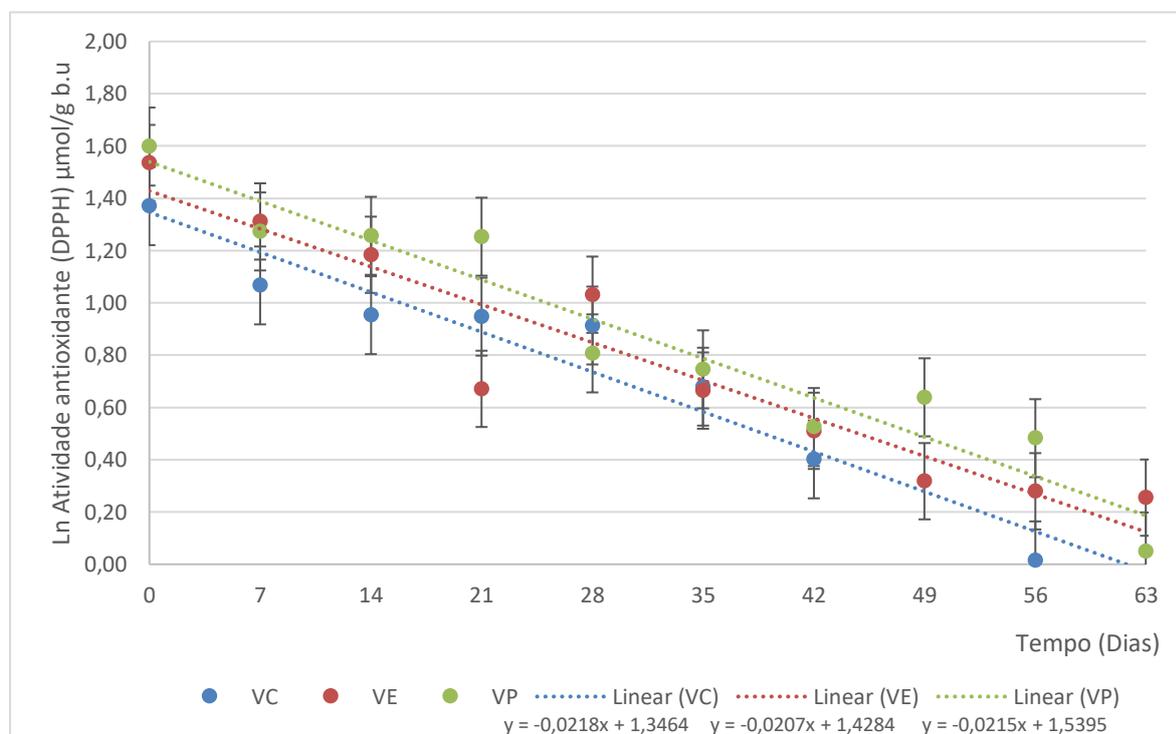


Figura 13. Gráfico da atividade antioxidante (DPPH) na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 12 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,8$

Notou-se uma redução na atividade antioxidante em todas as amostras armazenadas a 12 °C, conforme ilustrado na Figura 13, isso sugere um impacto negativo do de uma temperatura de refrigeração mais elevada. Este fenômeno pode ser associado à quebra de compostos bioativos sensíveis ao calor, tais como antocianinas, flavonoides e ácido ascórbico, conforme mencionado por Moraes (2023).

A explicação para essa diminuição na atividade antioxidante está alinhada com a tendência conhecida de que temperaturas de refrigeração elevadas podem levar à degradação de componentes bioativos presentes em alimentos. A referência à quebra de compostos sensíveis ao calor reforça a ideia de que a temperatura de

armazenamento desempenha um papel crítico na preservação das propriedades antioxidantes.

Em síntese, os resultados sugerem que a erva-mate, possui a capacidade de capturar o radical DPPH, proporcionando benefícios antioxidantes notáveis, embora a escolha entre a forma livre e microencapsulada possa depender das prioridades, seja a eficácia imediata ou a estabilidade ao longo do tempo.

5.4.2.4 Atividade antioxidante pelo método ABTS

O método ABTS possui algumas vantagens em relação a outros, destacando-se a possibilidade de ser utilizado tanto em amostras hidrossolúveis quanto lipossolúveis. Além disso, possui excelente estabilidade, é um dos testes mais rápidos para avaliar atividade antioxidante e oferece resultados reprodutíveis, apresentando múltiplos picos de absorção e boa solubilidade (SUCUPIRA et al., 2012).

A amostra de salsicha Viena controle (VC) apresentou o valor inicial para ABTS de $4,05 \pm 0,26$ mmol/g b.u. A amostra com adição de extrato de erva-mate livre (VE) teve um resultado inicial de $4,48 \pm 0,46$ mmol/g b.u. e a amostra com adição de extrato de erva-mate microencapsulado (VP), $5,07 \pm 0,17$ mmol/g b.u.

Este aumento nos valores iniciais sugere que a adição de extrato de erva-mate, especialmente na forma microencapsulada, contribuiu para uma maior capacidade antioxidante, conforme já avaliado pelo método DPPH. Essa observação pode estar relacionada às propriedades antioxidantes dos compostos presentes na erva-mate, que podem agir eficientemente na neutralização dos radicais livres.

Nas amostras armazenadas em 5 °C, a salsicha Viena com adição de extrato de erva-mate microencapsulado teve resultados melhores do que a amostra com o extrato de erva-mate livre, sendo que as amostras com erva-mate com resultados superiores em relação a amostra controle. Todas as amostras mostram uma tendência de diminuição ao longo das semanas. A amostra VC tem a maior taxa de diminuição, seguida pela amostra VP e, por último, pela amostra VE (Figura 14), com estas últimas apresentando comportamentos bem semelhantes

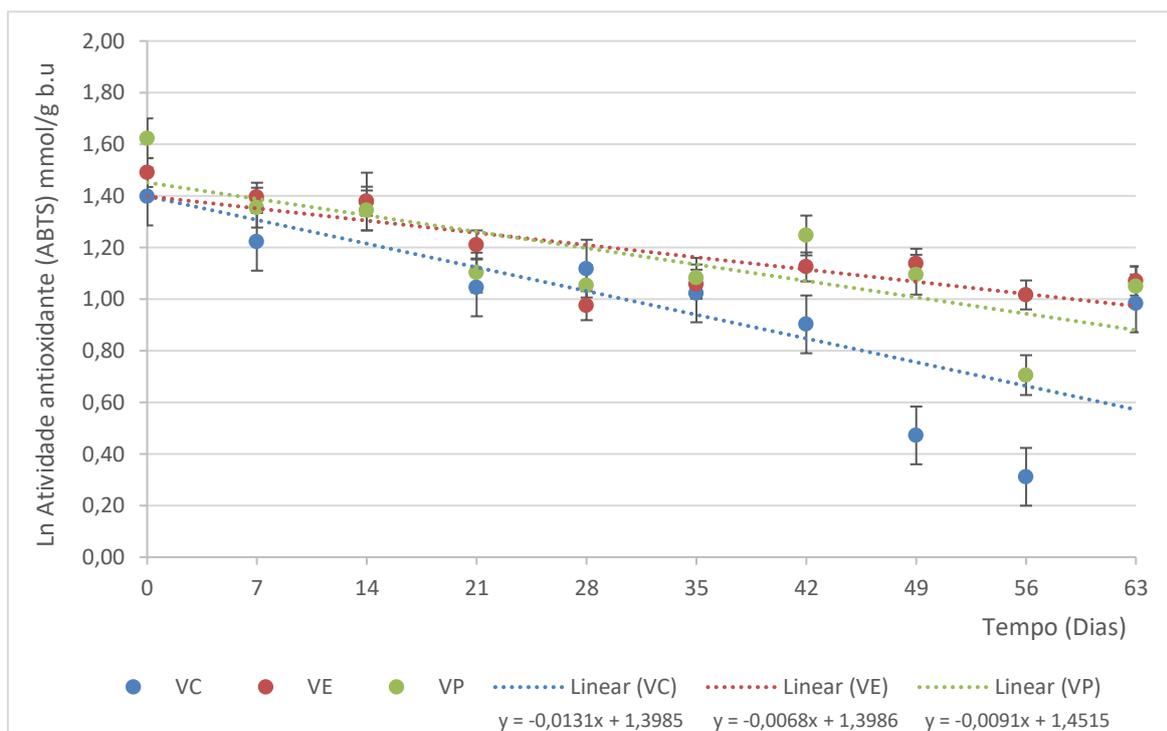


Figura 14. Gráfico da atividade antioxidante (ABTS) na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 5 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,7$

Em todas as amostras armazenadas a 12 °C, observou-se uma redução acentuada na atividade antioxidante pelo método ABTS (Figura 15), assim como observado no método DPPH. Segundo Oliveira (2023), a temperatura é um fator que afeta a estabilidade da estrutura molecular dos compostos bioativos, de modo que o aumento da temperatura resulta na sua decomposição, o que provavelmente ocasionou a queda brusca na atividade antioxidante nas amostras.

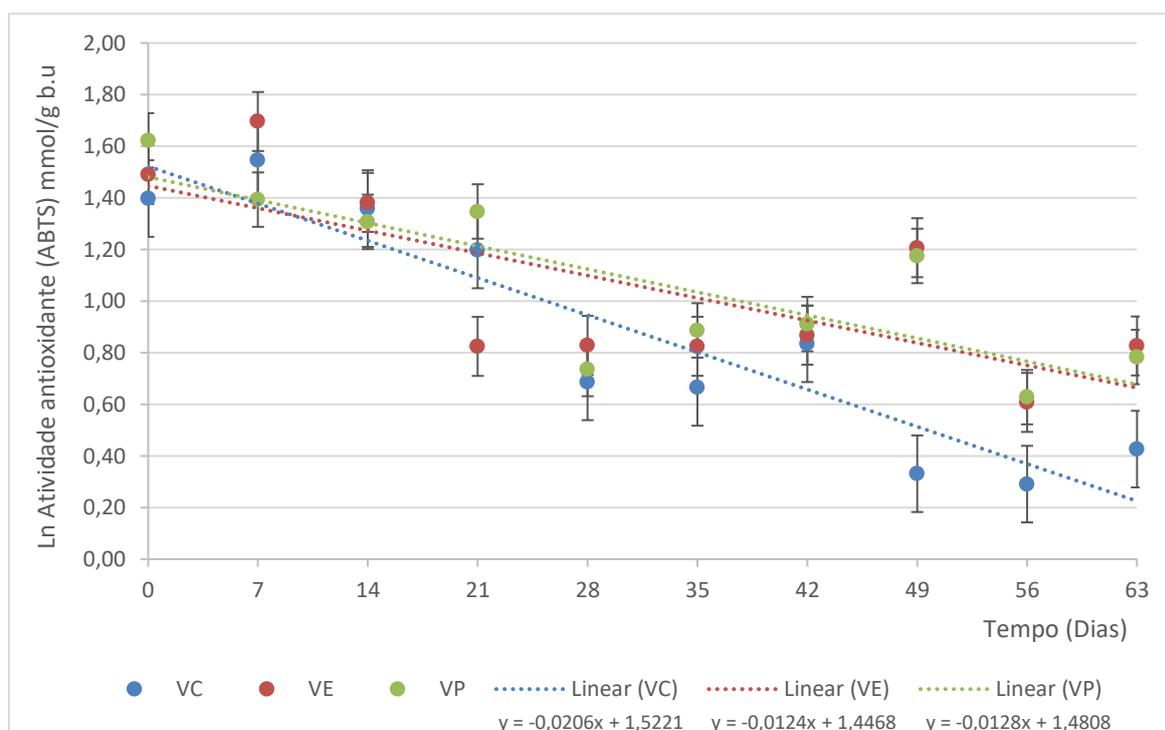


Figura 15. Gráfico da atividade antioxidante (ABTS) na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 12 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,7$

Em ambas as temperaturas, as amostras VC têm a taxa de diminuição mais alta. A amostra VP apresenta uma taxa de diminuição semelhante a VE, especialmente na temperatura de 5°C. A degradabilidade dos compostos antioxidantes e as reações químicas entre os componentes da salsicha e os compostos antioxidantes podem ser influenciadas pela temperatura. Altas temperaturas podem acelerar reações de degradação ou interações químicas.

A principal diferença entre os resultados dos métodos de avaliação da atividade antioxidante por ABTS e DPPH pode ser explicada pela maior afinidade do radical ABTS por compostos hidrofílicos e lipofílicos (lipídios), enquanto o DPPH tem afinidade por compostos hidrofílicos (SRIDHAR; CHARLES, 2019).

5.4.2.5 Compostos fenólicos

A eficiência da atividade antioxidante dos compostos fenólicos está diretamente ligada à sua estrutura química, composta por um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, e às suas propriedades redutoras. Essas características são de suma importância e são responsáveis por capturar os

radicais livres, o que resulta na neutralização dos agentes oxidantes, além de garantir a capacidade de atuarem como quelantes de íons metálicos que podem catalisar reações oxidativas nos alimentos (BICAS, 2019).

Kharrat (2018) em seu estudo aplicou 2,5% de extrato de figo em salame e o teor de compostos fenólicos totais inicial foi de $37,0 \pm 0,12$ mg EAG/100g, os compostos fenólicos foram responsáveis pela ação antioxidante e não alteraram as características sensoriais. Casarotto (2022) adicionou extrato de resíduo de cervejaria na salsicha, o qual apresentou baixa concentração de fenólicos, se fazendo necessária a adição de grande volume de extrato, com o intuito de se obter a dosagem de antioxidantes proposta por ela de 60 mg EAG/kg salsicha para se alcançar um efeito antioxidante específico no produto final.

O teor de compostos fenólicos totais inicial na salsicha Viena foram VC: $45,30 \pm 0,25$ mg EAG/100g, VE: $50,42 \pm 0,23$ mg EAG/100g e VP: $55,58 \pm 0,10$ mg EAG/100g (equivalente de Ácido Gálico). Portanto, a adição do extrato de erva-mate livre (VE) acrescentou a amostra controle (VC) a quantidade de 10% em compostos fenólicos totais, e o extrato de erva-mate microencapsulado (VP) adicionou 18,5% em relação a VC. De acordo com Mateos et al. (2018), a concentração média desses compostos na erva-mate comercial é cerca de 80 mg/g de massa seca, evidenciando a relevância desse produto natural como fonte de polifenóis.

Os compostos fenólicos totais foram avaliados semanalmente pelo período de 63 dias, nas salsichas Viena armazenadas a 5 °C e 12 °C. Na salsicha Viena armazenada em temperatura de 5 °C (Figura 16), o teor de compostos fenólicos na amostra VE se manteve durante o período de análise, já nas amostras VC esse valor tendeu à um leve crescimento, e na VP, um decréscimo.

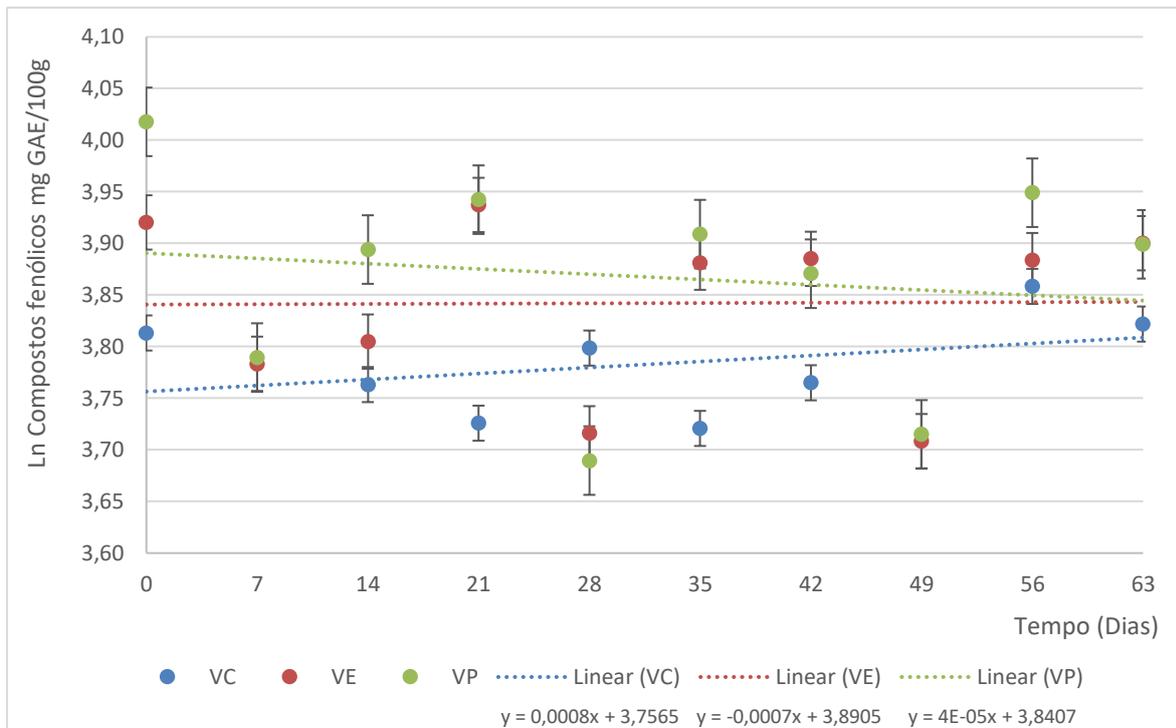


Figura 16. Gráfico do conteúdo de compostos fenólicos na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 5 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,6$

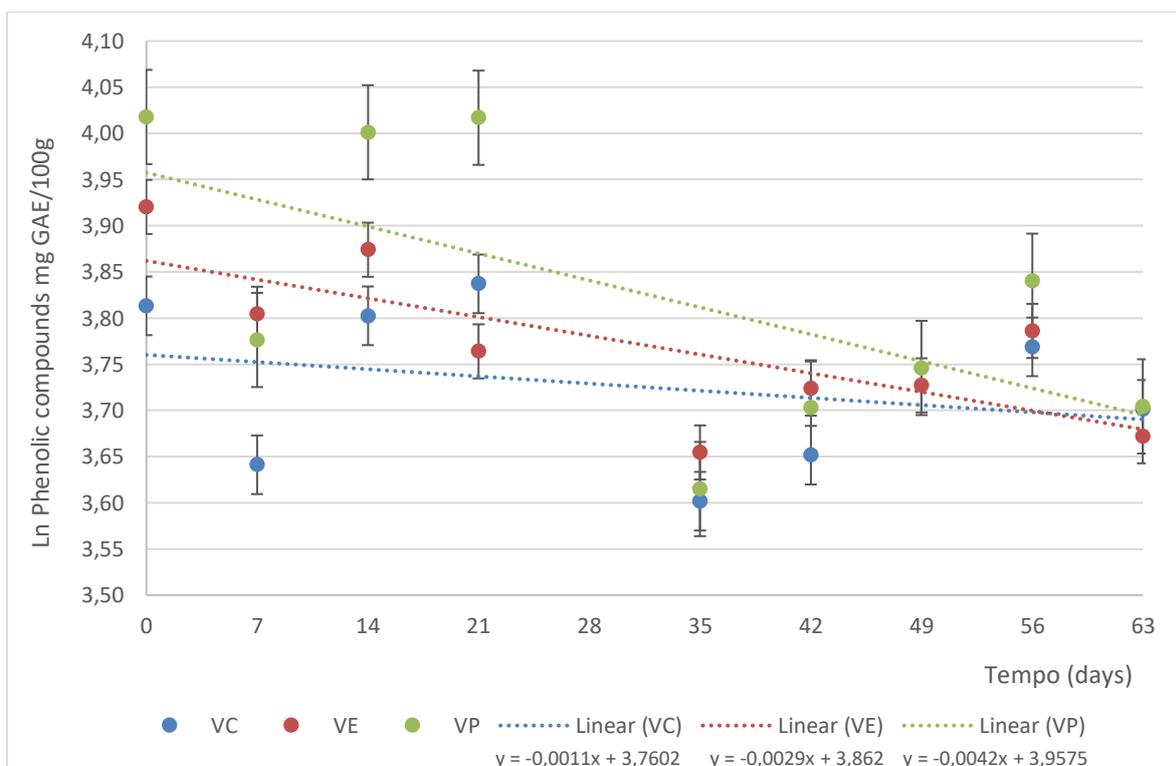


Figura 17. Gráfico do conteúdo de compostos fenólicos na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 12 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,6$

A ação antioxidante observada é atribuída aos polifenóis presentes na erva-mate, que são os principais compostos da planta (SGARIONI, 2023), esta ação antioxidante foi afetada quando as amostras foram armazenadas na temperatura de 12 °C.

Por meio da encapsulação, substâncias suscetíveis à degradação pela luz ou variações de temperatura ficam protegidas e estáveis. Ao controlar sua liberação, é possível aumentar o tempo de ação da substância no produto (Santos et al., 2017). Esta proteção pode ser afetada pela temperatura ao qual a partícula é exposta, sendo esta reação maior quanto maior for a temperatura.

5.4.2.6 Microbiológicas

5.4.2.6.1 Aeróbios mesófilos

Martin e colaboradores (2013) investigaram o potencial antimicrobiano do extrato de erva-mate em relação a alguns patógenos alimentares. Os microrganismos testados foram *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Enteritidis* e *Escherichia coli*. Os resultados obtidos comprovaram que a erva-mate possui efeitos microbiológicos que a tornam um conservante natural promissor para uso em alimentos.

Costa, Racanicci e Santana (2017) desenvolveram um estudo para avaliar a atividade antimicrobiana in vitro de diferentes concentrações de erva-mate em microrganismos obtidos e isolados de amostras de peito de frango. Os resultados indicaram que a erva-mate apresenta atividade antimicrobiana contra duas cepas de microrganismos estudados, *Escherichia coli* e *Proteus mirabillus*, in vitro.

Segundo Savoia (2012), os alcaloides, flavonoides e polifenóis são os principais compostos responsáveis pela atividade antimicrobiana de espécies vegetais. Além disso, os flavonoides possuem propriedades bactericidas devido à capacidade de formar complexos com proteínas extracelulares, solúveis e até com a membrana celular das bactérias, provocando instabilidade celular (FOWLER et al., 2011).

Os aeróbios mesófilos precisam de oxigênio para realizar seu metabolismo, por isso crescem melhor em ambientes onde o oxigênio está disponível. Preferem

temperaturas moderadas para o crescimento. A faixa de temperatura ótima para aeróbios mesófilos está entre 20°C e 40°C. São encontrados em muitos ambientes, especialmente onde há matéria orgânica disponível para servir como fonte de nutrientes. São frequentemente monitorados como indicadores de qualidade e higiene. Seu crescimento em alimentos pode ser indesejado, pois pode levar à deterioração dos alimentos.

As linhas de tendência expostas nas Figuras 18, 19 e 20 indicam padrões de crescimento e decréscimo específicos em relação ao tempo para cada condição de temperatura nas amostras. As temperaturas mais elevadas (12°C) favorecem um aumento mais significativo no crescimento de aeróbios mesófilos em comparação com temperaturas mais baixas (5°C).

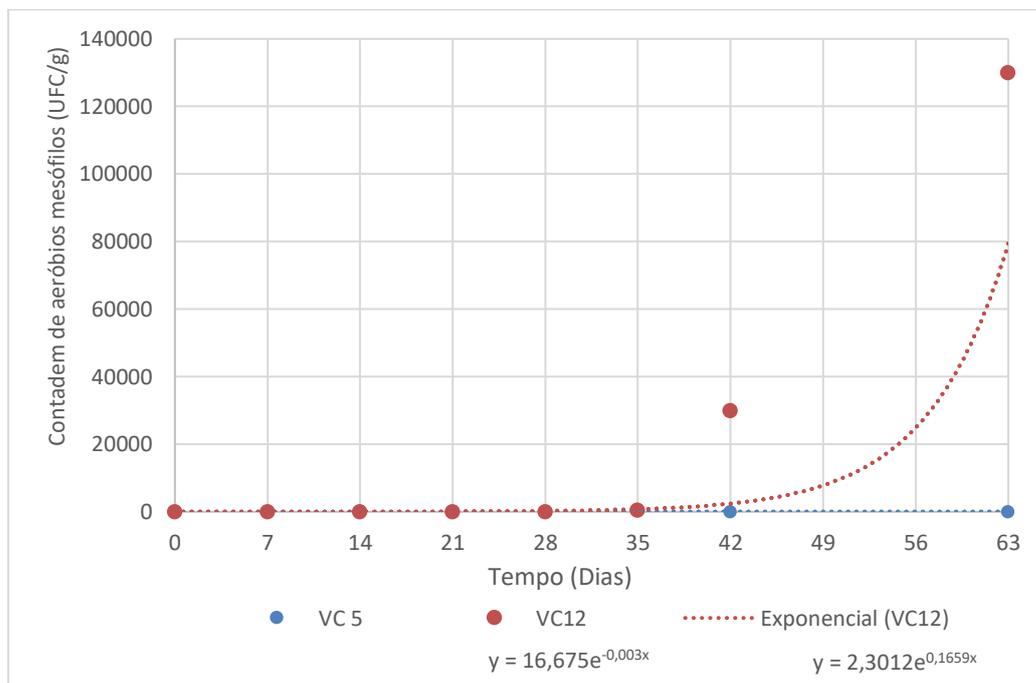


Figura 18. Gráfico do crescimento de aeróbios mesófilos na Salsicha Viena Controle (VC) armazenada durante 63 dias a 5 °C e 12 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,9$

A diferença nas contagens finais de microorganismos entre as amostras VC (Salsicha Viena Controle) armazenadas a 12°C e a 5 °C é significativa e pode ser explicada por fatores relacionados à temperatura, e as características específicas das amostras, pois não apresentam adição de extrato de erva-mate.

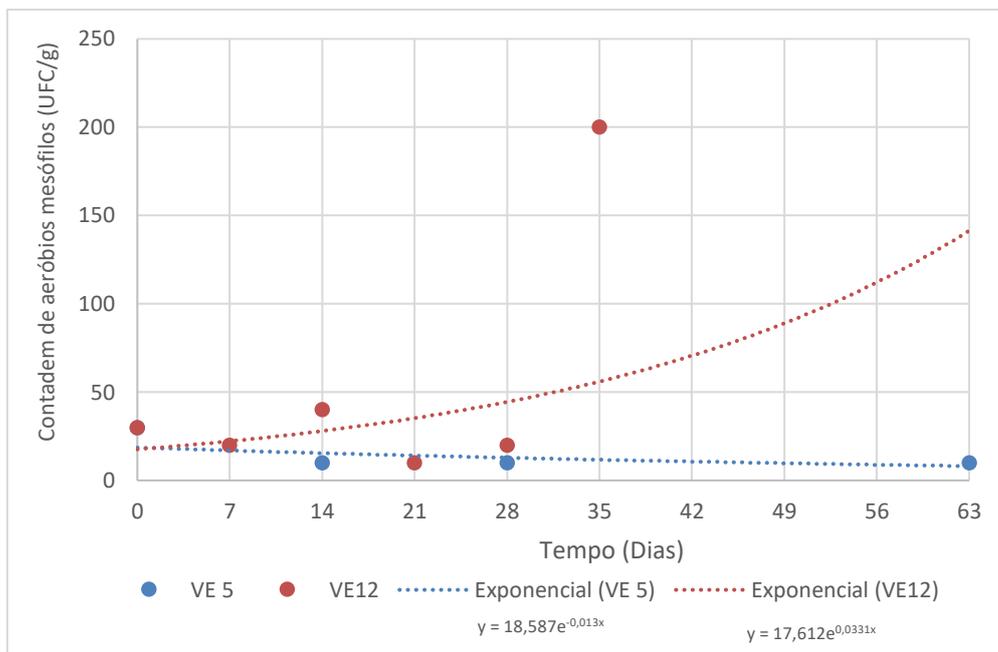


Figura 19. Gráfico do crescimento de aeróbios mesófilos na Salsicha Viena com extrato de erva-mate livre (VE) armazenada durante 63 dias a 5 °C e 12 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,7$

A presença do extrato de erva-mate livre na amostra VE contribuiu para a inibição do crescimento microbiano em comparação com a amostra VC. Essa inibição pode ser resultado das propriedades antimicrobianas e antioxidantes do extrato, bem como de outras interações entre o extrato e os componentes da salsicha.

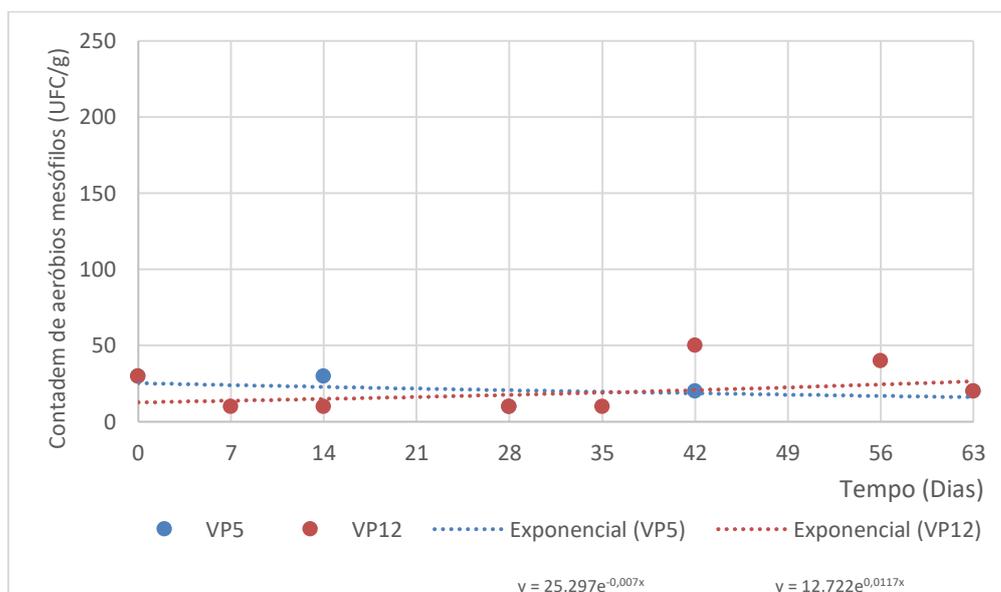


Figura 20. Gráfico do crescimento de aeróbios mesófilos na Salsicha Viena com extrato de erva-mate microencapsulado (VP) armazenada durante 63 dias a 5 °C e 12 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,6$

O uso de extratos de erva-mate livre e microencapsulado possui efeitos diferentes no crescimento microbiano, como sugerido pelas diferentes inclinações nas equações de tendência. A amostra com extrato microencapsulado (VP) apresenta menor crescimento microbiano em comparação com as outras amostras de salsichas Viena durante o período de 63 dias. A explicação pode envolver características específicas do extrato de erva-mate microencapsulado e sua interação com os microorganismos presentes.

A liberação controlada pode resultar em uma exposição mais prolongada dos microorganismos aos compostos antimicrobianos, inibindo seu crescimento de maneira eficaz ao longo do tempo. A microencapsulação também oferece proteção adicional aos ativos do extrato, isolando-os de fatores externos, como oxigênio, luz e umidade, preservando a eficácia dos compostos antimicrobianos.

Os compostos microencapsulados podem manter sua eficácia antimicrobiana por mais tempo, contribuindo para uma redução prolongada do crescimento microbiano. A microencapsulação também permite uma dosagem controlada dos compostos antimicrobianos. Isso evita uma liberação excessiva que poderia ocorrer com extratos livres, proporcionando uma proteção mais equilibrada e eficiente contra o crescimento microbiano.

5.4.2.7 Atividade de água

Os resultados para a atividade de água (a_w) dispostos nas Figuras 21 e 22, indicam que não há uma variação significativa com o aumento da temperatura nas amostras controle (VC), com extrato livre (VE) e com extrato microencapsulado (VP).

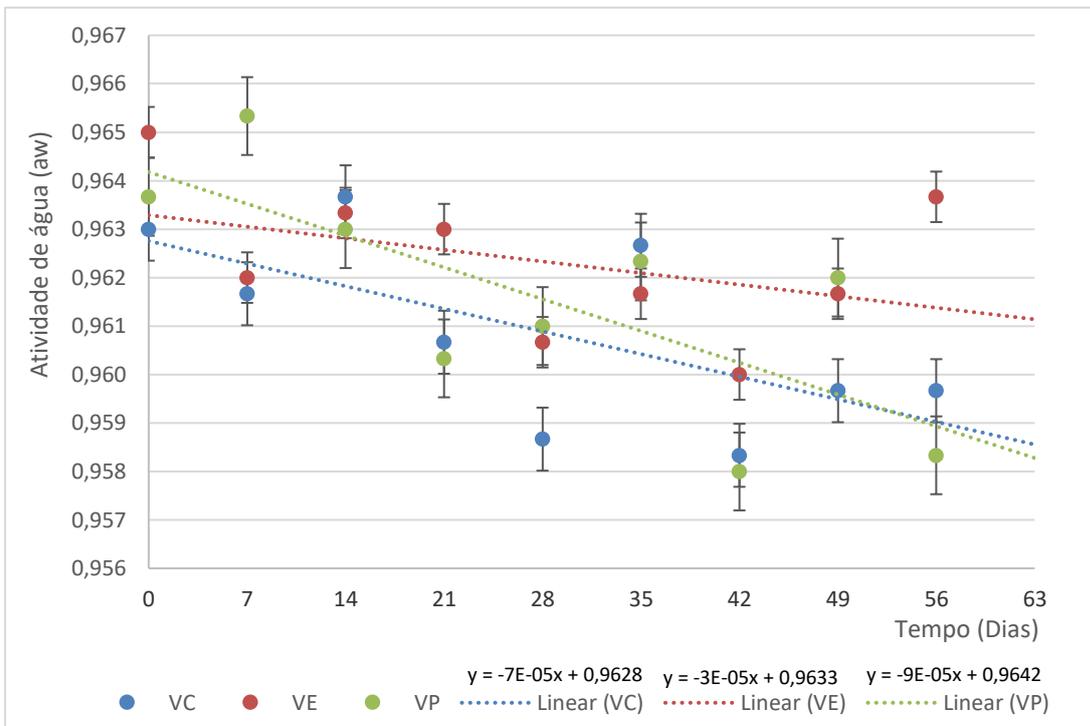


Figura 21. Gráfico do valor de Atividade de água na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 5 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,6$

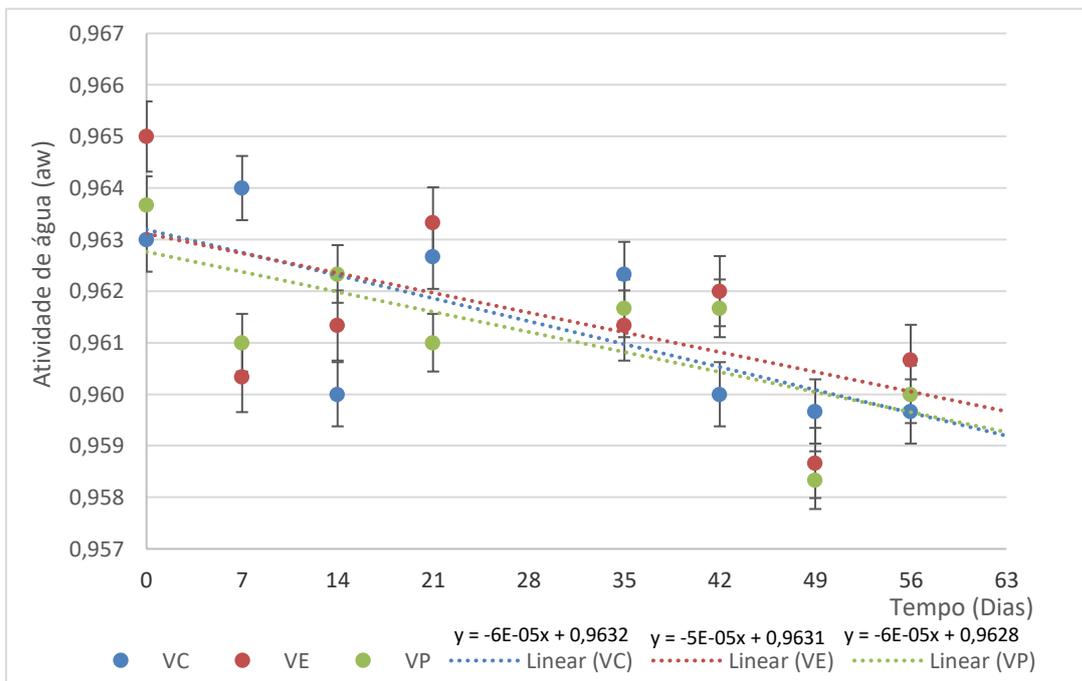


Figura 22. Gráfico do valor de Atividade de água na Salsicha Viena armazenada durante 63 dias a 12 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,6$

As amostras VC, VE e VP armazenadas a 5°C mostram uma tendência de diminuição na atividade de água ao longo das semanas. As amostras VC, VE e VP

armazenadas a 12°C também exibem uma diminuição na atividade de água, semelhante ao comportamento observado a 5 graus.

Todas as amostras, independentemente da temperatura e tipo de extrato, mostram uma tendência geral de redução na atividade de água ao longo das semanas. A amostra controle (VC) e a amostra com extrato livre (VE) exibem comportamentos semelhantes. A amostra com extrato microencapsulado exhibe reduções mais acentuadas, indicando que o processo de microencapsulação pode intensificar os efeitos na atividade de água, especialmente a 5 °C.

5.4.2.8 Avaliação dos parâmetros cinéticos

O Q_{10} é uma medida que expressa o fator de aceleração de uma reação em resposta a mudança de 10 °C na temperatura. Sua definição matemática é o quociente entre a velocidade de reação em uma temperatura específica e a velocidade de reação em uma temperatura 10°C mais baixa (TEIXEIRA NETO et al., 2010). Logo, um Q_{10} maior indica uma aceleração mais expressiva da reação de degradação com o aumento da temperatura (TAOUKIS et al., 1997). Conhecer o valor do Q_{10} é fundamental para simular a vida útil de um produto, especialmente ao considerar as temperaturas de transporte e distribuição do alimento (LABUZA et al., 1985b).

O tempo de meia vida ($t_{1/2}$) é um indicador do tempo necessário para uma redução de 50% em um determinado parâmetro de qualidade ou na concentração inicial de um composto.

A energia de ativação (E_a) representa a energia mínima necessária para iniciar uma reação específica. Esse parâmetro é crucial para avaliar o efeito da temperatura nas reações, pois reflete a sensibilidade da reação à variação térmica em um determinado alimento. Valores mais elevados de E_a indicam uma maior influência da temperatura na reação de degradação; em outras palavras, quanto maior o valor de E_a , mais significativa será a aceleração da reação com o aumento da temperatura (TEIXEIRA NETO et al., 2010).

Tabela 29. Parâmetros cinéticos da degradação dos compostos fenólicos nas diferentes temperaturas de armazenamento.

Amostra	Ordem	T (°C)	Q10	t _{1/2} (dias)	Ea (kcal.g mol ⁻¹)
VC	1 ^a	5	1,58	866	6,95
		12		630	
VE	1 ^a	5	454,60	17325	93,56
		12		239	
VP	1 ^a	5	12,93	990	39,14
		12		165	

Quanto a degradação dos compostos fenólicos, apresentada na Tabela 29, VE apresenta uma elevada sensibilidade à temperatura, demonstrada pelos altos valores de Q₁₀ e energia de ativação. VP exibe uma sensibilidade moderada à temperatura, sendo intermediária entre VC e VE. No tempo meia vida, VE (5 °C) exibe uma vida útil prolongada, sugerindo maior estabilidade em relação a VC. VP também mostra uma extensão na vida útil, embora em menor grau do que VE, mas com valores superiores a VC.

VE é altamente sensível à temperatura, indicando uma resposta rápida às mudanças de temperatura. VP mostra uma sensibilidade moderada, sugerindo que a microencapsulação oferece alguma estabilidade adicional, embora não tanto quanto na forma livre.

Assim, em relação aos compostos fenólicos, a forma livre pode ser mais adequada para aplicações onde a estabilidade é crucial em diferentes condições. A forma microencapsulada pode ser uma opção para liberação controlada, priorizando este fator sobre uma vida útil prolongada.

Tabela 30. Parâmetros cinéticos da degradação da atividade antioxidante por ABTS nas diferentes temperaturas de armazenamento.

Amostra	Ordem	T (°C)	Q10	t _{1/2} (dias)	Ea (kcal.g mol ⁻¹)
VC	1 ^a	5	1,91	53	9,88
		12		34	
VE	1 ^a	5	2,31	100	12,80
		12		56	
VP	1 ^a	5	1,61	76	7,28
		12		55	

Na Tabela 30, estão dispostos os resultados dos parâmetros cinéticos da degradação da atividade antioxidante pelo método ABTS. Um Q_{10} maior indica uma maior sensibilidade à temperatura. O VE apresentou o maior Q_{10} , sugerindo que a atividade antioxidante do extrato livre é mais sensível às variações de temperatura em comparação com VC e VP.

O extrato livre se apresenta mais sensível ao aumento de temperatura em comparação com o controle. Isso pode ser explicado pela presença de compostos antioxidantes que podem ser mais facilmente ativados ou degradados com o aumento da temperatura. O extrato microencapsulado mostra uma menor sensibilidade à temperatura em comparação com o extrato livre. Isso pode indicar que a microencapsulação está desempenhando um papel na proteção dos compostos antioxidantes contra as variações de temperatura.

Em relação a energia de ativação, o valor encontrado na amostra VP sugere que os compostos antioxidantes no extrato microencapsulado podem ser liberados ou ativados mais facilmente, o que é consistente com a ideia de proteção conferida pela microencapsulação.

A amostra com extrato livre tem um tempo de meia vida mais longo em ambas as temperaturas, indicando uma maior estabilidade em comparação com o controle. O extrato microencapsulado mostra um tempo de meia vida intermediário, sugerindo uma boa estabilidade com benefícios potenciais da microencapsulação. A microencapsulação influencia positivamente a estabilidade da atividade antioxidante em comparação com o extrato livre.

Tabela 31. Parâmetros cinéticos da degradação da atividade antioxidante por DPPH nas diferentes temperaturas de armazenamento.

Amostra	Ordem	T (°C)	Q10	t _{1/2} (dias)	Ea (kcal.g mol ⁻¹)
VC	1 ^a	5	2,27	56	12,50
		12		32	
VE	1 ^a	5	3,14	75	17,48
		12		33	
VP	1 ^a	5	2,71	65	15,24
		12		32	

Assim como no ABTS, no DPPH (Tabela 31) o extrato livre mostra uma maior sensibilidade à temperatura, indicando que a atividade antioxidante pode ser mais influenciada pelas variações de temperatura em comparação com o controle.

A alta energia de ativação pode indicar que a liberação ou ativação dos compostos antioxidantes no extrato livre é mais complexa ou requer mais energia. A microencapsulação proporciona benefício na redução da energia de ativação em comparação com o extrato livre. O extrato livre tem um tempo de meia vida mais longo em ambas as temperaturas, sugerindo uma maior estabilidade em comparação com o controle. O extrato microencapsulado mostra um tempo de meia vida intermediário, indicando boa estabilidade com benefícios potenciais da microencapsulação.

Os resultados de DPPH seguem uma tendência semelhante aos resultados de ABTS, onde o extrato livre é mais sensível à temperatura do que o controle, enquanto o extrato microencapsulado mostra uma atenuação desse efeito.

Tabela 32. Parâmetros cinéticos da degradação da cor nas diferentes temperaturas de armazenamento.

Amostra	Ordem	T (°C)	Q ₁₀	Ea (kcal.g mol ⁻¹)
VC	zero	5	1,54	6,63
		12		
VE	zero	5	1666,55	113,43
		12		
VP	zero	5	1,24	3,25
		12		

A degradação da cor (Tabela 32) no controle aumenta em 1,54 vezes para cada 10 graus Celsius de aumento na temperatura. A variação extrema apresentada na amostra VE, sugere que a cor no extrato livre é altamente sensível à temperatura. Pode haver fatores como reações químicas ou mudanças na estrutura molecular dos compostos responsáveis pela cor que são acentuadamente afetados pelo aumento da temperatura.

A microencapsulação proporcionou um valor de Q₁₀ menor, apresentando uma estabilidade adicional à cor em comparação com o controle, indicando que os compostos responsáveis pela cor são menos afetados pelo aumento da temperatura quando empregado o extrato microencapsulado.

A alta energia de ativação sugere que a degradação da cor no extrato livre é um processo mais complexo e que requer mais energia. Isso pode estar relacionado a reações químicas específicas ou mudanças na estrutura molecular dos pigmentos responsáveis pela cor. A microencapsulação proporciona uma redução significativa na energia de ativação, indicando que a cor no extrato microencapsulado é mais estável e menos propensa à degradação térmica.

Os resultados indicam que a microencapsulação tem um efeito protetor significativo contra a degradação da cor, especialmente em comparação com o extrato livre. A sensibilidade extrema da cor no extrato livre à temperatura destaca a importância da microencapsulação na preservação da qualidade da cor em aplicações alimentares.

O mecanismo de funcionamento dos extratos como antimicrobianos em salsichas pode variar com base na composição específica dos extratos utilizados. Conforme Tabela 33, a Salsicha Viena Controle (VC) apresentou alta sensibilidade à temperatura (Q_{10} elevado) e alta energia de ativação (E_a alta), indicando maior suscetibilidade ao crescimento de aeróbios mesófilos.

Tabela 33. Parâmetros cinéticos da degradação por aeróbios mesófilos nas diferentes temperaturas de armazenamento.

Amostra	Ordem	T (°C)	Q10	Ea (kcal.g mol ⁻¹)
VC	1 ^a	5	281,56	86,24
		12		
VE	1 ^a	5	2,59	14,55
		12		
VP	1 ^a	5	2,00	10,60
		12		

A Salsicha Viena com Extrato de erva-mate livre (VE) apresentou moderada sensibilidade à temperatura (Q_{10} moderado) e energia de ativação (E_a moderada). A Salsicha Viena com Extrato de erva-mate microencapsulado (VP) mostrou baixa sensibilidade à temperatura (Q_{10} baixo) e baixa energia de ativação (E_a baixa).

A erva-mate é rica em compostos fenólicos, como os polifenóis, que têm propriedades antimicrobianas conhecidas. Esses compostos podem interferir nas membranas celulares e processos metabólicos dos microorganismos, inibindo seu

crescimento. O extrato de erva-mate microencapsulado tem uma liberação controlada de compostos antimicrobianos ao longo do tempo. A microencapsulação permite uma liberação gradual de compostos antimicrobianos ao longo do período de armazenamento, proporcionando uma proteção contínua contra o crescimento microbiano.

No geral, a microencapsulação exerce efeito protetor, preservando a atividade antioxidante, os compostos fenólicos e a cor. O extrato livre apresenta extrema sensibilidade à temperatura, enquanto o microencapsulado atenua esse efeito. O extrato de erva-mate, devido aos seus compostos fenólicos, pode ter propriedades antioxidantes e antimicrobianas. A forma microencapsulada pode oferecer benefícios, como uma liberação controlada de compostos, proporcionando uma proteção mais prolongada contra o crescimento dos microrganismos deteriorantes.

5.4.3 Análise sensorial

5.4.3.1 Caracterização do grupo de consumidores recrutado para o teste

Na Figura 23, são apresentadas as características do grupo composto por 80 consumidores, sendo 54 mulheres e 26 homens, quanto à faixa etária, classe social, frequência de consumo de salsicha, sabores mais consumidos, marcas e razões de preferência pelas marcas citadas.

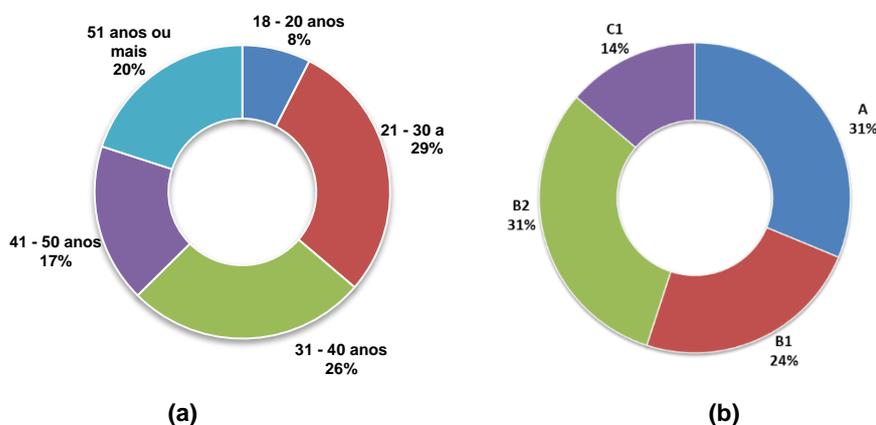




Figura 23. Características do grupo de consumidores recrutados quanto à faixa etária (a), classe social (b), frequência de consumo de salsicha (c) e maneiras de consumo da salsicha (d).

5.4.3.2 Teste de aceitabilidade e preferência

Nas Tabelas 34 e 35, são apresentados os resultados médios da aceitabilidade da aparência, odor, sabor e modo global das amostras de salsicha, bem como os resultados dos testes de ordenação quanto à preferência das amostras no tempo inicial e tempo final, respectivamente. As diferenças significativas observadas em cada uma das 2 épocas de avaliação, estão descritas a seguir.

Os resultados obtidos no tempo inicial para as amostras de salsicha em relação a aparência, foram: A amostra de salsicha VP apresentou média próxima ao que corresponde a “gostei pouco” e foi menos aceita ($p < 0,05$) que as demais amostras, que apresentaram médias entre “gostei pouco” e “gostei moderadamente” e não diferiram significativamente entre si. Para o odor não houve diferença significativa entre as amostras em relação a este atributo, sendo que todas apresentaram médias situadas entre “gostei pouco” e “gostei moderadamente”.

Em relação ao sabor e ao modo global, a amostra de salsicha VP apresentou média correspondente a “gostei pouco” e foi menos aceita ($p < 0,05$) que as demais amostras que apresentaram médias próximas a “gostei moderadamente” e não diferiram significativamente entre si.

Quanto à ordenação em relação à preferência, as amostras VC e VE foram preferidas por mais consumidores e não diferiram significativamente entre si, mas

diferiram ($p < 0,05$) da salsicha VP, que foi a amostra menos preferida pelos consumidores. As razões da preferência citadas pelos consumidores são apresentadas no Anexo C.

Tabela 34. Resultados obtidos para amostras de salsicha, no tempo inicial, quanto à aceitabilidade quanto à aparência, odor, sabor e de modo global e preferência.

Aceitabilidade ¹	Amostras			D.M.S
	VC - Início	VE - Início	VP - Início	
Aparência	6,4 (1,7) ^a	6,4 (1,7) ^a	5,7 (1,9) ^b	0,4
Odor	7,0 (1,4) ^a	6,8 (1,5) ^a	6,6 (1,5) ^a	0,4
Sabor	7,0 (1,6) ^a	7,0 (1,5) ^a	6,1 (2,0) ^b	0,6
Modo Global	6,9 (1,6) ^a	6,9 (1,5) ^a	6,1 (1,9) ^b	0,5
Preferência² - Soma das posições de ordenação	142 ^A	141 ^A	197 ^B	24,8

¹ Resultados expressos como média (desvio-padrão) de 80 avaliações. Para cada atributo, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si e letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de erro de 5% pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ² Quanto maior a soma das posições de ordenação, menor é a preferência por esta amostra, somatórias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si e letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de erro de 5% pelo Teste de Fischer para preferência. D.M.S.: Diferença mínima significativa

Os resultados obtidos no tempo final para as amostras de salsicha em relação a aparência, foram: A amostra de salsicha VP apresentou média correspondente a “gostei pouco” e foi menos aceita que as demais amostras que apresentaram médias próximas a “gostei moderadamente” e não diferiram entre si. Em relação ao odor, a amostra de salsicha VP apresentou média entre “gostei pouco” e “gostei moderadamente” e foi significativamente menos aceita que salsicha VC, que apresentou média entre “gostei” e “gostei muito”. A amostra salsicha VE obteve média intermediária e não diferiu das demais amostras.

Em relação ao sabor e ao modo global, a amostra de salsicha VP apresentou média próxima a “gostei pouco” e foi menos aceita que as demais amostras que apresentaram médias próximas a “gostei moderadamente” e não diferiram entre si. Quanto à ordenação em relação à preferência, novamente as amostras VC e VE foram preferidas por mais consumidores e não diferiram significativamente entre si, mas diferiram ($p < 0,05$) da salsicha VP, que foi a amostra

menos preferida pelos consumidores. As razões da preferência citadas pelos consumidores são apresentadas no Anexo D.

Tabela 35. Resultados obtidos para amostras de salsicha, no tempo final, quanto à aceitabilidade quanto à aparência, odor, sabor e de modo global e preferência.

Aceitabilidade ¹	Amostras			D.M.S
	VC - Final	VE - Final	VP - Final	
Aparência	7,3 (1,1) ^a	7,0 (1,3) ^a	5,9 (1,7) ^b	0,4
Odor	7,4 (1,3) ^a	7,1 (1,2) ^{ab}	6,7 (1,5) ^b	0,4
Sabor	7,4 (1,1) ^a	7,1 (1,4) ^a	5,8 (2,0) ^b	0,5
Modo Global	7,3 (1,1) ^a	7,1 (1,4) ^a	5,8 (1,9) ^b	0,5
Preferência² - Soma das posições de ordenação	131 ^A	141 ^A	208 ^B	24,8

¹ Resultados expressos como média (desvio-padrão) de 80 avaliações. Para cada atributo, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si e letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de erro de 5% pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ² Quanto maior a soma das posições de ordenação, menor é a preferência por esta amostra, somatórias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si e letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de erro de 5% pelo Teste de Fischer para preferência. D.M.S.: Diferença mínima significativa.

Nas Figuras 24 e 25 são apresentadas as porcentagens de aceitação (correspondente aos valores 9 a 6), indiferença 3 (valor 5) e rejeição (valores 4 a 1), associadas às amostras de salsicha, tanto no tempo inicial quanto no tempo final, por meio da escala hedônica empregada para a avaliação aparência, odor, sabor e de modo geral.

No tempo inicial, as amostras de salsicha VC e VE apresentaram percentuais de aceitação de 75% para a aparência. Um percentual de rejeição de 26,4% foi obtido para a amostra VP. Em relação ao odor, todas as amostras apresentaram aceitação de, no mínimo, 80% para este atributo. Na avaliação de sabor, as amostras de salsicha VC e VE, apresentaram percentuais de aceitação de 86,4% e 82,5%, respectivamente. A amostra salsicha VP apresentou 22,6% de rejeição dos consumidores. Quanto ao modo global, as amostras de salsicha VC e VE, apresentaram percentuais de aceitação de 85,1% e 82,6%, respectivamente. A amostra salsicha VP apresentou 21,4% de rejeição dos consumidores.

No tempo final, as amostras de salsicha VC e VE apresentaram percentuais de aceitação acima de 87% para a aparência. Um percentual de rejeição de 27,5% foi obtido para a amostra VP. Em relação ao odor, todas as amostras apresentaram

aceitação de, no mínimo, 80% para este atributo. Nas avaliações de sabor e modo global, as amostras de salsicha VC e VE, apresentaram percentuais de aceitação de no mínimo 86,4%, enquanto a amostra salsicha VP apresentou percentual de 27,6% de rejeição dos consumidores.

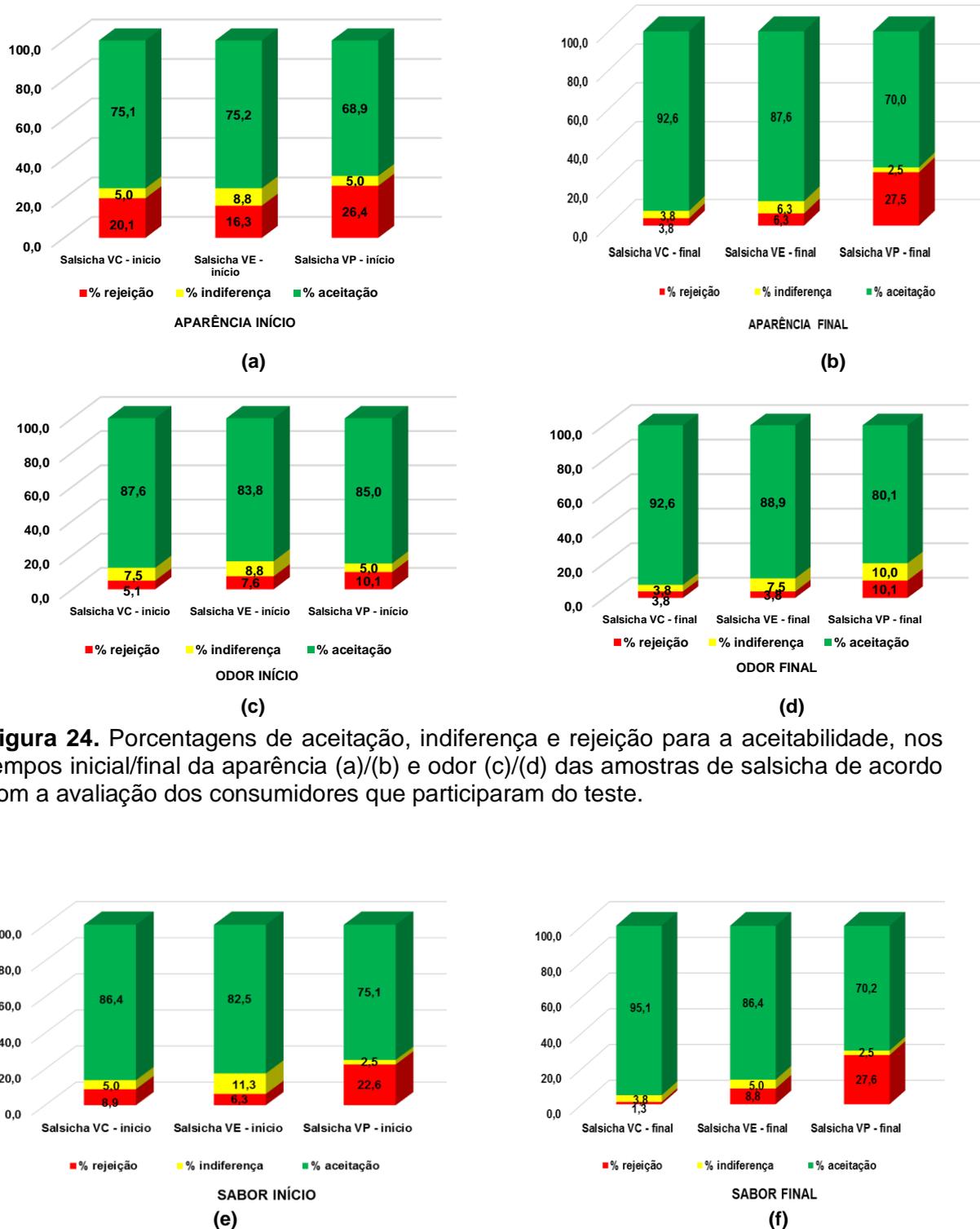


Figura 24. Percentagens de aceitação, indiferença e rejeição para a aceitabilidade, nos tempos inicial/final da aparência (a)/(b) e odor (c)/(d) das amostras de salsicha de acordo com a avaliação dos consumidores que participaram do teste.

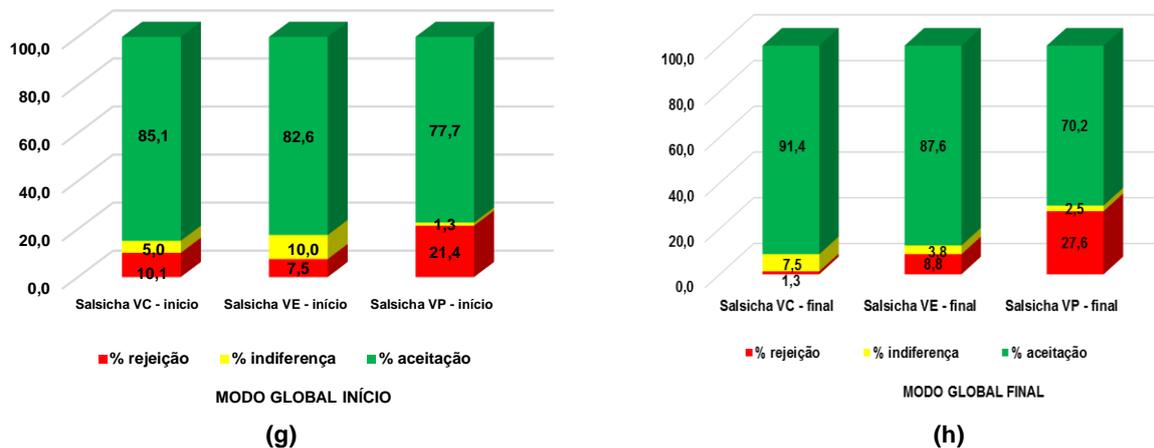


Figura 25. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição para a aceitabilidade, nos tempos inicial/final do quanto ao sabor (e)/(f) e modo global (g)/(h) das amostras de salsicha de acordo com a avaliação dos consumidores que participaram do teste.

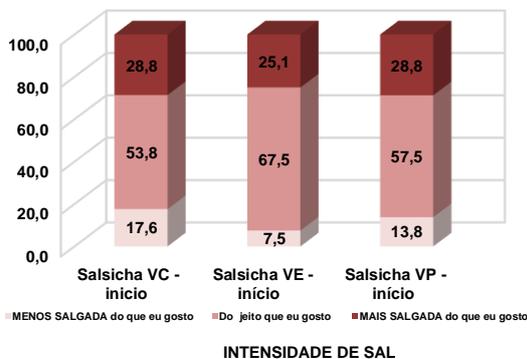
Na Figura 26, estão as porcentagens de classificação acima do ideal (valores 5 e 4), ideal (valor 3) e abaixo do ideal (valores 2 e 1), nos tempos inicial e final, para a intensidade de sal, tempero/condimentos e textura, assim como o resultado da Análise de Penalidades. De acordo com Varela e Ares (2014), no mínimo 20% de respostas acima ou abaixo do ideal para um determinado atributo pode ser uma indicação de que o produto necessita de aprimoramento em relação àquele atributo.

Por meio desta análise, os atributos que impactaram significativamente na aceitabilidade global das amostras foram: No tempo inicial, em relação a intensidade de tempero/condimentos, a amostra VC foi percebida com menos tempero/condimentos que o ideal por 20,0% dos consumidores, com redução significativa de 1,5 ponto na média da aceitabilidade global. A amostra VE foi percebida com menos tempero/condimentos que o ideal por 26,3% dos consumidores, com redução significativa de 1,6 ponto na média da aceitabilidade global. Por fim, amostra VP foi percebida com intensidade ideal de tempero/condimentos por 40% dos consumidores, enquanto 30% dos consumidores avaliaram como menos intensa que ideal e 30% como mais intensa que o ideal, com redução significativa de 1,8 e 1,9 ponto na média da aceitabilidade global, respectivamente.

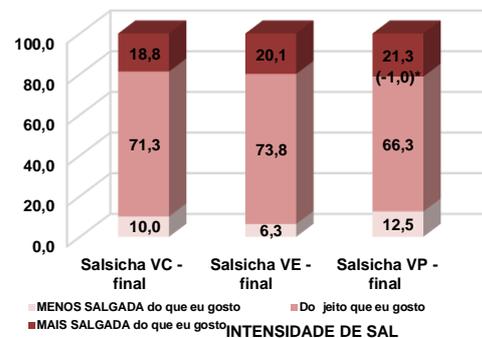
Quanto à firmeza, a amostra VC foi avaliada como mais firme que o ideal por 61,3% dos consumidores, com redução significativa de 1,0 ponto na média da aceitabilidade global.

No tempo final, em relação à intensidade de sal, a amostra VP foi avaliada como mais salgada que o ideal por 21,3% dos consumidores, com redução significativa de 1,0 ponto na média da aceitabilidade global. Quanto à intensidade de tempero/condimentos, a amostra VC foi percebida com menos tempero/condimentos que o ideal por 21,3% dos consumidores e com redução significativa 1,3 ponto na média da aceitabilidade global. A amostra VP foi percebida com menos tempero/condimentos que o ideal por 26,3% dos consumidores, com redução significativa de 1,7 ponto na média da aceitabilidade global.

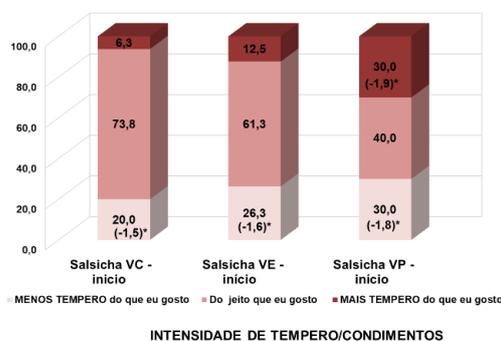
Para a firmeza a amostra VC foi avaliada como mais firme que o ideal por 46,3% dos consumidores, com redução significativa de 0,8 ponto na média da aceitabilidade global.



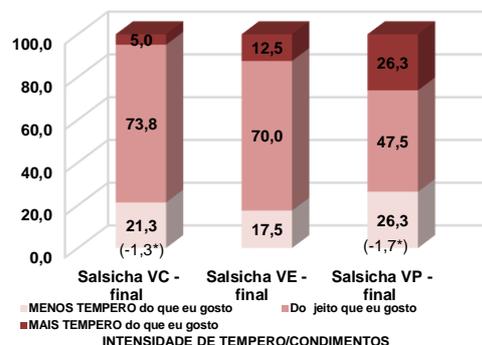
(a)



(b)



(c)



(d)

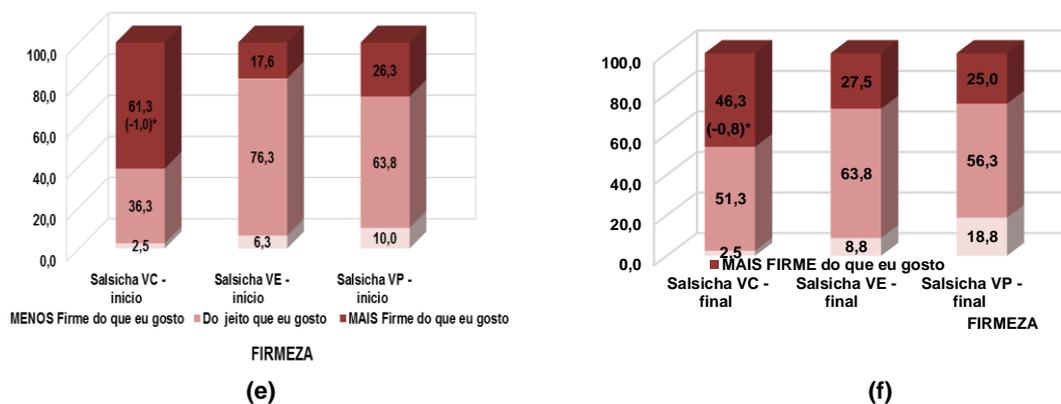


Figura 26. Porcentagens de classificação ideal, acima e abaixo do ideal nos tempos inicial/final para a intensidade de sal (a)/(b), intensidade de sal tempero/condimento (c)/(d) e Firmeza (e)/(f), de acordo com a avaliação dos consumidores que participaram do teste. * percebido por mais de 20% dos consumidores, com diminuição significativa na média de aceitabilidade global.

5.4.3.3 Análise descritiva CATA

Na Tabela 36, são apresentadas as características das amostras VC, VE e VP, nos tempos inicial e final, descritas por meio da avaliação CATA. As principais diferenças observadas, expressas por mais de 30% dos consumidores, são que as amostras VC e VE, foram consideradas, nas duas épocas de avaliação, significativamente mais saborosas que a amostra VP. A salsicha VP apresentou significativamente mais manchas claras, mais odor e sabor estranho que as amostras de salsicha VC e VE, tanto no tempo inicial quanto no tempo final.

No tempo inicial, a amostra VE, foi considerada menos borrachenta que as amostras VC e VP. Quanto a textura arenosa ou granulosa, as três amostras não diferem entre si nem no tempo inicial, nem no tempo final, porém no tempo final um maior número de consumidores percebeu este atributo em todas as amostras, de forma que a amostra VP no tempo final foi considerada significativamente mais arenosa/granulosa que as amostra VC e VE no tempo inicial.

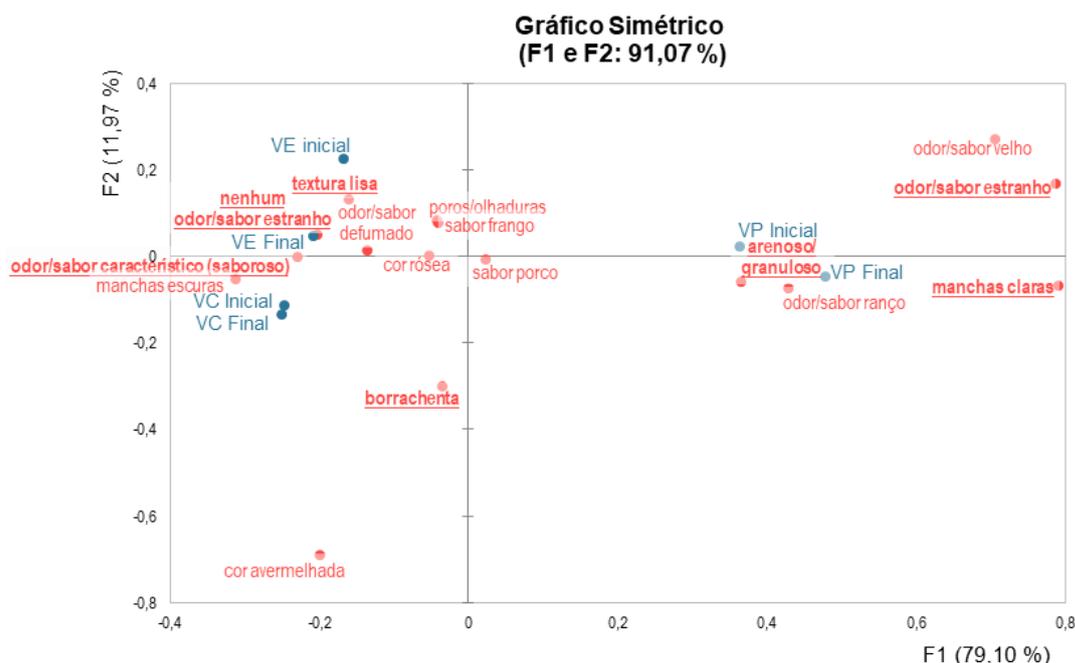
Tabela 36. Resultados obtidos na avaliação CATA referente às características de aparência, odor, textura e sabor das amostras de salsicha.

Termo descritivo	VC(i)	VE (i)	VP(i)	VC (f)	VE(f)	VP (f)
Características citadas por mais de 30% dos consumidores						
Cor rósea	78,7	78,7	72,5	78,7	78,7	72,5
Presença de manchas claras	12,5 ^a	12,5 ^a	65,0 ^b	13,8 ^a	12,5 ^a	66,2 ^b

Presença de poros (olhaduras)	33,8	35,0	33,8	25,0	32,5	26,3
Odor ou Sabor defumado	32,5	32,5	25,0	31,2	31,2	23,7
Odor ou sabor estranho	5,0 ^a	13,8 ^a	32,5 ^b	1,3 ^a	7,5 ^a	33,8 ^b
Odor ou Sabor característico	63,7 ^{bc}	62,5 ^{bc}	42,5 ^{ab}	68,8 ^c	67,5 ^c	37,5 ^a
Nenhum Odor ou Sabor estranho	57,5 ^b	60,0 ^b	41,2 ^{ab}	53,7 ^{ab}	56,2 ^b	32,5 ^a
Textura lisa	38,8 ^{ab}	46,3 ^b	30,0 ^{ab}	30,0 ^{ab}	36,2 ^{ab}	23,7 ^a
Textura borrachenta	38,8 ^b	12,5 ^a	32,5 ^b	38,8 ^b	23,7 ^{ab}	26,3 ^{ab}
Características citadas por menos de 30% dos consumidores						
Cor avermelhada	7,5	0,0	0,0	5,0	2,5	5,0
Presença de manchas escuras	13,8	10,0	6,2	13,8	20,0	7,5
Sabor de frango	17,5	25,0	22,5	22,5	22,5	18,8
Sabor de porco	23,7	22,5	23,7	21,2	20,0	23,7
Odor ou Sabor de ranço	2,5	2,5	3,7	2,5	3,7	8,7
Odor ou Sabor de produto velho	0,0	2,5	2,5	0,0	2,5	6,2
Textura arenosa ou granulosa	6,2 ^a	7,5 ^a	11,3 ^{ab}	8,7 ^{ab}	11,3 ^{ab}	22,5 ^b

¹ Resultados expressos como % citações de 80 avaliações. Para cada atributo, valores seguidos de letras iguais não diferem entre si e letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de erro de 5% pelo Teste de Cochran ($p \leq 0,05$).

A fim de facilitar a visualização dos dados descritivos, foi gerado o Gráfico Simétrico (Figura 27) a partir da Análise de Correspondência dos 16 termos sensoriais avaliados no CATA (Tabela 36). Nota-se que há uma separação das amostras VC e VE em relação à VP. A salsicha VP, tanto no tempo inicial quanto no final, está posicionada na região de atributos negativos como odor ou sabor de velho, estranho ou ranço, corroborando os menores percentuais de aceitação obtidos.



¹**sublinhado:** características que apresentaram diferença significativa entre pelo menos duas das amostras

Figura 27. Gráficos dos atributos CATA das amostras nos tempos inicial e final.

5.4.3.4 Aceitabilidade mínima tolerável (ponto de corte)

A fim de identificar alterações sensoriais que impactaram as amostras ao longo do tempo, foi empregada a metodologia de ponto de corte, visando obter a nota de aceitabilidade mínima tolerável (S) para as amostras de salsichas e estimar sua validade sensorial. O prazo de validade sensorial é determinado como o tempo necessário para que as pontuações de apreciação do produto caiam abaixo do ponto de corte. Na Tabela 37 constam os valores S, calculados para os atributos de Aparência, Odor, Sabor e Modo Global, ao nível de erro de 5%.

Ao comparar as médias de aceitabilidade no tempo final para todos os atributos com os respectivos valores de S, observa-se que todas as amostras apresentaram médias maiores que S, permitindo concluir que não houve diminuição quanto à aceitabilidade em relação ao tempo inicial e que, após 60 dias, todas as amostras continuaram aceitáveis no quesito sensorial. Efetivamente, para a maioria dos atributos avaliados, foi observada uma pequena elevação nas médias de aceitabilidade no tempo final, que, após aplicar o teste de média de Tukey, pode-se afirmar que as características de aparência das amostras VC e VE e do odor da amostra VC foram melhor avaliadas no tempo final em relação ao tempo inicial. No entanto, somente a salsicha VP apresentou um pequeno decréscimo nas médias

de aceitabilidade para os atributos “sabor” e “modo global” no tempo final, mas essa diminuição não foi significativa.

A elevação observada nas médias de aceitação das amostras de salsicha entre os tempos inicial e final, primeira e segunda exposição, pode ser devido ao ajuste de expectativa, visto que estas amostras têm cor menos intensa que o tipo de salsicha mais consumido no mercado por não terem corante. Sendo assim, uma vez que o impacto inicial com a avaliação destas amostras sem corante tenha passado e os consumidores estejam mais familiarizados, na segunda exposição, no tempo final, uma percepção maior do gostar quanto à aparência pôde ser verificada. Algo semelhante foi relatado por Methven et. al (2012), ao observarem que houve uma habituação com o sabor de sopas sem adição de sal, por um grupo de consumidores, bem como um aumento no gostar destas sopas a partir da exposição repetida a estes produtos.

Tabela 37. Resultados obtidos no teste para avaliação das amostras de salsicha, nos tempos inicial e final, quanto à aceitabilidade quanto à aparência, odor, sabor e de modo global.

Aceitabilidade ¹	VC (i)	VC (f)	S ²	VE (i)	VE (f)	S ²	VP (i)	VP (f)	S ²
Aparência	6,4 (1,7)	7,3 (1,1)*	6,0	6,4 (1,7)	7,0 (1,3)*	6,0	5,7 (1,9)	5,9 (1,7)	5,2
Odor	7,0 (1,4)	7,4 (1,3)*	6,6	6,8 (1,5)	7,1 (1,2)	6,4	6,6 (1,5)	6,7 (1,5)	6,2
Sabor	7,0 (1,6)	7,4 (1,1)	6,6	7,0 (1,5)	7,1 (1,4)	6,6	6,1 (2,0)	5,8 (2,0)	5,6
Modo Global	6,9 (1,6)	7,3 (1,1)	6,5	6,9 (1,5)	7,1 (1,4)	6,5	6,1 (1,9)	5,8 (1,9)	5,6

¹ Resultados expressos como média (desvio-padrão) de 80 avaliações por amostra.

² S: Aceitabilidade mínima tolerável da amostra no tempo final ao nível de erro de 5%. Para cada atributo (linha), valores sem indicação de alguma letra não diferem estatisticamente do tempo inicial, e letras diferentes diferem estatisticamente do tempo inicial ao nível de erro de 5%.

³ Para cada atributo, médias do tempo final seguidas de asteriscos diferem significativamente do tempo inicial, ao nível de erro de 5%, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

5.4.3.5 Conclusão da aceitabilidade

A amostra teste VE foi descrita de forma a se aproximar da amostra controle VC, ou seja, as salsichas VC e VE obtiveram aceitação igual ou maior que 75% para aparência, odor, sabor e modo global, nas duas épocas de avaliação. Quanto à intensidade de sal e firmeza, a salsicha VE foi considerada mais próxima do ideal pelos consumidores que as demais amostras. Quanto à ordenação em relação à preferência, as amostras VC e VE foram preferidas por mais consumidores e não

diferiram significativamente entre si, mas diferiram ($p < 0,05$) da salsicha VP, que foi a amostra menos preferida pelos consumidores.

Na análise descritiva CATA, as salsichas VC e VE foram consideradas com sabor característico (saborosa), sem odor e sabor estranho e com textura lisa, ambas foram as preferidas dos consumidores. A amostra VP no tempo final foi considerada significativamente mais arenosa/granulosa que as amostra VC e VE. Quanto ao prazo de validade referente à vida útil, todas as amostras foram aceitas após 60 dias do estudo.

5.5 SALSICHA TRADICIONAL

Nessa seção dedicada à análise das salsichas *tradicional*, realizamos uma investigação delimitada ao longo de um período de 45 dias. As análises abordaram diferentes aspectos, incluindo a avaliação de TBARS para monitorar a oxidação lipídica, a quantificação de compostos fenólicos, e a avaliação da capacidade antioxidante por meio dos ensaios DPPH e ABTS. Além disso, a contagem de aeróbios mesófilos foi conduzida para avaliar a presença de microrganismos ao longo do tempo.

É crucial ressaltar que, enquanto a salsicha Viena recebeu uma abordagem mais abrangente, com análises mais detalhadas e variadas, a salsicha *tradicional*, elaborada com carne mecanicamente separada (CMS) com uma alta taxa inicial de oxidação, foi objeto de uma investigação menos específica. O objetivo foi verificar se o comportamento observado na salsicha Viena era replicado nesse contexto particular. Essa abordagem estratégica permitiu uma maior compreensão dos fatores que influenciam a estabilidade e a qualidade das salsichas *tradicional*, adaptando a análise à sua composição específica e características intrínsecas.

5.5.1 Substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

A análise dos resultados utilizando o teste TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) é comumente empregada para avaliar a oxidação lipídica em alimentos. Neste caso, as salsichas tradicionais foram divididas em três grupos: controle (TC), com extrato livre (TE) e com extrato microencapsulado (TP). As análises foram realizadas ao longo de 45 dias, em intervalos específicos, e as salsichas foram armazenadas a 5°C e os resultados estão expressos na Figura 28.

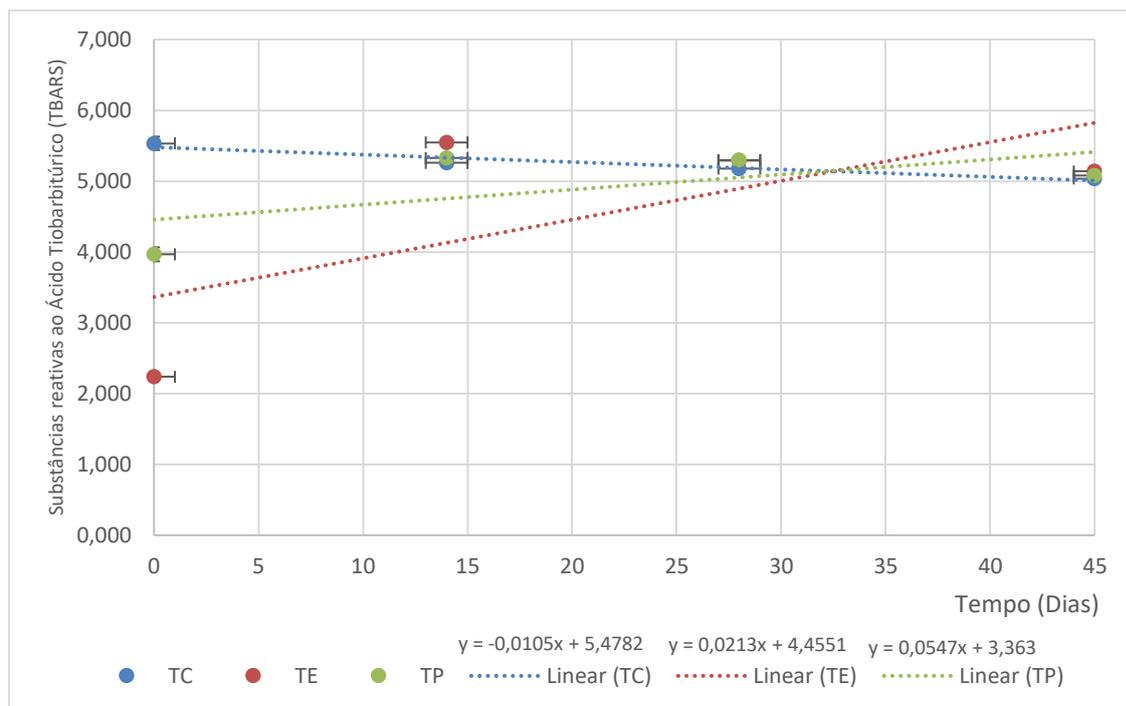


Figura 28. Gráfico do valor de Substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) na Salsicha tradicional armazenada durante 45 dias a 5 °C. Os ajustes apresentaram $r^2 > 0,7$

A amostra com extrato livre (TE) apresentou um aumento das substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) ao longo dos dias, sugerindo que a adição do extrato livre pode não ter sido suficiente para prevenir a oxidação lipídica durante o período de armazenamento. É necessário avaliar se a concentração de extrato livre foi adequada ou se outros fatores, como a estabilidade do extrato, e a alta carga de oxidação inicial da CMS influenciaram os resultados.

Para as salsichas com extrato microencapsulado (TP) foi visto que, neste caso, a microencapsulação pode não ter proporcionado proteção eficaz contra a oxidação lipídica. Em comparação com o controle (TC), a adição de extrato livre ou

microencapsulado não foi totalmente eficaz em prevenir a oxidação lipídica nas salsichas tradicional.

A carne mecanicamente separada utilizada já apresentava alto teor de oxidação (TBA inicial de $4,27 \pm 0,14$) ou seja, a salsicha já começou com um nível significativo de produtos de oxidação lipídica. Isso significa que a presença de compostos pró-oxidantes já estavam presentes antes mesmo da adição do extrato antioxidante.

A presença de uma carga inicial elevada de compostos oxidativos na carne apresenta desafios adicionais ao tentar preservar a qualidade e a estabilidade durante o armazenamento. Mesmo que o extrato antioxidante seja adicionado, há uma competição entre os antioxidantes e os compostos pró-oxidantes presentes inicialmente na carne. Se a quantidade de antioxidantes não for suficiente para neutralizar a carga inicial de oxidação, os produtos finais de oxidação lipídica podem aumentar ao longo do tempo.

Sensorialmente, em todas as amostras foram percebidas as características de cor, sabor e odor da oxidação. Como visto, em relação aos produtos cárneos, Greene e Cumuze (1982) apontaram o limite máximo aceitável de malonaldeído em 2,0 mg/kg, enquanto Al-Kahtani et al. (1996) estabeleceram esse limite em 3,0 mg/kg, acima do qual o sabor de oxidação começa a ser detectado sensorialmente.

5.5.2 Cor

Visualmente, não se observou nenhuma diferença significativa na coloração entre as amostras de salsicha *tradicional* (Figura 29). No entanto, é importante salientar que o uso de Carne Mecanicamente Separada de Ave (CMS) oxidada durante a fabricação das amostras pode ter impactado negativamente a cor em todos os casos, resultando em uma tonalidade que tende ao amarelado.

A incorporação de CMS oxidada como componente durante o processo de fabricação pode ter introduzido uma mudança perceptível na coloração, conferindo um tom amarelado às amostras. Esse fenômeno é uma consequência da oxidação da carne mecanicamente separada, e essa alteração na coloração pode ter sido uniformemente manifestada em todas as amostras analisadas.

Portanto, embora não tenham sido notadas diferenças visuais entre as amostras, é crucial reconhecer que a escolha de utilizar CMS oxidada como parte

do processo de fabricação teve um impacto na aparência geral das salsichas *tradicional*, resultando em uma tonalidade que se inclina para o amarelo, como percebido na Figura 29.

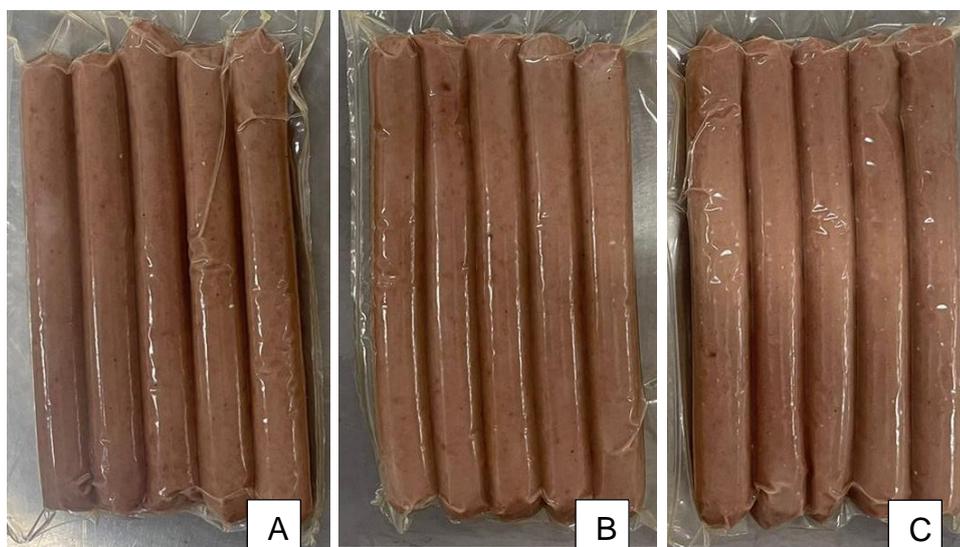


Figura 29. Amostras no dia zero; (A) Salsicha *Tradicional* Controle – VC; (B) Salsicha *Tradicional* com o Extrato de Erva-mate Livre – VE; (C) Salsicha *Tradicional* com o Extrato de Erva-mate microencapsulado – VP.

Conforme Tabela 38, as amostras TC e TE apresentam um aumento na luminosidade (L^*) de aproximadamente 0,6 unidades do dia 1 para o dia 45, enquanto a amostra TP mostra um aumento mais significativo, de cerca de 1,5 unidades. A variação na luminosidade pode indicar alterações na intensidade da cor, com um aumento geral no brilho ao longo do tempo.

As amostras TC, TE, e TP mostram aumentos em ambos os componentes de cor a^* e b^* do dia 1 para o dia 45. A variação nos componentes a^* e b^* mostra possíveis mudanças nas tonalidades vermelhas (a^*) e amarelas (b^*) nas salsichas ao longo do período analisado. As diferenças entre as amostras TC, TE, e TP nas medições de cor são relativamente pequenas. A amostra TP tende a ter valores mais altos em a^* e b^* no dia 1, mas a diferença diminui no dia 45.

As variações observadas nas medições de cor ao longo do tempo podem indicar a estabilidade geral das salsichas *tradicional* armazenadas a 5 °C. As amostras com extrato de erva-mate (TE e TP) não mostram mudanças drásticas em relação à amostra controle (TC), indicando que o extrato pode não ter uma influência significativa na cor das salsichas.

Tabela 38. Cor instrumental das amostras de Salsicha *tradicional*.

TC (5 °C)			
Dia	L*	a*	b*
1	63,52 ± 0,58 ^a	11,81 ± 0,18 ^a	13,96 ± 0,33 ^a
45	64,11 ± 0,36 ^a	12,30 ± 0,28 ^a	15,08 ± 0,12 ^b

TE (5 °C)			
Dia	L*	a*	b*
1	63,43 ± 0,70 ^a	11,82 ± 0,45 ^a	13,98 ± 0,36 ^a
45	64,32 ± 0,54 ^a	12,14 ± 0,30 ^a	15,33 ± 0,26 ^b

TP (5 °C)			
Dia	L*	a*	b*
1	64,04 ± 1,02 ^a	10,95 ± 0,35 ^b	14,01 ± 0,35 ^a
45	65,52 ± 0,76 ^b	11,23 ± 0,39 ^b	15,45 ± 0,22 ^b

Média ± Desvio Padrão; n=9; Médias com letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05); TC: Salsicha *Tradicional* Controle; TE: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate livre; TP: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate microencapsulado;

Esses detalhes ressaltam a complexidade das mudanças na cor ao longo do tempo e sugerem que, apesar de algumas variações observadas, a estabilidade geral da cor foi mantida nas condições de armazenamento estudadas, com evidências de que o extrato de erva-mate pode não ser um fator determinante nas alterações de cor das salsichas *tradicional*.

5.5.3 Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante (DPPH e ABTS)

Os compostos fenólicos e a atividade antioxidante da salsicha *tradicional* foram avaliados nos dias, 1 e 45. Embora tenham sido adicionados o extrato de erva-mate livre e microencapsulado, que inicialmente possuíam alto teor de compostos fenólicos, estes não foram evidenciados após a inserção na salsicha. Visto que, a amostra controle apresentou maior quantidade de compostos fenólicos que as demais amostras. Com isso, percebe-se a sensibilidade destes compostos perante a utilização de uma matéria-prima com alto teor inicial de oxidação.

Tabela 39. Compostos fenólicos totais das amostras de Salsicha *Tradicional* no dia 1 e no dia 45.

Amostra	Dia 1 (mg EAG/100g)	Dia 45 (mg EAG/100g)
TC	52,54 ± 0,55 ^b	51,49 mg ± 0,29 ^{bc}
TE	48,61 ± 1,19 ^a	49,82 mg ± 1,42 ^{bc}
TP	49,53 ± 0,14 ^{bc}	48,61 mg ± 1,27 ^c

Média ± Desvio Padrão; n = 3, Médias com letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05); EAG = Equivalente de Ácido Gálico; b.u.= base úmida; TC: Salsicha *Tradicional* Controle; TE: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate livre; TP: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate microencapsulado.

A atividade antioxidante avaliada pelo método ABTS (Tabela 40) demonstrou novamente a susceptibilidade do extrato de erva-mate livre frente à carga de oxidação inicial, porém ele conseguiu manter/elevar esse valor durante a vida útil da salsicha. A amostra com o extrato de erva-mate microencapsulado apresentou maior teor de atividade antioxidante inicial do que as demais amostras, porém no fim de 45 dias, seu valor foi o menor, visto que apresentou um decréscimo acentuado nesse período.

Tabela 40. Atividade antioxidante pelo método ABTS das amostras de Salsicha *tradicional* no dia 1 e no dia 45.

Amostra	Dia 1 (µmol TE/g b.u)	Dia 45 (µmol TE/g b.u)
TC	3,64 ± 0,006 ^{ab}	3,49 ± 0,010 ^{bc}
TE	3,14 ± 0,013 ^d	3,34 ± 0,001 ^{cd}
TP	3,77 ± 0,006 ^a	3,22 ± 0,008 ^{cd}

Média ± Desvio Padrão; n = 3, sendo n = número de repetições utilizadas; TE = Equivalente trolox; b.u.= base úmida; TC: Salsicha *Tradicional* Controle; TE: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate livre; TP: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate microencapsulado.

O resultado para a atividade antioxidante pelo método DPPH (Tabela 41) seguiu a mesma tendência encontrada pelo método ABTS. O extrato de erva-mate livre sendo mais susceptível à oxidação inicial as mantendo a atividade antioxidante ao longo dos dias e a amostras com as partículas, apresentando maior teor antioxidante inicial, porém com alto decréscimo no período analisado.

Tabela 41. Atividade antioxidante pelo método DPPH das amostras de salsicha *tradicional* no dia 1 e no dia 45.

Amostra	Dia 1 ($\mu\text{mol TE/g b.u}$)	Dia 45 ($\mu\text{mol TE/g b.u}$)
TC	2,35 \pm 0,004 ^a	1,96 \pm 0,013 ^b
TE	1,70 \pm 0,018 ^{bc}	1,79 \pm 0,016 ^{bc}
TP	2,47 \pm 0,008 ^a	1,65 \pm 0,004 ^c

Média \pm Desvio Padrão; n = 3, Médias com letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); TE = Equivalente trolox; b.u.= base úmida; TC: Salsicha *Tradicional* Controle; TE: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate livre; TP: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate microencapsulado.

Com os resultados obtidos na salsicha *tradicional*, pode-se perceber a tendência do extrato de erva-mate livre em manter os valores das propriedades antioxidantes e os compostos fenólicos ao longo do tempo. As amostras com o extrato de erva-mate microencapsulado apresentaram valores de compostos fenólicos, ABTS e DPPH iniciais maiores quando relacionados ao extrato livre e a amostra controle, porém mostraram uma redução mais evidente no período.

5.5.4 Atividade de água

Todas as amostras apresentaram uma diminuição na atividade de água do dia 1 para o dia 45, como mostra a Tabela 42. A amostra TP, que contém extrato de erva-mate microencapsulado, mostrou a atividade de água mais alta no dia 1, mas essa diferença diminuiu no dia 45 em relação à amostra TC. A amostra TE, com extrato de erva-mate livre, manteve uma atividade de água intermediária entre TC e TP ao longo do período.

Tabela 42. Atividade de água (A_w) das amostras de salsicha *tradicional*.

Amostra	Dia 1	Dia 45
TC	0,966 ^a \pm 0,002	0,960 ^b \pm 0,001
TE	0,967 ^a \pm 0,000	0,962 ^b \pm 0,002
TP	0,969 ^a \pm 0,001	0,960 ^b \pm 0,002

Média \pm Desvio Padrão; ; n = 3, Médias com letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); TC: Salsicha *Tradicional* Controle; TE: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate livre; TP: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate microencapsulado.

A redução na atividade de água ao longo do tempo sugere a estabilidade geral das salsichas *tradicional* armazenadas a 5 °C. Os resultados indicam que, apesar de algumas variações, a presença do extrato de erva-mate (livre ou microencapsulado) não teve um impacto significativo na atividade de água das salsichas *tradicional*.

5.5.5 Microbiológicas

As análises microbiológicas iniciais nas amostras de salsicha *tradicional* foram conduzidas para avaliar a presença de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp* e a contagem de aeróbios mesófilos. Os resultados obtidos estão na Tabela 43. Ambas as bactérias patogênicas, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella spp*, foram ausentes em todas as amostras, indicando que essas salsichas *tradicionalis* inicialmente não continham esses patógenos perigosos para a saúde.

As contagens iniciais de aeróbios mesófilos foram estimadas em 4x10 UFC/g para a salsicha *tradicional* Controle (TC) e em 2x10 UFC/g para as salsichas *tradicional* com extrato de erva-mate livre (TE) e extrato de erva-mate microencapsulado (TP). Essas contagens representam a quantidade de microorganismos aeróbios mesófilos presentes nas amostras.

Tabela 43. Análises microbiológicas iniciais nas amostras de salsicha *tradicional*.

Amostra	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella spp</i>	Aeróbios mesófilos
TC	Ausente	Ausente	4x10 (estimado)
TE	Ausente	Ausente	2x10 (estimado)
TP	Ausente	Ausente	2x10 (estimado)

TC: Salsicha *Tradicional* Controle; TE: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate livre; TP: Salsicha *Tradicional* com Extrato de erva-mate microencapsulado.

É importante salientar que essas análises microbiológicas na salsicha *tradicional* foram realizadas para fins de conhecimento inicial e forneceram informações sobre a condição microbiológica das amostras antes de qualquer tratamento adicional.

O estudo de estabilidade, por sua vez, foi conduzido na salsicha Viena, não na salsicha *tradicional*. Esses dados iniciais nas salsichas *tradicional* são valiosos para compreender a condição inicial das amostras e podem servir como uma linha de base para futuras comparações. Dessa forma, as análises microbiológicas nas salsichas *tradicional* contribuem para a compreensão da qualidade microbiológica desses produtos no início do estudo, enquanto o foco principal do estudo de estabilidade está na salsicha Viena.

6. CONCLUSÕES

A aplicação do extrato de erva-mate, tanto na forma livre quanto microencapsulada, demonstrou um notável potencial como antioxidante natural e agente antimicrobiano em salsichas Viena e *tradicional*. Destaca-se que a utilização do extrato microencapsulado apresentou vantagens levemente maiores, especialmente na salsicha Viena, preservando de maneira eficaz a atividade antioxidante, compostos fenólicos, cor, pH e inibindo a oxidação lipídica. Adicionalmente, a microencapsulação permitiu uma liberação controlada de compostos ao longo do tempo, conferindo uma proteção mais duradoura contra o crescimento microbiano.

Os parâmetros cinéticos, como o Q_{10} , tempo de meia vida ($t_{1/2}$) e energia de ativação (E_a), revelaram a sensibilidade das reações de degradação e a influência da temperatura nas propriedades antioxidantes e antimicrobianas das salsichas. Esses aspectos destacam a importância de considerar fatores térmicos na avaliação da estabilidade dos produtos ao longo do tempo.

Além disso, a metodologia de ponto de corte mostrou que todas as amostras continuaram aceitáveis no quesito sensorial após 60 dias de armazenamento. No entanto, a salsicha VP apresentou um pequeno decréscimo nas médias de aceitabilidade para os atributos “sabor” e “modo global” no tempo final.

Portanto, os resultados desta pesquisa ressaltam o potencial promissor do extrato de erva-mate como uma alternativa natural para a conservação de salsichas. Essa abordagem oferece benefícios significativos em termos de estabilidade antioxidante, propriedades antimicrobianas e preservação de

características sensoriais durante a vida útil do produto. Esses achados contribuem para o avanço no desenvolvimento de estratégias de conservação de alimentos mais naturais e sustentáveis, alinhadas com as crescentes demandas por produtos mais saudáveis e seguros.

7. REFERÊNCIAS

ABEP. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA. **Critério de Classificação Econômica Brasil 2021**. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>. Acesso em: 21 março 2022.

ABIA. **RELATÓRIO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**. 2022. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/temp/z202283RelatorioAnual2021atualizadopresidencia.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

AGUIAR, J. ESTEVINHO, B. N. L. S. Microencapsulation of natural antioxidants for food application e The specific case of coffee antioxidants e A review. **Trends in Food Science & Technology**. v. 58 p. 21-39, 2016. Disponível em: <http://dx.doi:10.1016/j.tifs.2016.10.012>. Acesso em: 28 mai. 2023.

ALAHAKOON, A. U.; JAYASENA, D. D.; RAMACHANDRA, S., & JO, C. Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. **Trends in Food Science & Technology**. v. 45, 37-49, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/meat-science>. Acesso em: 25 mai. 2023.

ALASMARI, F. Caffeine induces neurobehavioral effects through modulating neurotransmitters. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 28, n. 4, p. 445-451, abr 2020. Doi: 10.1016/j.jsps.2020.02.005

ALENCAR et al. Grape skin flour obtained from wine processing as an antioxidant in beef burgers. **Meat Science**. Vol. 194, p. 108963, 2022.

AL-KAHTANI, H. A. et al. Chemical changes after irradiation and post-irradiation in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, 61(4), 729–733, 1996.

ANDRADE, Giovanna Calixto et al. Changes in dietary markers during the covid-19 pandemic in Brazil. **Revista de Saúde Pública** [online]. v. 57 [Acessado 28 Setembro 2023], 54. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2023057004659>>. ISSN 1518-8787.

ANGIOLILLO, L., CONTE, A., DEL NOBILE, M. A. Food Additives: Natural Preservatives. **Encyclopedia of Food Safety** 2014, 474.

ANVISA. **Categorização de ingredientes derivados de vegetais. Gerência Geral de Alimentos, Documento de base para discussão regulatória. 2020.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/5833856/Documento+de+base+sobre+clean+label/118597ab-a9d8-4a14-af3e-39b5f4a88388?version=1.0>. Acesso em: 11 set. 2022.

ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - Rdc Nº 272, de 14 de Março de 2019.** Brasil, Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/rdc0272_14_03_2019.pdf. Acesso em: 09 out. 2023.

Anvisa. **RESOLUÇÃO - RDC Nº 2, DE 15 DE JANEIRO DE 2007.** Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0002_15_01_2007.htm. Acesso em: 25 set. 2023.

Anvisa. **RESOLUÇÃO-RDC Nº 259, DE 20 DE SETEMBRO DE 2002.** Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.htm. Acesso em: 25 set. 2023.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos Teoria e Prática.** Viçosa: Ed UFV, 2011.

ASCHEMANN-WITZEL, J.; VARELA, P.; PESCHEL, A. O. Consumers' categorization of food ingredients: Do consumers perceive them as 'clean label'?

producers expect? Na exploration with projective mapping. **Food Quality and Preference**, v. 71, p.117–128, 2019. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.06.003>. Acesso em: 15 mai. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR ISO 11136:2016 - **Análise Sensorial - Metodologia – Guia geral para condução de testes hedônicos com consumidores em ambientes controlados**. Rio de Janeiro, 2016. 49p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR ISO 8587:2015 – **Análise Sensorial – Metodologia** – Ordenação. Rio de Janeiro, 2015, 22p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. ed.19, cap.39, 2012a (método 950.46b).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. ed.19, cap.39, 2012b (método 991.36).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. ed.19, cap.39, 2012c (método 981.10).

BAEZA, G.; SARRIÁ, B.; MATEOS, R.; BRAVO, L. Dihydrocaffeic acid, a major microbial metabolite of chlorogenic acids, shows similar protective effect than a yerba mate phenolic extract against oxidative stress in HepG2 cells. **Food Research International**, v. 87, p 25-33, set 2016. Doi: 10.1016/j.foodres.2016.06.011

BALZAN, S.; TATICCHI, A.; CARDAZZO, B.; URBANI, T.; SERVILI, M.; DI LECCE, G.; ZABALZA, Z. B.; RODRIGUEZ-ESTRADA, M, T.; NOVELLI, E.; FASOLATO, L. Effect of phenols extracted from a by-product of the oil mill on the shelf-life of raw and cooked fresh pork sausages in the absence of chemical additives. **Food Science and Technology**, v. 85, p.89-95, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.07.001>. Acesso em: 01 jun. 2023.

BARBERIS, S., QUIROGA, H. G., BARCIA, C., TALIA, J. M., DE BATTISTA, N. Natural Food Preservatives Against Microorganisms. **Food Safety and Preservation** 2018, 621p.

BARREIROS, A. L.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química nova**, Salvador, v. 29, p. 113-123, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/K9hDbHkb3kgpLz7fg7k/> > Acesso em: 25 de outubro de 2022.

BEDALE, W. SINDELAR, J.J. MILKOWSKI, A.L. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. **Meat Science**, v. 120, p.85-92, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.009>. Acesso em: 14 abr. 2023.

BELLUCCI, E. R. B., dos SANTOS, J. M., CARVALHO, L. T., BORGONOV, T. F., LORENZO, J. M., da SILVA BARRETTO, A. C. Açai extract powder as natural antioxidant on pork patties during the refrigerated storage. **Meat Science**, 108667, 2022a.

BICAS, T. C. **Efeitos do extrato hidroalcoólico das folhas de Syzygium malaccense e Moringa oleífera sob estresse oxidativo em ratos diabéticos 60 induzidos por estreptozotocina**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

BOEIRA, C. P. PIOVESAN, N. NICHELLE, B. FLORES, D. C. B. SOQUETTA, M. B. LUCAS, B. N. HECK, R.T. ALVES, J. S, CAMPAGNOL, P. C. B SANTOS, D. FLORES, E. M. M. ROSA, C. S. TERRA, N. N. Phytochemical characterization and antimicrobial activity of Cymbopogon citratus extract for application as natural antioxidant in fresh sausage. **Food Chemistry**, v. 319 p. 126553, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126553>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BORDIM, J. **Aplicação de antioxidantes naturais na indústria de alimentos: avaliação química e de percepção do consumidor**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BORELLA, T. G. PECCIN, M. M. MAZON, J. M. ROMAN, S. S. CANSIAN, R. L. SOARES, M. L. A. Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) antioxidant in industrial processing of frozen-mixed hamburger during shelf life. **J Food Process Preserv**, v. 43 p. 14092, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14092>. Acesso em: 12 novembro de 2023.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000**. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. Diário Oficial da União, 05 de abril de 2000. Seção 1, página 6.

BRASIL. **Manual de métodos oficiais para análise de alimentos de origem animal**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária, Brasília/DF, ed.2, p.158, 2019.

BRASIL. **Métodos Analíticos Físico-químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária, CDA, Instrução Normativa nº20, de 21/07/99, Brasília/DF, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), **Instrução Normativa nº 161 de 01 de Julho de 2022**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), **Resolução nº 272 de 14 de Março de 2019**. Diário Oficial da União, Brasília, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), **Resolução nº 2 de 15 de Janeiro de 2007**. Diário Oficial da União, Brasília, 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-2-de-15-de-janeiro-de-2007.pdf/view>. Acesso em: 06 out 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), **Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 272, de 14 de março de 2019**. Diário Oficial da União, Brasília, 2019. Disponível em:

https://www.in.gov.br/web/guest/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/67378977/do1-2019-03-18-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-272-de-14-de-marco-de-2019-67378770. Acesso em: 16 mai 2023.

BREWER, M. S. **Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications.** *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 10, p. 211-247, 2011.

BUDIN, Ana Caroline; MOURA, Sílvia Cristina Sobottka Rolim de. **Microencapsulação do extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) por gelificação iônica: avaliação da estabilidade e aplicação em barras de frutas e cereais.** 2022.

CALDERÓN-OLIVER, M. & LÓPEZ-HERNÁNDEZ, L. H. Food Vegetable and Fruit Waste Used in Meat Products. **Food Reviews International** 1-27, 2020

CAMPO, M. M. et al. Flavour perception of oxidation in beef. **Meat Science**, v. 72, n. 2, p. 303–311, 2006.

CAPITANI, C. D. et al. Evaluation of natural and synthetic compounds according to their antioxidant activity using a multivariate approach. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 111, p. 1090-1099, 2009.

CARELLI, G.; MACEDO, S. M. D.; VALDUGA, A. L.; CORAZZA, M. L.; OLIVEIRA, J. V.; FRANCESCHI, E.; VIDAL, R.; JASKULSKI, M. R. Avaliação preliminar da atividade antimicrobiana do extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) obtido por extração com CO₂ supercrítico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 110– 115, 2011.

CASABURI, A.; DI MARTINO, V.; FERRANTI, P.; PICARIELLO, L.; VILLANI, F. Technological properties and bacteriocins production by *Lactobacillus curvatus* 54M16 and its use as starter culture for fermented sausage manufacture. **Food Control**. v. 59 p. 31-45, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.05.016>. Acesso em: 16 mai. 2023.

CASAROTTO, J. **Uso de antioxidantes naturais na preservação do estado oxidativo de salsichas**. 2013. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

CASTELO, R. M.; DA SILVA, L. C.; FURTADO, R. Gelificação iônica: técnica eficaz para encapsulação de compostos ativos-Uma revisão. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 18, n. 1, p. 546-560, 2020.

CELI, P. *Yerba Mate (Ilex paraguariensis) as strategic supplement for dairy*. p. 11-18. In Makkar, H.P.S. (ed.) **FAO Animal Production and Health Paper Nr 175**, Rome, Italy. 2013

CHIN, K. B; KIM, G. H; KIM, H. U. Controlling Ingredients for Healthier Meat Products: Clean Label. **Meat and Muscle Biology**. v. 15 p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22175/mmb.9520>. Acesso em: 31 mar. 2023.

CHOE, E., MIN, D. B. Mechanisms of Antioxidants in the Oxidation of Foods. **Cromprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 8, p. 345-358, 2009.

COOK, M. T., TZORTZIS, G., CHARALAMPOPOULOS, D. KHUTORYANSKIY, V.V. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. **Journal of Controlled Release**, v 162, n. 1, 20 august 2012, p. 56-67, 2012.

COSTA, B. S. L. Da; VIEIRA, J. L. C. da C.; CARDOSO, A. M.; BORGES, L. L. Otimização Da Extração Assistida Por Ultrassom De Compostos Fenólicos Totais E Flavonoides a Partir Dos Frutos De Acerola (Malpighia Sp). **Revista Brasileira Militar de Ciências**, [s. l.], v. 6, n. 14, p. 39–46, 2020.

COSTA, D., E, M.; RACANICCI, A. M. C.; SANTANA, A. P. Atividade antimicrobiana de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) contra microrganismos isolados da carne de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 18, p 1-7, 2017.

CRUZ, Z., GARCÍA-ESTRADA, C., OLABARRIETA, I., RAINIERI, S. Chapter 16 - Lipid Nanoparticles: Delivery System for Bioactive Food Compounds, In

Microencapsulation and Microspheres for Food Applications, edited by Leonard M.C. **Sagis**, **Academic Press**, San Diego, p. 313-331, 2015.

CUNHA, L. C.M. MONTEIRO, M. L. G. LORENZO, J. M. MUNEKATA, P. E. S. MUCHENJE, V. CARVALHO, F. A. L. CONTE-JUNIOR, C. A. Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products. **Food Research International**. v. 111 p. 379-390, 2018. Disponível em: <http://dx.doi:10.1016/j.foodres.2018.05.041>. Acesso em: 15 set. 2022.

CUNHA, L. C.M. MONTEIRO, M. L. G. LORENZO, J. M. MUNEKATA, P. E. S. MUCHENJE, V. CARVALHO, F. A. L. CONTE-JUNIOR, C. A. Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products. **Food Research International**. v. 111 p. 379-390, 2018. Disponível em: <http://dx.doi:10.1016/j.foodres.2018.05.041>. Acesso em: 12 mai. 2023.

DANIEL, O. **Erva-mate: Sistema de produção e processamento industrial**. DOURADOS-MS: UFGD, 2014.

DE ARAUJO, E. J. S.; MOREIRA, J. de . S.; CARNELOSSI, M. A. G. Abordagem sobre a utilização de resíduos agroindustriais na estabilidade oxidativa de produtos cárneos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 91932-91942, 2020.

DE FARIAS MARQUES, A. D. J. et al. Oxidative stability of chicken burgers using organic coffee husk extract. **Food Chemistry**, v. 393, n. March, 2022

DEL PULGAR, J. S., GÁZQUEZ, A., RUIZ-CARRASCAL, J. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. **Meat Science**, v.90, n.3, p. 828- 835, 2012. Disponível em: [10.1016/j.meatsci.2011.11.024](http://dx.doi:10.1016/j.meatsci.2011.11.024). Acesso em 16 out 2023.

DELGADO-PANDO,G. et al. Clean Label Alternatives in Meat Products. **Foods**, v.10, n. 7, p.1615, 2021.

DELLOITE. **Insights sobre o setor de Alimentos e Bebidas**. 2023. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/strategy-operations/articles/insights-setor-alimentos-bebidas.html>. Acesso em: 27 set. 2023.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL DO ESTADO DO PARANÁ – DERAL. **Erva-Mate Análise da Conjuntura – Safra 2019/20, 2020**. Disponível em: [//www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-12/erva-mate_2020.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-12/erva-mate_2020.pdf). Acesso em: 22 mar. 2023

DEVEZE, C. C. **Substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal na elaboração de produto cárneo cozido enlatado**. 2021. 78f. **Dissertação (Mestrado)** – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2021.

DOMÍNGUEZ, R. et al. Protein oxidation in muscle foods: A comprehensive review. **Antioxidants**, v. 11, n. 1, p. 60, 2021.

DOS SANTOS OLIVEIRA, Maria Olivia; LEAL, Gabriela Fonseca; DE SOUZA MARTINS, Glênadara Aparecida. Estabilidade da atividade antioxidante e compostos bioativos da geleia de Araticum (*Annona Crassiflora* Mart.) em diferentes embalagens e temperaturas. **Academic Journal on Computing, Engineering and Applied Mathematics**, v. 4, n. 2, p. 25-30, 2023.

E316 – **Eritorbato de sódio**. Open food facts, 2016. Disponível em: <https://br.openfoodfacts.org/aditivo/pt:e316-eritorbato-de-sodio>. Acesso em: 20 out. de 2023.

EPAMINONDAS, P. S. **Avaliação do potencial antioxidante de extratos vegetais, isolados ou associados sinergicamente a antioxidantes sintéticos, aplicados ao óleo de linhaça**, 155p. 2013. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa/PB.

ERKAN-KOÇ, B.; TURKYILMAZ, M.; YEMIS, O.; OZKAN, M. Effects of various protein and polysaccharide-based clarification agents on antioxidative compounds and colour of pomegranate juice. **Food Chemistry**, v.184, p.37–45, 2015.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Estudo de Mercado de Produtos Cárneos.**

Disponível em:
file:///C:/Users/Info/Downloads/Estudo_de_Mercado_Ca%CC%81rneos_LATAM.pdf. Acesso em: 27 set. 2023.

FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; VOSTER, M. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, v. 64, p. 171-181, 2014.

FAN, D.; ZHOU, C.; CHEN, C.; LI, X.; MA, J.; HU, Y.; LI, G.; RUAN, J.; WU, A.; LI, L.; GONG, X. Lignans from the genus Piper L. and their pharmacological activities: An 82 updated review. **Fitoterapia**, [s. l.], v. 165, n. December 2022, p. 105403, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2022.105403>.

FERNANDES, R.P.P.; TRINDADE, M.A.; LORENZO, J.M.; MELO, M.P. Assessment of the stability of sheep sausages with the addition of different concentrations of Origanum vulgare extract during storage. **Meat Science**. v. 137, p. 244-257, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.018>. Acesso em: 06 jun. 2023.

FITRIANA, WIWIT DENNY; ERSAM, TASLIM; SHIMIZU, KUNIYOSHI; FATMAWATI, SRI. **Antioxidant Activity of Moringa oleifera Extracts**. Indones. J. Chem., v. 16 (3), p. 297-301, 2016.

FLORES, M. TOLDRÁ, F. Chemistry, safety, and regulatory considerations in the use of nitrite and nitrate from natural origin in meat products - Invited review. **Meat Science**. v. 171, p. 108272, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108272>. Acesso em: 04 jun. 2023.

FONSECA, Karen Lizeth Pimiento. **PRODUCTOS Y SUBPRUDUCTOS CÁRNICOS: PRINCIPALES ADITIVOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD HUMANA**. Colombia: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2022. Disponível em: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/17e3695e-0999-47ec-b2cc-53e9ed100b2a/content>. Acesso em: 14 out. 2023.

FOWLER, Z.L.; BARON, C. M.; PANEPINTO, J. C.; KOFFAS, M. A. **Melanization of flavonoids by fungal and bacterial laccases.** *Yeast*, v. 28, n. 3, p. 181-188, 2011.

GANHÃO, R., ESTÉVEZ, M., MARCUONDE, D. Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in a meat system with added phenolic-rich materials. **Food Chemistry**, v. 126, p. 772-778, 2011.

GONÇALVES, A. L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. **Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas.** *Arq. Inst. Biol.*, [s. l.], v. 72, n. 3, p. 353–358, 2005.

GONÇALVES, F.S., SARGES, R.M., RAMOS, M.A., SOUZA, M.J.C, NEMER, CR.B., & MENEZES, R.A.O. (2020). **Perfil clínico epidemiológico do câncer gástrico: revisão integrativa.** *Pubsaúde*, 3.

GREENE, B.E.; CUMUZE, T.H. Relationship between TBA numbers and inexperienced panelist's assessments of oxidized flavor in cooked beef. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 52–58, 1982.

GULLÓN, B. GAGAOUA, M. BARBA, F. J. GULLÓN, P. ZHANGD, W. Z. LORENZO, J. M. Seaweeds as promising resource of bioactive compounds: Overview of novel extraction strategies and design of tailored meat products. **Trends in Food Science & Technology**. v. 100 p.1-18, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.039>. Acesso em: 12 abr. 2023.

HAMDI, M.; NASRI, R.; DRIDI, N.; HAFEDH, M.; ASHOUR, L.; NASRI. M. Improvement of the quality and the shelf life of reduced-nitrites turkey meat sausages incorporated with carotenoproteins from blue crabs shells. **Food Control**. v. 91, p. 148-159, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.03.048>. Acesso em: 22 mai 2023.

HAYES, J. E. et al. Evaluation of the effects of selected plant-derived nutraceuticals on the quality and shelf-life stability of raw and cooked pork sausages. **LWT – Food Science and Technology**, v.44, n.1, p.164-172, 2011.

HOLKEM, A. T.; CODEVILLA, C. F.; DE MENEZES, C. R.. Emulsificação/gelificação iônica interna: Alternativa para microencapsulação de compostos bioativos. **Ciência e Natura**, v. 37, p. 116-124, 2015.

HONIKEL, K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical.

HORWITZ (ed.) **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST**. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18ed. Washington: Gaithersburg, Maryland, AOAC International, 2010.

HUSSAIN, Z.; LI, X.; ZHANG, D.; HOU, C.; IJAZ, M.; BAI, Y.; XIAO, X.; ZHENG, W.; Influence of adding cinnamon bark oil on meat quality of ground lamb during storage at 4°C. **Meat Science**. v. 171, p. 108-268, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108269>. Acesso em: 01 jun. 2023.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª Edição. 1ª Edição Digital, 2005.

Industrial processing of frozen-mixed hamburger during shelf life. **J Food Process Preserv**, v. 43 p. 14092, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14092>. Acesso em: 09 jun. 2023.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 60, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/IN_60_2019_COMP.pdf. Acesso em: 13 maio 2022.

Instrução normativa SDA nº4 de 31 de março de 2000. **REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE SALSICHA**. Disponível em: <http://site.sindicarnes-sp.org.br/wp2/wp-content/uploads/2016/11/SALSICHA.pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

JABERI, R. KABAN, G. KAYA, M. The effect of barberry (*Berberis vulgaris* L.) extract on the physicochemical properties, sensory characteristics, and volatile compounds of chicken frankfurters. **Journal of Food Processing and Preservation**. v. 44, p. 14501, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14501>. Acesso em: 15 nov. 2023.

JAYAWARDANA, B. C. WARNASOORIYA, V. B. THOTAWATTAGE, G. H. HARMASENA, V. A, K. I. LIYANAGE, R. Black and green tea (*Camellia sinensis* L.) extracts as natural antioxidants in uncured pork sausages. **J Food Process Preserv**, v. 43, p. 13810, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13870>. Acesso em: 15 fev. 2022.

JIA, N. *et al.* Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. **Meat Science**, v. 91, n. 4, p. 533-539, 2012.

JIANG, J. XIONG, Y. L. **Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review**. *Meat Science*. v. 120, p. 107-117, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.005>. Acesso em: 14 mai. 2023.

JIMÉNEZ-ZAMORA, A., DELGADO-ANDRADE, C., RUFÍAN HENARES, J.A. Antioxidant capacity, total phenols and color profile during the storage of selected plants used for infusion. **Food Chemistry**, v.199, p.339–346, 2016.

KAWSKI, V. L.; BERTOL, T. M.; SANTOS, M. J. H.; SAWITZKI, M. C.; FIORENTINI, A.M. COLDEBELLA, A.; AGNES, I. B. L. Sensory and physicochemical characteristics of salamis added with vegetable-based curing ingredients. **Ciência Rural**. v.47, n.8, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20151510>. Acesso em: 29 abr. 2023.

KEDARE, S. B.; SINGH, R. P. **Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay**. **Journal of Food Science and Technology, Mysore**, v. 48, n. 4, p. 412-422, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3551182/> Acesso em: 07 de nov. de 2023.

KHARRAT, N. *et al.* Synergistic effect of polysaccharides, betalain pigment and phenolic compounds of red prickly pear (*Opuntia stricta*) in the stabilization of salami. **International Journal of Biological Macromolecules**. Volume 111, May 2018, Pages 561-568. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.025>

KONÉ A. P, DESJARDINS Y, GOSSELIN A, CINQ-MARS D, GUAY F, SAUCIER L. Plant extracts and essential oil product as feed additives to control rabbit meat microbial quality. **Meat Science**. v. 150 p. 111-121, 2019. Disponível em: <http://dx.doi: 10.1016/j.meatsci.2018.12.013>. Acesso em: 01 jun. 2023.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Osaka: Konica Minolta, 2007. 59 p.

KONIECKO, E. S. **Handbook for meat chemists**. Avery Publishing Group Inc. Wayne, New Jersey, p.287, 1985

KUMAR, YOGESH; YADAV, DEEP NARAYAN; AHMAD, TANBIR; NARSAIAH, KAIRAM. Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. Comprehensive Reviews. **in Food Science and Food Safety**, v.14, p. 796-812, 2015.

LABUZA, T. P., KAAANANE, A., CHEN, J. Y. Effect of Temperature on the Moisture Sorption Isotherms and Water Activity Shift of Two Dehydrated Foods. **Journal of food Science**, v. 50, p. 385–392, 1985a.

LAVADO, G. LADERO, L. CAVA. C. Cork oak (*Quercus suber* L.) leaf extracts potential use as natural antioxidants in cooked meat. **Industrial Crops & Products**. v. 160, p. 113056, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113086>. Acesso em: 28 abr. 2023.

LEMOS, A. L. da S. C. Ingredientes e outras tendências que marcarão uma nova década. **Carne Tec Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.carnetec.com.br/Industry/TechnicalArticles/Details/92175>. Acesso em 22 de set de 2022.

LI, Z.; CHEN, Z.; CHEN, H.; CHEN, K.; TAO, W.; OUYANG, X.; MEI, L.; ZENG, X. Polyphenol-based hydrogels: Pyramid evolution from crosslinked structures to biomedical applications and the reverse design. **Bioactive Materials**, v. 17, p. 49-70, nov 2022. Doi: 10.1016/j.bioactmat.2022.01.038

LIMA, M. E.; COLPO, A. Z. C.; ROSA, H.; SALGUEIRO, A. C. F.; SILVA, M. P.; NORONHA, D. S.; SANTAMARÍA, A.; FOLMER, V. Ilex paraguariensis extracts reduce blood glucose, peripheral neuropathy and oxidative damage in male mice exposed to streptozotocin. **Journal of Functional Foods**, v. 44, p. 9-16, mai 2018. Doi: 10.1016/j.jff.2018.02.024

LIU, D. C. et al. Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 117, p. 106-113, 2009.

LORENZO J. M; TRINDADE M. A; AHN D. U., BARBA F. J. Natural antioxidants to reduce the oxidation process of meat and meat products. **Food Research International**. v. 115 p. 377-378, 2019. Disponível em: [http://dx.doi: 10.1016/j.foodres.2018.11.015](http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.015). Acesso em: 13 set. 2022.

LORENZO J. M; TRINDADE M. A; AHN DU, BARBA F.J. Natural antioxidants to reduce the oxidation process of meat and meat products. **Food Research International**. v. 115 p. 377-378, 2019. Disponível em: [http://dx.doi: 10.1016/j.foodres.2018.11.015](http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.015). Acesso em: 28 abr. 2023.

LORENZO, J. M. MUNEKATA, P. E. S. BALDIN, J. C. FRANCO, D. DOMÍNGUEZ, R. TRINDADE, M. A. The use of natural antioxidants to replace chemical antioxidants in foods. **Food Science and Technology**. p. 205-288, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/SidoniaMartinez/publication/321682073_Natural_substances_as_substitutes_for_chemical_additives/links/609917d8458515d3150cad7d/Natural-substances-as-substitutes-for-chemical-additives Acesso em: 09 jun. 2023.

LORENZO, J. M.; PATEIRO, M.; DOMÍNGUEZ, R.; BARBA, F. J.; PUTNIK, P.; BURSAC D. K.; SHPIGELMAN, A.; GRANATO, A.; FRANCO, D.; Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. **Food Research International**. v. 106, 94 p. 1095-1104, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.005>. Acesso em: 06 jun. 2023.

LUIZ, A. H. K.; SILVA, K. L da; ZERMIANI, T. **Acerola: Fonte de vitamina C natural aplicada em produtos cárneos.** Duas Rodas. 2017. Disponível em: <https://www.duasrodas.com.co/acerola-fonte-de-vitamina-c-natural-aplicada-emprodutos-carneos/>. Acesso em: 16 de out. 2023.

MACHADO, B. A. S.; NUNES, I. L.; PEREIRA, F. V.; DRUZIAN, J. I. Development and evaluation of the effectiveness of biodegradable films of cassava starch with nanocelulose as reinforcement and yerba mate extract as an additive antioxidant. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 42, n. 11, p. 2085–2091, 2012.

MAJOU, D. CHRISTIEANS, S. Mechanisms of the bactericidal effects of nitrate and nitrite in cured meats. **Meat Science**. v. 145, p. 273-284, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.013>. Acesso em: 13 mai. 2023.

MAQSOOD, S., BENJAKUL, S., BALANGE, A. K. Effect of tannic acid and kiam wood extract on lipid oxidation and textural properties of fish emulsion sausages during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 130, p. 408-416, 2012.

MARTÍNEZ, L.; BASTIDA, P.; CASTILLO, J.; ROS, G.; NIETO, G. **Green Alternatives to Synthetic Antioxidants, Antimicrobials, Nitrates, and Nitrites in Clean Label Spanish Chorizo.** MDPI. v. 8. p. 189, 2019. Disponível em: [doi:10.3390/antiox8060184](https://doi.org/10.3390/antiox8060184). Acesso em: 02 jun. 2023.

MATEOS, R.; BAEZA, G.; SARRIÁ, B.; BRAVO, L. Improved LC-MNn characterization of hydroxycinnamic acid derivatives and flavonols in different commercial mate (*Ilex paraguariensis*) brands. Quantification of polyphenols, methylxanthines, and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 241, p. 232-241.

MAZUR, M., ZWYRZYKOWSKA-WODZIŃSKA, A., WOJTAS, E., ZACHWIEJA, A., SALEJDA, A. M. Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) supplementation on oxidative stress in ruminants. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 79, n. 2, April-June, p. 316-322, 2019.

MEINHART, A. D.; CALDEIRÃO, L.; DAMIN, F. M.; FILHO, J. T.; GODOY, H. T. Analysis of chlorogenic acids isomers and caffeic acid in 89 herbal infusions (tea). **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 73, n. April, p. 76–82, 2018.

MELLO, R. A. De; CÂMARA, R. S.; SAKAKIBARA, G. H. **ESTUDO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DE ERVA-MATE (ILEX PARAGUARIENSIS ST. HIL.)**. V EPCC Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, [s. l.], n. 1, p. 476, 2007.

MENEGALI, B. S.; SELANI, M. M.; SALDAÑA, E.; PATINHO, I.; DINIZ, J. P.; MELO, P. S.; PIMENTEL FILHO, N. de J.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. **Pink pepper extract as a natural antioxidant in chicken burger: Effects on oxidative stability and dynamic sensory profile using Temporal Dominance of Sensations**. *Lwt*, v. 121, n. September 2019, p. 108986, 2020.

MUNEKATA, P. E. S.; DOMÍNGUEZ, R.; FRANCO, D.; BERMÚDEZ, R.; TRINDADE, M. A.; LORENZO, J. M. Effect of natural antioxidants in Spanish salchichón elaborated with encapsulated n-3 long chain fatty acids in konjac glucomannan matrix. **Meat Science**, v. 124, p. 54-60, 2017.

METHVEN L, LANGRENEY E, PRESCOTT J. Changes in liking for a no added salt soup as a function of exposure. **Food Quality and Preference**. 2012;26(2):135–140.

Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. **INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 60, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019**. Disponível em: <https://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2021/02/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%B0-60-DE-23-DE-DEZEMBRO-DE-2019.pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

MONTESCHIO, J. O. JUNIOR, F. M. V. SILVA, A. L. V. CHAGAS, R. A. C. FERNANDES, T. LEONARDO, A. P. KANEKO, I. N. PINTO, L.A, M, GUERRERO, A. FILHO, A. A. M. FERRAZ, V. P. FAGUNDES, G. M. MUIR, J. P. **Effect of copaiba essential oil (*Copaifera officinalis* L.) as a natural preservative on the oxidation and shelf life of sheep burgers**. *PLOS ONE*. v. 16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248499>. Acesso em: 24 mar. 2022.

Morais, R. A., Soares, C. M. D. S., SILVA, R. R. D., Gualberto, L. D. S., FREITAS, B. C. B. D., Carvalho, E. E. N., & Martins, G. A. D. S. (2022). Formulation and evaluation of guapeva jam: nutritional properties, bioactive compounds, and volatile compounds during storage. **Food Science and Technology**, 42.

MOURA, S.C.S.R.; GERMER, S.P.M. **Reações de Transformação e Vida-de-Prateleira de Alimentos Processados**. Manual Técnico n. 06. 4ª edição. Campinas: ITAL, 2010. 96 p

MOURA, S.C.S.R.; GERMER, S.P.M. **Reações de transformação e Vida-de-Prateleira de Alimentos Processados**. Manual Técnico no. 06. 4ª edição. Campinas: ITAL, 2010 96p.

MOURA, Sthefanie Oliveira de. **Extração de antioxidantes do café verde (Coffea canephora) e aplicação em produtos cárneos cozidos**. 2023. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2023.

naturais. Enciclopédia Biosfera. v.7, n.12, 2011.

NG, K. R.; LYU, X.; MARK, R.; CHEN, W. I N. **Antimicrobial and antioxidant activities of phenolic metabolites from flavonoid-producing yeast: potential as natural food preservatives**. Food Chemistry, [S.L.], v. 270, p. 123-129, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.077>.

NIEMANN, O. **Produtos saudáveis com rótulo limpo: saúde, simplicidade e naturalidade**. Carne Tec Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.carnetec.com.br/Industry/TechnicalArticles/Details/88752?loginSuccess>. Acesso em 22 de set de 2022.

NKUKWANA, T. T. et al. Fatty acid composition and oxidative stability of breast meat from broiler chickens supplemented with Moringa oleifera leaf meal over a period of refrigeration. **Food Chemistry**, v. 142, p. 255-261, 2014.

NOVAPROM. **“Tendências na Produção de Embutidos em Alta Escala” 2018**. Disponível em: www.novaprom.com.br Acesso em: 20 de abril de 2022.

Oliveira de Moura, S. **Extração de antioxidantes do café verde (Coffea canephora) e aplicação em produtos cárneos cozidos**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2023.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 36-44, 2015. Disponível em: Acesso em: 02 de nov. de 2023.

OLIVEIRA, R. R. et al. **Antioxidantes naturais em produtos cárneos**. PUBVET, Londrina, V. 6, N. 10, Ed. 197, Art. 1324, 2012.

ONAKPOYA, I. J., SPENCER, E. A., THOMPSON, M. J., AND HENEGHAN, C. J. The effect of chlorogenic acid on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. **Journal of Human Hypertension**, v. 29, n. 77-81, 2015.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005a.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005b.

OSWELL, N, J.; THIPPARERDDI, H.; PEGG, R. B. Practical use of natural antioxidants in meat products in the U.S.: A review. **Meat Science**. v. 145, p.469-479, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.020>. Acesso em: 12 set. 2022.

OSWELL, N, J.; THIPPARERDDI, H.; PEGG, R. B. Practical use of natural antioxidants in meat products in the U.S.: A review. **Meat Science**. v. 145, p.469-479, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.020>. Acesso em: 02 jun. 2023.

ÖZVURAL, E. B., VURAL, H. Grape seed flour is a viable ingredient to improve the nutritional profile and reduce lipid oxidation of frankfurters. **Meat Science**, v. 88, p. 179-183, 2011.

PAGANI, A. A. C.; OLIVEIRA, M. C.; XAVIER, A. C. R.; MORAIS, A. L. B.; NUNES, T. P.; SILVA, G. F. Study of the process of getting the drops of papaya (carica papaya L.) Per basic spherification. **International Journal of Engineering and Innovative Technology** (IJEIT), v. 4, n. 6, 2014.

PAGLIOSA, C. M.; VIEIRA, M. A.; PODESTÁ, R.; MARASCHIN, M.; ZENI, A. L. B.; AMANTE, E. R.; AMBONI, R. D. de M. C. Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 122, n. 1, p. 173–178, 2010.

Papuc, C., Goran, G. V., Predescu, C. N., & Nicorescu, V. (2017). Mechanisms of Oxidative Processes in Meat and Toxicity Induced by Postprandial Degradation Products: A Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 16(1), 96–123. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12241>

PATEIRO, M. BARBA, F. J. DOMÍNGUEZ, R. SANT'ANA, A. KHANEGHAH, A. M. GAVAHIAN, M. GÓMEZ, B. LORENZO, J. M. Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. **Food Research International**. v. 113, p. 156-166, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.014.04.005>. Acesso em: 29 abr. 2023.

PENTEADO, J. Erva-mate. Perguntas e respostas. Transferência de tecnologia florestal. **Embrapa Florestas**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/erva-mate/perguntas-e-respostas>>. Acesso em: 20 de abr. 2022.

Phase. **Brazilian Journal of Animal Science**. v. 47, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/rbz4720160290>. Acesso em: 08 jan. 2022.

PILATTI-RICCIO, D.; FERNANDO, D.; DILLENBURG, A.; ANTONIO, M.; CRISTINA, H.; ZANELLA, V. Impact of the use of saccharides in the encapsulation of *Ilex paraguariensis* extract. **Food Research International**, [s. l.], v. 125, n. June, p. 108600, 2019.

PINI, F. AQUILANI, C. GIOVANNETTI, L. VITI, C. PUGLIESE, C. Characterization of the microbial community composition in Italian Cinta Senese sausages dry-

fermented with natural extracts as alternatives to sodium nitrite. **Food Microbiology**. v. 89, p. 98-103417, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103417>. Acesso em: 17 mai. 2023.

PINTO, V. Z.; PILATTI-RICCIO, D.; COSTA, E. S. Da; MICHEETTO, Y. M. S.; QUAST, E.; SANTOS, G. H. F. Dos. Phytochemical composition of extracts from yerba mate chimarrão. **SN Applied Sciences**, [s. l.], v. 3, n. February, p. 1–5, 2021.

PISOSCHI, A. M.; POP, A.; GEORGESCU, C.; TURCUS, V.; OLAH, N. K.; MATHE, E. An overview of natural antimicrobials role in food. **European Journal of Medicinal Chemistry**, [S.L.], v. 143, p. 922-935, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.11.095>.

PURSLOW PP, OISETH S, HUGHES J, WARNER RD. The structural basis of cooking loss in beef: Variations with temperature and ageing. **Food Research International**, v. 89, p. 739-748, 2016.

REDFIELD, A. L.; SULLIVAN, G. A. Effects of conventional and alternative curing methods on processed turkey quality traits. **Ciência Avícola**. v. 94, p. 3005-3014, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3382/ps/pev299>. Acesso em: 29 abr. 2023.

REIS, Rangel Zagheti dos. **Extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) como antioxidante e antimicrobiano natural em produto cárneo cru curado**. 2023. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2022.

RIBEIRO, J. S. SANTOS, M. J. M. C. SILVA, L. K. L. PEREIRA, L. C. L. SANTOS, I. A. LANNES, S. C DA S. SILVA, M. V. Natural antioxidants used in meat products: A brief review. **Meat Science**. v. 148 p. 181-188, 2019. Disponível em: <http://dx.doi:10.1016/j.meatsci.2018.10.016>. Acesso em: 15 mai. 2023.

RIOS-MERA, J. D. SALDAÑA, E. PATINHO, I. SELANI, M. M, CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Advances and gaps in studies on healthy meat products and their relationship with regulations: The Brazilian scenario. **Trends in Food Science & Technology**. v. 110 p. 833-840, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.092>. Acesso em: 24 set. 2022.

RODRÍGUEZ-DAZA, M. C., RESTREPO-MOLINA, D, A., ARIAS-ZABALA, M. E. Obtaining nitrite from vegetables sources by fermentative process using nitrate-reducing bacteria *Staphylococcus carnosus* and *S.xylosus*. **Revista DYNA**. v. 86 p. 254-261, 2019. Disponível em: <http://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.77377>. Acesso em: 19 mai. 2023.

ROMÁN, S. SANCHEZ-SILES, L. M. SIEGRIST, M. The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. **Trends in Food Science & Technology**. v. 67, p. 44-57, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.010>. Acesso em: 02 jun. 2023.

ROMANI, V. P. MARTINS, V. G. SOARES, L. A.S. **Oxidação de lipídeos e compostos fenólicos como antioxidantes em embalagens ativas para alimentos**. *Vetor*, v. 27, n.1, p. 38-56, 2017.

SALFINGER, Y., TORTORELLO, M.L. Compendium of methods for the microbiological examination of foods, 5th ed. Washington, D.C.: **American Public Health Association**, 2015. p.995

SAMPAIO, G. R. et al. Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 135, p. 1383-1390, 2012.

SANTOS, E.C.S.; BICCA, M.A.; BLUM-SILVA, C.H.; COSTA, A.P.R.; SANTOS, A.A. dos; SCHENKEL, E.P.; FARINA, M.; REGINATTO, F.H.; LIMA, T.C.M. de. Anxiolyticlike, stimulant and neuroprotective effects of *Ilex paraguariensis* extracts in mice. **Neuroscience**, v. 292, p. 13-21, abr 2015. Doi: 10.1016/j.neuroscience.2015.02.004

SANTOS, L. P.; CAON, T.; BATTISTI, M. A.; SILVA, C. H. B.; SIMÕES, C. M. O.; REGINATTO, F. H.; CAMPOS, A. M. Antioxidant polymeric nanoparticles containing standardized extract of *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. for topical use. **Industrial Crops and Products**, v. 108, p. 738-747, dec 2017. Doi: 10.1016/j.indcrop.2017.07.035

SARAIVA, B. R.; VITAL, A. C. P.; AANJO, F. A.; RIBAS, J. C. R.; PINTRO, P. T. M. Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) addition on the functional and technological characteristics of fresh cheese. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, p. 1256-1265, fev 2019. Doi: 10.1007/s13197-019-03589-w

SAVOIA, D. Plant-derived antimicrobial compounds: alternatives to antibiotics. **Future Microbiology**, v. 7, n. 8, p. 979-990, 2012.

SBARDELOTTO, P. R. R. **Associação de fontes naturais de nitritos e antioxidantes: alternativas para o desenvolvimento de produtos cárneos clean label**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SCHILLING, M. W. PHAM, A.J. WILLIAMS, J.B XION, W. L. DHOWLAGHAR, J. B. N. TOLENTINO, A. C. KIN, S. Changes in the physiochemical, microbial, and sensory characteristics of fresh pork sausage containing rosemary and green tea extracts during retail display. **Meat Science**, v. 143, p. 199-209, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.009>. Acesso em: 01 jun. 2023.

SEBRAE. **A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E BEBIDAS BRASILEIRA: suprimindo o mercado interno e conquistando o mundo**. 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/Info/Downloads/SebraeSC-Industria-de-alimentos-Observato%CC%81rio.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

SEBRANEK, Joseph G. Basic Curing Ingredients. In: TARTÉ, Rodrigo. **Ingredients in Meat Products: properties, functionality and applications**. Wisconsin, Usa: **Springer Science & Business Media**, 2009. p. 1-24.

SEO, J. K. PARVIN, h. PARK, J. YANG, H. S. Utilization of Astaxanthin as a Synthetic Antioxidant Replacement for Emulsified Sausages. **MDPI**, v. 10, p. 407, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antiox10030407>. Acesso em: 25 mar. 2022.

SGARIONI, Bruna. **Processamento dos extratos da erva-mate: extração, purificação e encapsulamento**. 2023. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

SHAHIDI, F. Indicators for evaluation of lipid oxidation and off-flavor development in food. **Food Flavors: Formation, Analysis and Packaging Influences**, 1998.

SINDICARNES. **REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE SALSICHA**. Disponível em: <http://site.sindicarnes-sp.org.br/wp2/wp-content/uploads/2016/11/SALSICHA.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2022.

SINGH, A. K.; RANA, H. K.; SINGH, V.; CHAND YADAV, T.; VARADWAJ, P.; PANDEY, A. K. Evaluation of antidiabetic activity of dietary phenolic compound chlorogenic acid in streptozotocin induced diabetic rats: molecular docking, molecular dynamics, in silico toxicity, in vitro and in vivo studies. **Computers in Biology and Medicine**, [s. l.], p. 104462, 2021.

SIQUEIRA, Felipe Segabinazzi. **Produção de linguiça frescal utilizando o pó de aipo em substituição ao nitrito e extrato de alecrim como antioxidante**. 2020. 86f. Dissertação (Mestrado) - Nutrição e Alimentos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2020.

SOARES, Ana Cláudia da Silva. **Uso de nitratos e nitritos em alimentos e seu impacto na saúde**. 2023.

SRIDHAR, K.; CHARLES, A. L. In vitro antioxidant activity of Kyoho grape extracts in DPPH and ABTS assays: Estimation methods for EC50 using advanced statistical programs. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 275, p. 41–49, 2019.

SUCUPIRA, N.R.; SILVA, A.B.; PEREIRA, G.; COSTA, J.N. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **UNOPAR Científica**. Ciências Biológicas e da Saúde, v.14, n.4, p.263-269, 2012.

SUMAN, S. P. et al. Factors influencing internal color of cooked meats. **Meat Science**, v. 120, p. 133–144, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.006>. Acesso em: 21 out. 2023.

Taneja P, Labhassetwar P, Nagarnaik P, Ensink JHJ. The risk of cancer as a result of elevated levels of nitrate in drinking water and vegetables in Central India. **J Water Health**. 2017;15(4):602-14.

TAOUKIS, P. S.; LABUZA, T. P.; SAGUY, S. I. Kinetics of Food Deterioration and Shelf-Life Prediction. In Handbook of Food Engineering Practice; Rotstein, E., Singh, R.P., Valentas, K.J., Eds.; CRC Press: Boca Raton, p. 361– 407.1997.

TEIXEIRA NETO, R. O., VITALI, A. A., MOURA, S. C. S. R. Introduction to Kinetics of Reactions in Food. In Transformation Reactions and Shelf-life of Processed Foods; Moura, S.C.S.R.; Germer S.P.M. Eds.; Institute of Food Technology: Campinas, SP, Brazil, 2010; pp 24.

TERRA, N. N. et al. **Antioxidante natural na melhoria da qualidade do salame tipo italiano.** In: SIMPÓSIO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 2., 2003, Florianópolis, 2003.

TRINDADE, M.; PACHECO, T.; CONTRERAS-CASTILLO, C.; FELICIO, P. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a 18°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** v. 28, n. 1, p. 160-168, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/F7ZTHVkwkJt9RkRgtrCwX6r/?lang=pt>. Acesso em 10 out. de 2023.

TSAI, Y. et al. Antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferative activities of extracts from different parts of farmed and wild *Glossogynia tenuifolia*. **Industrial Crops and Products**, v. 57, p. 98-105, 2014.

Van Hecke, T., Van Camp, J., & De Smet, S. (2017). Oxidation During Digestion of Meat: Interactions with the Diet and Helicobacter pylori Gastritis, and Implications on Human Health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 16(2), 214–233. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12248>

VANISKI, R.; CORTI, D.; DRUNKLER, D. A.. **Técnicas e Materiais Empregados na Microencapsulação de Probióticos.** **Brazilian Journal of Food Research**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 156, 21 out. 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/rebrapa.v8n1.3651>.

VARELA, P.; ARES, G. Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling. **Boca Raton:** CRC Press, 2014, 382 p.

VEECK, A. P. L. et al. Estabilidade lipídica de filés de carpa húngara congelados tratados com extratos de *Lippia alba*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, p. 1113-1119, 2015.

VEGRO, C. L. R. **Downsizing Proteico**. 2017. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br> Acesso em: 22 abr. 2022.

VIALTA, A., AMARAL, R. **BRASIL Ingredients Trends 2020** [recurso eletrônico] / editores, Rego – 1. ed. – Campinas: ITAL, 2014. 389 p. : il. ; 27 cm

VINCEKOVI, M.; VISKIC, M.; JURIC, S.; GIACOMETTI, J.; KOVACEVIC, D. B.; PUTNIK, P.; DONSI, F.; BARBA, F. J.; JAMBRAK, A. R. Innovative technologies for encapsulation of Mediterranean plants extracts. **Trends in Food Science & Technology**. v 69, parte A, p. 1-12, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.001>. Acesso em: 23 mai. 2023.

WENSING, C. S. JOÃO, J. J. Avaliação da Atividade Antimicrobiana e Antioxidante de um Conservante Natural em Presunto Cozido. **Rev. Virtual Quim.**, 2019, 11 (6), 1737-1751. Data de publicação na Web: 2 de janeiro de 2020.

WINTER, C. K.; DAVIS, S. F. Organic foods. **Journal of Food Science**. v. 71, 2006. Disponível em: <http://dx.doi: 10.1111/j.1750-3841.2006.00196.x>. Acesso em: 01 jun. 2023.

XIONG, Y. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats . **Food Research International**, 38, 281 – 287, 2005.

YARNPAKDEE, S. et al. Lipid oxidation and fishy odour development in protein hydrolysate from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle as affected by freshness and antioxidants. **Food Chemistry**, v. 132, p. 1781-1788, 2012.

ZHANG, D.; BI, W.; KAI, K.; YE, Y.; LIU, J. **Effect of chlorogenic acid on controlling kiwifruit postharvest decay caused by *Diaporthe* sp.** *Lwt*, [s. l.], v. 132, n. July, p. 109805, 2020.

ANEXOS

ANEXO A. PROCESSO DETALHADO DE COZIMENTO

Tempo (min)	Etapa	Temperaturas (°C)		
		Ajustada	Produto	Ambiente
0	Secagem	55	18	23
5	Secagem	55	19	24
10	Secagem	55	24	39
15	Secagem	55	34	57
20	Secagem	55	40	56
25	Corar + ar fresco	55	42	55
30	Corar + ar fresco	55	42	54
35	Corar + ar fresco	55	42	55
40	Corar + ar fresco	55	42	55
45	Corar + ar fresco	55	42	56
50	Corar + ar fresco	55	42	54
55	Corar + ar fresco	55	43	56
60	Ferver	60	56	55
65	Ferver	65	64	63
70	Ferver	70	64	69
75	Ferver	75	70	74
80	Chuveiro	0	74	62
85	Chuveiro	0	57	40

90	Chuveiro	0	44	34
95	Chuveiro	0	34	30
100	Chuveiro	0	30	26
105	Chuveiro	0	27	20
110	Chuveiro	0	25	18

ANEXO B. MODELO DE FICHA EMPREGADA NO TESTE.

AVALIAÇÃO DE SALSICHA

Nome: _____ Amostra: _____

Bem vindo ao LAFISE / ITAL

Você receberá 3 amostras de SALSICHA, uma de cada vez.

PRIMEIRO VOCÊ IRÁ AVALIAR SOMENTE O VISUAL E O ODOR DA AMOSTRA.

1. Indique o quanto você gostou da APARÊNCIA do produto:

Gostei muitíssim o	Gostei muito	Gostei moderadament e	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgost muitíssimc
()	()	()	()	()	()	()	()	()

2. Indique o quanto você gostou da ODOR do produto:

Gostei muitíssim o	Gostei muito	Gostei moderadament e	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgost muitíssimc
()	()	()	()	()	()	()	()	()

AGORA, VOCÊ IRÁ PROVAR A AMOSTRA
IMPORTANTE - DEIXE UM PEDACINHO PARA A ÚLTIMA QUESTÃO.

3. Indique o quanto você gostou do SABOR do produto:

Gostei muitíssim o	Gostei muito	Gostei moderadament e	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgost muitíssimc
()	()	()	()	()	()	()	()	()

4. Indique o quanto você gostou do PRODUTO DE MODO GLOBAL:

Gostei muitíssim o	Gostei muito	Gostei moderadament e	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei moderadamente	Desgostei muito	Desgost muitíssimc
()	()	()	()	()	()	()	()	()

5. Dê sua opinião sobre a QUANTIDADE DE SAL do produto:

Muito mais salgado do que eu gosto	Mais salgado do que eu gosto	Do jeito que eu gosto	Menos salgado do que gosto	Muito menos salgado do que eu gosto
()	()	()	()	()

6. Dê sua opinião sobre a QUANTIDADE DE TEMPERO/CONDIMENTOS do produto:

Muito mais temperos/condimentos d o que eu gosto	Mais temperos/condimentos d o que eu gosto	Do jeito que eu gost o	Menos temperos/condimentos d o que gosto	Muito menos temperos/condimentos d o que eu gosto
()	()	()	()	()

7. Dê sua opinião sobre a FIRMEZA do produto:

Muito mais firme do que eu gosto	Mais firme do que eu gosto	Do jeito que eu gosto	Menos firme do que gosto	Muito menos firme do que eu gosto
()	()	()	()	()

8. Por favor, Seleccione os atributos encontrados na amostra.

() Odor ou Sabor estranho	() Odor ou Sabor característico (saboroso)	() Odor ou Sabor de ranço	() Odor ou Sabor de produto velho
-------------------------------	--	-------------------------------	---------------------------------------

ANEXO C. COMENTÁRIOS REFERENTES AO QUE OS CONSUMIDORES MAIS GOSTARAM NO TEMPO INICIAL

Salsicha VE – início - 118

Sabor

Achei muito saborosa, tudo na medida, sal, tempero, maciez. Gostei do aspecto dela e aroma.

Sabor e textura da amostra 118 são bons, semelhantes as que já existem no mercado.

A quantidade de sal, a textura e o odor.

Textura e sabor agradável

Quantidade de tempero, a ausência de pontos brancos.

Sabor suave a agradável

Foi a amostra que mais se aproximou das salsichas que eu consumo

Sabor, aroma e textura.

Achei o sabor mais equilibrado que as demais.

Achei o sabor mais suave

Gostei mais da amostra 118 parece mais temperada e mais succulenta

Sabor, teor de sal, textura.

Muito mais saborosa do que as demais

Sabor e textura

A 118 foi a amostra que menos tinha poros, melhor textura e não ficava borrachuda ao mastigar, certamente a melhor.

Embora todas as amostras sejam muito claras, com pouca aparência dos temperos e sal, a amostra 118 foi a que mais se destacou nesses requisitos.

Sabor e textura.

Sabor mais característico, textura intermediária, aparência mais natural e uso de condimentos.

Homogeneidade, sem furos e sem retro gosto.

O sabor está igual em todas as amostras. A quantidade de pontos pretos foi determinante na ordenação de preferência. Quanto menos pontos mais preferidos.

Gostei mais da 118 pois está com sabor e aparência melhor que as outras, sem gosto de sebo ou aparência.

Gostei mais da textura, tempero agradável e saboroso, independentemente da quantidade de sal estar mais elevada, foi a que eu gostei mais, além de que a capa que envolve ela estava fina e agradável.

Textura, cheiro sabor.

Tempero menos intenso e textura um pouco mais succulenta.

Sabor e textura

A amostra 118 tem um sabor mais parecido com o que gosto textura e tempero na medida

Sabor, textura

Principalmente o sabor/odor

Intensidade do sal e o sabor.

Escolhi pelo sabor e textura

Sabor

Sabor mais acentuado, como gosto, mais fácil de mastigar.

Pelo sabor e a textura mais macia.

Sabor mais agradável e textura mais macia

Textura, sabor, temperos.

Sabor e aroma e textura

Salsicha VC – início - 675

O sabor e o odor são melhores

A amostra 675 me pareceu mais saborosa, com um condimento levemente mais destacado que as demais.

6 mais saborosa e a 1 muito salgada

Usei o critério sabor. As amostras 675 e 118 semelhantes demais, qualquer uma das duas poderia estar em primeira colocação.

O sabor e aparência

Aparência e sabor

Sabor agradável, sem nenhum sabor estranho.

Sabor, aroma e textura.

675 é mais saborosa e pouco difere da 118. 304 tem um tempero diferente.

Principalmente sabor e textura

Aparência, odor, textura e sabor.

Aparência, sabor um pouco mais característico.

Sabor e equilíbrio de sal e tempero.

A 675 está mais parecida em sabor e odor com os produtos similares que consumimos no dia a dia

Sabor é muito bom, característico de mortadela.

Notável a presença das partículas. Não possui gosto estranho, mas há uma pequena diferença no gosto

Sabor na medida certa, nem salgado de mais, nem pouco salgada, o mesmo vale para tempero e condimento. Além disso a textura também foi a que mais me agradou entre as amostras.

Sabor convencional da salsicha, odor satisfatório e de boa textura.

Sabor e aparência característicos.

As características são parecidas, mas prevaleceu o menor teor de sal, embora todas pudessem ser menos salgadas e mais condimentadas.

Melhor textura

Sabor mais limpo, sem acidez ou gosto metálico das outras amostras.

O sabor, a cor e a textura me agradaram mais.

Achei mais saborosa

Sabor e textura característicos. Aparência sem elementos estranhos

Sabor

Gostei mais do sabor da 675, a 118 me pareceu mais adocicada e com o sabor mais leve, o que não me agradou muito

Sabor e textura

Achei mais saborosa

Sabor, odor e tempero.

Sabor e textura

Textura, cor e sabor dos condimentos.

Fiquei realmente em dúvida entre as 675 e a 304. Optei pela 675, pois ela está com um gosto melhor apesar dela estar um pouco mais salgada do que eu gosto, e mais firme que a 304. O problema da 304 é que mesmo com a quantidade de sal ideal, o tempero dela não agradou muito.

Salsicha VP – início - 304

Achei a amostra 304 um pouco mais temperada e na textura que eu gosto e costumo consumir.

A 304 tinha a textura e sabor mais gostosos para mim.

Usei o critério da que mais me agradou de maneira global

Textura e sabor

Apesar da textura um pouco firme da amostra 304, achei o sabor mais equilibrado.

Sabor, odor característico, temperos e textura.

Amostra 304 preenche mais a boca e tem uma leveza de sabor agradável, a 118 tem um gosto um pouco de industrializado e mais salgado.

É saborosa, tempero diferente, salgado adequado.

A textura esta do jeito que eu gosto e bem temperado

Amostra mais saborosa.

O sabor diferente que achei na 304

ANEXO D. COMENTÁRIOS REFERENTES AO QUE OS CONSUMIDORES MAIS GOSTARAM NO TEMPO FINAL

Salsicha VC – Final - 061

Amostra mais saborosa

Aroma, sabor e textura agradáveis e aparência apetitosa, característicos de salsicha viena

Gostei mais da 061 pelo sabor mais suave e equilibrado.

Principalmente o sabor, seguido pela textura como critério de desempate.

Aparência

Foi o sabor que mais me agradou, sal no ponto que eu gosto, tempero também. Somente a textura (acredito que a tripa envolta) estava meio dura.

Melhor textura e sabor

A que mais me agradou globalmente

Sabor e odor agradáveis e equilibrados.

A amostra preferida é mais saborosa

Textura mais firme, menos sal. Mesmo faltando um pouco de condimento e defumação, eu prefiro a 061 porque o sabor é mais suave.

Sabor e cor bons

Sabor característico

Saborosa, cor bonita, sem machas e olhaduras.

Sabor e textura

Sabor, textura e aparência global. A amostra 061 se sobressaiu

Sabor e aparência

Tempero

Melhor sabor e textura

O sabor estava mais equilibrado.

A primeira amostra tinha aparência mais homogênea, cor mais rósea e tostadinha. Menor quantidade de sal. A 928 achei mais temperada. A 455 achei muito clara e com menor quantidade de sal do que eu gosto

Amostra com um sabor mais neutro, cheiro e textura mais agradável.

Aparecia e sabor

O sabor tempero

Sabor e textura.

Saborosa do jeito que eu gosto.

Aparência e sabor agradável

Usei tempo que as amostras ficam aromatizando na boca e a textura e sabor

O que diferencia a primeira e a segunda colocada é principalmente a coloração

A 061 possui textura mais firme, porém o sabor é o que mais remete a salsicha, 455 tem alguns atributos como adstringência e amargor que afasta de uma boa salsicha e o 928 tem um residual ácido que lembra um produto velho.

A amostra 455 está salgada e a 928 não está boa de sabor.

Sabor e textura

Sabor

Com o sabor igual as que como em casa, saborosa, compraria essa com facilidade.

Equilíbrio dos sabores e tempos
Sabor agradável e mais característico de salsicha.
O sabor, o tempero e o odor.
Sabor
A textura, e o sabor.

Salsicha VE – Final - 455

Sabor mais equilibrado da 455, pouca diferença com a 061, a 928 tem sabor herbáceo não gostei muito.

O sabor estava muito agradável, a textura estava bem firme, e o gosto que ficou na boca foi bom.

Achei mais saborosa.

Sabor

455 é a amostra mais balanceada em termos de sabor, sal e textura.

Sabor mais agradável

Quantidade de sal e presença de temperos

Sabor e aparência

Sabor, textura e odor. A que atende melhor as características das salsichas convencionais é a 455. A amostra 928 tem um sabor e odor estranho, parecendo um produto "velho" e com algum ingrediente que deixou o produto com ranço e sabor desagradável. A 061 tem textura firme, de sabor ela melhor se aproxima da 455 em relação a 928.

A textura e aparência me chamaram bastante atenção, já que o sabor não alterou muito.

Amostra mais saborosa.

455 e 061 estão muito parecidas. A 928 tem umas manchinhas amarelas que a diferenciam das demais. Não notei essas manchas (ou não chamaram a atenção quando quente) na primeira avaliação da 928, mas quando esfriou e fiz a comparação ficaram mais evidentes.

Tempero / sabor

Aparência, odor, sabor, tempero, quantidade de sal e textura são melhores que as outras amostras.

A combinação de sabores, o único ponto fraco a destacar é a textura que é muito firme e se torna borrachenta quando esfria.

Achei a mais saborosa e de aparência mais agradável

A última amostra é a melhor pela aparência e sabor.

Sabor e textura.

Sal em ponto ideal, cor e textura (não borrachenta) características e condimentação pouco intensa mas aceitável.

Textura, algumas com a película de fora muito firme.

Sabor e textura

Em todas as amostras senti um pouco firmes ("borrachudas").

A que mais agradou.

Sabor mais parecido com as salsichas que normalmente consumo

Sabor

Uma textura boa, tempero e aparência boa

A primeira estava mais temperada e perfumada. A textura pareceu igual. Apresentação e odor mudaram.

Principalmente pela aparência e sabor. É muito saborosa e a quantidade de sal e tempero estão na medida.

Sabor e textura

Aparência / sabor / sabor residual / textura

Sabor e aparência, nessa ordem estão de 1 a 3, as mais saborosas e com melhor aparência

Salsicha VP – Final - 928

A 1 e mais saborosa e mais macia. Também parece ter menos sal

A convergência entre temperos e a picância fizeram com que eu escolhesse uma (928). A textura em todos foi normal/igual.

Sabor, odor e textura do jeito q gosto.

Mais saborosa que as demais, não só no sal mas no tempero.

Saborosa e textura boa meu firme nem muito mole ou borrachenta

Gostei mais da textura da 928, em geral gostei de todas, porém a textura foi a melhor, em relação ao tempero e sal as três estão muito boas.

Tempero

Sabor e textura

Tempero saboroso, textura boa ao mastigar.

O sabor e a textura foram as referências da minha escolha.