



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

NELIANE PEREIRA DO NASCIMENTO

DESENVOLVIMENTO, ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL
SENSORIAL DE PRODUTO CÁRNEO COM ADIÇÃO DE FARINHA DE FOLHAS
DE VINAGREIRA (*Hibiscus sabdariffa* L.) COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE

FORTALEZA

2023

NELIANE PEREIRA DO NASCIMENTO

DESENVOLVIMENTO, ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL SENSORIAL DE
PRODUTO CÁRNEO COM ADIÇÃO DE FARINHA DE FOLHAS DE VINAGREIRA
(*Hibiscus sabdariffa* L.) COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- N196d Nascimento, Neliane Pereira do.
Desenvolvimento, estabilidade físico-química e perfil sensorial de produto cárneo com adição de farinha de folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) com potencial antioxidante / Neliane Pereira do Nascimento. – 2023.
165 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva.
Coorientação: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.
1. Plantas alimentícias não convencionais. 2. Alimentos - Avaliação sensorial. 3. *Hibiscus sabdariffa* L. 4. Tecnologia de alimentos. 5. Química de alimentos. I. Título.

CDD 664

NELIANE PEREIRA DO NASCIMENTO

DESENVOLVIMENTO, ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL SENSORIAL DE
PRODUTO CÁRNEO COM ADIÇÃO DE FARINHA DE FOLHAS DE VINAGREIRA
(*Hibiscus sabdariffa* L.) COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia Alimentos.

Orientador (a): Prof. (a) Ph.D Elisabeth Mary Cunha da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa

Aprovado em: 10 / 11 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. (a) Ph.D. Elisabeth Mary Cunha da Silva (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa (Co-orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Ruann Janser Soares de Castro
Universidade Estadual de Campinas

Profa. Dra. Monique Ellen Torres Resende
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Virna Luiza de Farias
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará

Profa. Dra. Ana Erbênia Pereira Mendes
Universidade Federal do Ceará

Profa. Dra. Ana Paula Colares de Andrade
Universidade Federal do Ceará

Aos meus pais, Raimundo e Nelita, pelo amor e apoio incondicional e à minha filha Sofia, que mesmo em meu ventre me deu forças para finalizar essa etapa acadêmica, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela oportunidade de viver, pela capacidade de aprender, por me trazer tranquilidade e sempre atender às minhas orações.

Aos meus pais, Raimundo e Nelita, pelo esforço, dedicação e apoio financeiro, obrigada pelo amor incondicional. Ao meu irmão Candido, pela presença e suporte nos momentos necessários, à minha irmã Liliane, pelo incentivo e ao meu esposo Dierlly, pelo apoio e parceria de sempre para superar os desafios.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), em particular ao Departamento de Engenharia de Alimentos e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que me possibilitaram crescer pessoalmente e profissionalmente durante o período de mestrado e doutorado.

À minha orientadora Prof^a Ph.D Elisabeth Mary Cunha da Silva, obrigada por ser um suporte presente, por dividir parte de seus inúmeros conhecimentos e experiências, me orientando, apoiando e encorajando desde a realização das disciplinas até o planejamento e execução da pesquisa, serei eternamente grata.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa, cuja contribuição foi de suma importância para o delineamento e execução da pesquisa, obrigada pelo apoio e orientação.

Aos membros da banca pelo tempo disponibilizado e pelas valiosas considerações para enriquecer o trabalho. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) da UFC, que compartilharam seus conhecimentos no decorrer do doutorado.

Ao Prof. Dr. Raimundo Wilame de Figueiredo e à Prof^a Dr^a Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres pela disponibilização do Laboratório de Frutos e Hortaliças para realização de parte das análises necessárias à pesquisa. À Prof^a Dr^a Larissa Moraes Ribeiro da Silva por possibilitar a realização das análises microbiológicas e toxicológicas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos.

À Embrapa Agroindústria Tropical e seus analistas Dr^a Ídila Maria da Silva Araújo e Me. Hilton César Rodrigues Magalhães, por possibilitarem a realização da análise do perfil de textura das amostras. À Central Analítica da UFC pela realização da análise de microscopia eletrônica e varredura.

Aos técnicos do Laboratório de Carnes e Pescado, Luiz Bitu e Janevane Castro, meu especial agradecimento por todo suporte e auxílio na execução das análises da pesquisa e pela amizade construída nestes anos de convívio, minha gratidão será eterna. Aos técnicos do Laboratório de Frutos e Hortaliças, Fernando e Liana, pela receptividade e auxílio no entendimento e execução de parte das análises.

Ao Paulo Mendes e Egídio Cavalcante, pelo suporte na coordenação do PPGCTA. Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Alimentos por toda a disponibilidade, apoio e amizade dispensados.

Ao bolsista do Laboratório de Carnes e Pescado e atual mestrando, Ícaro Gonçalves, pelo suporte na execução das análises no decorrer do desenvolvimento da pesquisa. Ao bolsista Fernando Eugênio, pelo auxílio na execução na análise de toxicidade.

Às amigas de pós-graduação, Keliane Santiago, Kamila Santos e Jaiana Ferreira, pela paciência e disponibilidade em me repassarem o processo de execução das metodologias de polifenóis e atividade antioxidante, assim como pela realização da análise estatística da etapa de avaliação da toxicidade.

Ao núcleo gestor da E.E.M.T.I., Emanuel, Conceição, Nayara e Jacqueline, pelo acolhimento e disponibilidade em cooperarem com a pesquisa, autorizando a aplicação da análise sensorial nas dependências da escola. Aos 100 julgadores, discentes da escola citada, pela participação e colaboração.

Aos companheiros de pós-graduação, em especial àqueles que se fizeram presentes em diversos momentos desta jornada, Cristiano, Sanyelle, Leina, Theresa, Jovan, Luciana, Livânia, agradeço a amizade, companheirismo e suporte, fiquem certos de que a caminhada se tornou mais leve com a presença de vocês.

À minha ex-chefe e amiga, nutricionista Jacqueline Gomes, pela amizade e compreensão, sem seu apoio o doutorado não teria sido iniciado. Ao Me. Ronny Freitas, Secretário de Educação de Quixeramobim nos anos de 2017 a 2020, pela liberação para cursar o doutorado.

Aos amigos e ex-colegas de trabalho Francisco das Chagas, Larisse Marjjara, Ana Beatriz e Andreza, assim como aos atuais companheiros de trabalho, João Paulo, Jonatas, Tarciana, Jorgivan, Wagner, Erandi, Ana Paula, Claiver e Fabíula, sou grata pelo incentivo e parceria no desafio de conciliar a rotina de trabalho e estudos.

Ao psicólogo Eduardo Vieira, pelo profissionalismo e suporte em momentos necessários no desenvolvimento das atividades do doutorado.

A todos que de forma direta ou indireta colocaram sua parcela de contribuição
mais essa etapa acadêmica.

“O caminho para o progresso não é rápido e nem fácil” (Curie, Marie, [18--?]).

RESUMO

Os antioxidantes são usados para minimizar as alterações oxidativas em carnes e produtos cárneos. Embora os antioxidantes sintéticos tenham seu uso disseminado na indústria alimentícia, nos últimos anos, a demanda por antioxidantes naturais aumentou. Este trabalho objetivou desenvolver hambúrguer bovino adicionado das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó e avaliar sua estabilidade durante armazenamento sob refrigeração e congelamento. Inicialmente foi realizada uma pesquisa de mercado sobre o consumo de plantas alimentícias não convencionais (PANCs), seguindo-se da obtenção e caracterização das folhas de vinagreira em pó (identificação botânica, toxicologia, teor de polifenóis, atividade antioxidante e composição centesimal). Após, foram elaboradas formulações de hambúrguer bovino sem adição de antioxidante (F1), com adição de antioxidante (F2), com adição de 4 g (F3), 8g (F4) e 16g de folhas da vinagreira / kg de hambúrguer (F5) e, avaliadas a estabilidade físico-química sob refrigeração a 4 ± 1 °C por 21 dias. Com este resultado, deu-se continuidade à pesquisa com as F1, F2, F3 e F4, em que foram realizadas sua composição centesimal, bioacessibilidade de polifenóis e atividade antioxidante por ABTS, MEV, cor, perfil de textura, análises microbiológica e sensorial. Por fim, procedeu-se a avaliação da estabilidade físico-química sob congelamento a -18 ± 1 °C por 120 dias. Foi realizada a análise de variância (ANOVA) para teste F e comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Observou-se que a idade e a escolaridade dos participantes apresentaram correlação positiva com o conhecimento e o interesse por PANCs. As folhas da vinagreira não apresentaram toxicidade, sendo fonte de carboidratos, proteínas e polifenóis, apresentando atividade antioxidante frente ao radical ABTS. A adição de vinagreira promoveu o aumento do teor de cinzas e polifenóis, tornando as amostras menos vermelhas, quando comparadas à F1, mas não interferiu na matriz alimentar, observada nas micrografias e nos parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade. A digestão *in vitro* melhorou a bioacessibilidade aos polifenóis e a atividade antioxidante frente ao radical ABTS nas amostras. Sensorialmente, as formulações apresentaram aceitação geral entre indiferente e gostei. A adição de vinagreira esteve associada aos termos “cor marrom esverdeado” e “sabor residual”. As formulações se mostraram estáveis sob refrigeração e congelamento, sendo a F3 a que obteve os melhores resultados sob refrigeração e, se comparou à F2 por 90 dias de armazenamento congelado em relação a oxidação lipídica. Os resultados se mostraram promissores quanto ao interesse dos consumidores na inserção de PANCs na alimentação, na aceitação sensorial das formulações e ao efeito no controle da oxidação lipídica.

Palavras-chave: antioxidante; PANC; produtos cárneos.

ABSTRACT

Antioxidants are used to minimize oxidative changes in meats and meat products. While synthetic antioxidants have widespread use in the food industry, in recent years, the demand for natural antioxidants has increased. This study aimed to develop beef burgers with the addition of Roselle leaves (*Hibiscus sabdariffa* L.) powder and evaluate their stability during storage under refrigeration and freezing. Initially, a market survey on the consumption of unconventional food plants (UFPs) was conducted, followed by the acquisition and characterization of Roselle leaves powder (botanical identification, toxicology, polyphenol content, antioxidant activity, and proximate composition). Subsequently, formulations of beef burgers were prepared without the addition of antioxidants (F1), with the addition of antioxidants (F2), with the addition of 4 g (F3), 8 g (F4), and 16 g of Roselle leaves / kg of burger (F5), and their physicochemical stability was evaluated under refrigeration at 4 ± 1 °C for 21 days. Based on these results, the research continued with F1, F2, F3, and F4, where their proximate composition, polyphenol bioaccessibility, ABTS antioxidant activity, SEM, color, texture profile, microbiological analysis, and sensory evaluation were carried out. Finally, the assessment of physicochemical stability under freezing at -18 ± 1 °C for 120 days was conducted. Analysis of variance (ANOVA) was performed for F-test, and means comparison was done by Tukey's test at a 5% significance level. It was observed that the age and education of the participants showed a positive correlation with knowledge and interest in UFPs. Roselle leaves showed no toxicity, being a source of carbohydrates, proteins, and polyphenols, with antioxidant activity against the ABTS radical. The addition of Roselle led to an increase in ash and polyphenol content, making the samples less red compared to F1 but did not interfere with the food matrix, as observed in micrographs and hardness, gumminess, and chewiness parameters. In vitro digestion improved polyphenol bioaccessibility and antioxidant activity against the ABTS radical in the samples. Sensory-wise, the formulations showed overall acceptance between indifferent and liked. The addition of Roselle was associated with the terms "brownish-green color" and "residual flavor." The formulations remained stable under refrigeration and freezing, with F3 obtaining the best results under refrigeration and comparing favorably to F2 for 90 days of frozen storage in relation to lipid oxidation. The results are promising regarding consumer interest in incorporating UFPs into their diet, the sensory acceptance of formulations, and the effect on lipid oxidation control.

Keywords: antioxidant; UFP; meat products.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 –	Classificação dos produtos cárneos	28
Figura 1 –	Esquema geral do mecanismo de oxidação lipídica	29
Quadro 2 –	Ingredientes obrigatórios e opcionais na fabricação de hambúrguer	31
Figura 2 –	Flor da vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	33
Figura 3 –	Folhas da vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	35
Figura 4 –	PANCs conhecidas ou consumidas previamente pelos participantes	42
Figura 5 –	Amostra de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) catalogada	53
Figura 6 –	Folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) desidratadas e em pó	54
Figura 7 –	Atividade locomotora de zebrafish adulto (<i>Danio rerio</i>) em teste de campo aberto de extratos das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	56
Figura 8 –	Fluxograma de processamento de hambúrguer bovino	63
Figura 9 –	Fotomicrografias das formulações de hambúrguer bovino	74
Figura 10 –	Execução da análise de perfil de textura de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	77
Figura 11 –	Faixa-etária de julgadores participantes da análise sensorial de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	80
Figura 12 –	Tipo de carne preferida entre os julgadores para o consumo de hambúrguer	81
Figura 13 –	Frequência de consumo de hambúrguer entre os julgadores	82
Figura 14 –	Descritores sensoriais obtidos pela análise Check All That Apply (CATA) e tratamentos	87
Figura 15 –	Análise da componente principal (ACP) de hambúrguer bovino adicionado com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó e o produto ideal	88
Figura 16 –	Descritores sensoriais obtidos pela análise Rate All That Apply (RATA) e tratamentos	90
Figura 17 –	Fluxograma de processamento de hambúrguer bovino	96

Figura 18 –	Potencial hidrogeniônico (pH) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias	103
Figura 19 –	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), mg de MDA/Kg, em hambúrguer com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias	105
Figura 20 –	Coordenada de luminosidade (L^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias	107
Figura 21 –	Coordenada de cor (a^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias	109
Figura 22 –	Coordenada de cor (b^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias	110
Figura 23 –	Potencial hidrogeniônico (pH) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado (-18 ± 1 °C) por 120 dias	112
Figura 24 –	Atividade de água (A_w) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado (-18 ± 1 °C) por 120 dias	114
Figura 25 –	Índice de peróxido (mEq/Kg) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado (-18 ± 1 °C) por 120 dias	116
Figura 26 –	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS - mg de MDA/Kg) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado (-18 ± 1 °C) por 120 dias	118
Figura 27 –	Coordenada de luminosidade (L^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado (-18 ± 1 °C) por 120 dias	

Figura 28 –	Coordenada de cor (a*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	121
Figura 29 –	Coordenada de cor (b*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	123
Figura 30 –	Perda de água por cocção (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	125
Figura 31 –	Taxa de encolhimento (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	127
Figura 32 –	Rendimento (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Associação entre o conhecimento e o consumo prévio de PANCs com fatores socioeconômicos	40
Tabela 2 –	Associação entre o conhecimento e o consumo prévio de PANCs com o interesse em consumir PANCs	42
Tabela 3 –	Avaliação de preparações elaboradas com PANCs	43
Tabela 4 –	Composição centesimal e valor calórico das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	57
Tabela 5 –	Polifenóis extraíveis totais, atividade antioxidante, acidez titulável e pH das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	58
Tabela 6 –	Formulações de hambúrguer bovino	62
Tabela 7 –	Formulações de hambúrguer bovino	68
Tabela 8 –	Composição centesimal (g/100g de amostra) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	70
Tabela 9 –	Polifenóis extraíveis totais - PET (mg de GAE/100g de amostra) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	71
Tabela 10 –	Atividade antioxidante total pelo método ABTS•+ (μ M Trolox/g de amostra) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	73
Tabela 11 –	Coordenadas de luminosidade (L^*) e cor (a^* , b^*) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	75
Tabela 12 –	Perfil de textura de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	77
Tabela 13 –	Análises microbiológicas de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	79
Tabela 14 –	Aceitação sensorial de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	83
Tabela 15 –	Intenção de consumo de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	84

Tabela 16 –	Resultado do Check All That Apply (CATA) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, utilizando o teste Cochran Q para comparação entre amostras	85
Tabela 17 –	Média das intensidades dos termos da análise Rate All That Apply (RATA) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó	89
Tabela 18 –	Formulações de hambúrguer bovino	95
Tabela 19 –	Potencial hidrogeniônico (pH) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4±1 °C) por 21 dias	102
Tabela 20 –	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), mg de MDA/Kg, em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4±1 °C) por 21 dias	104
Tabela 21 –	Coordenada de luminosidade (L*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4±1 °C) por 21 dias	106
Tabela 22 –	Coordenada de cor (a*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4±1 °C) por 21 dias	108
Tabela 23 –	Coordenada de cor (b*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4±1 °C) por 21 dias	110
Tabela 24 –	Potencial hidrogeniônico (pH) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado (-18 ± 1°C) por 120 dias	111
Tabela 25 –	Atividade de água (Aw) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado (-18 ± 1°C) por 120 dias	113
Tabela 26 –	Índice de peróxido (mEq/Kg) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado (-18 ± 1°C) por 120 dias	115

Tabela 27 –	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS - mg de MDA/Kg) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	117
Tabela 28 –	Coordenada de luminosidade (L^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	119
Tabela 29 –	Coordenada de cor (a^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	121
Tabela 30 –	Coordenada de cor (b^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	122
Tabela 31 –	Perda de água por cocção (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	124
Tabela 32 –	Taxa de encolhimento (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	126
Tabela 33 –	Rendimento (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 120 dias	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACC	American Association for Clinical Chemistry
AAT	Atividade antioxidante total
ABIA	Associação Brasileira da Indústria de Alimentos
ABTS	2,2-AZINO-BIS(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonicacid)
ACP	Análise de componentes principais
ANCOVA	Análise covariância
ANOVA	Análise de variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
Aw	Atividade de água
BHT	Butilhidroxitolueno
CATA	Check All That Apply
CEP	Comitê de ética em pesquisa
CHO	Carboidrato
CL	Cruzamento de linhas
Cm	Centímetro
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
G	Gramma
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Kg	Quilograma
LEC	Laboratório educacional de ciências
LIP	Lipídio
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
MDA	Malonaldeído
mEq	Miliequivalente
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
mg	Miligrama
ml	Mililitro
mm	Milímetro
N	Newton
nm	Nanômetro
PANC	Planta alimentícia não convencional

PET	Polifenóis extraíveis totais
pH	Potencial hidrogeniônico
POF	Pesquisa de orçamentos familiares
Ppm	Partes por milhão
PTN	Proteína
PVC	Policloreto de vinila
RATA	Rate All That Apply
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem
Animal	
rpm	Rotações por minuto
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
ssp	Espécies
TALE	Termo de assentimento livre e esclarecido
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
TCA	Ácido tricloroacético
TCD	Diferença total de cor
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TPA	Perfil de textura
UFC/g	Unidade formadora de colônia / grama
μL	Microlitro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	OBJETIVOS	25
2.1	Objetivo geral	25
2.2	Objetivos específicos	25
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
3.1	Produtos cárneos	26
3.1.1	<i>Consumo de produtos cárneos</i>	26
3.1.2	<i>Processamento de produtos cárneos e reações oxidativas</i>	27
3.1.3	<i>Hambúguer: características tecnológicas e nutricionais</i>	30
3.2	Plantas alimentícias não convencionais (PANCs)	32
3.2.1	<i>Características gerais das PANCs</i>	32
3.2.2	<i>Vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)</i>	33
4	CONHECIMENTO E PERCEPÇÃO SENSORIAL DE CONSUMIDORES SOBRE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO-CONVENCIONAIS	36
4.1	Introdução	36
4.2	Material e métodos	38
4.2.1	<i>Tipo de estudo</i>	38
4.2.2	<i>População e amostra</i>	38
4.2.3	<i>Coleta de dados</i>	38
4.2.4	<i>Tabulação e análise dos dados</i>	39
4.2.5	<i>Aspectos éticos</i>	39
4.3	<i>Resultados e discussão</i>	39
4.4	<i>Conclusão</i>	44
5	OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS FOLHAS DE VINAGREIRA (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) EM PÓ	45
5.1	Introdução	45
5.2	Material e métodos	46
5.2.1	<i>Coleta do material vegetal</i>	46
5.2.2	<i>Identificação e catalogação botânica do material vegetal</i>	46
5.2.3	<i>Obtenção das folhas de vinagreira (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) em pó</i>	47

5.2.4	<i>Análise toxicológica dos extratos aquosos das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	47
5.2.5	<i>Composição centesimal das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	49
5.2.6	<i>Determinação de polifenóis extraíveis totais - PET das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	50
5.2.7	<i>Determinação da atividade antioxidante total - AAT das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	50
5.2.8	<i>Acidez titulável das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	51
5.2.9	<i>Potencial hidrogeniônico - pH das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	51
5.2.10	<i>Aspectos éticos</i>	51
5.2.11	<i>Análise estatística</i>	51
5.3	Resultados e discussão	52
5.3.1	<i>Identificação e catalogação botânica do material vegetal</i>	52
5.3.2	<i>Rendimento das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	54
5.3.3	<i>Análise toxicológica das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	55
5.3.4	<i>Composição centesimal das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	57
5.3.5	<i>Determinação de polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante total (AAT), acidez titulável e pH das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó</i>	58
5.4	Conclusão	59
6	ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE HAMBÚRGUER BOVINO COM E SEM ADIÇÃO DAS FOLHAS DE VINAGREIRA (Hibiscus sabdariffa L.) EM PÓ	60
6.1	Introdução	60
6.2	Material e métodos	62
6.2.1	<i>Material</i>	62
6.2.2	<i>Formulação do hambúrguer bovino</i>	62
6.2.3	<i>Métodos para caracterização das formulações de hambúrguer bovino</i>	64
6.2.3.1	<i>Composição centesimal</i>	64
6.2.3.2	<i>Determinação de polifenóis extraíveis totais (PET)</i>	64

6.2.3.3	<i>Determinação da atividade antioxidante total (AAT)</i>	65
6.2.3.4	<i>Bioacessibilidade</i>	65
6.2.3.5	<i>Microscopia eletrônica de varredura (MEV)</i>	66
6.2.3.6	<i>Determinação de cor</i>	66
6.2.3.7	<i>Perfil de textura</i>	66
6.2.3.8	<i>Análises microbiológicas</i>	67
6.2.3.9	<i>Análise sensorial</i>	67
6.2.3.10	<i>Análise estatística</i>	69
6.3	Resultados e discussão	69
6.3.1	<i>Composição centesimal</i>	69
6.3.2	<i>Bioacessibilidade</i>	71
6.3.3	<i>Microscopia eletrônica de varredura (MEV)</i>	74
6.3.4	<i>Determinação de cor</i>	75
6.3.5	<i>Perfil de textura</i>	76
6.3.6	<i>Análises microbiológicas</i>	79
6.3.7	<i>Análise sensorial</i>	80
6.4	Conclusão	91
7	ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE HAMBÚRGUER BOVINO COM E SEM ADIÇÃO DAS FOLHAS DE VINAGREIRA (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) EM PÓ SOB REFRIGERAÇÃO (4 ± 1 °C POR 21 DIAS) E CONGELAMENTO (-18 ± 2°C POR 120 DIAS)	93
7.1	Introdução	93
7.2	Material e métodos	94
7.2.1	Material	94
7.2.2	<i>Formulação do hambúrguer bovino</i>	94
7.2.3	<i>Métodos para análise de estabilidade sob refrigeração</i>	96
7.2.4	<i>Métodos para análise de estabilidade sob congelamento</i>	97
7.2.4.1	<i>Potencial hidrogeniônico (pH)</i>	97
7.2.4.2	<i>Atividade de água (Aw)</i>	98
7.2.4.3	<i>Índice de peróxido</i>	98
7.2.4.4	<i>Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)</i>	99
7.2.4.5	<i>Determinação de cor</i>	99
7.2.4.6	<i>Perda de água por cocção</i>	100

7.2.4.7	<i>Taxa de encolhimento</i>	100
7.2.4.8	<i>Rendimento</i>	100
7.2.5	<i>Análise estatística</i>	101
7.3	Resultados e discussão	101
7.3.1	<i>Estabilidade sob refrigeração (4±1 °C por 21 dias)</i>	101
7.3.2	<i>Estabilidade sob congelamento (-18±1 °C por 120 dias)</i>	111
7.4	Conclusão	129
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
	REFERÊNCIAS	132
	APÊNDICE A – IMAGENS DAS PREPARAÇÕES COM PANC’S	148
	APÊNDICE B – IMAGENS DAS FORMULAÇÕES DE HAMBÚRGUER BOVINO	150
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	151
	APÊNDICE D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)	153
	APÊNDICE E – FICHA PARA ANÁLISE SENSORIAL	155
	APÊNDICE F – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA	157
	ANEXO A – COMPROVANTE DE CADASTRO DE ACESSO SISGEN	161
	ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO CEP	162

1 INTRODUÇÃO

A carne *in natura* se caracteriza como um produto de alta perecibilidade tendo em vista sua composição química e elevada atividade de água. Na busca por prolongar a vida útil da carne, desde a antiguidade o ser humano realiza processamentos que vêm gerando uma variedade de produtos. Atualmente, são considerados produtos cárneos “aqueles obtidos de carnes, de miúdos e de partes comestíveis das diferentes espécies animais, com as propriedades originais das matérias-primas modificadas por meio de tratamento físico, químico ou biológico”, podendo-se ocasionalmente fazer uso de condimentos, especiarias, aditivos autorizados e diversos ingredientes de origem animal ou vegetal (Brasil, 2017, p. 57).

As diversas reações que ocorrem nos alimentos tendem a atuar como precursores das alterações relacionadas à degradação. Nos produtos cárneos essas alterações estão normalmente relacionadas a processos oxidativos, que podem ser de origem lipídica ou proteica. Fatores intrínsecos como o elevado teor lipídico, naturalmente presente nesses produtos, e fatores extrínsecos como calor, exposição à luz e a agentes pró-oxidantes, podem atuar como agentes limitantes da vida útil, tanto da carne *in natura* quanto dos produtos processados advindos desta matéria-prima (Rosa *et al.*, 2013; Tatiyaborworntham *et al.*, 2022; Warriss, 2010).

Os processos de oxidação influenciam negativamente os atributos sensoriais, como cor, aroma e sabor dos produtos cárneos, que se apresentam susceptíveis a tais processos. As reações oxidativas atuam de modo a degradar e gerar compostos que atribuem características indesejáveis aos derivados e produtos cárneos (Leão *et al.*, 2017). A oxidação é uma causa não microbiana bem conhecida da perda de qualidade na carne e de produtos cárneos. O estresse oxidativo ocorre devido à geração exacerbada de radicais livres, espécies reativas de oxigênio (ROS) e espécies reativas de nitrogênio (RNS), que desencadeiam o estresse oxidativo e/ou nitrosativo e danos às macromoléculas, incluindo as frações lipídica e proteica (Falowo; Fayemi; Muchenje, 2014).

Os antioxidantes são usados para minimizar as mudanças oxidativas em carnes e produtos cárneos. Embora os antioxidantes sintéticos tenham seu uso disseminado na indústria alimentícia, nos últimos anos, a demanda por antioxidantes naturais foi aumentada principalmente devido a busca dos consumidores por alimentos que possam agregar benefícios à saúde. Assim, a maioria das investigações recentes foi direcionada para a identificação de antioxidantes naturais de várias fontes vegetais, podendo-se considerar como uma opção sustentável para preservar a qualidade da carne e seus derivados (Shah; Bosco; Mir, 2014).

Dentre a biodiversidade da flora brasileira, vêm ganhando destaque as plantas alimentícias não convencionais (PANCs) que apresentam diversas características nutricionais, muitas vezes ainda inexploradas. Identificou-se neste grupo de plantas, moléculas bioativas como carotenoides, ácido ascórbico e compostos fenólicos, que propiciam a existência de características antioxidantes, que podem ser exploradas pela indústria alimentícia e em prol da saúde humana (IQBAL *et al.*, 2022; Paschoal; Souza, 2015).

A vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) é uma PANC que tem sido amplamente aplicada nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica em todo o mundo (Huang *et al.*, 2022), podendo ser uma opção na busca por alternativas que possam atuar na inibição ou retardamento de processos deteriorantes que acometem os produtos cárneos, ocasionando alterações sensoriais e nutricionais. O uso das PANCs se mostra como opção promissora de produtos naturais que podem ser inseridos na indústria alimentícia, em especial no processamento de produtos cárneos, possibilitando a oferta de produtos que explorem um nicho de mercado voltado para o consumo de alimentos com redução de componentes artificiais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver hambúrguer bovino adicionado das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó e avaliar sua vida útil durante armazenamento sob refrigeração a 4 ± 1 °C por 21 dias e congelamento a -18 ± 1 °C por 120 dias.

2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos espera-se:

- a) avaliar o conhecimento de consumidores sobre a existência e o consumo de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), assim como a percepção sensorial de imagens de pratos elaborados com estes vegetais;
- b) obter e caracterizar as folhas da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó quanto a características toxicológicas, composição centesimal, teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante;
- c) desenvolver formulações de hambúrguer bovino com diferentes percentuais de adição de vinagreira e caracterizá-las quanto a características físico-químicas, morfológicas, microbiológicas e sensoriais;
- d) analisar a estabilidade físico-química das formulações de hambúrguer bovino durante armazenamento sob refrigeração a 4 ± 1 °C por 21 dias e congelamento a -18 ± 1 °C por 120 dias.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Produtos cárneos

3.1.1 Consumo de produtos cárneos

O Brasil é o maior exportador global de carne bovina e deve fechar o ano de 2023 exportando mais que o dobro que a Índia (2º lugar). Conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a exportação de carne bovina pelo Brasil deve ultrapassar 2,9 milhões de toneladas (equiv. carcaça) até o final do ano de 2023, mantendo-se neste patamar no ano de 2024. Além disso, após uma série histórica (desde 2019) de redução na disponibilidade interna de carne bovina, a projeção atual é que 2023 finalize com uma disponibilidade interna de carne bovina em torno de 6,4 milhões de toneladas (equiv. carcaça), o que poderá influenciar positivamente no consumo da proteína bovina (Conab, 2023).

A Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) registrou que, no Brasil, a indústria brasileira de alimentos apresentou números positivos no primeiro quadrimestre de 2022, em que houve crescimento de 4,4% nas vendas reais e de 1,8% na produção física em relação ao mesmo período do ano anterior. O faturamento (somando-se exportações e vendas para o mercado interno) chegou a R\$ 261,3 bilhões no primeiro quadrimestre de 2022, o que representa um incremento de 16,0% em relação ao mesmo período de 2021. O destaque neste faturamento deve ser dado às proteínas animais, que apresentaram aumento 36,6% em seu faturamento, o que resultou em um incremento de US\$ 7,7 bilhões de dólares em vendas (ABIA, 2022a).

De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2017-2018, o Nordeste é a segunda região do Brasil com maior consumo de carnes, vísceras e pescado (22,3%), estando o comércio de carne bovina também ligado ao consumo de produtos cárneos, particularmente de produtos congelados, tendo em vista o aumento no número de consumidores que buscam por conveniência e praticidade na hora de realizar suas refeições. Seja no ambiente doméstico ou fora de casa, os alimentos de fácil preparo crescem seu nicho de consumidores (IBGE, 2019; Sebrae, 2019).

Diversos são os produtos cárneos disponíveis nos supermercados que demandam pouco tempo de preparo, encontrando-se opções como linguiças, salsichas, mortadelas, almôndegas, salames e hambúrgueres. Dentre os produtos citados, o hambúrguer ganhou

destaque na mesa dos consumidores em função não só de sua praticidade, como também por ser nutritivo e propiciar saciedade (Oliveira *et al.*, 2013).

É visível no setor de alimentação e bebidas o espaço conquistado pelas redes de *fast food*, que em sua grande parte têm o sanduíche como principal produto a ser comercializado. Paralelo à expansão dessas redes, vem-se observando o crescimento de hamburguerias que comercializam hambúrgueres com características artesanais e/ou *gourmet*, indo ao encontro ao surgimento de novas demandas e conquistando a adesão de um comensal cada vez mais exigente em suas escolhas alimentares (Exame, 2017).

Ao pesquisar as tendências de consumo em hamburguerias brasileiras, a ABIA, identificou formas diversas de como as proteínas são apresentadas nos lanches. Predominantemente, o formato de hambúrguer prevalece na preferência dos consumidores, seguido de proteínas fatiadas e desfiadas para carnes bovinas e suínas. Entre os tipos de proteínas escolhidos, a carne bovina se destaca com mais de 83,0% de preferências, seguida de frango (11,9%), carne suína (4,6%) e peixe (0,2%) (ABIA, 2022b).

Outra realidade observada no mercado é que os consumidores têm buscado pelo aspecto de saudabilidade na hora de suas escolhas alimentares, surgindo com isso a demanda pela elaboração de versões mais saudáveis de produtos como os provenientes de matriz cárnea. A troca de conservantes e aditivos sintéticos, por alternativas naturais no processamento de produtos cárneos, tem propulsionado a exploração de diversas espécies vegetais que além de conferir sabor, possam atuar como antioxidantes e inibidores de crescimento microbiano (Teixeira *et al.*, 2013).

3.1.2 Processamento de produtos cárneos e reações oxidativas

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (2017) em seu artigo 283, define produtos cárneos como sendo:

aqueles obtidos de carnes, de miúdos e de partes comestíveis das diferentes espécies animais, com as propriedades originais das matérias-primas modificadas por meio de tratamento físico, químico ou biológico, ou ainda pela combinação destes métodos em processos que podem envolver a adição de ingredientes, aditivos ou coadjuvantes de tecnologia (Brasil, 2017, p. 57).

Similarmente à definição do RIISPOA, Ordoñez (2005), considera que os produtos e derivados cárneos são produtos alimentícios que são produzidos total ou parcialmente com carnes, miúdos ou gorduras, assim como subprodutos comestíveis provenientes dos animais de

abate ou outras espécies, podendo-se fazer uso de diversos ingredientes, condimentos, especiarias e aditivos autorizados.

Os produtos cárneos podem ser classificados em dois grandes grupos: os cominuídos, que são formados por pequenas porções ou cubos, provenientes da subdivisão da carne *in natura*; e os inteiros, que fazem uso de cortes completos e intactos de carne, sendo geralmente desossados e passando ou não por processos de cura, condimentação, tratamento térmico e defumação, sendo moldados ou formados (Dutra; Silva, 2013).

Além da classificação citada, podemos classificar os produtos cárneos em: produtos cárneos frescos, produtos crus condimentados, produtos tratados pelo calor, produtos crus curados e produtos cárneos salgados, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos produtos cárneos.

CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Produtos cárneos frescos	São aqueles elaborados à base de carnes com ou sem gordura, picadas, acrescidas ou não de condimentos, especiarias e aditivos e que não são submetidos a tratamentos de dessecação, cozimento ou salga. Podem ser embutidos ou não.
Produtos crus condimentados	São produtos cárneos elaborados com peças de carne inteira ou pedaços identificáveis submetidos à ação de sal, especiarias e condimentos que lhes conferem aspecto e sabor característicos, recoberto ou não de páprica, não sendo submetidos a tratamento térmico.
Produtos tratados pelo calor	Trata-se de produtos elaborados à base de carne e/ou miúdos comestíveis acrescidos ou não de especiarias e condimentos e submetidos à ação do calor, alcançando em seu interior, temperatura suficiente para conseguir a coagulação total das proteínas cárneas.
Produtos crus curados	São produtos elaborados com carnes e gorduras cortadas e picadas com ou sem miúdos, aos quais incorporam-se especiarias, aditivos e condimentos autorizados, submetendo-os a um processo de maturação (secagem) e, opcionalmente, defumação.
Produtos cárneos salgados	Consideram-se produtos salgados as carnes e produtos de retalhação submetidos à ação do sal comum e dos demais ingredientes da salga, em forma sólida ou em salmoura, a fim de garantir sua conservação para o consumo. Esses produtos podem ser temperados, secos ou defumados.

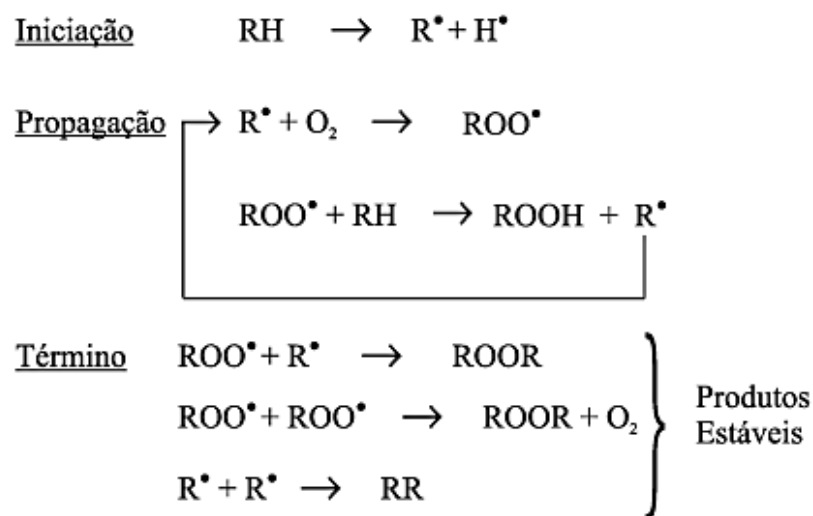
Fonte: Ordoñez (2005).

Durante o armazenamento, os produtos cárneos podem sofrer alterações químicas, favorecidas por sua composição nutricional, tendo-se como exemplo a oxidação lipídica, que pode ser facilitada pelo fato das carnes utilizadas na fabricação de produtos cárneos, em grande parte, se encontrarem moídas ou fatiadas, o que favorece a exposição de moléculas e o desencadeamento de reações (Valle, 2015).

A formação de compostos de odor e sabor desagradáveis decorrentes da oxidação de lipídios nos alimentos, é um problema enfrentado pela indústria de alimentos, podendo ocorrer em função dos processos de auto oxidação, fotoxidação, termoxidação e oxidação enzimática, sendo o oxigênio a causa principal da iniciação do processo oxidativo (Oetterer, 2006).

A oxidação lipídica ocorre como resultado de reações em cadeia que ocorrem em três fases simultâneas: iniciação, propagação e terminação (Figura 1). Os produtos resultantes dependem dos substratos, que são geralmente ácidos graxos insaturados. As duas primeiras fases levam à formação de radicais, que são rapidamente transformados em compostos não radicais, como dienos conjugados e hidroperóxidos, que são considerados produtos primários da oxidação lipídica. Esses compostos se decompõem ainda mais e dão origem a compostos carbonílicos, cetonas, álcoois e aldeídos, que são considerados produtos secundários da oxidação lipídica (Guyon; Meynier; Lamballerie, 2016).

Figura 1 - Esquema geral do mecanismo de oxidação lipídica.



onde: RH - Ácido graxo insaturado; R^{\bullet} - Radical livre;
 ROO^{\bullet} - Radical peróxido e ROOH - Hidroperóxido

A carne é suscetível às reações oxidativas em função de ser uma matéria-prima que apresenta altas concentrações de lipídios insaturados, pigmentos heme, catalisadores e outros diferentes tipos de agentes oxidativos presentes no tecido muscular. Em geral a carne e/ou produto cárneo deteriorado por oxidação, apresenta mudanças na coloração, sabor, formação de compostos tóxicos, menor vida útil, perda de nutrientes e água (Contini *et al.*, 2014).

Já a oxidação de proteínas vem sendo identificada como uma consequência dos produtos formados pela oxidação lipídica, sendo descrita como a modificação covalente de uma proteína, induzida por espécies reativas de oxigênio ou reação com subprodutos secundários do estresse oxidativo, que pode ocorrer por meio de uma reação em cadeia de radicais livres (Leão *et al.*, 2017).

3.1.3 Hambúrguer: características tecnológicas e nutricionais

O hambúrguer pode ser classificado como um produto cru, cozido, congelado ou resfriado, devendo ser designado de hambúrguer, seguido da indicação do nome da espécie animal de origem da carne e das demais expressões que couberem (Brasil, 2022b). Para os fins de regulamentação, o RIISPOA define o hambúrguer como um “produto cárneo obtido de carne moída das diferentes espécies animais, com adição ou não de ingredientes, moldado na forma de disco ou na forma oval e submetido a processo tecnológico específico” (Brasil, 2017, p. 58).

Na busca por padronizar os hambúrgueres comercializados no Brasil e garantir um mínimo de qualidade aos consumidores, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hamburguer (Brasil, 2022b), define uma gama de ingredientes obrigatórios e opcionais, que podem ser utilizados pela indústria alimentícia (Quadro 2). O referido regulamento também limita a adição de 4% de proteína não cárnica na forma agregada (Brasil, 2022b).

Quadro 2 - Ingredientes obrigatórios e opcionais na fabricação de hambúrguer.

INGREDIENTES OBRIGATÓRIOS	INGREDIENTES OPCIONAIS
Carne obtida das massas musculares esqueléticas das espécies utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> - Aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia previstos em legislação específica do órgão regulador da saúde e autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; - Água; - Condimentos, aromas e especiarias. - Gordura animal; - Gordura vegetal; - Maltodextrina; - Mono e dissacarídeos; - Proteínas de origem animal; - Proteínas de origem vegetal; - Sal (cloreto de sódio); e - Sais hipossódicos.

Fonte: Brasil (2022b).

Analisando-se os hábitos alimentares da população brasileira, é possível identificar que o hambúrguer de carne bovina está presente no cotidiano alimentar de uma grande parcela da população, devido às suas características sensoriais e por ser um produto de fácil preparo, se destacando dentro da cadeia de *fast food*. Em geral, as formulações de hambúrguer apresentam proteínas de alto valor biológico, elevado teor de lipídios, vitaminas e minerais (Melo; Clerici, 2013).

A legislação define os requisitos físico-químicos de hambúrguer, que devem apresentar as seguintes características: gordura (máxima) 25,0%, proteína (mínima) 15,0%, carboidratos totais 3,0% (máxima), quantidade máxima de 20% de colágeno em relação à proteína total, para hambúrguer de carnes bovinas e suínas. O aspecto sensorial engloba aroma, textura, cor e sabor, que devem ser característicos (Brasil, 2022b).

3.2 Plantas alimentícias não convencionais (PANCs)

3.2.1 Características gerais das PANCs

O Brasil se caracteriza como um país com vasta biodiversidade em sua flora, fauna e recursos naturais e neste contexto vem ganhando destaque as plantas alimentícias não convencionais (PANCs), que se caracterizam como “espécies comestíveis, nativas, exóticas, espontâneas, silvestres ou cultivadas que não fazem parte da cadeia produtiva e da alimentação habitual atual” (Paschoal; Souza, 2015, p. 303).

As PANCs são geralmente vistas como pragas ou ervas daninhas, contudo apresentam significativo valor nutricional, sendo adaptáveis a diversos solos. Podem ser consideradas PANCs as plantas alimentícias não conhecidas pela maioria das pessoas, assim como as partes não usuais de plantas conhecidas. Essas plantas proporcionam a potencialidade de complementar a alimentação das pessoas, diversificando cardápios e nutrientes consumidos (Narciso *et al.*, 2017).

Estas plantas podem ser classificadas de acordo com sua forma de consumo em três grupos: plantas consumidas *in natura*, necessitando apenas de lavagem e higienização antes de serem ingeridas; plantas que podem ser consumidas *in natura* ou cozidas, tornando-se mais saborosas quando submetidas a cocção; plantas que devem ser consumidas cozidas, sendo submetidas obrigatoriamente a processo de cocção (Reiter; Nascimento, 2017).

No tocante às características nutricionais das PANCs, têm-se demonstrado que estas podem ser boas fontes proteicas, de fibras, vitaminas, minerais, carotenoides e compostos fenólicos (Zem *et al.*, 2017). Relata-se a existência de fatores antinutricionais como oxalato de cálcio, nitritos, nitratos e taninos, em algumas espécies, no entanto, o processo de cocção é capaz de remover grande parte desses compostos, possibilitando seu consumo moderado. As PANCs também são tidas como espécies promissoras na tecnologia de alimentos, podendo ser utilizadas na criação de novos produtos ou como coadjuvantes tecnológicos, atendendo a demanda de mercado por alimentos mais saudáveis, funcionais e nutracêuticos (Biondo *et al.*, 2018).

Atualmente já são identificadas diversas PANCs, existindo uma variedade de frutas, hortaliças, raízes, tubérculos, cereais, ervas e condimentos. Dentre as PANCs usadas como hortaliças é possível citar a azedinha, a beldroega, a bortalha, a capuchinha, a ora-pro-nobis, a vinagreira entre outras (Paschoal; Souza, 2015).

3.2.2 Vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.)

A vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), pertence à família Malvaceae e apresenta origem controversa, sendo citada como originária da África ou Ásia, levada posteriormente aos países da América Central e do Sul. A espécie apresenta diversas sinonímias como, por exemplo, rosela, azedinha, azeda-da-guiné, pampulha, papoula, quiabo-de-angola e quiabo-róseo (Poltronieri *et al.*, 2012). No Brasil existem basicamente dois tipos de vinagreira: as de folhagem verde e as de folhagem avermelhada (Figura 2), que se caracterizam por serem adaptadas a regiões tropicais e subtropicais, ocorrendo em até 900 m de altitude, em regiões com distribuição de chuvas entre 800 e 1600 mm/ano e temperaturas variando de 18° a 35°C (Brasil, 2010; Poltronieri *et al.*, 2012).

Figura 2 – Flor da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.).



Fonte: elaborada pela autora (2022).

Se caracteriza como uma erva anual, subarborescente de base lenhosa, crescendo até 2-2,5 m de altura. As folhas possuem entre 8 e 15 cm de comprimento, dispostas alternadamente nas hastes vermelhas lisas e cilíndricas. As flores são terminais e apresentam de 8 a 10 cm de

diâmetro, podendo ser branco ou amarelo pálido com uma mancha vermelha escura na base de cada pétala, com um cálice carnosos robusto na base. Demora cerca de seis meses para amadurecer, indicando-se seu cultivo no início da estação chuvosa em meados de abril (Riaz; Chopra, 2018).

A vinagreira é uma das espécies consideradas como subutilizadas no Brasil, se caracterizando como uma PANC com grande potencial de produção, uma vez que as diferentes partes da planta têm várias utilidades, como culinária, medicinal e ornamental. A planta é rica em vitaminas A e B1 e em ácidos cítrico, málico e tartárico, sendo os cálices a parte mais consumida da planta (Amaro *et al.*, 2013).

As folhas (Figura 3), uma das partes comestíveis da vinagreira, podem ser utilizadas para fazer chá, molho, ensopado, salada, entre outras preparações. Estas podem ser uma boa fonte de vitamina A, vitamina C, ferro, riboflavina, ácido ascórbico, niacina, cálcio, magnésio e antioxidantes. Na literatura é possível identificar estudos com a vinagreira que relatam seu uso terapêutico popular em uma variedade de doenças, como abscessos, doenças biliares, câncer, tosse, fraqueza física, doenças estomacais, doenças do trato urinário, febre, doenças cardíacas, hipertensão, neurose e escorbuto, estando os estudos científicos concentrados em seu potencial no controle da síndrome metabólica, anemia e carcinogênese (Gheller *et al.*, 2017; Kao *et al.*, 2015; Richardson; Arlotta, 2021; Tazoho *et al.*, 2016).

Figura 3 - Folhas da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.).



Fonte: elaborada pela autora (2022).

A vinagreira tem despertado grande interesse nas indústrias farmacêutica e alimentícia, por proporcionar benefícios à saúde, devido principalmente, a presença de compostos bioativos como vitaminas C e E, ácidos fenólicos e flavonoides em sua constituição, sendo relatado uma maior concentração de compostos fenólicos nas folhas quando comparado com o cálice (Costa-Rocha *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2018).

4 CONHECIMENTO E PERCEPÇÃO SENSORIAL DE CONSUMIDORES SOBRE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO-CONVENCIONAIS

4.1 Introdução

As plantas são utilizadas na alimentação humana desde tempos remotos, contribuindo significativamente para a subsistência e segurança alimentar dos indivíduos (Barreira *et al.*, 2015). No entanto, com os avanços tecnológicos e as mudanças nos hábitos alimentares da população, surge a necessidade de buscar o fortalecimento de práticas alimentares sustentáveis e que valorizem o consumo de alimentos *in natura* (Nascimento *et al.*, 2019).

A modernização agrícola e a expansão das monoculturas têm enfraquecido a relação do homem com o cultivo de alimentos, assim como o conhecimento sobre plantas comestíveis, o que resulta em uma perda progressiva de identidade e cultura alimentar (Leal; Alves; Hanazaki, 2018). Mesmo diante de realidades preocupantes, alguns cenários se mostram promissores quanto à popularidade de alimentos silvestres, mostrando o interesse contemporâneo na diversificação alimentar (Menendez-Baceta *et al.*, 2017).

O Brasil é considerado um país com grande biodiversidade vegetal, mas que apresenta inúmeras espécies de sua flora que não são exploradas em seu potencial alimentício, dentre estas se encontram as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) (Queiroz *et al.*, 2015). Em sua denominação, as PANCs podem ser uma ou mais partes de plantas (frutos, folhas, sementes, entre outras) que apresentam potencial alimentício sub ou inexplorado, podendo uma planta alimentícia ser considerada não convencional em uma região e em outra ter seu consumo disseminado entre a população, fazendo parte do hábito alimentar local (Nascimento *et al.*, 2018; Pinela; Carvalho; Ferreira, 2017).

Dentre as PANCs consumidas atualmente podemos citar a azedinha ou vinagreira, beldroega, taioba, bertalha, palma, jatobá, capuchinha, roupa velha, peixinho, ora-pro-nobis, entre outras (Paschoal; Souza, 2015). Estas plantas podem ser consumidas de diferentes formas: *in natura*, necessitando apenas de lavagem e higienização antes de serem ingeridas; *in natura* ou cozidas, tornando-se mais saborosas quando submetidas à cocção e ficando a escolha do comensal como irá ingeri-las; cozidas, sendo submetidas obrigatoriamente a processo de cocção, que possibilita o abrandamento de texturas e a degradação de alguns compostos antinutricionais (Reiter; Nascimento, 2017).

A literatura relata que estas plantas são importantes fontes de nutrientes, como vitaminas, minerais, proteínas e fibras, podendo ser utilizadas no combate de carências nutricionais (Mazon *et al.*, 2020; Menendez-Baceta *et al.*, 2017). Atualmente o consumo de PANCs mostra grande ligação com sua composição nutricional, sendo fonte alimentar não somente de macro e micronutrientes, como também de moléculas antioxidantes, como flavonoides e outros polifenóis, que exercem um papel potencial na eliminação de radicais livres no organismo (Alam *et al.*, 2020).

Torna-se válido ressaltar que o fato de muitas PANCs serem descritas como alimentos funcionais, em função da presença de moléculas fisiologicamente ativas em sua constituição, não se descarta a necessidade de se avaliar a possibilidade da existência de outros compostos potencialmente tóxicos ao ser humano. Dentre os compostos antinutricionais e potencialmente tóxicos presentes em plantas silvestres pode-se citar o ácido oxálico, saponinas, cucurbitacinas, monoterpenos, fenantrenos, entre outros, estando sua concentração condicionada a fatores como idade e parte da planta, características do solo e possíveis processos de cocção que a planta seja submetida antes do consumo (Biondo *et al.*, 2018; Pinela; Carvalho; Ferreira, 2017).

As PANCs fazem parte da identidade culinária de determinados locais, sendo utilizadas como ingredientes em preparações de distintas regiões brasileiras e do mundo. Sua forma de consumo está ligada a parte da planta utilizada, existindo desde o preparo de sucos à cocção de pratos elaborados. Percebe-se que o processo de urbanização das populações pode ter sido um dos fatores que influenciaram negativamente no consumo de plantas silvestres, restringindo sua presença em dietas que têm se tornado cada vez mais monótonas (Mariutti *et al.*, 2021).

Diante do potencial nutricional e gastronômico das PANCs, se observa a necessidade de disseminar o conhecimento sobre estas plantas, buscando-se evitar que tais informações se percam entre as gerações. Mediante o exposto, este trabalho objetivou avaliar o conhecimento de consumidores sobre a existência e o consumo de Plantas Alimentícias Não Convencionais, assim como a percepção sensorial de imagens de pratos elaborados com estes vegetais.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Tipo de estudo

A pesquisa se caracterizou como descritiva, por ter estudado características da população-alvo, buscando-se estabelecer relações entre as variáveis estudadas. Os dados foram obtidos de forma transversal, mediante única coleta de dados, sendo tabulados de forma quantitativa (Gil, 2008).

4.2.2. População e amostra

O público-alvo foi constituído por indivíduos residentes em todo o Brasil, com faixa-etária enquadrada entre maiores de 18 anos a menores de 50 anos, de ambos os sexos. A amostra foi determinada de forma não probabilística, por meio do método bola de neve (Costa, 2018), composta por 652 participantes.

4.2.3 Coleta de dados

Aplicou-se um questionário online do tipo estruturado, construído na ferramenta Google Forms, o recrutamento ocorreu por meio do uso de redes sociais, obtendo-se um total de 657 respostas. Após a eliminação de questionários preenchidos de forma incompleta, permaneceram 652 questionários para análise final de dados. A coleta foi realizada durante o mês de outubro de 2020.

O questionário foi composto por 10 perguntas, referentes a dados socioeconômicos (cidade de residência, faixa etária, gênero, estado civil, escolaridade, renda familiar mensal); conhecimento e consumo de PANCs; interesse no consumo de PANCs. Na parte final do questionário foram apresentadas cinco opções de preparações feitas com PANCs (APÊNDICE A), e o participante deveria dar uma nota utilizando escala hedônica estruturada de cinco pontos, variando de 1 (não gostei) a 5 (gostei bastante), de acordo com sua percepção da imagem avaliada.

4.2.4 Tabulação e análise dos dados

Os dados foram organizados em Planilha on-line do Google Sheets, apresentados em tabelas e gráfico, sendo expressos em frequência absoluta e relativa. A associação entre o conhecimento e o consumo prévio de PANCs com as variáveis socioeconômicas e o interesse em consumi-las, foi verificada por meio do Teste Qui-Quadrado de Pearson, já a comparação das notas atribuídas às preparações feitas com PANCs foi realizada por meio de Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias, ambos utilizando-se o software XLSTAT versão 2020.3.1.17, adotando-se o nível de significância de 5% (p-valor < 0,05).

4.2.5 Aspectos éticos

O estudo foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob parecer nº 4.729.905, atendendo ao disposto na Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que trata de pesquisas envolvendo seres humanos (CNS, 2012).

4.3 Resultados e discussão

Dos 652 participantes da pesquisa, 82,36% (n=537) residiam na região nordeste, 13,04% (n=17) na região sudeste, 2,61% (n=17) na região sul, 1,23% (n=8) na região centro-oeste e 0,77% (n=5) na região norte do Brasil.

Traçando-se um perfil dos voluntários que responderam ao questionário pode-se destacar que 56,44% (n=368) tinham mais de 30 anos; 76,23% (n=497) eram do gênero feminino; 54,60% (n=356) eram solteiros; 69,33% (n=452) tinham ao menos ensino superior completo; 88,04% (n=574) possuíam ao menos dois salários-mínimos como renda familiar mensal; e 50,61% (n=330) tinham algum conhecimento ou haviam consumido PANCs previamente à pesquisa.

Ao analisar a associação entre o conhecimento e o consumo prévio de PANCs com fatores socioeconômicos (Tabela 1), constatou-se associação estatística (p<0,05) com a faixa-etária e a escolaridade dos participantes.

Tabela 1 - Associação entre o conhecimento e o consumo prévio de PANCs com fatores socioeconômicos.

FATORES SOCIOECONÔMICOS	CONHECIMENTO OU CONSUMO PRÉVIO DE PANCs				p-valor
	Sim		Não		
	n	%	n	%	
Faixa-etária					
< 18 anos	1	0,15	4	0,61	0,0001*
18 a 25 anos	91	13,96	97	14,88	
26 a 30 anos	39	5,98	52	7,98	
31 a 35 anos	42	6,44	60	9,20	
36 a 40 anos	50	7,67	39	5,98	
41 a 45 anos	26	3,99	36	5,52	
46 a 50 anos	36	5,52	10	1,53	
> 50 anos	45	6,90	24	3,68	
Gênero					
Feminino	244	37,42	253	38,80	0,256
Masculino	85	13,04	69	10,58	
Não-binário	1	0,15	0	0,00	
Estado Civil					
Casado (a) ou União estável	128	19,63	131	20,09	0,542
Solteiro (a)	179	27,45	177	27,15	
Divorciado (a)	20	3,07	12	1,84	
Viúvo (a)	3	0,46	2	0,31	
Escolaridade					
Ensino Fundamental Completo	0	0,00	3	0,46	0,003*
Ensino Médio Incompleto	2	0,31	6	0,92	
Ensino Médio Completo	15	2,30	26	3,99	
Ensino Superior Incompleto	76	11,66	72	11,04	
Ensino Superior Completo	68	10,43	90	13,80	
Pós-Graduação	169	25,92	125	19,17	
Renda Mensal					
Menos de um (01) salário-mínimo	35	5,37	43	6,60	0,421
De um (01) a menos de quatro (04) salários-mínimos	111	17,02	115	17,64	
De quatro (04) a menos de seis (06) salários-mínimos	55	8,44	58	8,90	
De seis (06) a menos de dez (10) salários-mínimos	51	7,82	36	5,52	
De dez (10) salários-mínimos ou mais	78	11,96	70	10,74	

Fonte: elaborada pela autora (2023). Qui-quadrado: *significativo a $p < 0,05$.

A associação com a faixa-etária mostrou que quanto maior a idade dos participantes maior a proporção de indivíduos que responderam ter algum conhecimento ou consumo prévio de PANCs. Este resultado foi ao encontro ao observado por Barreira e colaboradores (2015) em pesquisa realizada em Viçosa-MG, onde os idosos foram os participantes com maior conhecimento sobre tipos de PANCs, formas de uso, épocas de frutificação e ambiente de propagação.

Pérez-Nicolás e colaboradores (2017) também encontraram relação entre idade e conhecimento popular sobre plantas ao entrevistarem moradores do estado de Oaxaca, no México, relatando que indivíduos com idade mais avançada detinham maior conhecimento sobre tipos de plantas e suas formas de consumo.

Entre os residentes da comunidade rural de Bananal, Rondonópolis-MT, também foi observado um maior conhecimento sobre plantas alimentícias e medicinais entre os participantes mais velhos, sendo sugerido pelos autores que o menor conhecimento por parte dos mais jovens esteja ligado ao desinteresse pelo assunto e pela expansão da tecnologia (Miguéis *et al.*, 2019).

Outra associação observada foi que quanto maior a escolaridade dos participantes, mais respostas positivas foram dadas quanto ao conhecimento e consumo prévio de PANCs. Resultado diferente foi observado entre participantes de uma pesquisa realizada em comunidades rurais da Chapada do Araripe, estado do Ceará, em que o conhecimento sobre plantas alimentícias típicas da região não apresentou relação com o grau de escolaridade dos participantes (Campos *et al.*, 2015).

No estudo de Weckmüller e colaboradores (2019), com comunidades equatorianas, foi observada uma correlação negativa entre o conhecimento de plantas nativas e a escolaridade dos participantes, sendo tal resultado justificado pelo fato dos indivíduos que destinam maior tempo ao ensino formal, reduzem o tempo em que ficam em contato com a população mais velha em atividades rurais ou contemplativas da natureza, momentos comumente destinados ao repasse de conhecimentos populares.

Outra associação estatística ($p < 0,05$) observada foi entre o conhecimento e o consumo prévio de PANCs com o interesse em consumir estas plantas (Tabela 2), verificando-se que participantes que afirmaram conhecer previamente as PANCs apresentaram maior interesse em consumi-las.

Tabela 2 - Associação entre o conhecimento e o consumo prévio de PANCs com o interesse em consumir PANCs.

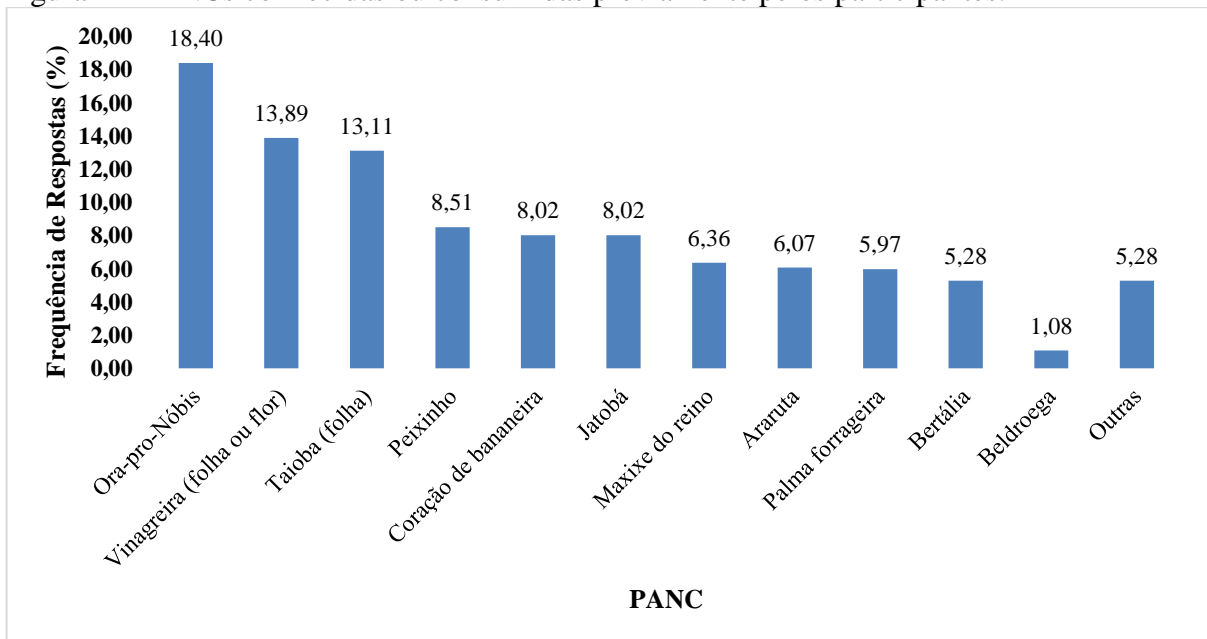
INTERESSE EM CONSUMIR PANCs	CONHECIMENTO OU CONSUMO PRÉVIO DE PANCs				p-valor
	Sim		Não		
	n	%	n	%	
Desinteressado	5	0,77	10	1,53	0,0001*
Indiferente	33	5,06	72	11,04	
Moderadamente Interessado	118	18,10	154	23,62	
Muito Interessado	174	26,69	86	13,19	

Fonte: elaborada pela autora (2023). Qui-quadrado: *significativo a $p < 0,05$.

Em estudo realizado com indivíduos adultos residentes em Pato Branco-PR, observou-se um elevado interesse no consumo de PANCs, sendo este resultado justificado pelo fato dos participantes alegarem acreditar que estas plantas seriam benéficas à saúde e não acreditarem que seu consumo gerasse riscos (Mazon *et al.*, 2020).

Aos participantes que responderam conhecer ou ter consumido alguma PANC previamente, foi perguntado qual ou quais PANCs eles conheciam. Dentre as respostas obtidas foram citadas 47 plantas, sendo a ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) e a vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*) as plantas com mais menções (18,40% / $n=188$ e 13,89% / $n=142$), como mostra a Figura 4.

Figura 4 - PANCs conhecidas ou consumidas previamente pelos participantes.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Diferentemente desta pesquisa, a família de plantas mais citadas em estudo realizado na Chapada do Araripe, Ceará, foi a *Myrtaceae*, com destaque para as espécies araçá verdadeiro (*Psidium guineense* Swart), araçá amarelo (*Psidium* sp.) e cambuí (*Myrciaria* sp.), que foram citadas em todas as comunidades pesquisadas (Campos *et al.*, 2015).

A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) e a vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*) também estiveram entre as plantas mais citadas entre os residentes de Pato Branco-PR, sendo que naquela região o nome popular conhecido para o *Hibiscus sabdariffa* é rosela (Mazon *et al.*, 2020). Já em Viçosa-MG, as PANCs mais citadas entre os participantes da pesquisa de Barreira e colaboradores (2015) foram capiçova (*Erechtites valerianaefolia* L.), serralha do mato (*Sonchus oleraceus* L.) e lobrobô miúdo (*Pereskia aculeata* Mill.).

Na avaliação das imagens (APÊNDICE A) dos pratos elaborados com PANCs (Tabela 3), obteve-se uma boa avaliação para todas as preparações, tendo em vista que em uma escala de 1 a 5, todas as preparações tiveram médias de no mínimo 4,00. As preparações mais bem avaliadas e que apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) das demais foram o biscoito de jatobá ($4,27 \pm 1,00$) e a roupa velha ($4,26 \pm 0,97$).

Tabela 3 – Avaliação de preparações elaboradas com PANCs.

PREPARAÇÃO	AVALIAÇÃO
1 – Salada de Azedinha	$4,04 \pm 1,03^b$
2 – Couscous Marroquino com Folha de Taioba e Suco de Palma Forrageira com Limão	$4,01 \pm 1,09^b$
3 – Peixinho Frito	$4,00 \pm 1,16^b$
4 – Roupa Velha	$4,26 \pm 0,97^a$
5 – Biscoito de Jatobá	$4,27 \pm 1,00^a$

Fonte: elaborada pela autora (2023). Dados expressos em média \pm desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Olhando-se para a ótica de como as PANCs costumam ser consumidas, Bortolotto *et al.* (2015), ao buscarem conhecer como são utilizadas plantas silvestres em comunidades do Pantanal brasileiro, obtiveram que em geral são consumidas suas frutas, sementes, folhas e flores de forma *in natura*, fervidas, assadas, fermentadas, em sucos e chás, na obtenção de farinha, óleo, vinagre, geleia e licor.

Algumas pesquisas têm sido desenvolvidas com o uso de PANCs na elaboração de produtos alimentícios, como pode-se observar no estudo de Mazon *et al.* (2020), que ao elaborarem sorvete com adição de ora-pro-nóbis obtiveram um índice de aceitação sensorial de 74%, obtendo-se na técnica de associação de palavras a categoria “saborosa” como a mais citada. Em uma perspectiva de elaboração de produtos cárneos, no estudo de Ziegler *et al.*

(2020), foram elaborados hambúrgueres com adição de farinha de yacon, moringa e ora-pro-nóbis, obtendo-se aceitação próxima à do hambúrguer convencional.

É importante ressaltar que as PANCs devem ser reconsideradas em toda a sua cadeia de valor, captando seus importantes benefícios socioculturais, de saúde e econômicos para as comunidades indígenas e locais e os agricultores familiares que estão envolvidos na produção e na colheita (Bacchetta *et al.*, 2016).

Leal, Alves e Hanazaki (2018) reforçam a necessidade de se perpetuar o conhecimento existente sobre as PANCs, estimulando a interação entre as pessoas e a natureza, promovendo uma alimentação diversificada e saudável, para que seja possível a criação de mercados consumidores dessas plantas. Os autores também relatam a importância de superar os desafios envolvidos na cadeia produtiva das PANCs de forma que elas cheguem à mesa do consumidor.

4.4 Conclusão

Positivamente observou-se um conhecimento prévio dos participantes sobre a existência das PANCs, em que 47 diferentes plantas foram citadas. Os fatores socioeconômicos faixa-etária e escolaridade apresentaram associação com o conhecimento ou consumo prévio de PANCs, assim como o maior interesse em consumir PANCs esteve associado ao fato de o indivíduo já ter conhecido ou consumido alguma dessas plantas anteriormente.

O cenário descrito, no qual foi observada uma boa avaliação das imagens de preparo apresentadas, mostra-se viável à exploração da diversidade da flora brasileira na alimentação humana, sendo necessário para isso o resgate de conhecimentos retidos por indivíduos mais velhos, populações rurais e povos tradicionais, associado ao desenvolvimento de pesquisas científicas e na disseminação de informações sobre cultivo, processamento e consumo de PANCs.

5 OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS FOLHAS DE VINAGREIRA (*Hibiscus sabdariffa* L.) EM PÓ

5.1 Introdução

A vinagreira, *Hibiscus sabdariffa* L., é um arbusto pertencente à família Malvaceae, cuja origem acredita-se estar ligada à Ásia ou à África Tropical. A planta é geralmente encontrada em regiões como Caribe, América Central, Índia, África, Brasil, Austrália, Flórida, Havai e Filipinas. É conhecida popularmente como roselle ou tawny vermelho em inglês, zobo na Nigéria e vinagreira no Brasil. Naturalmente, é uma planta de cálice vermelho espesso em forma de taça, sendo uma planta de uso versátil utilizada em diferentes aplicações, incluindo alimentos (Agunbiade; Fagbemi; Aderinola, 2022).

O uso culinário da vinagreira é comum em diversos países em que os cálices são usados em saladas de frutas, na preparação de xaropes e molhos, como também no preparo de chás. Suas folhas jovens e caules são consumidos crus em uma salada, cozidos sozinhos ou com carnes/peixe, podendo ser consumidos verdes ou após secagem. Na Índia, as mulheres usam as folhas tenras e o caule para fazer *chutney* (um tipo de molho típico da culinária indiana) durante a estação chuvosa. As sementes são ricas em proteínas e fonte de lipídios, em consequência são utilizadas para a extração de óleo, como também podem ser fervidas e fermentadas para uso em preparações culinárias (Riaz; Chopra, 2018).

No Brasil, a vinagreira é utilizada comumente na culinária do Maranhão no preparo de um prato típico da região, o arroz de cuxá. O Cuxá, nome indígena, de um dos mais conhecidos pratos da culinária maranhense é preparado com camarão salgado (seco), gergelim torrado e pilado, farinha de mandioca e um picadinho de folhas de vinagreira, também conhecida pelos nomes populares de agrião da guiné, azedinha, caruru, groselha-flor, pampola, quiabo azedo e rosela (Rodrigues, 2008; Silva, 2014).

Além do uso culinário, o relato do uso da vinagreira na medicina popular também se faz presente na literatura, com relatos de uso na medicina tradicional indiana, medicina unani e medicina tradicional chinesa. Diferentes partes da planta estão sendo usadas na medicina tradicional para tratar várias doenças, incluindo resfriados, dores de dente, infecções do trato urinário, pedras nos rins e na bexiga. Além disso, é usada como antibacteriano, antifúngico, hipocolesterolêmico, antiespasmódico, diurético, uricosúrico, anti-hipertensivo, antidiabético, e agente cardioprotetor (Laskar; Mazumder, 2020).

O efeito benéfico à saúde do uso da vinagreira está ligado à presença de moléculas bioativas em todas as partes da planta. As moléculas com maior destaque são os polissacarídeos, ácidos orgânicos e flavonoides, que apresentam ação antioxidante no organismo, atuando como sequestradores de radicais livres, moléculas responsáveis por inúmeros danos celulares (Riaz; Chopra, 2018). Mediante os benefícios à saúde, o consumo de alimentos à base de plantas é considerado como uma maneira de ingestão de fitoquímicos naturais com ação antioxidante, assim como uma alternativa para a conservação da qualidade dos alimentos (Huang *et al.*, 2022).

Tendo em vista a perspectiva do uso da vinagreira na elaboração de produtos cárneos, se torna importante preparar a parte da planta que será utilizada na elaboração do produto e conhecer aspectos nutricionais e toxicológicos do espécime utilizado. Com isso, este capítulo teve como objetivo obter e caracterizar as folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó quanto às características toxicológicas, composição centesimal, teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

5.2 Material e métodos

5.2.1 Coleta do material vegetal

As folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) foram coletadas em junho de 2021 no município de Choró-CE (lat: -5.410078; long: -38.240497; WGS84) e transportadas em sacos plásticos transparentes para o Laboratório de Carnes e Pescados, do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEAL), da Universidade Federal do Ceará (UFC), para secagem e obtenção das folhas em pó. Foram coletadas também amostras de plantas que foram levadas para o Herbário Prisco Bezerra (EAC) para identificação e catalogação botânica.

5.2.2 Identificação e catalogação botânica do material vegetal

Para o procedimento de identificação e catalogação botânica foram coletados três ramos da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) contendo folhas, flores e frutos. Os ramos *in natura* foram protegidos por papel madeira e levados ao Laboratório de Carnes e Pescados (DEAL/UFC) para secagem em estufa de secagem e esterilização de ar FANEM, modelo 315 SE, a temperatura de 55 ± 3 °C, por 12 horas (FREITAS *et al.*, 2021).

As amostras secas foram levadas juntamente com a ficha de campo para depósito no Herbário Prisco Bezerra (EAC), localizado na Universidade Federal do Ceará. A amostra utilizada foi cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) sob nº A495B8F (ANEXO A).

5.2.3 Obtenção das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

No Laboratório de Carnes e Pescados (DEAL/UFC) as folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) foram lavadas e higienizadas em solução com água clorada a 200 ppm por 15 minutos antes da secagem em estufa. Após a higienização as folhas foram organizadas em bandejas plásticas, deixando-se em repouso para saída do excesso de água. Em seguida foram transferidas para bandejas de aço inox, sendo levadas para secagem em estufa de secagem e esterilização de ar FANEM, modelo 315 SE, iniciando-se com temperatura de 50°C, com elevação gradativa até atingir $65 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, até peso constante (Gava; Silva; Frias, 2008; Paiva *et al.*, 2021).

Após a secagem, as folhas foram trituradas em liquidificador marca Mondial®, fazendo uso do filtro integrante no próprio equipamento e o pó obtido foi passado em peneira com granulometria de 80 mesh, para padronização do diâmetro dos grânulos. O rendimento do pó foi calculado por meio da equação 1:

$$\% \text{ Rendimento} = (\text{Peso final} / \text{Peso inicial}) * 100$$

(Equação 1)

5.2.4 Análise toxicológica dos extratos aquosos das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

Inicialmente procedeu-se com a obtenção dos extratos aquosos das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó. Foram pesadas 5,0 g das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó em um becker e adicionou-se 50 mL de água destilada (proporção 1:10), deixando-se em agitação constante à temperatura ambiente, por 1 hora. Em seguida filtrou-se a solução em papel filtro e procedeu-se com a diluição para os demais extratos. Do extrato original, com concentração de 10.000 ppm (10 mg/mL), retirou-se duas alíquotas de 2,5 e 10,0 mL e transferiu-se para balões volumétricos de 50 mL, realizando-se

aferição do volume com água destilada e obtendo-se extratos com concentrações de 500 e 2.000 ppm (0,5 e 2 mg/mL).

No laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da UFC, os extratos aquosos das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó foram analisados quanto a toxicidade por meio da utilização de zebrafish (*Danio reio*), como modelo de estudo *in vivo* (Magalhães *et al.*, 2017). Os peixes foram adquiridos por meio da Agroquímica - Comércio de Produtos Veterinários LTDA (Fortaleza-CE), sendo obtidos animais de ambos os sexos com idade entre 60 e 90 dias, com tamanho médio de $3,5 \pm 0,5$ cm e peso médio de $0,4 \pm 0,1$ g.

A aclimação foi realizada em grupos de 50 peixes, por 24 h em aquário de vidro (40 x 20 x 25 cm), contendo água tratada com anticloro (ProtecPlus®) e bombas de ar com filtros submersos, a 25 °C e pH 7.0, com ciclo circadiano de 14:10 h de claro/escuro e ofertando-se ração (Spirulina®) *ad libitum* 24 h antes do experimento.

No dia dos experimentos, os animais foram selecionados randomicamente e divididos em cinco grupos: naive, sem tratamento via oral (v.o.); controle, tratado por via oral com água destilada; grupos 1, 2 e 3, tratados por via oral com extratos das folhas da vinagreira em pó, com 500, 2.000 e 10.000 ppm. O tratamento por via oral foi realizado transferindo-se os peixes individualmente para uma esponja úmida e inoculando-se a água destilada estéril ou os extratos por meio de pipeta automática variável de 20 µL, com ponteiros estéreis (Collymore; Rasmussen; Tolwani, 2013). Após a inoculação, os animais foram acondicionados individualmente em copos de (250 mL) contendo 150 mL de água do aquário para repouso.

O primeiro teste realizado foi o de campo aberto, para avaliar alteração ou não da coordenação motora dos animais, seja por sedação e/ou relaxamento muscular (Ahmad, Richardson, 2013). Inicialmente, os animais (n=8 / grupo) foram tratados via oral com 20 µL de extrato das folhas de vinagreira (500, 2.000 e 10.000 ppm) ou com 20 µL veículo (água destilada estéril). Após 1 hora dos tratamentos, os animais foram adicionados em placas de Petri de vidro (10 x 15 cm), contendo a mesma água do aquário, marcadas com quatro quadrantes e analisada a atividade locomotora através da contagem do número de cruzamento de linhas (CL). O valor de CL do grupo naive foi usado como linha de base (100%) para calcular a porcentagem de atividade locomotora (AL%) individualmente durante 0-5 minutos.

O segundo teste realizado foi o estudo da toxicidade aguda (Huang *et al.*, 2022; OECD; FAO, 2014). Após o teste de campo aberto, os animais pertencentes ao grupo controle e grupos 1, 2 e 3, foram deixados em repouso para analisar a taxa de mortalidade. O grupo controle (água destilada estéril) foi utilizado como padrão. Após 96 horas dos tratamentos, foi

anotado o número de peixes mortos em cada grupo e determinado a concentração letal capaz de matar 50% dos animais (CL50) através do método matemático Trimmed Spearman-Kärber com intervalo de confiança de 95% (Arellano-Aguilar *et al.*, 2015).

Após os experimentos, os animais foram sacrificados por imersão em água gelada (2-4 °C), por 10 minutos, até a perda de movimentos operculares (Concea, 2018).

5.2.5 Composição centesimal das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

As análises de composição centesimal das folhas da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) seguiram as metodologias da AACC (2000) e foram realizadas em triplicata. Para a análise de umidade pesou-se 2 g da amostra e utilizou-se uma estufa de secagem e esterilização da marca FANEM, modelo 315 SE, a 105 ± 3 °C, até peso constante. O teor de cinzas foi obtido pela incineração de 2 g da amostra em forno mufla, marca FORNITEC, a 550°C, calculando-se ao final a diferença de massa antes e depois da carbonização.

A análise de proteínas foi realizada pelo método de micro-Kjeldahl, pesando-se 0,2 g da amostra e seguindo as seguintes etapas: digestão da amostra em bloco digestor SOLAB, modelo SL 25/40, com a mistura digestora (sulfato de cobre e sulfato de potássio) e ácido sulfúrico; destilação em destilador de nitrogênio SOLAB, modelo SL - 74, fazendo-se uso de solução de hidróxido de sódio 50% e recolhendo-se a amônia em erlenmeyer contendo solução de ácido bórico a 2,5% e indicador misto (vermelho de metila + verde de bromocresol); titulação com solução de ácido clorídrico 0,1 M até viragem do indicador. Para o cálculo do teor proteico utilizou-se 5,83 como fator de conversão de nitrogênio em proteína.

A determinação do teor de lipídios foi realizada em extrator de gordura de Soxhlet TECNAL, modelo TE - 044, colocando-se 2,0 g de amostra em cartuchos de papel filtro com algodão e imergindo os cartuchos em hexano a 120 °C, dentro de frascos receptores de gordura. As amostras permaneceram no equipamento por um período de 8 horas, quando foram retiradas recuperou-se o hexano por condensação. O teor de lipídios foi determinado pela diferença de peso dos frascos receptores de gordura antes e depois da extração, após a secagem dos frascos contendo gordura, em estufa a 100°C, até peso constante.

A quantificação de carboidratos foi realizada por diferença conforme a equação 2.

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (\% \text{ Umidade} + \% \text{ Proteínas} + \% \text{ Lipídios} + \% \text{ Cinzas})$$

(Equação 2)

O valor calórico das folhas de vinagreira em pó foi calculado de acordo com a equação 3, fazendo-se uso dos coeficientes calóricos por grama de cada macronutriente (Guimarães; Galisa, 2008).

$$\text{Valor calórico} = [(\text{Carboidratos (g)} * 4 \text{ Kcal}) + (\text{Proteínas (g)} * 4 \text{ Kcal}) + (\text{Lipídios} * 9 \text{ Kcal})]$$

(Equação 3)

5.2.6 Determinação de polifenóis extraíveis totais (PET) das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

Para a obtenção dos extratos pesou-se 2,0 g de amostra, realizando-se uma primeira extração com 20 mL de etanol 50% durante 60 minutos em repouso, em recipiente protegido da luz. Em seguida, o material obtido foi centrifugado em centrífuga BECKMAN, modelo J2-21, a 10.000 rpm, durante 15 min e o sobrenadante foi recuperado. O sobrenadante obtido foi filtrado para um balão volumétrico de 50 mL protegido da luz. Ao resíduo resultante da centrifugação foram adicionados 20 mL de acetona 70%, sendo o sistema deixado em repouso durante 60 minutos e, em seguida, centrifugado a 10.000 rpm, durante 15 min. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão volumétrico de 50 mL, aferindo-o com água destilada (Larrauri; Rupérez; Saura-Calixto, 1997).

A curva padrão utilizada foi a de ácido gálico, com soluções variando de 0 a 50 µg de ácido gálico/mL, adicionadas de soluções de Folin Ciocalteau (1:3), carbonato de sódio (20%) e água destilada, com realização das leituras em espectrofotômetro BIOSPECTRO, modelo SP-22, a 700 nm, após 30 minutos da mistura das soluções. A determinação de PET foi realizada por meio de três repetições e triplicata através de leitura dos extratos obtidos em espectrofotômetro BIOSPECTRO, modelo SP-22, a 700 nm. A partir das absorbâncias determinou-se as concentrações das amostras e os resultados foram expressos em mg ácido gálico equivalente (AGE)/100 g de amostra (Obanda; Owuor; Taylor, 1997).

5.2.7 Determinação da atividade antioxidante total (AAT) das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

O extrato que foi utilizado para a determinação da atividade antioxidante total foi o mesmo obtido para a determinação de polifenóis extraíveis totais. A curva padrão utilizou

solução padrão de trolox, com concentrações que variaram de 100 a 2.000 μM , através de leitura em espectrofotômetro BIOSPECTRO, modelo SP-22, a 734 nm.

A determinação da atividade antioxidante total foi realizada pelo método da captura do radical ABTS, em que diferentes diluições dos extratos foram adicionadas ao radical e após repouso de 6 minutos tiveram suas absorvâncias lidas em espectrofotômetro BIOSPECTRO, modelo SP-22, a 734 nm. Os resultados foram expressos em μM Trolox/g de amostra (Nenadis *et al.*, 2004; Rufino *et al.*, 2007).

5.2.8 Acidez titulável das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

Para determinação de acidez titulável pesou-se 1,0 grama da amostra em triplicata em Erlenmeyer de 125 mL, adicionou-se 50 mL de água destilada e 3 gotas do indicador fenolftaleína. As amostras foram tituladas com solução de hidróxido de sódio 0,1 N com auxílio de potenciômetro TECNAL, modelo TEC-3MP, para auxiliar na identificação do ponto de viragem e os resultados expressos em g ácido málico / 100 g de amostra (IAL, 2004).

5.2.9 Potencial hidrogeniônico (pH) das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

O potencial hidrogeniônico foi determinado por leitura direta em potenciômetro TECNAL, modelo TEC-3MP, devidamente calibrado, em que a amostra foi diluída em água destilada na proporção de 1:10 (IAL, 2004).

5.2.10 Aspectos éticos

Todos os procedimentos experimentais realizados na análise de toxicidade foram aprovados pelo Comitê de Ética do Uso de Animais da Universidade Estadual do Ceará (CEUA-UECE), sob protocolo nº 3344801/2017.

5.2.11 Análise estatística

Os resultados obtidos foram expressos por média \pm desvio padrão. Na análise de toxicidade, após confirmar a normalidade de distribuição e homogeneidade dos dados, as diferenças entre os grupos de 8 animais foram submetidas à análise de variância (ANOVA unidirecional), seguido do teste de Tukey. As análises foram realizadas utilizando o software

GraphPad Prism v. 8.0 para Windows (Graphpad, 2020). O nível de significância estatística foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$).

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Identificação e catalogação botânica do material vegetal

A amostra de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) foi depositada no Herbário Prisco Bezerra – EAC sob numeração EAC 64629 (Figura 5). O espécime se classifica como uma planta angiosperma, do tipo dicotiledônea, pertencente à família Malvaceae (CRIA, 2021).

Figura 5 – Amostra de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) catalogada.



Fonte: CRIA (2021).

O espécime catalogado apresenta porte arbustivo, flor branca com vermelho e fruto em formato de cápsula de cor vermelho. Na literatura a vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), é descrita como uma planta que se caracteriza por caules herbáceos eretos com ramos escuros e folhosos. As folhas são dispostas alternadamente no caule e variam em cores do verde profundo ao vermelho e as flores solitárias são frequentemente de cor branca ou amarelo claro ou rosa claro, com um centro vermelho profundo, enquanto os frutos apresentam o formato de cápsulas vermelhas (Raghu; Naidoo; Dewir, 2019).

Esta planta dicotiledônea, que se caracteriza como um arbusto anual que pode atingir até 3 m de altura, pode ser cultivada em uma ampla faixa de condições ambientais, no entanto, são regiões com temperatura entre 21 e 35 °C e precipitações anuais entre 800 e 1.600 mm, que propiciam as melhores condições para o seu desenvolvimento. Quanto a sua propagação, pode ser cultivada através de sementes ou de estacas, em solos não compactados e com bom teor de matéria orgânica (Luz; Sá Sobrinho, 1997; Rezende, 2016).

A identificação de origem da amostra vegetal é importante devido a variação na concentração de componentes nutricionais e bioativos. As diferentes origens geográficas estão ligadas a diferentes solos e climas de cultivo da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), que influenciam diretamente nas características da planta (Tahir *et al.*, 2020).

5.3.2 Rendimento das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

Após as folhas da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) passarem por secagem e trituração, de 1.150g de folhas *in natura* obteve-se 234,26g de folhas em pó (Figura 6), significando um rendimento de 20,37%. O rendimento observado foi condizente com o teor de umidade estimado na literatura para folhas *in natura* de vinagreira, que está em torno de 82,00% (Botrel *et al.*, 2020; Menezes Júnior, 2012).

Figura 6 – Folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) desidratadas e em pó.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

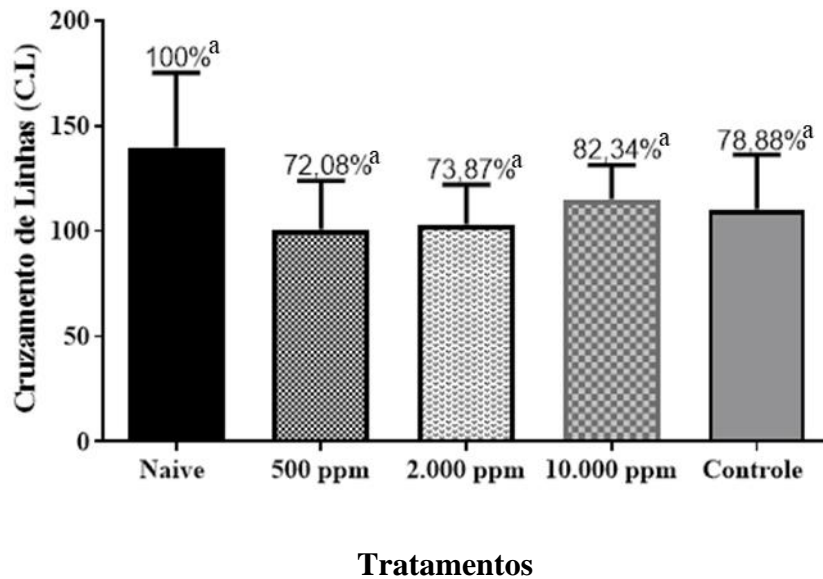
Mediante a obtenção das folhas em pó procedeu-se com análise de toxicidade, de forma a verificar a segurança de consumo ou não da amostra e com isso prosseguir com as demais etapas da pesquisa.

5.3.3 Análise toxicológica das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

Como forma de garantir a inocuidade das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, procedeu-se com o teste toxicológico fazendo-se uso do zebrafish (*Danio rerio*), que é reconhecido como um sistema modelo para estudos biotóxicológicos, pelo fato deste animal apresentar genótipo com bastante similaridade a genes de doenças humanas, sendo considerado um modelo apropriado para pesquisas toxicológicas (Zhang J. *et al.*, 2023). São citadas também como vantagens do uso do zebrafish sua desova frequente, embriões transparentes, baixo custo de alimentação e por serem vertebrados altamente homólogos aos humanos (Zhang Q. *et al.*, 2023).

Na primeira etapa do teste de toxicidade observou-se a influência do extrato aquoso das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) no sistema locomotor de peixes zebrafish (*Danio rerio*) adultos. O teste de campo aberto evidenciou que o extrato administrado em diferentes concentrações (500 ppm, 2.000 ppm e 10.000 ppm) não ocasionou comprometimento locomotor, tendo em vista que os animais apresentaram atividade locomotora semelhantes ($p > 0,05$) entre os grupos teste e os grupos controles (Figura 7).

Figura 7 - Atividade locomotora de zebrafish adulto (*Danio rerio*) em teste de campo aberto de extratos das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.



Fonte: elaborada pela autora (2023). Naive - animais não tratados; v.o. - administração via oral do extrato aquoso das folhas de vinagreira em pó. Controle - água destilada estéril (20 μ L; v.o.). Os valores representam a média \pm desvio padrão da média para seis animais/grupo; ANOVA seguido pelo teste de Tukey; os números acima de cada coluna indicam a porcentagem de atividade locomotora.

O teste de campo aberto é amplamente utilizado em psicologia animal e fornece dados relacionados à locomoção como, padrão exploratório e movimentos estereotipados, sendo útil na avaliação de efeito sedativo ou estimulante de substâncias. O zebrafish (*Danio rerio*) é uma espécie que possui um repertório comportamental bem caracterizado, permitindo uma investigação aprofundada de seus padrões comportamentais de locomoção (Borba *et al.*, 2022).

Os extratos aquosos das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) se mostraram seguros nas concentrações 500 ppm, 2.000 ppm e 10.000 ppm, tendo em vista que no teste de toxicidade aguda, estes não causaram a mortalidade dos animais em até 96 h de análise, além de não terem alterado o sistema locomotor dos peixes. Obteve-se mediante o ensaio realizado uma $CL_{50} > 10.000$ ppm (10 mg/mL).

Observa-se que preparações elaboradas a partir da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), com predominância de infusões e extratos aquosos, têm uso tradicional em diversas populações, tanto na alimentação quanto na medicina e, em geral, são consideradas seguras. Os dados toxicológicos disponíveis, embora limitados, apoiam esta avaliação, não sendo

identificados na literatura relatos de casos de reações adversas após o consumo oral de preparações com esta planta (Costa-Rocha *et al.*, 2014).

Riaz e Chopra (2018), relatam em uma revisão de literatura que estudos pré-clínicos mostraram baixo grau de toxicidade aguda da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*), não se encontrando efeitos prejudiciais em vários sistemas de órgãos importantes, como fígado, rins, sistema sanguíneo, eletrólitos, metabolismo de lipídios e carboidratos em ratos Wistar machos, quando da administração de doses de vinagreira de 250-1000 mg/kg/dia.

5.3.4 Composição centesimal das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

Na caracterização centesimal das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó tiveram destaque o teor de carboidratos ($63,40 \pm 0,63\%$) e proteínas ($20,61 \pm 0,71\%$), como é possível observar dos dados disponíveis na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição centesimal e valor calórico das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

AMOS-TRA	UMIDADE (%)	CINZAS (%)	PTN (%)	LIP (%)	CHO (%)	CALORIAS (Kcal/100g)
Folhas da vinagreira em pó	$6,84 \pm 0,18$	$7,10 \pm 0,01$	$20,61 \pm 0,71$	$2,05 \pm 0,11$	$63,40 \pm 0,63$	$354,48 \pm 1,26$

Fonte: elaborada pela autora (2023). Resultados expressos como média \pm desvio padrão. / PTN = proteínas / LIP = lipídios / CHO = carboidratos.

Estudos utilizando folhas *in natura* de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), verificou-se 3,3 % de proteína, 0,3 % de gordura, 9,2 % de carboidratos totais, 1,6 % de cinzas e 43 Kcal/100 g de amostra (Ismail; Ikram; Nazri, 2008; Riaz; Chopra, 2018). Esses valores ao serem convertidos para base seca, se apresentam similares aos resultados obtidos no presente estudo.

As folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) são tidas como boa fonte de vários nutrientes como proteínas, gorduras, carboidratos, fósforo, ferro, β -caroteno, riboflavina, niacina, tiamina e ácido ascórbico, ressaltando-se que sua composição nutricional pode sofrer mudanças devido às diferenças relacionadas a variedades, genética, ambiente, ecologia e condições de colheita da planta (Costa-Rocha *et al.*, 2014).

5.3.5 Determinação de polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante total (AAT), acidez titulável e pH das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó

Tendo em vista que o objetivo final das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó foi aplicá-las em hambúrguer bovino para auxiliar na estabilidade oxidativa do produto, quantificou-se sua atividade antioxidante total, assim como o teor de polifenóis extraíveis totais, observando-se a presença destes compostos químicos e a existência de atividade antioxidante, quando do uso do radical ABTS (Tabela 5).

Tabela 5 - Polifenóis extraíveis totais, atividade antioxidante, acidez titulável e pH das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

AMOSTRA	PET (mg Ácido Gálico/100 g amostra)	AAT (uM Trolox/g de amostra)	Acidez Titulável (g Ácido Málico / 100 g de amostra)	pH
Folhas da vinagreira em pó	74,88 ± 4,90	34,94 ± 4,15	14,32 ± 0,31	2,28 ± 0,01

Fonte: elaborada pela autora (2023). Resultados expressos como média ± desvio padrão. / PET = polifenóis extraíveis totais / AAT = atividade antioxidante total.

Em estudo realizado com folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) cultivadas em Baton Rouge (Los Angeles, EUA), o conteúdo de compostos fenólicos nas amostras desidratadas variou de 18,98 ± 2,7 a 29,9 ± 0,5 mg GAE/g, já a capacidade antioxidante *in vitro* variou de 101,5 ± 17,5 a 152,5 ± 18,8 µmol Trolox/g, sendo a atividade antioxidante observada, relacionada, ao menos em parte, aos polifenóis quantificados (Zhen *et al.*, 2016).

Seis compostos químicos são citados como os principais componentes antioxidantes presentes nas folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.): ácido neoclorogênico, ácido clorogênico, ácido criptoclorogênico, ácido cafeico, rutina e isoquercitrina (Laskar; Mazumder, 2020). Estas folhas, que são consumidas em muitos países, contêm altos níveis de compostos fenólicos, principalmente ácido clorogênico e seus isômeros, glicosídeos de quercetina e kaempferol, que podem contribuir para sua capacidade antioxidante e atividade anti-inflamatória (Zhen *et al.*, 2016).

Em amostras de folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) provenientes do povoado de Pau D'Arco município de Santa Bárbara-Pará / Brasil, entre as substâncias identificadas, destacou-se o ácido protocatecuico com abundância relativa de 26,86%. O ácido

protocatecuico é um derivado do ácido benzoico, sendo um ácido fenólico com estrutura química semelhante à do ácido gálico, ácido cafeico e ácido vanílico, que ocorre naturalmente na maioria das plantas comestíveis utilizadas na medicina popular (Guimarães Sobrinho *et al.*, 2022).

Completando-se a caracterização da amostra, identificou-se que esta apresenta um caráter ácido, como é possível observar nos valores de acidez titulável e pH presentes na Tabela 6. A acidez observada poderá influenciar de forma positiva quando da aplicação das folhas da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) na elaboração de produtos cárneos, tendo em vista que uma matriz alimentar com certa acidez ajudará no controle do crescimento microbiológico durante o armazenamento (Hardin, 2016).

5.4 Conclusão

A catalogação do espécime vegetal garantiu a identificação botânica da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), cujas folhas foram desidratadas e trituradas resultando em um pó com rendimento condizente com o teor de umidade da planta. A análise toxicológica com zebrafish (*Danio rerio*) mostrou que a amostra não afetou o sistema locomotor e não causou mortalidade nos peixes nas concentrações testadas, sendo considerado seguro um consumo de até 10.000 ppm.

Na caracterização da amostra teve destaque a presença de carboidratos, proteínas e o pH ácido, sendo identificados polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante frente ao radical ABTS em extratos aceto-etanólicos das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó. A verificação de atividade antioxidante possibilitou a execução da etapa de aplicação da pesquisa, analisando-se a estabilidade oxidativa de hambúrguer bovino.

6 ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE HAMBÚRGUER BOVINO COM E SEM ADIÇÃO DAS FOLHAS DE VINAGREIRA (*Hibiscus sabdariffa* L.) EM PÓ

6.1 Introdução

A carne bovina é uma importante fonte de proteínas de alto valor biológico, contendo um perfil de aminoácidos essenciais ao metabolismo humano. Essa carne também é rica em micronutrientes como ferro, selênio, zinco, cobre e manganês, além de vitaminas do complexo B, como B2, B6 e B12, que contribuem significativamente para o atendimento das necessidades dietéticas em todos os ciclos da vida. A presença de carne e de alguns produtos cárneos como integrantes de uma dieta equilibrada garante um aporte nutricional adequado, prevenindo carência de nutrientes e contribuindo para a manutenção da saúde humana (Cabrera; Saadoun, 2014; Hawley *et al.*, 2022).

Um macronutriente característico dos produtos cárneos são os lipídios, estes são responsáveis pelas características sensoriais desejáveis das carnes e derivados, fornecendo o sabor e contribuindo para sua suculência. Além disso, os lipídios fornecem energia aos processos biológicos do corpo humano e ácidos graxos essenciais ao metabolismo. No entanto, a presença de lipídios leva a um processo natural de oxidação lipídica, que pode ocorrer em menor ou maior proporção e que afeta diretamente o valor comercial da carne e dos produtos cárneos (Mohan *et al.*, 2022).

Mesmo durante o armazenamento refrigerado ou congelado de produtos cárneos, as enzimas lipolíticas endógenas da matriz cárnea degradam ativamente os triglicerídeos e os fosfolipídios, resultando no acúmulo de ácidos graxos livres, substrato em que ocorre a oxidação lipídica (Tatijaborworntham *et al.*, 2022). Devido à natureza perecível da carne, uma das principais estratégias da indústria alimentícia tem sido melhorar as propriedades de armazenamento dos produtos cárneos, com destaque para o uso de antioxidantes naturais provenientes de uma diversidade de plantas como sorgo, algaroba, guaraná, sálvia, casca de uva e laranja, especiarias, vinagreira, entre outras (Hadidi *et al.*, 2022; Jadeja *et al.*, 2022).

Existe um aumento no interesse dos consumidores por alimentos mais saudáveis, que possam trazer benefícios além dos meramente nutricionais. Por ser uma matriz alimentar de vasto consumo mundial, a carne e seus derivados podem ser utilizados como veículos de ingredientes bioativos, o que prolongaria a vida útil do produto cárneo (minimizando a oxidação lipídica) e melhoraria sua composição (incorporando moléculas antioxidantes), beneficiando consequentemente a saúde do comensal (Macho-González *et al.*, 2021).

Na busca por ingredientes naturais que possam atuar como antioxidantes em produtos cárneos, tem ganhado espaço a pesquisa por antioxidantes naturais em vegetais. Várias partes da planta, incluindo sementes, cascas, folhas, flores, caules e raízes são fontes inexploradas de compostos bioativos, já tendo-se identificado que plantas ou partes destas que não são usualmente usadas na alimentação, apresentam concentrações elevadas destes compostos. Estes vegetais emergem como fontes alternativas de antioxidantes naturais de baixo custo, promovendo a inibição da oxidação lipídica em derivados cárneos (Hadidi *et al.*, 2022).

O desenvolvimento de produtos mais saudáveis, com ingredientes naturais agregados e com preservação da qualidade sensorial tem se mostrado um grande desafio. Existem três diferentes tendências para o desenvolvimento de produtos cárneos processados que são mais exploradas atualmente: redução de sódio, redução de gordura e substituição de antioxidantes sintéticos, requerendo da indústria alimentícia o desenvolvimento de diferentes estratégias tecnológicas de acordo com o tipo de produto a ser produzido. Nos últimos anos, o estudo de antioxidantes naturais tem apresentado resultados positivos no retardo da oxidação lipídica, no entanto, também são relatados alguns efeitos negativos desses aditivos naturais nas características tecnológicas e sensoriais de produtos cárneos, gerando a necessidade do uso da ciência sensorial para auxiliar na produção de alimentos que além de saudáveis, agradem o paladar dos consumidores (Saldaña *et al.*, 2021).

Diversas partes vegetais como raízes, folhas, caules e flores possuem alta concentração de compostos bioativos que variam de acordo com o espécime, podendo estas partes serem usadas direta ou indiretamente em produtos alimentícios ou após extração e purificação do extrato da planta (Zhang *et al.*, 2022). O potencial antioxidante da flor da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*) tem sido investigado, analisando-se além do teor de compostos bioativos a bioacessibilidade destes em extratos e nos cálices (Mercado-Mercado *et al.*, 2015; Villaneuva-Carvajal *et al.*, 2013). No entanto, outras partes da planta ainda são pouco exploradas, como suas folhas que se apresentam como boa fonte de compostos fenólicos, vitamina C e betacaroteno (Edo *et al.*, 2023; Riaz; Chopra, 2018; Costa-Rocha *et al.*, 2014).

Frente ao potencial uso das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*) como antioxidante natural em produtos cárneos, objetivou-se desenvolver formulações de hambúrguer bovino com diferentes percentuais de adição das folhas da vinagreira em pó e caracterizá-las quanto a características físico-químicas, morfológicas, microbiológicas e sensoriais.

6.2 Material e métodos

6.2.1 Material

O coxão mole bovino, toucinho suíno, proteína texturizada de soja, farinha de trigo, sal, pasta de alho e cebola, assim como o material para acondicionamento dos hambúrgueres foram adquiridos no comércio local da cidade de Choró – CE. O eritorbato de sódio foi comprado da empresa Adicel Indústria e Comércio LTDA situada em Belo Horizonte – MG, as folhas de vinagreira em pó foram obtidas a partir de plantas cultivadas no município de Choró – CE (lat: -5.410078; long: -38.240497; WGS84). Os reagentes utilizados foram disponibilizados pelo Laboratório de Carnes e Pescados do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEAL/UFC).

6.2.2 Formulação do hambúrguer bovino

A etapa de caracterização das formulações de hambúrguer bovino foi realizada com quatro formulações distintas, sendo uma amostra controle negativo (sem adição de antioxidante), uma formulação controle positivo (com adição de 0,8g/kg do antioxidante comercial eritorbato de sódio) e duas formulações teste (F3, com adição de 4g/kg e F4, com adição de 8g/kg de folhas de vinagreira em pó). Os ingredientes e os percentuais usados em cada formulação estão disponíveis na Tabela 6, exposta a seguir.

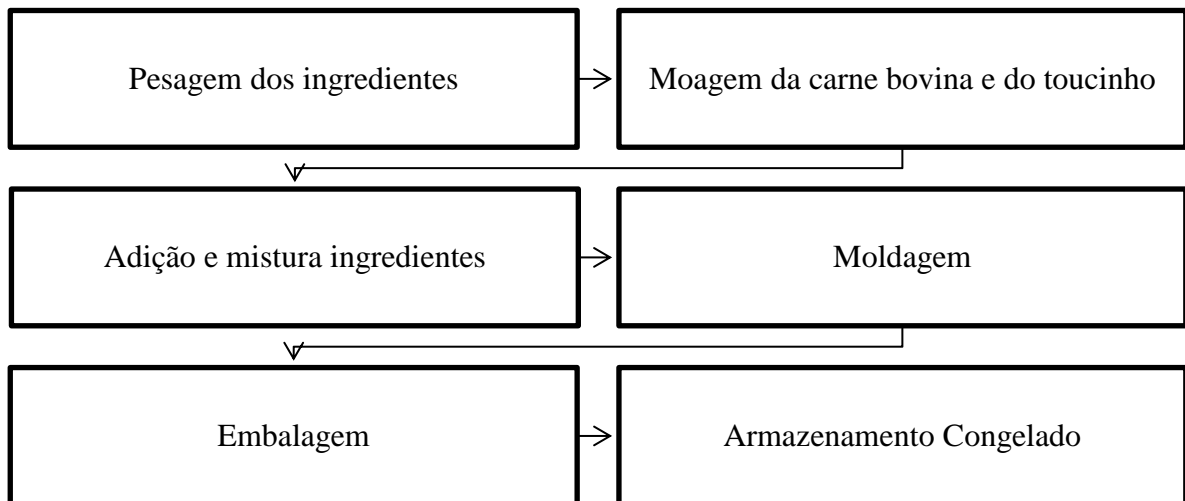
Tabela 6 – Formulações de hambúrguer bovino.

Ingredientes	F1	F2	F3	F4
Carne bovina (g/kg)	785	785	785	785
Gordura suína (g/kg)	78	78	78	78
Água (g/kg)	78	77	74	70
Proteína texturizada de soja (g/kg)	31	31	31	31
Farinha de trigo (g/kg)	8	8	8	8
Sal (g/kg)	12	12	12	12
Pasta de alho (g/kg)	4	4	4	4
Pasta de cebola (g/kg)	4	4	4	4
Antioxidante comercial (g/kg)	-	0,8	-	-
Folhas da vinagreira (g/kg)	-	-	4	8

Fonte: adaptada de Gibis e Weiss (2010), Silva (2013) e Teixeira (2013).

A preparação dos hambúrgueres foi composta pelas seguintes etapas: pesagem dos ingredientes, moagem da carne e do toucinho, adição e mistura dos ingredientes, moldagem, embalagem e armazenamento (Figura 8). A carne bovina foi moída em moinho de marca Siemens® fazendo uso de disco de 6 mm e a gordura suína triturada em multiprocessador Philco®. Para a pesagem dos ingredientes se utilizou balança de marca Ohaus – Precision Standard TS2K2®, com capacidade de aferição de $2.000,00 \pm 0,01$ g. Após moagem e pesagem dos ingredientes procedeu-se com a mistura manual dos mesmos e em seguida moldagem em hambúrgueres de aproximadamente 50g. Os hambúrgueres foram acondicionados individualmente em filmes de PVC e dispostos em bandejas de isopor para armazenamento sob congelamento ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias. As imagens dos hambúrgueres estão disponíveis no Apêndice B.

Figura 8 – Fluxograma de processamento de hambúrguer bovino.



Fonte: elaborada pela autora.

Para as análises realizadas com os hambúrgueres cozidos utilizou-se a triplicata das amostras, realizando-se inicialmente o descongelamento sob refrigeração e em seguida cada hambúrguer foi grelhado em grill elétrico antiaderente, por aproximadamente 12 minutos, sendo virados a cada dois minutos até alcançarem uma temperatura interna de 71°C , monitorada por termômetro digital tipo espeto.

6.2.3 Métodos para caracterização das formulações de hambúrguer bovino

6.2.3.1 Composição centesimal

As análises de composição centesimal foram realizadas em triplicata seguindo as normas de AOAC (2005). Para a determinação da umidade, utilizou-se o método gravimétrico, mediante a perda de peso da amostra submetida a aquecimento em estufa a 105 °C. O teor de proteínas totais foi determinado pelo método de micro Kjeldahl, utilizando-se o fator 6,25 para conversão. A determinação de lipídeos foi feita pelo método extrator de Soxhlet, o teor de cinzas por incineração a 550 °C. O conteúdo de carboidratos foi calculado por meio da subtração de 100 da soma dos percentuais dos quatro parâmetros descritos.

6.2.3.2 Determinação de polifenóis extraíveis totais (PET)

Para a obtenção dos extratos pesou-se 2,0 g de amostra, realizando-se uma primeira extração com 20 mL de etanol 50% durante 60 minutos em repouso, em recipiente protegido da luz. Em seguida, o material obtido foi centrifugado em centrífuga BECKMAN, modelo J2-21, a 10.000 rpm, durante 15 min e o sobrenadante foi recuperado. O sobrenadante obtido foi filtrado para um balão volumétrico de 50 mL protegido da luz. Ao resíduo resultante da centrifugação foram adicionados 20 mL de acetona 70%, sendo o sistema deixado em repouso durante 60 minutos e, em seguida, centrifugado a 10.000 rpm, durante 15 min. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão volumétrico de 50 mL, aferindo-o com água destilada (Larrauri; Rupérez; Saura-Calixto, 1997).

A curva padrão utilizada foi a de ácido gálico, com soluções variando de 0 a 50 µg de ácido gálico, adicionadas de soluções de Folin Ciocalteau (1:3), carbonato de sódio (20%) e água destilada, com realização das leituras em espectrofotômetro BIOSPECTRO, modelo SP-22, a 700 nm, após 30 minutos da mistura das soluções. A determinação de PET foi realizada por meio de três repetições e triplicata através de leitura dos extratos obtidos em espectrofotômetro BIOSPECTRO, modelo SP-22, a 700 nm. A partir das absorbâncias determinou-se as concentrações das amostras e os resultados foram expressos em mg ácido gálico equivalente (AGE)/100 g de amostra (Obanda; Owuor; Taylor, 1997).

6.2.3.3 Determinação da atividade antioxidante total (AAT)

O extrato que foi utilizado para a determinação da atividade antioxidante total foi o mesmo obtido para a determinação de polifenóis extraíveis totais. A curva padrão utilizou solução padrão de trolox, com concentrações que variaram de 100 a 2.000 μM , através de leitura em espectrofotômetro BIOSPECTRO, modelo SP-22, a 734 nm.

A determinação da atividade antioxidante total foi realizada pelo método da captura do radical ABTS, em que diferentes diluições dos extratos foram adicionadas ao radical e após repouso de 6 minutos tiveram suas absorvâncias lidas em espectrofotômetro BIOSPECTRO, modelo SP-22, a 734 nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{M/g}$ de amostra (Nenadis *et al.*, 2004; Rufino *et al.*, 2007).

6.2.3.4 Bioacessibilidade

Os ensaios de bioacessibilidade foram realizados seguindo protocolo adaptado de Holanda *et al.* (2020), que descrevem a simulação da digestão gastrointestinal *in vitro*, através das fases gástrica e intestinal nas amostras de hambúrguer grelhado. O método descreve a digestão de 1 g de extrato misturado com a enzima pepsina em banho de água com agitação à 37 °C durante 2 h. Após esse período foi realizada uma segunda digestão com pancreatina-bile com pH intestinal (pH 7,5) usando uma membrana de diálise contendo um sistema base para elevar gradualmente o pH e permitir a difusão dos analitos de interesse. O método permite determinar a quantidade de compostos fenólicos, taninos, flavonoides e antioxidantes potencialmente disponíveis para posterior absorção. Para monitorar a liberação dos compostos bioativos a partir dos extratos, foram analisadas as alíquotas referentes à fase gástrica e à fase intestinal (dialisado e não dialisado), visando quantificar esses compostos bioacessíveis.

A bioacessibilidade dos compostos bioativos foi expressa em porcentagem do valor encontrado para o dialisado em relação à quantidade inicial presente no extrato, utilizando-se a equação 4:

$$\text{Bioacessibilidade (\%)} = (D/I) \times 100$$

(Equação 4)

Onde:

D = teor do composto dialisado

I = teor do composto inicial no extrato

6.2.3.5 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Foi utilizado o método de Zhu, Lanier e Farkas (2015), contendo adaptações. Os hambúrgueres foram moldados em formato circular com diâmetro de 8 mm por 3 mm de altura e posteriormente fixados em solução contendo glutaraldeído a 2,5% (v/v), formaldeído a 4,0% e tampão fosfato a 0,2 M (pH 7,2) por 24 horas a 4 °C. As amostras fixadas foram lavadas três vezes com o mesmo tampão por 40 minutos cada uma, depois desidratadas por uma série crescente de acetona (30%, 50%, 70%, 90%, 100%, 100% e 100%) por 40 minutos para cada etapa, e por fim foram desidratadas em um secador de ponto crítico SEM 850 com CO₂ líquido. Estas foram montadas em suporte metálico (*stub*) e revestidas por pulverização com ouro em um metalizador Quorum (QT150ES). As microestruturas foram observadas no equipamento MEV QUANTA FEG com as imagens digitalizadas ampliadas para 1000X e 3.000X.

6.2.3.6 Determinação de cor

A análise de cor foi realizada em espectrocolorímetro Colorquest XE (HunterLab, Virgínia, EUA). Para isso, as amostras foram dispostas em cubeta de vidro de espessura 10 mm e fez-se a leitura por reflexão especular exclusiva (sem luz) em uma área de 5,07 cm² da amostra. As medidas foram feitas em triplicata, sendo os resultados das leituras obtidos por meio do software EasyMatch QC 4.81, acoplado ao equipamento e seguindo o sistema colorimétrico CIE L*a*b*.

6.2.3.7 Perfil de textura

As análises de perfil de textura de hambúrguer foram realizadas com amostras grelhadas, por meio de uma probe P35, em cilindros de 1,9 cm de diâmetro e 2 cm de altura, totalizando 10 repetições para cada formulação de hambúrguer. Foi utilizado um texturômetro TA-TX2i (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, Inglaterra), equipado com uma célula de carga de 30 Kg. A velocidade do teste foi de 1 mm/s, com trigger de 5 g. Os cilindros foram submetidos a dois ciclos consecutivos com 50% de compressão. Foram calculados os parâmetros de firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade (Bourne, 2002).

6.2.3.8 Análises microbiológicas

Foram analisadas 4 amostras de hambúrguer de carne bovina, a saber: F1, F2, F3 e F4, acondicionadas separadamente em embalagens e em caixas isotérmicas, contendo *ice block*, com a finalidade de manter as condições adequadas de higiene e temperatura para o transporte ao laboratório.

Os hambúrgueres contidos nas embalagens foram homogeneizados por agitação manual e os frascos antes de abertos foram limpos com álcool 70%. As análises microbiológicas realizadas foram: contagem de aeróbios mesófilos (UFC/g), contagem de coliformes termotolerantes (UFC/g), contagem de *Staphylococcus aureus* (UFC/g) e detecção de *Salmonella* / 25g, conforme metodologias recomendadas pela American Public Health Association (APHA, 2001). Os resultados foram expressos em Unidade Formadora de Colônia por grama de amostra (UFC/g).

Os padrões utilizados para determinar a conformidade das amostras foram os estabelecidos pela Resolução RDC nº 724/2022 e IN nº 161/2022 (Anvisa, 2022a, 2022b), para carne moída, produtos cárneos crus moldados, temperados ou não, refrigerados ou congelados (hambúrgueres, almôndegas, quibes). Após a aprovação das formulações nas análises microbiológicas, estas foram submetidas às análises sensoriais respeitando os aspectos éticos legais.

6.2.3.9 Análise sensorial

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Universidade Federal do Ceará, segundo o parecer N° 4.729.905 (ANEXO B), seguindo as diretrizes da Resolução N° 466/2012 (CNS, 2012). A avaliação sensorial das formulações foi realizada por 100 provadores voluntários e não treinados, estudantes de uma escola de ensino médio em Choró-CE. O recrutamento dos alunos foi realizado em visitas às salas de aula, em que foram dadas informações sobre o projeto de pesquisa e os alunos menores de 18 anos que se voluntariaram levaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE C) para que algum responsável assinasse autorizando sua participação.

Após a assinatura do TCLE pelos responsáveis, os discentes foram encaminhados ao Laboratório Educacional de Ciência (LEC), onde inicialmente foram esclarecidos sobre aspectos relevantes da pesquisa e como proceder com a análise. Antes de dar início ao teste sensorial os alunos com idade igual ou maior que 18 anos assinaram o TCLE, já os alunos

menores de 18 anos devolveram as cópias de TCLE assinadas pelos responsáveis e assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (APÊNDICE D).

Foram servidas quatro amostras de hambúrguer bovino grelhado (Tabela 7), acondicionadas em embalagens de papel codificadas com números de três dígitos e pesando em média 25g, juntamente com um copo de 200 mL de água mineral e um biscoito tipo cream cracker para eliminação do sabor residual na boca. As amostras foram organizadas em bandejas de isopor e expostas sobre bancadas iluminadas com luz ambiente branca, à temperatura convencional de apresentação. A apresentação das amostras foi realizada de forma monódica utilizando o delineamento de blocos completos balanceados (Stone; Sidel, 2004).

Tabela 7 – Formulações de hambúrguer bovino.

Ingredientes	F1	F2	F3	F4
Carne bovina (g/kg)	785	785	785	785
Gordura suína (g/kg)	78	78	78	78
Água (g/kg)	78	77	74	70
Proteína texturizada de soja (g/kg)	31	31	31	31
Farinha de trigo (g/kg)	8	8	8	8
Sal (g/kg)	12	12	12	12
Pasta de alho (g/kg)	4	4	4	4
Pasta de cebola (g/kg)	4	4	4	4
Antioxidante comercial (g/kg)	-	0,8	-	-
Folhas da vinagreira (g/kg)	-	-	4	8

Fonte: adaptada de Gibis; Weiss (2010); Silva (2013) e Teixeira *et al.* (2013).

A coleta de dados foi iniciada com um questionário contendo informações sobre os provadores e sobre o consumo de hambúrguer. Em seguida foram aplicados o teste afetivo de aceitação, avaliando-se a aceitação global e os atributos de aparência, sabor e textura. A aceitabilidade das formulações foi avaliada por meio de escala hedônica estruturada de cinco pontos variando de 1 (detestei) a 5 (adorei) (APÊNDICE E), seguindo padrão sugerido pelo Manual para Aplicação de Testes de Aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (Dutcosky, 2009; Scarparo; Bratkowski, 2017).

Foram realizados na mesma sessão os testes CATA (*Check All That Apply*) onde os provadores utilizam termos para informar a percepção dos atributos do produto e o RATA (*Rate All That Apply*) onde eles determinaram uma intensidade com que esses atributos foram

percebidos (APÊNDICE F), sendo essas modalidades baseadas nas respostas dos consumidores a uma pergunta para descrever as amostras, como extensão da abordagem sugerida por Plaehn (2012). Os provadores marcaram em uma lista alguns descritores sensoriais com objetivo de caracterizar os hambúrgueres bovinos, levando em consideração aparência, sabor e textura. A relevância de cada termo foi determinada calculando a sua frequência de utilização.

Por fim, foi analisada a intenção de consumo através de escala estruturada de cinco pontos (certamente não consumiria, provavelmente não consumiria, talvez consumisse/talvez não consumisse, provavelmente consumiria e certamente consumiria) (IAL, 2004).

6.2.3.10 Análise estatística

Para as análises de composição centesimal, bioacessibilidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante total, cor, perfil de textura, aceitação sensorial e intenção de consumo os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância, com resultados expressos em média e desvio padrão.

Para os atributos sensoriais, os dados foram analisados por meio da Análise de Componentes Principais (ACP) e teste de Cochran Q, com resultados expressos como média. As análises foram feitas utilizando os recursos computacionais do software XLSTAT versão 2020.3.1.17, adotando-se o nível de significância de 5% (p-valor < 0,05).

6.3 Resultados e discussão

6.3.1 Composição centesimal

A caracterização das formulações de hambúrguer bovino adicionadas das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó foi iniciada pela sua composição nutricional, estando os dados obtidos expostos na Tabela 8.

Tabela 8 – Composição centesimal (g/100g de amostra) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Formulações de hambúrguer bovino	Parâmetros Analisados				
	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios	Carboidratos
F1	69,01±0,25 ^a	1,85±0,01 ^c	20,38±0,42 ^a	7,55±0,35 ^a	1,20±0,65 ^a
F2	69,03±0,45 ^a	1,93±0,02 ^{ab}	19,84±0,88 ^a	7,59±0,54 ^a	1,61±0,64 ^a
F3	68,58±0,30 ^a	1,89±0,01 ^{bc}	19,63±0,91 ^a	7,60±0,43 ^a	2,28±0,66 ^a
F4	68,72±0,11 ^a	1,95±0,03 ^a	19,79±0,36 ^a	7,66±0,37 ^a	1,87±0,26 ^a

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os resultados demonstraram que as amostras analisadas não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) nos teores de umidade e de macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos), observando-se variações significativas ($p < 0,05$) apenas no teor de cinzas entre as amostras. Ao analisar as formulações estudadas de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer, todas as amostras estão em conformidade com os parâmetros físico-químicos estabelecidos na legislação vigente: gordura máxima de 25%, carboidratos totais máximos de 3% e proteína mínima de 15% (Brasil, 2022b). É possível ainda, de acordo com a legislação da União Europeia, que as formulações de hambúrguer recebam alegação de alimento fonte de proteínas, por apresentarem o mínimo de 12% do valor energético do alimento fornecido por proteínas (EC, 2006).

O teor de cinzas, que representa a matéria mineral presente nas amostras, apresentou menor concentração na formulação F1, em que não se realizou a adição de nenhum agente antioxidante e maior concentração na formulação F4, em que se fez a adição do maior percentual das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), mostrando a influência da matriz vegetal no incremento de compostos inorgânicos. Resultado similar foi observado em estudo com hambúrgueres bovinos adicionados de farinha de subprodutos da vinificação em que o teor de cinzas também se elevou nas formulações teste, em que se teve uma adição de 0,5 a 2,0% de farinha (Alencar *et al.*, 2022). É importante se estabelecer um limiar de adição máximo de componentes vegetais na formulação de hambúrguer, de forma a não alterar características desejadas no produto, como características sensoriais e de textura (Prado *et al.*, 2019).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) identificou entre os minerais presentes nas amostras uma maior concentração de enxofre, sódio e fósforo em ambas as

formulações analisadas. Tais achados são considerados positivos, pois estão condizentes com o que a literatura relata sobre minerais presentes em carnes e produtos cárneos, incrementado pelas folhas da vinagreira que são uma boa fonte de fósforo e ferro (Goran *et al.*, 2016; Rebellato *et al.*, 2020; Riaz; Chopra, 2018).

6.3.2 Bioacessibilidade

O teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante total pelo radical ABTS foram analisados nas amostras de hambúrguer bovino *in natura*, grelhadas e digeridas *in vitro*, verificando-se ao final do processo o percentual de bioacessibilidade, como é possível visualizar nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Polifenóis extraíveis totais - PET (mg de GAE/100g de amostra) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Formulações de hambúrguer bovino	Parâmetros			Bioacessibilidade (%)
	<i>In natura</i>	Grelhado	Digerido	
F1	31,78±0,54 ^c	29,04±0,72 ^c	72,12±2,58 ^b	248,31±7,39 ^a
F2	59,01±1,26 ^a	51,36±0,91 ^a	79,58±1,62 ^a	154,96±3,88 ^c
F3	35,90±0,38 ^b	34,30±0,50 ^b	72,67±2,03 ^b	211,96±8,72 ^c
F4	35,84±1,09 ^b	34,52±0,68 ^b	79,37±1,83 ^a	229,96±4,28 ^b

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A análise de polifenóis extraíveis totais apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações nas três formas de apresentação das amostras analisadas (*in natura*, grelhadas e digeridas *in vitro*). Verificou-se que a formulação F2, com adição de eritorbato de sódio, apresentou maior teor de compostos fenólicos quando analisada *in natura* e grelhada, e o maior teor, juntamente com a formulação F4, quando analisadas após digestão *in vitro* (Tabela 9).

A adição das folhas de vinagreira como alternativa antioxidante em hambúrguer bovino se deu em decorrência da presença de compostos fenólicos encontrados nesta parte da planta, sendo citados na literatura o ácido protocatecúico, catequina, galato de epicatequina, quercetina, naringenina, clorofila, ácido ascórbico, ácido neoclorogênico, ácido gálico,

clorogênico e criptoclorogênico e taninos, estando tais compostos bioativos ligados a propriedades antioxidantes mais potentes que as observadas em cálices de *Hibiscus sabdariffa* L., parte da planta de uso mais disseminado (Clímaco; Vardanega; Fasolin, 2023).

Como este trabalho apresenta como foco a estabilidade oxidativa das formulações de hambúrguer bovino durante o armazenamento refrigerado ou congelado, torna-se importante destacarmos o teor de polifenóis nas amostras *in natura*, em que é possível verificar a existência de diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$), com as formulações com adição das folhas de vinagreira apresentando concentração intermediária de compostos fenólicos, ficando acima da formulação sem adição de antioxidante (F1) e abaixo da formulação com adição de antioxidante comercial (F2), como é possível observar na Tabela 9.

Em relação ao percentual de bioacessibilidade de polifenóis, todas as amostras apresentaram bioacessibilidade acima de 100% (Tabela 9), podendo ser resultado de uma maior acessibilidade de compostos fenólicos após o processo de digestão ou do fato de que moléculas de proteína podem gerar resultado positivo frente ao Folin devido características redutoras, com destaque para a formulação F1. Em um estudo em que se analisou a bioacessibilidade dos polifenóis e da capacidade antioxidante em hambúrguer bovino adicionado de sementes de chia e purê de goji berry, um aumento acentuado dos parâmetros analisados foi observado para todas as amostras após a digestão (Antonini *et al.*, 2020).

O aumento no teor de fenólicos nas amostras digeridas se relaciona à liberação desses compostos da matriz alimentar em resultado à quebra de moléculas promovida pelo processo de digestão, como também do aumento de moléculas redutores em meio ao conteúdo digerido (Villanueva-Carvajal *et al.*, 2013). Pode-se sugerir que o aumento nos valores de compostos fenólicos ocorre devido à maior solubilização de polifenóis nos fluidos digestivos (Antonini *et al.*, 2020; Kim; Hur, 2018).

A atividade antioxidante total por meio do radical ABTS apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) somente na análise das amostras *in natura*, como é possível verificar na Tabela 10.

Tabela 10 - Atividade antioxidante total pelo método ABTS^{•+} (μM Trolox/g de amostra) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Formulações de hambúrguer bovino	Parâmetros			
	<i>In natura</i>	Grelhado	Digerido	Bioacessibilidade (%)
F1	1,84±0,18 ^b	2,62±0,20 ^a	5,85±1,21 ^a	224,77±54,63 ^a
F2	2,82±0,04 ^a	3,29±0,57 ^a	7,82±1,79 ^a	236,33±18,58 ^a
F3	2,01±0,10 ^b	2,66±0,24 ^a	7,45±0,55 ^a	282,63±42,11 ^a
F4	2,09±0,14 ^b	2,69±0,34 ^a	7,05±0,54 ^a	264,13±28,54 ^a

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Como citado anteriormente, é importante fazer um recorte dos resultados observados nas amostras *in natura* devido o objetivo que este trabalho se propôs, que foi avaliar a estabilidade oxidativa das formulações de hambúrguer bovino. Desta forma identificamos que a formulação F2 apresentou maior atividade antioxidante ($p < 0,05$) em relação às demais formulações e que as formulações com adição da vinagreira não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) da formulação F1 (sem adição de antioxidante) (Tabela 10).

Ressalta-se que a própria carne contém antioxidantes hidrofílicos e lipofílicos, que contribuem moderadamente para sua capacidade antioxidante. Dentre estes, os compostos antioxidantes mais eficientes são os dipeptídeos como a carnosina e a anserina, e outras substâncias como a l -carnitina, glutathione, taurina e creatina (Antonini *et al.*, 2020).

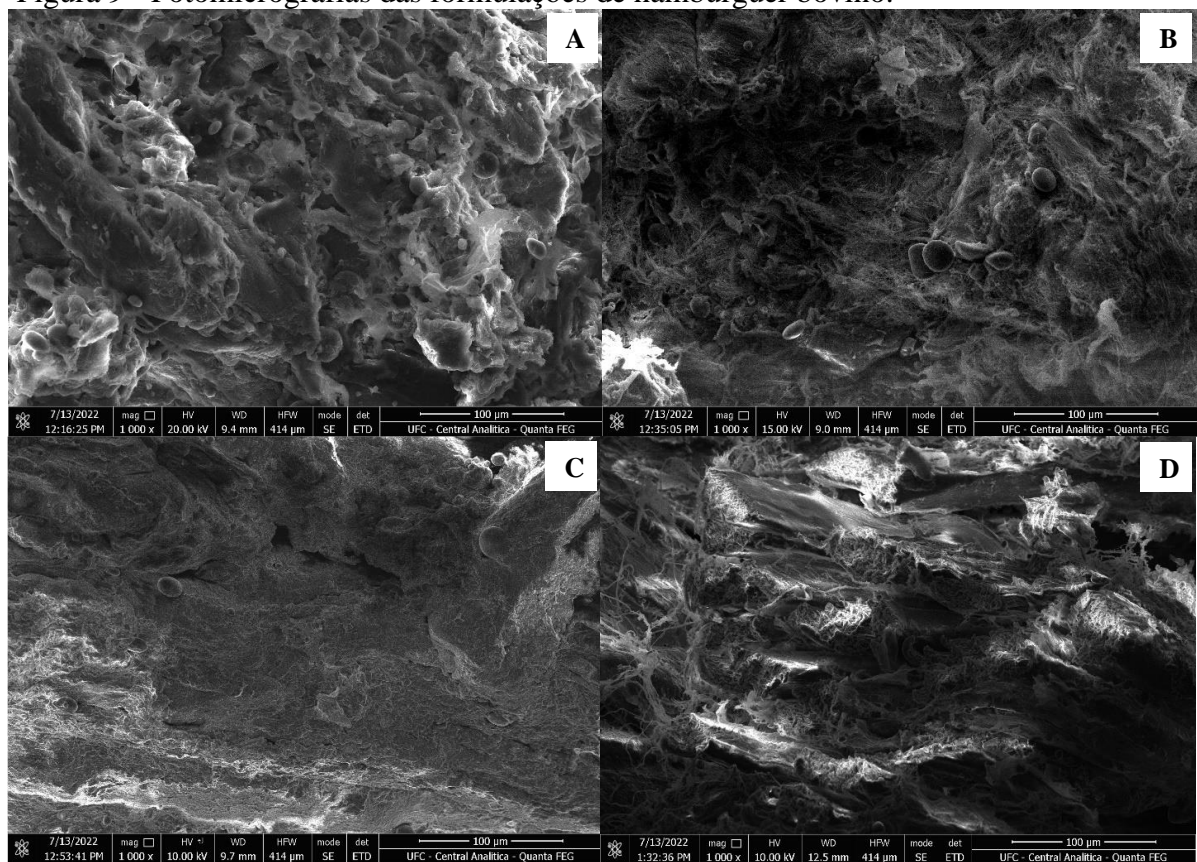
Tal achado também sugere a necessidade de possíveis ajustes no percentual de adição da vinagreira, como estratégia de melhorar a atividade antioxidante na matriz cárnea das amostras, assim como a utilização de outros métodos para quantificação da atividade antioxidante, que possam ter maior afinidade com os compostos bioativos presentes na folha da vinagreira.

Mesmo sem apresentar diferença estatística ($p < 0,05$) podemos observar valores de atividade antioxidante nas amostras digeridas um pouco maiores que os observados nas amostras grelhadas (Tabela 10), mostrando que a quebra da matriz alimentar poderia facilitar a exposição de grupos funcionais de compostos fenólicos no meio de digestão, permitindo mostrar sua atividade antioxidante (Villanueva-Carvajal *et al.*, 2013).

6.3.3 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As micrografias dos hambúrgueres bovinos podem ser visualizadas na Figura 9, em que é possível visualizar em ambas as formulações a presença da matriz proteica, característica de produtos reestruturados como o hambúrguer, assim como são visíveis alguns glóbulos de gordura dispersos de forma heterogênea pela matriz.

Figura 9 - Fotomicrografias das formulações de hambúrguer bovino.



Fonte: elaborada pela autora (2023). A: sem adição de antioxidante (controle negativo); B: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); C: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; D: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer.

As imagens C e D representam as formulações de hambúrguer bovino em que foi adicionada vinagreira em diferentes percentuais. Nestas fica perceptível que a matriz alimentar não sofreu alterações quando comparadas com as formulações controle, A e B, o que pode ser resultante da granulometria das folhas de vinagreira em pó, que possibilitou uma boa dispersão. Esta similaridade morfológica é positiva, tendo em vista, que a proximidade com o padrão poderá favorecer a manutenção de características tecnológicas e de aceitação pelos consumidores.

Mesmo que as micrografias (Figura 9, C/D) mostrem uma boa dispersão das folhas de vinagreira em pó, é importante destacar que esta é fonte de fibras insolúveis que podem interferir na formação do gel proteico no momento da cocção, como relatado em estudos com adição de tomate em pó em hambúrgueres bovinos e do extrato do chá da videira em hambúrgueres suínos, em que identificaram nas micrografias realizadas após a cocção uma rede menos compacta e menos densa (Ghafouri-Oskuei *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2019).

6.3.4 Determinação de cor

A avaliação da cor das formulações de hambúrguer bovino é importante por ser uma característica capaz de influenciar atitudes de consumo, tendo seus resultados utilizados para uma análise comparativa entre a formulação padrão F2 (controle positivo) e as demais formulações (Tabela 11).

Tabela 11 - Coordenadas de luminosidade (L^*) e cor (a^* , b^*) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Formulações de hambúrguer bovino	Coordenadas		
	L^*	a^*	b^*
F1	39,03±0,31 ^c	9,54±0,33 ^b	16,10±0,20 ^a
F2	43,10±0,10 ^a	12,54±0,59 ^a	13,89±0,07 ^b
F3	43,58±0,21 ^a	6,65±0,23 ^c	11,66±0,43 ^c
F4	40,40±0,10 ^b	5,71±0,05 ^d	14,82±0,90 ^{ab}

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Ao analisarmos a luminosidade (L^*) das amostras observa-se um resultado positivo (Tabela 11), uma vez que a formulação com 0,5% de adição de vinagreira (F3) não diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) da amostra controle positivo (F2) em que se adicionou eritorbato de sódio. Outro aspecto favorável dos resultados obtidos para luminosidade (L^*) é o fato de que todas as amostras apresentaram resultados acima de 34, o que a literatura relata como sendo favorável para que os consumidores considerem a cor da carne aceitável (Khliji *et al.*, 2010).

Importante destacar o observado em relação à coordenada de cromaticidade a^* , como as amostras são produtos cárneos bovinos, uma coloração avermelhada é uma característica favorável a comercialização. Observou-se que a adição das folhas de vinagreira,

que apresentam uma cor verde intensa, interferiu nesta coordenada e fez com que as amostras F3 e F4 apresentassem diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à formulação F1 (controle negativo) e à formulação F2 (controle positivo), com uma tendência menos acentuada ao vermelho (Tabela 11).

Resultados similares foram observados em formulações de hambúrguer bovino adicionadas de extrato hidroalcolólico de *Pyrostegia venusta* e em hambúrgueres bovinos adicionados do extrato liofilizado das folhas de *Aronia melanocarpa*, em que a cor dos extratos influenciou na redução dos valores da coordenada de cromaticidade a^* (Ferreira *et al.*, 2019; Kowalczyk *et al.*, 2023).

A aparência de um produto alimentício sofre efeito direto de dispersão e absorção da luz. A dispersão das ondas de luz por heterogeneidades estruturais dentro de um produto (como partículas ou fibras) contribui para a opacidade, que está relacionada principalmente ao valor de L^* . A absorção seletiva de ondas de luz por cromóforos dentro de um produto (como pigmentos) contribui para a cor, que está relacionada principalmente aos valores das coordenadas a^* e b^* (Vu; Zhou; McClements, 2022).

A cor dos produtos cárneos é determinada principalmente pelo teor de gordura, adição de água e pigmentação da carne utilizada (Nagai *et al.*, 2022). Tendo em vista, que esses ingredientes estavam nos mesmos níveis em ambas as formulações, as alterações em seus parâmetros de cor nas formulações F3 e F4 foram causadas principalmente pela adição das folhas de vinagreira. A adição de aditivos naturais pode influenciar na coloração dos produtos cárneos em decorrência dos pigmentos naturais existentes nos vegetais, como a clorofila, pigmento de cor verde presente em grande quantidade nas folhas (Trujillo-Santiago *et al.*, 2021).

6.3.5 Perfil de textura

As características avaliadas nesta análise estão diretamente ligadas a aceitação do consumidor às inovações realizadas no produto, sendo importante a observação de resultados similares entre amostras (Figura 10).

Figura 10 - Execução da análise de perfil de textura de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Os resultados para perfil de textura das formulações de hambúrguer bovino estão dispostos na Tabela 12. Foram analisados os parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade.

Tabela 12 - Perfil de textura de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Formulações de hambúrguer bovino	Parâmetros				
	Dureza (N)	Elasticidade (mm)	Coesividade	Gomosidade (g)	Mastigabilidade (N.mm)
F1	2482,86±336,35 ^a	0,71±0,02 ^a	0,54±0,03 ^a	1329,67±242,19 ^a	929,96±161,96 ^a
F2	2720,95±404,51 ^a	0,72±0,04 ^a	0,56±0,04 ^a	1521,84±282,32 ^a	1102,46±238,53 ^a
F3	2476,04±360,87 ^a	0,71±0,03 ^a	0,53±0,03 ^{ab}	1312,88±201,06 ^a	933,77±164,75 ^a
F4	2838,68±285,07 ^a	0,67±0,02 ^b	0,50±0,02 ^b	1409,46±159,59 ^a	948,14±119,13 ^a

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

De acordo com os dados obtidos, somente os parâmetros elasticidade e coesividade apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras. A análise de elasticidade mostrou que somente a formulação com maior percentual de adição de vinagreira (F4) teve uma

menor elasticidade em relação às demais (Tabela 12). Como a análise do perfil de textura foi realizada nas amostras após cocção, é importante destacar que a elasticidade em hambúrgueres é influenciada pela retenção de gordura após a cocção, que confere ao produto uma textura pastosa e macia, podendo a adição das folhas ter influenciado na retenção lipídica e na consistência do gel formado pela matriz proteica (Hautrive *et al.*, 2019).

Ressalta-se que em produtos cárneos, as fibras de carne são reduzidas em tamanho, gerando uma textura macia, assim como as interações adesivas e coesivas entre as fibras da carne e os ingredientes não cárneos contribuem para a textura final. A adição de aditivos industrializados ou naturais pode produzir diferentes efeitos na textura de produtos cárneos (Younis *et al.*, 2022).

No parâmetro coesividade também se observou a influência da adição de vinagreira na redução dos valores observados. As amostras F3 e F4 apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às formulações controle (Tabela 12). A coesividade é descrita como o grau com o qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper, sendo relatado na literatura que a adição de ingredientes de origem vegetal é um dos fatores que podem influenciar na redução do valor de coesividade de uma matriz alimentar (Alencar *et al.*, 2022; Nora, 2021).

Os resultados para dureza, gomosidade e mastigabilidade se mostraram coerentes, tendo em vista que a dureza do alimento influencia diretamente na energia requerida para sua desintegração até o ponto ideal de deglutição (gomosidade) e no tempo requerido para mastigar a amostra até uma consistência ideal de deglutição (mastigabilidade), logo, não se observou diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações para os três parâmetros citados (Nora, 2021).

Pesquisas com adição de farinhas, pós e extratos de plantas em hambúrgueres demonstraram que a adição destes ingredientes influencia no aumento da dureza do produto por interferirem principalmente na retenção de umidade no alimento após a cocção (Alencar *et al.*, 2022; Hautrive *et al.*, 2019; Martín-Mateos, 2022; Parafati *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2022), o que nos leva a inferir que a adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, nas proporções que foram utilizadas, não interferiram na retenção de água nas formulações.

Importante também relatar que o tempo de cozimento do hambúrguer tem grande influência nos parâmetros de textura, principalmente na dureza, em que quanto maior o tempo de cocção, maior será a desnaturação e agregação da miosina e actina, levando ao encolhimento acentuado da matriz proteica e expulsão significativa de fluidos. Esse processo resulta em maior densidade numérica e força das interações atrativas entre moléculas de proteína, aumentando a força do gel constituinte da matriz alimentar (Vu; Zhou; McClements, 2022).

6.3.6 Análises microbiológicas

A qualidade microbiológica das amostras foi atestada antes de proceder-se com a análise sensorial (Tabela 13). As amostras analisadas foram consideradas seguras para consumo, conforme os microrganismos estabelecidos pela legislação vigente (ANVISA, 2022a).

Tabela 13 - Análises microbiológicas de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Formulações de hambúrguer bovino	Parâmetros			
	Aeróbios Mesófilos (UFC/g)	Coliformes Termotolerantes (UFC/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	Salmonella ssp (Presença / Ausência)
F1	8,80 x 10 ³	<10	<10	Ausência em 25g
F2	6,60 x 10 ³	<10	<10	Ausência em 25g
F3	2,30 x 10 ⁴	<10	<10	Ausência em 25g
F4	1,19 x 10 ⁴	<10	<10	Ausência em 25g
Legislação	<10 ⁵	<10	<10 ²	Ausência em 25g

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer.

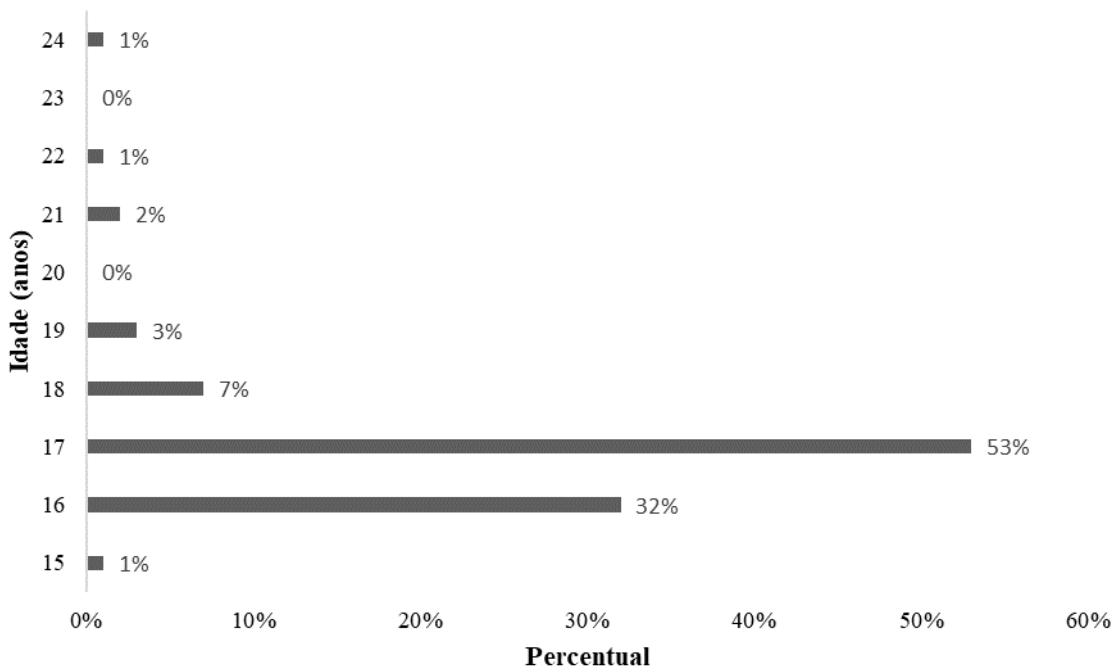
O hambúrguer se caracteriza como um produto cárneo e devido ao seu alto valor nutritivo, se torna um bom meio para o crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes principalmente durante o processamento, armazenamento e manipulação (Roshanak *et al.*, 2023). Embora os hambúrgueres sejam submetidos ao cozimento antes do consumo, é importante considerar o impacto da formulação em sua qualidade microbiológica, pois devem estar dentro dos limites microbiológicos aceitos (Ebrahimi *et al.*, 2022).

No Brasil, a legislação vigente que ampara a qualidade microbiológica de produtos cárneos afirma que os alimentos devem estar livres de micro-organismos patogênicos, suas toxinas ou metabólitos em quantidades que causem dano para a saúde humana, sendo tolerado em algumas situações a presença limitada de micro-organismos deteriorantes, sem comprometer a saúde do consumidor (ANVISA, 2022a).

6.3.7 Análise sensorial

Participaram da análise sensorial um total de 100 julgadores, todos estudantes de uma escola de ensino médio pública. Destes, 48% cursavam a 2ª série e 52% a 3ª série. Em relação ao gênero, observou-se uma maior participação do gênero feminino (55%) em relação ao gênero masculino (45%), compreendidos em uma faixa-etária entre 15 e 24 anos. Ressalta-se que 85% dos julgadores possuíam 16 e 17 anos (Figura 11).

Figura 11 - Faixa-etária de julgadores participantes da análise sensorial de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

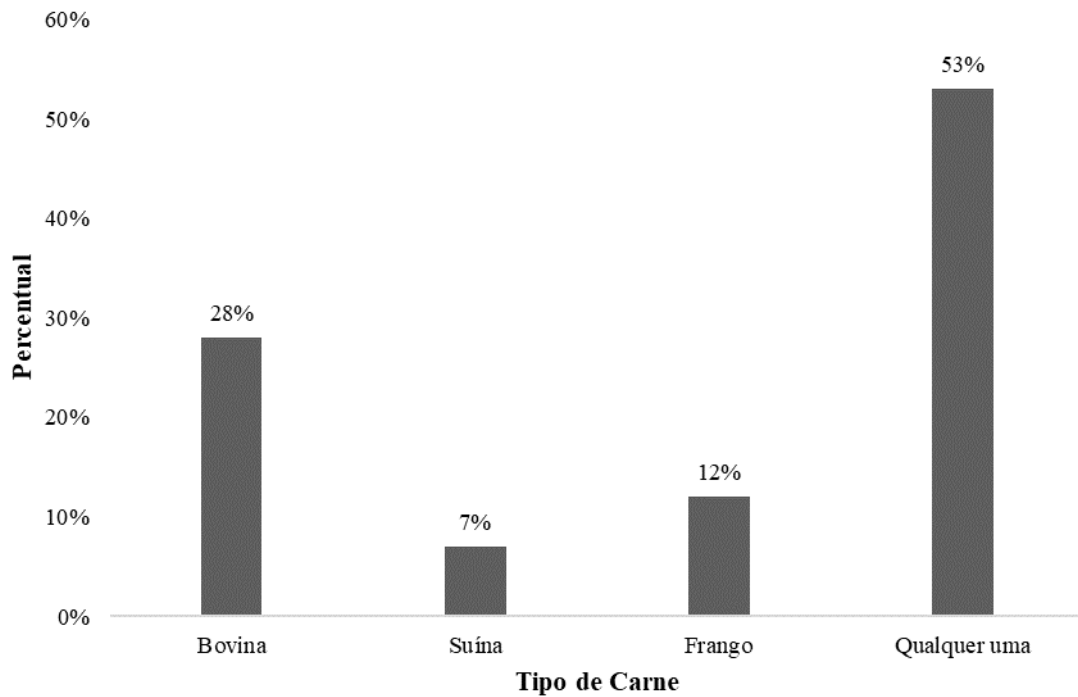


Fonte: elaborada pela autora (2023).

A faixa-etária predominante na pesquisa (16 e 17 anos) está condizente com o local de coleta de dados, indo também ao encontro com o que a literatura relata sobre o perfil de consumidores de hambúrguer, que se caracteriza por serem em sua maioria pessoas jovens, com expressivo consumo entre adolescentes e adultos jovens (Cardona *et al.*, 2023; Mohammadi *et al.*, 2023).

Antes de procederem com os testes sensoriais, foram respondidas perguntas sobre o consumo de hambúrguer pelos participantes. Todos os julgadores afirmaram gostar de hambúrguer, com a maioria (53%) afirmando gostar de hambúrguer de qualquer tipo de carne, ficando a carne bovina como a de maior preferência (28%), entre aqueles que optaram por um tipo específico de carne (Figura 12).

Figura 12 - Tipo de carne preferida entre os julgadores para o consumo de hambúrguer.

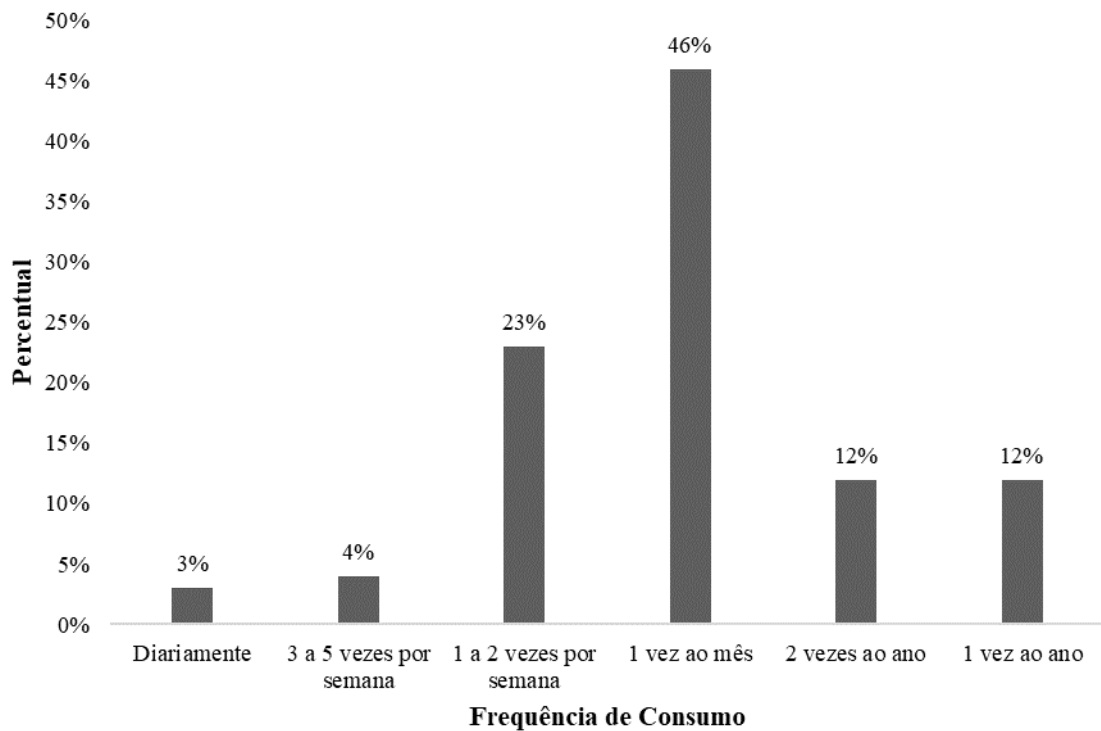


Fonte: Elaborada pela autora (2023).

A preferência por hambúrgueres de carne bovina é uma realidade do mercado consumidor brasileiro que também foi observada em uma pesquisa de mercado realizada em Cascavel-PR, onde os resultados do questionário online aplicado mostraram que a carne bovina foi a de maior preferência entre os participantes, seguida da carne de frango (Vessoni; Piaia; Bernardi, 2019).

Ao serem indagados sobre a frequência de consumo de hambúrguer, 46% dos participantes afirmaram consumir hambúrguer uma vez ao mês, seguido de 23% que afirmou consumir de uma a duas vezes por semana (Figura 13).

Figura 13 - Frequência de consumo de hambúrguer entre os julgadores.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

A frequência de consumo de hambúrguer pode se diversificar de acordo com o público analisado. Na literatura foi possível observar estudos que mostraram predominâncias diferentes de frequências de consumo que variaram entre uma vez por semana, a cada quinze dias, uma a três vezes por mês ou raramente (Cardona *et al.*, 2023; Michel *et al.*, 2021; Selani *et al.*, 2022)

Na Tabela 14, é possível visualizar que os resultados da aceitação sensorial mostraram que todas as amostras obtiveram notas acima de 3,00 em todos os parâmetros avaliados, em uma escala hedônica que variava de 1 (detestei) a 5 (adorei).

Tabela 14 - Aceitação sensorial de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Formulações de hambúrguer bovino	Atributos			
	Aparência	Sabor	Textura	Aceitação Global
F1	4,04 ± 0,76 ^a	4,23 ± 0,78 ^a	4,00 ± 0,77 ^a	4,23 ± 0,74 ^a
F2	3,84 ± 0,85 ^{ab}	4,00 ± 0,90 ^{ab}	3,91 ± 0,81 ^a	4,06 ± 0,91 ^a
F3	3,64 ± 0,93 ^b	3,69 ± 0,98 ^{bc}	3,71 ± 0,98 ^{ab}	3,73 ± 0,97 ^b
F4	3,53 ± 0,94 ^b	3,54 ± 1,09 ^c	3,58 ± 0,99 ^b	3,59 ± 0,98 ^b

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

As formulações controle (F1 e F2) apresentaram maior aceitação global, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) das demais. Entretanto, as formulações F3 e F4 não tiveram variação significativa ($p < 0,05$) em relação à formulação F2 na aparência. Também é positivo destacar que a formulação F3 não apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) nos atributos de sabor e textura da formulação F2 (Tabela 14). Em estudo realizado com hambúrgueres bovinos marinados por diferentes percentuais de adição de extrato de vinagreira *Hibiscus sabdariffa* observou-se que a análise sensorial não revelou diferenças significativas entre os hambúrgueres tratados com extratos e os não tratados, no entanto, a cor e o sabor dos hambúrgueres tratados com a maior concentração de extrato de vinagreira foram avaliados de forma ligeiramente menos favorável pelos provadores (Gibis; Weiss, 2010).

Resultado similar foi observado em hambúrgueres suínos adicionados de extrato de vinagreira, em que os autores encontraram melhores resultados sensoriais quando da adição de 0,85% de extrato de vinagreira, ocorrendo uma redução nas notas atribuídas em formulações com maior concentração do extrato (Jung; Joo, 2013).

Ressalta-se, que mesmo obtendo notas mais baixas, as formulações F3 e F4 apresentaram resultados satisfatórios frente aos julgadores, tendo em vista a amplitude da escala utilizada para avaliação (1 a 5). A aplicação de extratos de plantas inibe a oxidação lipídica e a degradação dos pigmentos da carne e, assim, ajudam a retardar o aparecimento de sabores rançosos e a estabilizar a cor em produtos cárneos, melhorando características sensoriais e aceitação pelo consumidor (Shah; Bosco; Mir, 2014).

A avaliação da intenção de consumo mostrou que as formulações F1 e F2 diferiram estatisticamente das formulações F3 e F4, apresentando as primeiras (F1 e F2) uma maior possibilidade de consumo futuro entre os julgadores (Tabela 15).

Tabela 15 - Intenção de consumo de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Formulações de hambúrguer bovino	Intenção de Consumo
F1	4,12 ± 1,03 ^a
F2	3,99 ± 1,09 ^a
F3	3,55 ± 1,27 ^b
F4	3,50 ± 1,23 ^b

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Em estudo com adição de açafrão, gengibre e urucum em formulações de hambúrguer bovino observou-se que a presença de gengibre não influenciou na intenção de compra dos provadores quando comparado com a formulação controle, ocorrendo menores resultados na intenção de compra de hambúrgueres adicionados de açafrão e urucum, similar ao observado na intenção de consumo dos hambúrgueres adicionados de vinagreira. (Sedlacek-Bassani, 2018).

Outro estudo em que se elaborou hambúrguer bovino com adição de biomassa de banana e maracujá, foi observada também queda na intenção de compra das formulações que sofreram modificações em relação à controle, mas com notas que não as classificaram como rejeitadas pelos julgadores (Santos *et al.*, 2021).

As menores notas obtidas pelas formulações F3 e F4, não as classificam como descartadas pelos julgadores quanto a intenção de consumo, uma vez que ambas ficaram com médias acima de 3,00 (talvez consumisse / talvez não consumisse), ponto médio da escala utilizada (Tabela 15). É importante destacar que o atributo de saudabilidade incorporado ao produto pela adição da vinagreira, pode ser um atrativo para determinados nichos de mercado.

Nos resultados para o teste CATA, a frequência de utilização de cada termo foi determinada através de contagem do número de vezes que cada termo foi utilizado, e os dados foram analisados através de teste de Cochran, ao nível de 5% de significância (Tabela 16).

Tabela 16 - Resultado do *Check All That Apply* (CATA) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, utilizando o teste Cochran Q para comparação entre amostras de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Atributos	Formulações de hambúrgueres bovinos			
	F1	F2	F3	F4
Aparência Gordurosa	0,340 ^a	0,350 ^a	0,320 ^a	0,320 ^a
Cor Uniforme	0,490 ^a	0,400 ^a	0,400 ^a	0,340 ^a
Cor Marrom Escuro	0,610 ^{ab}	0,670 ^a	0,460 ^{bc}	0,390 ^c
Cor Marrom Avermelhado	0,090 ^a	0,070 ^{ab}	0,080 ^{ab}	0,000 ^b
Cor Marrom Esverdeado	0,010 ^c	0,000 ^c	0,310 ^b	0,550 ^a
Sabor de Grelhado	0,420 ^a	0,380 ^a	0,370 ^a	0,320 ^a
Suculento	0,540 ^{ab}	0,580 ^a	0,450 ^{ab}	0,410 ^b
Tempero Ideal	0,560 ^a	0,600 ^a	0,490 ^a	0,460 ^a
Salgado	0,170 ^a	0,140 ^a	0,170 ^a	0,130 ^a
Sem Sal	0,080 ^a	0,100 ^a	0,120 ^a	0,190 ^a
Sabor Residual	0,010 ^b	0,010 ^b	0,230 ^a	0,320 ^a
Consistente	0,410 ^a	0,340 ^a	0,380 ^a	0,340 ^a
Textura Fibrosa	0,060 ^a	0,030 ^a	0,010 ^a	0,040 ^a
Textura Macia	0,600 ^a	0,680 ^a	0,560 ^a	0,580 ^a
Textura Ressecada	0,120 ^a	0,140 ^a	0,160 ^a	0,150 ^a
Textura Borrachuda	0,040 ^a	0,060 ^a	0,060 ^a	0,060 ^a
Textura de Carne	0,500 ^a	0,420 ^a	0,460 ^a	0,450 ^a

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste Cochran Q.

Foram avaliados 17 termos no teste CATA, apenas cinco diferiram significativamente entre si, ao nível de 5% de significância, sendo eles: “cor marrom escuro”, “cor marrom avermelhado”, “cor marrom esverdeado”, “suculento” e “sabor residual” (Tabela 16).

Os atributos utilizados com maior frequência foram: “cor marrom escuro”, “textura macia”, “tempero ideal” e “suculento” (Tabela 16). Tais atributos são importantes para hambúrgueres, tendo em vista terem sido os mais perceptíveis entre os julgadores. Ressalta-se,

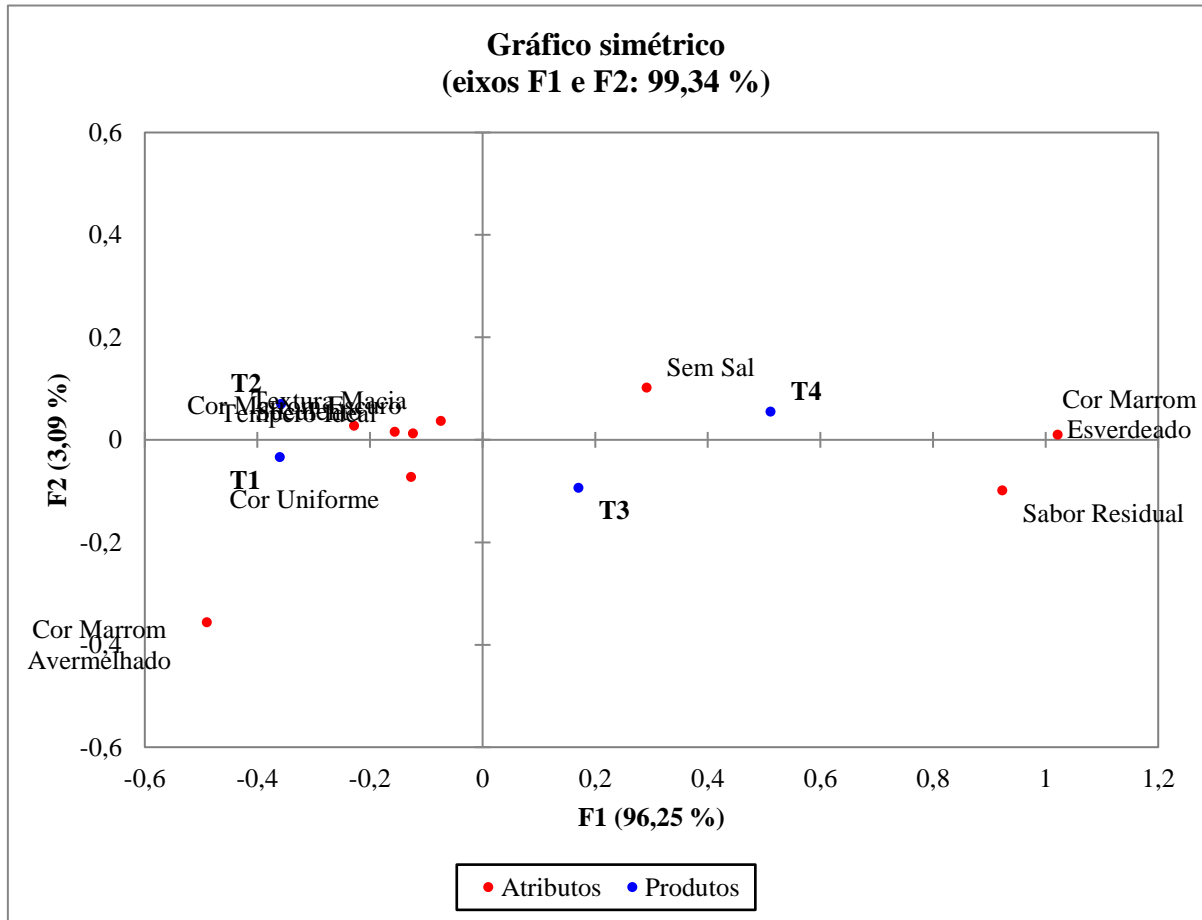
que dentre os termos mais citados, os atributos “textura macia” e “tempero ideal” não apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações.

Em estudo que avaliou a aceitação de hambúrgueres bovinos servidos com e sem molho de ameixa, os termos “textura macia” e “sabor ideal” foram destacados e corroboraram os achados da presente pesquisa, indicando características sensoriais buscadas pelos consumidores (Mena *et al.*, 2022).

Na Tabela 16, os termos “cor marrom esverdeado” e “sabor residual” foram mais citados nas formulações F3 e F4, em que consta a adição de vinagreira na formulação, o que pode ter influenciado para que estas formulações diferissem estatisticamente ($p < 0,05$) das formulações controle (F1 e F2). Este resultado vai ao encontro com a premissa de que a aparência, a textura e o sabor dos alimentos são características essenciais para estabelecer respostas sensoriais e hedônicas favoráveis aos consumidores (Avilés *et al.*, 2023).

A análise de componentes principais (ACP) foi realizada sobre a matriz de covariância das pontuações de atributos na média entre avaliadores e está disposta nas Figuras 14 e 15. As duas primeiras dimensões explicaram 99,34% da variabilidade dos dados.

Figura 14 - Descritores sensoriais obtidos pela análise *Check All That Apply* (CATA) e tratamentos.

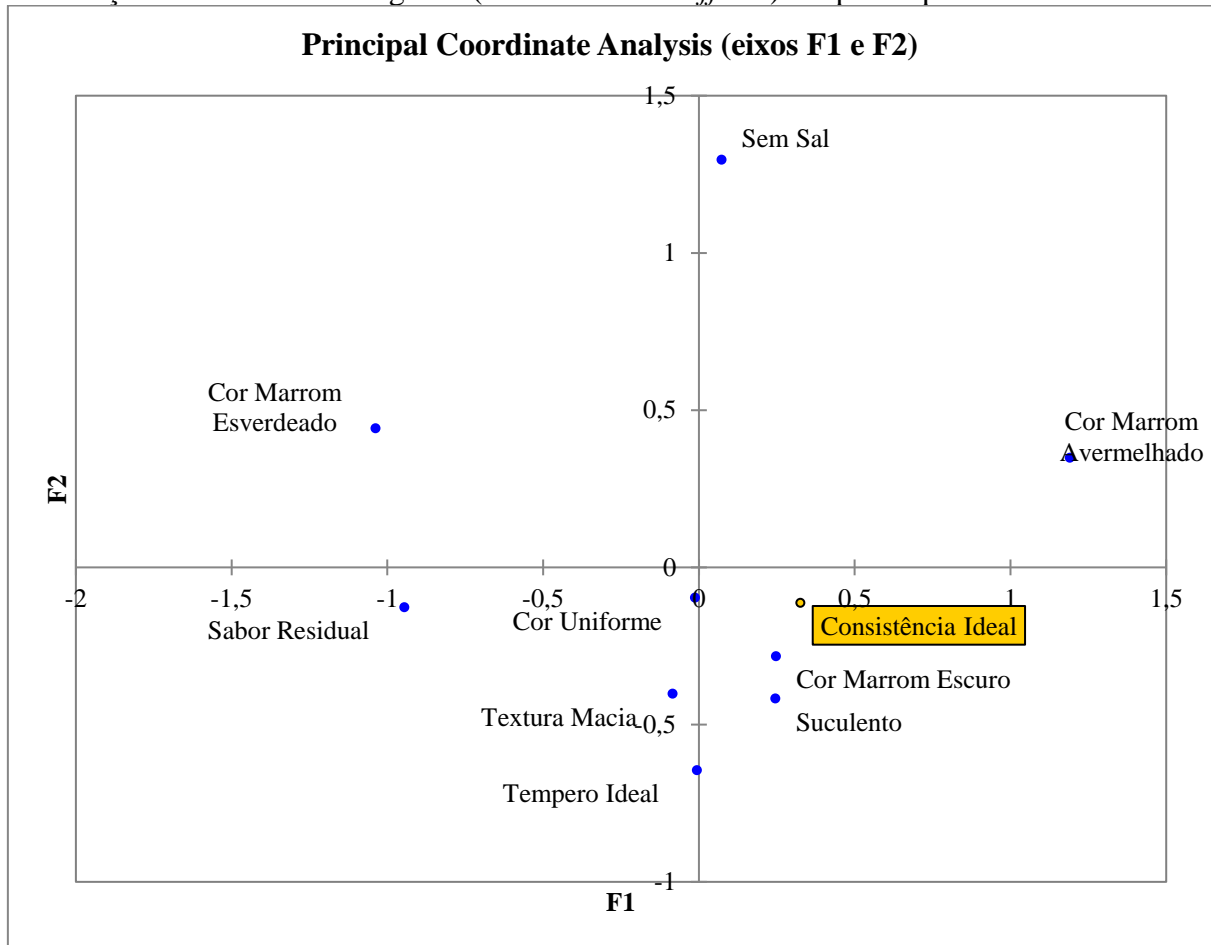


Fonte: elaborada pela autora (2023). T1 = F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); T2 = F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); T3 = F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; T4 = F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer.

É possível observar que a formulação controle negativo (F1) foi caracterizada pelos termos “cor uniforme” e “cor marrom avermelhado”; a formulação controle positivo (F2) foi caracterizada pelos termos “cor marrom escuro”, “suculento”, “tempero ideal” e “textura macia”; a formulação com adição de 4g/kg de vinagreira (F3) teve uma maior ligação com o termo “sabor residual”; enquanto que a formulação com adição de 8g/kg de vinagreira (F4) foi caracterizada pelos termos “cor marrom esverdeado” e “sem sal” (Figura 14).

Na Figura 15, se verifica que a primeira dimensão foi correlacionada positivamente com os termos “cor marrom escuro” e “suculento” e, negativamente, com os termos “cor marrom esverdeado” e “sabor residual”. Na segunda dimensão, foram correlacionados positivamente os termos “cor marrom avermelhado”, “cor marrom esverdeado” e “sem sal”. Enquanto a consistência ideal correlacionou positivamente com os termos “cor marrom escuro” e “suculento”, indicando que as amostras que apresentaram maiores frequências desses termos foram as mais aceitas, ou seja, esses termos de aparência e textura conduziram a preferência.

Figura 15 - Análise da componente principal (ACP) de hambúrguer bovino adicionado com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó e o produto ideal.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

A suculência é um atributo sensorial valorizado pelos consumidores de produtos cárneos, assim como características de “textura ideal”, “aroma agradável”, “cor ideal”, “aroma suave”, “sal ideal” e “sabor agradável” (Hautrive *et al.*, 2019). A intensidade dos termos avaliados foi analisada por meio do teste RATA, sendo possível observar as médias obtidas expostas na Tabela 17.

Tabela 17 - Média das intensidades dos termos da análise *Rate All That Apply* (RATA) de hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó.

Atributos	Formulações de hambúrgueres bovinos					Pr > F(Modelo)	Significativo
	F1	F2	F3	F4			
Aparência Gordurosa	0,480 ^a	0,570 ^a	0,480 ^a	0,500 ^a	0,864	Não	
Cor Uniforme	1,480 ^a	1,180 ^a	1,160 ^a	0,940 ^a	0,121	Não	
Cor Marrom Escuro	1,810 ^a	1,840 ^a	1,280 ^b	1,200 ^b	0,005	Sim	
Cor Marrom Avermelhado	0,180 ^a	0,150 ^a	0,230 ^a	0,000 ^a	0,054	Não	
Cor Marrom Esverdeado	0,010 ^c	0,000 ^c	0,570 ^b	1,410 ^a	<0,0001	Sim	
Sabor de Grelhado	1,130 ^a	1,010 ^a	0,930 ^a	0,700 ^a	0,168	Não	
Suculento	1,770 ^a	1,770 ^a	1,310 ^{ab}	1,140 ^b	0,014	Sim	
Tempero Ideal	1,910 ^{ab}	2,030 ^a	1,450 ^{bc}	1,380 ^c	0,015	Sim	
Salgado	0,380 ^a	0,250 ^a	0,380 ^a	0,340 ^a	0,697	Não	
Sem Sal	0,210 ^a	0,260 ^a	0,320 ^a	0,440 ^a	0,320	Não	
Sabor Residual	0,010 ^b	0,020 ^b	0,550 ^a	0,690 ^a	<0,0001	Sim	
Consistente	1,250 ^a	1,060 ^a	1,090 ^a	1,010 ^a	0,729	Não	
Textura Fibrosa	0,120 ^a	0,030 ^a	0,010 ^a	0,090 ^a	0,117	Não	
Textura Macia	1,940 ^a	2,150 ^a	1,740 ^a	1,630 ^a	0,143	Não	
Textura Ressecada	0,250 ^a	0,360 ^a	0,330 ^a	0,360 ^a	0,792	Não	
Textura Borrachuda	0,060 ^a	0,130 ^a	0,140 ^a	0,140 ^a	0,696	Não	
Textura de Carne	1,660 ^a	1,460 ^a	1,480 ^a	1,420 ^a	0,791	Não	

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Dos dezessete termos avaliados, apenas cinco apresentaram diferença estatística entre as formulações sendo eles: cor marrom escuro, cor marrom esverdeado, suculento, tempero ideal e sabor residual. Em relação a cor dos hambúrgueres, as formulações F1 e F2 apresentaram maiores notas para o termo “cor marrom escuro”, enquanto as formulações F3 e F4 apresentaram as maiores notas para o termo “cor marrom esverdeado”, estando este achado condizente com a adição das folhas de vinagreira nas amostras F3 e F4 (Tabela 17).

No tocante à textura das amostras, o termo “suculento” foi o que apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações, sendo observado que a redução das notas para suculência se mostrou inversamente proporcional à adição de vinagreira, tendo em vista

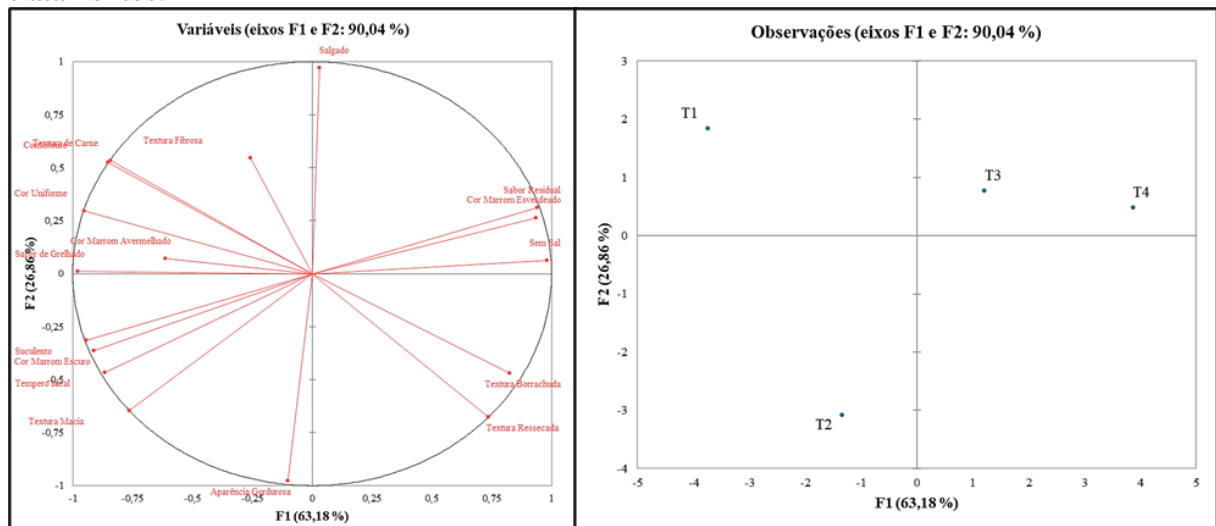
que a formulação F4, com maior adição das folhas de vinagreira, foi a que apresentou menor nota entre todas as formulações analisadas (Tabela 17).

Os termos “tempero ideal” e “sabor residual” que se referem ao sabor das amostras, mostraram que a presença de vinagreira nos hambúrgueres deixou um sabor residual perceptível aos avaliadores, o que pode ter influenciado nas notas atribuídas em relação ao tempero dos hambúrgueres, uma vez que as formulações F3 e F4 tiveram os menores resultados em relação ao “tempero ideal” (Tabela 17).

Os atributos que apresentaram maiores notas em ambas as amostras foram “suculento”, “tempero ideal”, “textura macia” e “textura de carne”. Em outro trabalho com hambúrgueres bovinos adicionados de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa os atributos sensoriais na preferência geral foram: saboroso, suculento, bovino, temperado, macio, aromático, grelhado, característico, salgado e picante sendo importantes para o gosto geral dos consumidores (Rios-Mera *et al.*, 2021).

A análise de componentes principais (ACP) realizada a partir dos resultados obtidos no teste RATA está disposta na Figura 16. As duas primeiras dimensões explicaram 90,04% da variabilidade dos dados.

Figura 16 - Descritores sensoriais obtidos pela análise *Rate All That Apply* (RATA) e tratamentos.



Fonte: elaborada pela autora (2023). T1 = F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); T2 = F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); T3 = F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; T4 = F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer.

Ao se observar a Figura 16, percebe-se que somente as formulações F3 e F4, com adição das folhas de vinagreira, apresentaram similaridades entre si. Dentre os termos analisados, a formulação F1 (controle negativo) foi caracterizada por termos como: “textura

uniforme”, “cor marrom avermelhado” e “sabor grelhado”. A formulação F2 (controle positivo) foi avaliada com termos como: “cor marrom escuro”, “textura ideal” e “aparência gordurosa”. Já as formulações F3 e F4 foram caracterizadas como: “cor marrom esverdeado”, “sabor residual” e “sem sal”, sendo observada maior intensidade desses termos para a formulação.

Em análise sensorial de amostras de hambúrguer bovino com adição de cogumelo foram identificados os atributos aromáticos, saborosos, temperados, grelhados, macios e suculentos como direcionadores sensoriais do gosto, indicando que a presença dessas características era desejada pelos consumidores (Patinho *et al.*, 2021).

O uso de extratos naturais de diferentes fontes para substituir antioxidantes sintéticos influencia as propriedades sensoriais de produtos cárneos processados. Os principais efeitos são positivos para a qualidade sensorial, pois atuam prevenindo a oxidação lipídica e consequentemente o desenvolvimento de odor rançoso, sabores desagradáveis e descoloração da carne devido à oxidação da mioglobina. No entanto, dependendo da origem e concentração do antioxidante natural, pode interferir na cor, odor e sabor do produto cárneo, interferindo na percepção sensorial do consumidor (Saldaña *et al.*, 2021).

Ao compararmos os resultados obtidos nas análises de cor e de perfil de textura com os resultados da análise sensorial, observamos coerência entre eles. A formulação F4 apresentou os menores valores para a coordenada de cromaticidade a^* (Tabela 11), para elasticidade e coesividade (Tabela 12), sendo esta formulação a que apresentou menor nota na escala hedônica para aparência e textura (Tabela 14), assim como maior escore nos testes CATA e RATA para o descritor “cor marrom esverdeado” (Tabelas 16 e 17).

6.4 Conclusão

As formulações de hambúrguer bovino com e sem adição de vinagreira apresentaram-se semelhantes quanto ao teor de umidade, macronutrientes e matriz alimentar nas micrografias. Porém, aumentou o teor de cinzas, reduziu a intensidade do vermelho e reduziu a elasticidade e a coesividade, principalmente na amostra com maior percentual de vinagreira adicionado (8g/kg).

O processo de digestão *in vitro* resultou em maior atividade antioxidante nas amostras. Pensando na perspectiva de armazenamento de amostras *in natura*, as formulações com folhas de vinagreira apresentaram ação antioxidante aumentada em relação à formulação controle negativo (sem adição de antioxidante).

Todas as formulações foram avaliadas dentro da zona de aceitação para aceitação global e apresentaram termos como “cor marrom escuro” e “suculento” levando à preferência sensorial. A adição de vinagreira esteve vinculada aos termos “cor marrom esverdeado” e “sabor residual”, onde uma menor adição de vinagreira (4g/kg) gerou menor intensidade destes descritores. Positivamente, os hambúrgueres com adição de vinagreira foram aceitos sensorialmente pelos julgadores.

Os resultados mostraram que dentre as formulações testadas, a formulação F3 apresentou resultados promissores quanto às análises físicas e químicas e menor interferência da adição de vinagreira em seus atributos sensoriais, mantendo boa aceitação global.

7 ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE HAMBÚRGUER BOVINO COM E SEM ADIÇÃO DAS FOLHAS DE VINAGREIRA (*Hibiscus sabdariffa* L.) EM PÓ SOB REFRIGERAÇÃO (4 ± 1 °C POR 21 DIAS) E CONGELAMENTO (-18 ± 2 °C POR 120 DIAS)

7.1 Introdução

Um componente nutricional importante na alimentação de grande parte da população mundial é a carne e seus produtos derivados. Estes alimentos desempenham um papel importante na dieta humana devido serem boas fontes de nutrientes, como proteínas de alto valor biológico, lipídios, ferro, zinco, selênio, niacina etc., fornecendo calorias, elementos construtores e reguladores para o corpo humano (Lu; Ma; Sun, 2022). Quando consumidos em quantidade adequada, atentando-se ao tipo de carne e de processamento dos produtos cárneos, estes produtos de origem animal desempenham um papel determinante na sustentabilidade das dietas (Sievert *et al.*, 2022; Smetana *et al.*, 2023).

Existe uma gama de produtos cárneos disponíveis no mercado, os quais são submetidos a vários métodos de processamento, como moagem, salga, cura e defumação, a fim de melhorar sua qualidade e vida útil. Eles podem ser classificados em dois tipos: produtos emulsionados (salsichas, linguiças, patês, massas de carne etc.) e produtos mistos (almôndegas, linguiças, hambúrgueres etc.) com base no tipo de processamento envolvido (Manzoor *et al.*, 2022).

Dentre os produtos cárneos, o hambúrguer ocupa um lugar de destaque entre os consumidores, sendo frequentemente vendido como opção de comida saborosa, prática para o preparo e de custo acessível (Manzoor *et al.*, 2022). No entanto, sua composição nutricional leva a oxidação lipídica durante o processamento e armazenamento, o que pode interferir negativamente em seus atributos de qualidade, como aroma e sabor (Hadidi *et al.*, 2022).

Como forma de prevenir ou retardar as reações oxidativas em produtos cárneos, a indústria adiciona compostos antioxidantes em sua formulação, contudo, a maioria desses ingredientes são sintéticos e alguns estudos têm mostrado os efeitos adversos dos antioxidantes sintéticos para a saúde do consumidor. A literatura relata que tais substâncias podem apresentar efeitos adversos à saúde quando não utilizadas dentro dos limites de segurança estabelecidos, aumentando assim a demanda por antioxidantes naturais (Cunha *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2019).

Atualmente, tem ganhado espaço na indústria alimentícia o uso de antioxidantes naturais devido às regulamentações restritivas ao consumo desses aditivos e à conscientização dos consumidores sobre seus efeitos tóxicos e riscos à saúde, levando ao uso de subprodutos vegetais, que oferecem antioxidantes naturais como os compostos fenólicos, que são um grupo complexo formado pelo metabolismo das plantas (Hadidi *et al.*, 2022).

Como alternativa do uso de vegetais como fonte de compostos antioxidantes, a vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) tem se mostrado um espécime com boa concentração de compostos fenólicos. Existem relatos da concentração de fitoquímicos não somente no cálice, mas em outras partes da planta como nas folhas, que são abundantes neste vegetal e ainda subutilizada (Riaz; Chopra, 2018; Costa-Rocha *et al.*, 2014).

Diante tal realidade, objetivou-se analisar a estabilidade físico-química das formulações de hambúrguer bovino durante armazenamento sob refrigeração a 4 ± 1 °C por 21 dias e congelamento a -18 ± 1 °C por 120 dias.

7.2 Material e métodos

7.2.1 Material

A carne bovina, toucinho suíno, proteína texturizada de soja, farinha de trigo, sal, pasta de alho e cebola, assim como o material para acondicionamento dos hambúrgueres foram adquiridos no comércio local da cidade de Choró - CE. O eritorbato de sódio foi comprado da empresa Adicel Indústria e Comércio LTDA situada em Belo Horizonte – MG, as folhas de vinagreira em pó e trituradas foram obtidas a partir de plantas cultivadas no município de Choró - CE. Os reagentes utilizados foram disponibilizados pelo Laboratório de Carnes e Pescados do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEAL/UFC).

7.2.2 Formulação do hambúrguer bovino

Inicialmente definiu-se cinco formulações de hambúrguer bovino para se realizar a análise da estabilidade físico-química, sendo uma amostra controle negativo (sem adição de antioxidante), uma formulação controle positivo (com adição de antioxidante comercial) e três formulações teste (com adição das folhas de vinagreira em diferentes proporções). Os ingredientes e os percentuais usados em cada formulação estão disponíveis na Tabela 18, exposta a seguir.

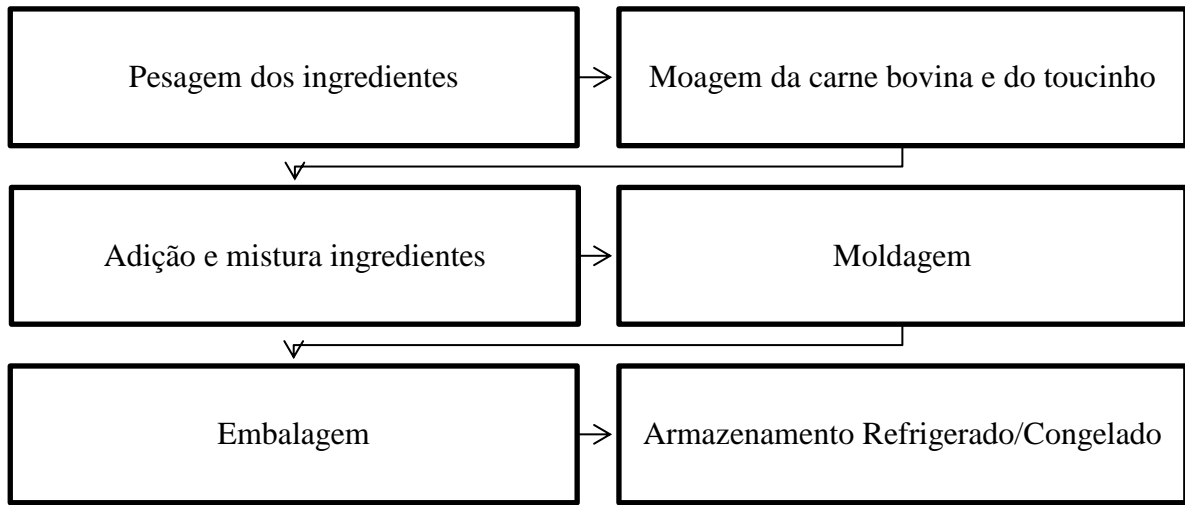
Tabela 18 - Formulações de hambúrguer bovino.

Ingredientes	F1	F2	F3	F4	F5
Carne bovina (g/kg)	785	785	785	785	785
Gordura suína (g/kg)	78	78	78	78	78
Água (g/kg)	78	77	74	70	62
Proteína texturizada de soja (g/kg)	31	31	31	31	31
Farinha de trigo (g/kg)	8	8	8	8	8
Sal (g/kg)	12	12	12	12	12
Pasta de alho (g/kg)	4	4	4	4	4
Pasta de cebola (g/kg)	4	4	4	4	4
Antioxidante comercial (g/kg)	-	0,8	-	-	-
Folhas da vinagreira (g/kg)	-	-	4	8	16

Fonte: adaptada de Silva (2013) e Teixeira (2013).

A preparação dos hambúrgueres foi composta pelas seguintes etapas: pesagem dos ingredientes, moagem da carne e do toucinho, adição e mistura dos ingredientes, moldagem, embalagem e armazenamento (Figura 17). A carne bovina e o toucinho foram moídos em moinho de marca Siemens[®], fazendo uso de disco de 6 mm. Para a pesagem dos ingredientes se utilizou balança de marca Ohaus – Precision Standard TS2K2[®], com capacidade de aferição de $2.000 \pm 0,01$ g. Após moagem e pesagem dos ingredientes procedeu-se com a mistura manual dos mesmos e em seguida moldagem em hambúrgueres de aproximadamente 50g. Os hambúrgueres foram acondicionados individualmente em filmes de PVC e dispostos em bandejas de isopor para armazenamento refrigerado ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) por 21 dias.

Figura 17 - Fluxograma de processamento de hambúrguer bovino.



Fonte: elaborada pela autora.

Posteriormente ao período de armazenamento refrigerado, descartou-se a formulação F5 (adição de 16 g de vinagreira / kg de hambúrguer) do estudo. Devido a problemas na manutenção da integridade do hambúrguer durante a moldagem. Procedeu-se então com um novo processamento com as formulações que permaneceram na pesquisa, seguindo os passos já citados (Figura 17). Os hambúrgueres resultantes do segundo processamento foram acondicionados sob congelamento ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

7.2.3 Métodos para análise de estabilidade sob refrigeração

7.2.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico foi determinado por leitura direta em potenciômetro TECNAL, modelo TEC-3MP, devidamente calibrado, em que a amostra foi diluída em água destilada na proporção de 1:10 (IAL, 2004).

7.2.3.2 Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

A metodologia adotada foi descrita por Raharjo, Sofos e Schmidt (1992) com modificações. O extrato foi obtido a partir de 10 g de amostra, adicionados 1 mL de BHT (0,15%) e 40 mL de TCA (5%), sendo, em seguida, centrifugado a uma temperatura de 4°C a 10.000 rpm por dez minutos. O sobrenadante resultante foi filtrado e transferido para um balão

volumétrico de 50 mL e completado com TCA (5%). Foi retirada uma alíquota de 2 mL dessa solução para um tubo de ensaio e adicionados 2 mL da solução de TBA (0,08 M) em ácido acético (50%) e levada para o banho-maria a 94 ± 1 ° C por 50 minutos. Após o resfriamento em banho de gelo, realizaram-se as leituras de absorvância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 531 nm. Este procedimento foi realizado em triplicata, sendo o valor de TBARS calculado conforme a equação 5 e expresso em mg de malonaldeído (MDA) por Kg de amostra.

$$\text{TBARS} = (25 \times C) / P$$

(Equação 5)

Onde:

P = massa da amostra (g);

25 = fator de diluição.

C = concentração correspondente à absorvância na curva padrão (μg de MDA/2 mL).

7.2.3.3 Determinação de cor

A análise de cor foi realizada em espectrocolorímetro Colorquest XE (HunterLab, Virgínia, EUA). Para isso, as amostras foram dispostas em cubeta de vidro de espessura 10 mm e fez-se a leitura por reflexão especular exclusiva (sem luz) em uma área de 5,07 cm² da amostra. As medidas foram feitas em triplicata, sendo os resultados das leituras obtidos por meio do software EasyMatch QC 4.81, acoplado ao equipamento e seguindo o sistema colorimétrico CIE L*a*b*. Verificou-se também a diferença total de cor (TCD) preconizada por Tiwari e colaboradores (2008), em que a diferença de cor é classificada em muito distinta (TCD > 3), distinta ($1,5 < \text{TCD} < 3$) e pouco distinta ($\text{TCD} < 1,5$), de acordo com os resultados obtidos por meio da aplicação de uma equação ($\text{TCD} = \sqrt{(L^* - L_0)^2 + (a^* - a_0)^2 + (b^* - b_0)^2}$).

7.2.4 Métodos para análise de estabilidade sob congelamento

7.2.4.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Metodologia descrita no item 7.2.3.1.

7.2.4.2 Atividade de água (A_w)

A atividade de água foi realizada conforme instruções do fabricante, usando um medidor AQUALaB 4TEV na temperatura de 25 °C calibrado com água destilada. As medições foram realizadas em triplicata e os produtos cortados em pequenos pedaços e colocados em cápsulas que foram levadas ao compartimento de medição do dispositivo.

7.2.4.3 Índice de peróxido

Foi utilizada a metodologia do MAPA (2014), em que foram transferidas porções dos hambúrgueres para erlenmeyer de 500 mL. Adicionou-se cerca de 10 g de sulfato de sódio anidro. Sob exaustão, foi adicionado 200 mL de clorofórmio. Agitou-se por 2 a 3 minutos para completa extração da gordura. Filtrou-se em papel de filtro qualitativo pregueado para erlenmeyer de 250 mL. Transferiu-se volumetricamente 25mL para erlenmeyer de 250mL. Adicionou-se 37 mL de ácido acético p.a. e 1 mL de solução saturada de iodeto de potássio. Após 1 minuto, agitou-se ocasionalmente em ausência de luz. Adicionou-se 30 mL de água e titulou-se com solução de tiosulfato de sódio 0,01M usando solução de amido a 1% como indicador. Determinação da massa na alíquota: pipetotou-se volumetricamente 25 mL do extrato clorofórmico para uma cápsula previamente desengordurada e tarada. Sob exaustão, evaporou-se o solvente em banho-maria a 60°C. Secou-se em estufa a 105°C por 30 minutos, as amostras foram colocadas em dessecador para esfriar e procedeu-se com a pesagem. A massa da gordura obtida foi utilizada para os cálculos. Efetuou-se a prova em branco, subtraindo-se seu resultado da titulação da amostra.

Transferiu-se cerca de 5 g de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) finamente pulverizado, para estufa e aqueceu-se a 140 a 150°C durante uma hora, esfriando-se em seguida em dessecador. Para fatorar uma solução de tiosulfato de sódio 1 M, pesou-se 1,2 g de dicromato de potássio e transferiu-se para frasco erlenmeyer de 500 mL com rolha esmerilhada, contendo 100 mL de água fria, previamente fervida, 30 g de iodeto de potássio (isento de iodato) e 60 mL de ácido clorídrico. O frasco foi fechado e agitado, deixando-se em repouso, em ausência de luz, durante 5 minutos. Em seguida lavou-se a rolha e as paredes do frasco com água fria, previamente fervida, titulando-se o iodo liberado com a solução de tiosulfato de sódio padronizada, agitando continuamente. Quando a coloração se tornou amarelo-clara, adicionou-se 2 mL de solução de amido 0,5 % m/v, surgindo a coloração azul. Continuou-se

com a adição da solução de tiosulfato, gota a gota, até a mudança de cor azul-esverdeado para verde-pálido. O fator de correção foi calculado através da equação 6:

$$f = m / 0,049 \times V \times M$$

(Equação 6)

Onde:

m = massa (g) de K₂Cr₂O₇ usados na titulação;

V = mL de solução de Na₂S₂O₃ gastos na titulação;

M = molaridade da solução titulante.

O resultado expresso foi a média das duplicatas, em mEq/Kg e foi calculado de acordo com a equação 7:

$$\text{Índice de peróxido (mEq/Kg)} = (V - B) \times C \times f \times 1000 / m$$

(Equação 7)

Onde:

V = volume (mL) de tiosulfato de sódio gasto na titulação da amostra;

B = volume da solução de tiosulfato de sódio gasto na titulação do branco, em mL;

C = Concentração da solução de tiosulfato de sódio;

f = fator de correção da solução de tiosulfato de sódio;

m = massa da amostra, em gramas, ou massa da amostra na alíquota.

7.2.4.4 Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Metodologia descrita no item 7.2.3.2.

7.2.4.5 Determinação de cor

Metodologia descrita no item 7.2.3.3.

7.2.4.6 Perda de água por cocção

Na determinação da perda de água por cocção, as amostras de hambúrguer bovino foram cortadas em segmentos retangulares e introduzidas em sacos plásticos devidamente etiquetados, sendo, em seguida, levadas para cocção em banho-maria a 85 °C por 25 minutos. Após o cozimento, as amostras foram retiradas das embalagens, resfriadas em água corrente e a superfície seca delicadamente com papel-toalha (Liu *et al.*, 2004). A análise foi realizada em triplicata e calculada pela diferença entre o peso inicial e final, correspondendo à perda de água por cocção, conforme equação 8.

$$\% \text{ de líquido perdido} = \frac{((\text{massa do hambúrguer fresco} - \text{massa do hambúrguer cozido}) \times 100)}{\text{massa do hambúrguer fresco}}$$

(Equação 8)

7.2.4.7 Taxa de encolhimento

As amostras de hambúrguer foram descongeladas sob refrigeração e em seguida foram cozidas em grill elétrico antiaderente, por aproximadamente 12 minutos, sendo virados a cada dois minutos até alcançarem uma temperatura interna de 71°C, monitorada por termômetro digital tipo espeto. O diâmetro das amostras foi medido com paquímetro digital e o percentual de encolhimento das amostras foi determinado segundo Berry (1992), através da equação 9.

$$\% \text{ encolhimento} = \frac{((\text{Diâmetro da amostra crua} - \text{Diâmetro da amostra cozida}) \times 100)}{\text{Diâmetro da amostra crua}}$$

(Equação 9)

7.2.4.8 Rendimento

As amostras de hambúrguer foram descongeladas sob refrigeração e em seguida foram cozidas em grill elétrico antiaderente, por aproximadamente 12 minutos, sendo virados a cada dois minutos até alcançarem uma temperatura interna de 71°C, monitorada por termômetro digital tipo espeto. O percentual de rendimento das amostras foi determinado segundo Berry (1992), através da equação 10.

$$\% \text{ rendimento} = (\text{Peso da amostra cozida} / \text{Peso da amostra crua}) \times 100$$

(Equação 10)

7.2.5 Análise estatística

Os dados foram expostos em tabelas e gráficos, relatados como valores médios e desvio-padrão, foi realizada a análise de covariância (ANCOVA) para teste F e comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5%. As análises foram feitas utilizando os recursos computacionais do software XLSTAT versão 2020.3.1.17, adotando-se o nível de significância de 5% (p -valor $< 0,05$).

7.3 Resultados e discussão

A estabilidade das formulações de hambúrguer bovino foi dividida em duas etapas, sendo realizada inicialmente uma análise de estabilidade físico-química mediante o armazenamento das amostras sob refrigeração a 4 ± 1 °C por 21 dias e em um segundo momento, realizou-se as análises de estabilidade físico-química com as amostras armazenadas sob congelamento a -18 ± 1 °C por 120 dias. Os dados estão expostos nas tabelas e gráficos presentes nos subtópicos 7.3.1 e 7.3.2, enquanto os resultados obtidos pela análise de covariância (ANCOVA) podem ser consultados no apêndice E.

7.3.1 Estabilidade sob refrigeração (4 ± 1 °C por 21 dias)

Na estabilidade sob refrigeração foram analisadas cinco formulações: F1, sem adição de antioxidante (controle negativo); F2, com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / Kg de hambúrguer (controle positivo); F3, adição de 4 g de vinagreira / Kg de hambúrguer; F4, adição de 8 g de vinagreira / Kg de hambúrguer e F5, adição de 16 g de vinagreira / Kg de hambúrguer. Elas foram analisadas quanto ao pH, TBARS e cor. Na Tabela 19 é possível visualizar os resultados relativos ao pH das amostras.

Tabela 19 - Potencial hidrogeniônico (pH) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	5,60±0,02 ^{ab}	5,65±0,02 ^a	5,52±0,07 ^{bc}	5,46±0,01 ^c	5,26±0,02 ^d
7	5,61±0,01 ^a	5,57±0,01 ^b	5,45±0,01 ^c	5,29±0,01 ^d	5,04±0,02 ^e
14	5,39±0,01 ^a	5,21±0,09 ^b	4,82±0,05 ^c	4,79±0,03 ^c	4,64±0,01 ^d
21	5,45±0,01 ^a	5,28±0,09 ^b	4,81±0,03 ^c	4,88±0,09 ^c	4,62±0,04 ^d
Média	5,51 ^a	5,42 ^a	5,15 ^b	5,11 ^b	4,89 ^c

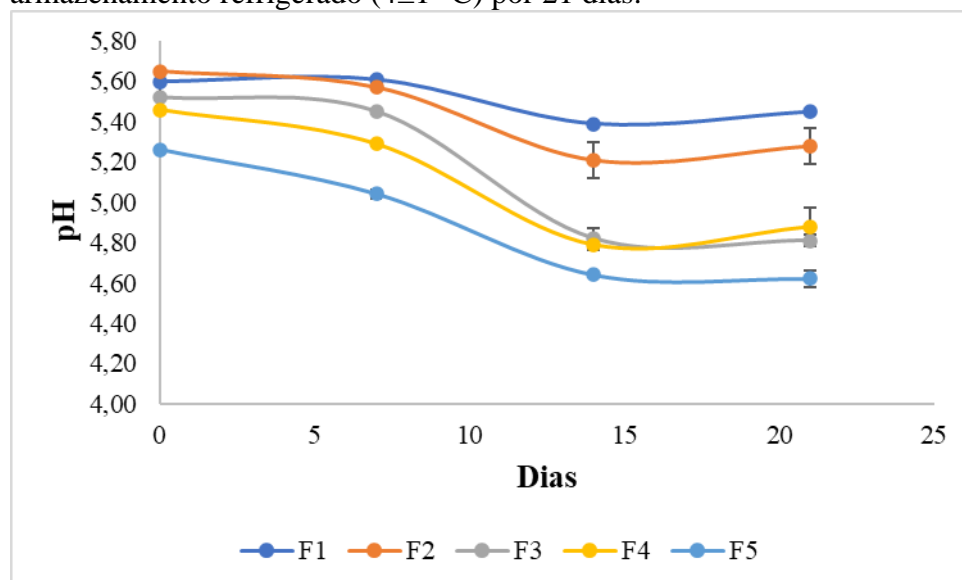
Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F5: adição de 16 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Todas as formulações de hambúrguer apresentaram pH levemente ácido no decorrer do tempo de armazenamento, com interação entre as variáveis tempo e tratamento ($p < 0,05$). Foi possível observar que a adição das folhas da vinagreira intensificou a acidez das amostras, observando-se que a formulação F5 (adição de 2,0% de vinagreira) iniciou e finalizou o armazenamento com o menor valor de pH, existindo diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações em cada tempo analisado (Tabela 19).

O pH é considerado um parâmetro analítico capaz de avaliar a qualidade de carnes e produtos cárneos, pois a concentração de íons hidrogênio nos alimentos se alteram em decorrência do processo de deterioração (Soares; Silva; Góis, 2017). O valor do pH dos produtos cárneos está relacionado a propriedades sensoriais, como suculência, frescor, cor, maciez, entre outras, e sua análise ao longo do tempo pode auxiliar na compreensão dos danos que ocorrem nas matrizes alimentares (Ferreira *et al.*, 2022).

Através da Figura 18 é possível visualizar graficamente que a formulação F5, em que se adicionou um maior percentual de vinagreira, teve o pH mais ácido em relação às demais formulações em todos os tempos. Sendo possível observar também que todas as formulações reduziram seus valores de pH no decorrer do armazenamento refrigerado.

Figura 18 - Potencial hidrogeniônico (pH) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

A redução do pH das formulações no decorrer do armazenamento refrigerado mostrou que a microbiota presente nas amostras não se apresentava em quantidade capaz de promover uma proteólise acentuada das proteínas cárneas a ponto de elevar o pH, assim como também pode-se destacar a presença do antioxidante natural, nas formulações com vinagreira, influenciando em valores mais baixos de pH, como observado em outros trabalhos utilizando antioxidantes naturais em produtos cárneos (Alencar *et al.*, 2022; Bahmanyar *et al.*, 2021; Bambeni *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2022).

Outra possibilidade levantada pela literatura para explicar a redução do pH no decorrer dos tempos analisados, é que durante o armazenamento de produtos cárneos bactérias lácticas produzem ácido lático, o que colaboraria com a redução do pH na matriz alimentar (Ferreira *et al.*, 2022; Hamann *et al.*, 2022; Sharma *et al.*, 2017).

A verificação do processo oxidativo das amostras através da quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico apresentou em todas as formulações resultados abaixo de 0,8 mg de MDA/Kg, sendo a formulação F3 a que apresentou os menores valores de TBARS no decorrer do armazenamento (Tabela 20).

Tabela 20 - Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), mg de MDA/Kg, em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	0,51±0,04 ^{ab}	0,64±0,12 ^a	0,51±0,03 ^{ab}	0,42±0,07 ^b	0,60±0,07 ^{ab}
7	0,59±0,04 ^a	0,58±0,06 ^{ab}	0,44±0,07 ^b	0,52±0,06 ^{ab}	0,55±0,05 ^{ab}
14	0,52±0,05 ^a	0,38±0,09 ^a	0,19±0,06 ^b	0,35±0,07 ^{ab}	0,37±0,06 ^a
21	0,59±0,03 ^a	0,38±0,01 ^b	0,24±0,04 ^c	0,53±0,11 ^{ab}	0,51±0,04 ^{ab}
Média	0,55 ^a	0,49 ^{ab}	0,34 ^c	0,45 ^b	0,51 ^{ab}

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F5: adição de 16 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os valores de TBARS diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) entre as formulações em cada tempo analisado (Tabela 20), sendo observada interação entre as variáveis tempo e tratamento ($p < 0,05$). A oxidação lipídica que ocorre durante o armazenamento dos hambúrgueres pode ser influenciada pela qualidade da matéria-prima utilizada, dessa forma procedeu-se com a análise de TBARS da carne e da gordura suína utilizadas na formulação dos hambúrgueres, encontrando respectivamente os valores de $0,33\pm 0,02$ e $0,06\pm 0,02$ mg de MDA/Kg, atestando a qualidade destes dois ingredientes.

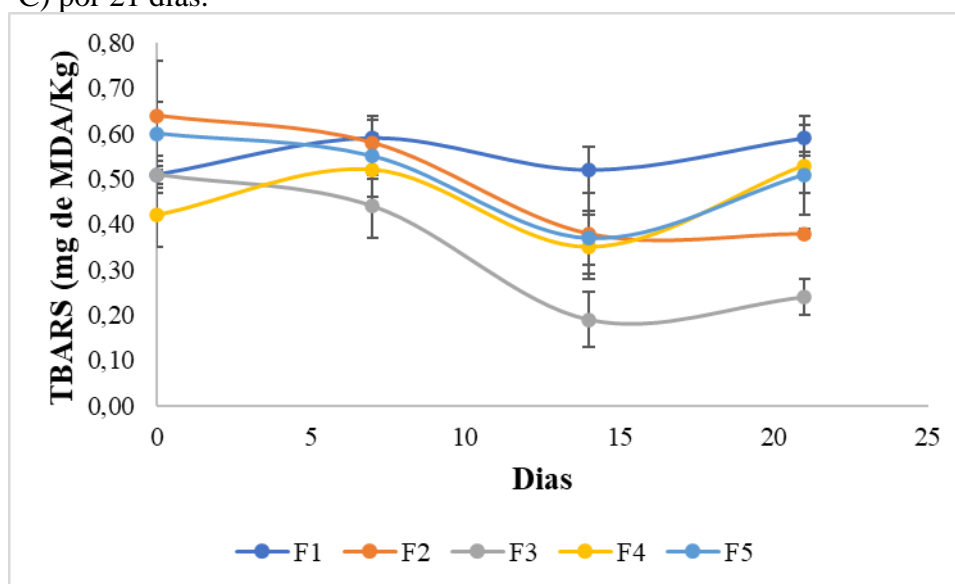
Mesmo não podendo estabelecer um padrão de oxidação nas amostras no decorrer dos 21 dias de análises, um aspecto positivo a ser destacado é que a formulação F3 (com adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer) apresentou uma menor oxidação lipídica que a formulação F2, em que se adicionou o antioxidante comercial, mostrando que as folhas da vinagreira podem ser promissoras quanto ao uso como antioxidantes naturais em hambúrgueres refrigerados (Tabela 20).

As folhas da vinagreira são fonte de compostos fenólicos, que podem impedir o processo de oxidação lipídica, pois têm a capacidade de doar elétrons aos radicais livres. Os radicais recém-formados não conseguem remover os átomos de hidrogênio dos ácidos graxos insaturados, agindo assim como inibidores das reações de iniciação da oxidação, evitando a deterioração dos lipídios presentes nos produtos cárneos (Souza *et al.*, 2022).

É possível visualizar que com 14 dias de armazenamento refrigerado foram quantificados os menores teores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico nas amostras,

com elevação desses valores aos 21 dias de acompanhamento da estabilidade físico-química, com exceção da amostra F2, que manteve o resultado do tempo anterior (Figura 19).

Figura 19 - Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), mg de MDA/Kg, em hambúrguer com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Os resultados de TBARS observados nas amostras refrigeradas foram similares aos relatados em um estudo sobre a estabilidade físico-química de hambúrguer bovino adicionado de extrato do bagaço de maracujá, em que no decorrer do armazenamento refrigerado por 12 dias, os hambúrgueres com adição do extrato mantiveram níveis de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico inferiores a 0,7 mg de MDA/Kg (Souza *et al.*, 2022).

Quando da ocorrência da elevação no teor de TBARS nas amostras, pode ser devido à produção de mais malonaldeído que é considerado produto secundário da oxidação de lipídios, estando os produtos cárneos em exibição para comercialização propensos à exposição a agentes pró-oxidantes, sendo importante destacar que resultados de TBARS de até 2 mg MDA/kg de hambúrguer bovino é o recomendado como limite para detecção sensorial de sabores rançosos (Bambeni *et al.*, 2021). Ressalta-se também que as amostras com adição de vinagreira podem sofrer influência de pigmentos presentes nas folhas da planta, como a clorofila.

As alterações de cor das amostras de hambúrguer bovino foram monitoradas através das coordenadas de luminosidade (L^*) e cromaticidade (a^* e b^*). Em relação à luminosidade não se observou diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações nos tempos 0 (zero) e 21

dias, sendo perceptível através da média geral de cada formulação que a adição de vinagreira influenciou na redução da luminosidade nas amostras F3, F4 e F5 (Tabela 21).

Tabela 21 - Coordenada de luminosidade (L^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.

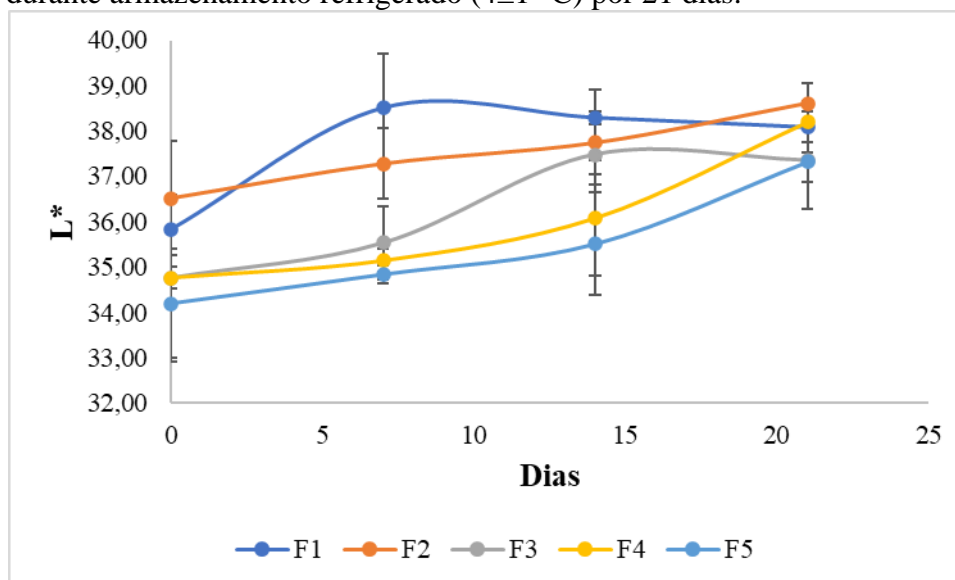
Tempo de armazenamento (dias)	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	35,84±0,08 ^a	36,52±1,27 ^a	34,76±1,84 ^a	34,76±0,24 ^a	34,20±1,19 ^a
7	38,52±1,18 ^a	37,28±0,78 ^{ab}	35,53±0,80 ^{bc}	35,14±0,25 ^c	34,84±0,20 ^c
14	38,30±0,61 ^a	37,74±0,70 ^{ab}	37,48±0,66 ^{ab}	36,08±1,27 ^{ab}	35,51±1,14 ^b
21	38,09±0,57 ^a	38,61±0,43 ^a	37,35±1,08 ^a	38,20±0,46 ^a	37,32±0,44 ^a
Média	37,69 ^a	37,54 ^a	36,28 ^b	36,04 ^b	35,47 ^b

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F5: adição de 16 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Um aspecto pertinente a ser citado e, que a Figura 20 facilita a visualização, é que no decorrer do armazenamento refrigerado a luminosidade de cada formulação aumentou, observando-se que entre as formulações com adição de vinagreira, a formulação F4 finalizou o armazenamento refrigerado com uma luminosidade próxima à observada na formulação F2, controle positivo do experimento (Tabela 21).

Mesmo não se tendo realizado monitoramento da oxidação proteica neste trabalho, a literatura relata que níveis mais altos de oxidação de proteínas durante o armazenamento levam a uma menor capacidade de retenção de água no produto e, conseqüentemente, maior dispersão de luz. Assim, um aumento nos valores de L^* ocorre quando há menos mioglobina na superfície, ocorrendo um aumento da dispersão da luz (Ciprián *et al.*, 2023).

Figura 20 - Coordenada de luminosidade (L^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Apesar das alterações nos valores de luminosidade no decorrer do armazenamento refrigerado, os resultados observados estão condizentes com o já relatado como limite aceitável pelos consumidores de hambúrgueres de carne fresca, que são valores de $L^* \leq 46,3$ (Bambeni *et al.*, 2021).

A coordenada de cromaticidade a^* , que identifica as intensidades de vermelho e verde nas amostras, mostrou que as formulações tiveram interação entre as variáveis tempo e tratamento ($p < 0,05$), com as formulações F1 e F2 tendendo mais ao vermelho que as formulações F3, F4 e F5, em que houve a adição das folhas da vinagreira (Tabela 22).

Tabela 22 - Coordenada de cor (a^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.

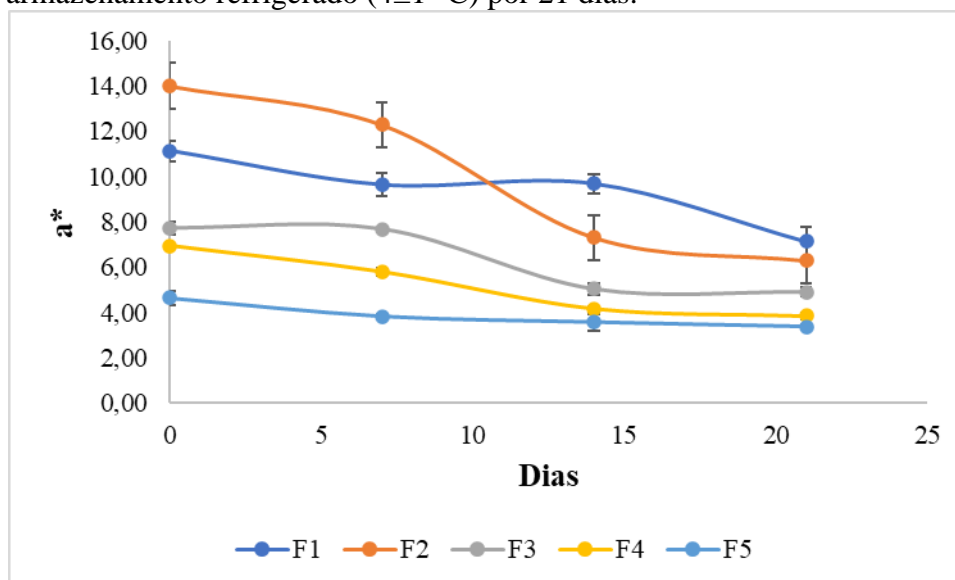
Tempo de armazenamento (dias)	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	11,13±0,45 ^b	13,99±0,25 ^a	7,72±0,26 ^c	6,93±0,08 ^c	4,65±0,30 ^d
7	9,64±0,49 ^b	12,28±0,53 ^a	7,67±0,05 ^c	5,79±0,17 ^d	3,83±0,11 ^e
14	9,68±0,44 ^a	7,31±0,67 ^b	5,03±0,28 ^c	4,17±0,08 ^{cd}	3,57±0,37 ^d
21	7,13±0,67 ^a	6,29±0,45 ^a	4,90±0,19 ^b	3,85±0,15 ^c	3,37±0,09 ^c
Média	9,39 ^a	9,97 ^a	6,33 ^b	5,18 ^c	3,86 ^d

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F5: adição de 16 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os menores valores de a^* foram verificados na formulação F5, ocorrendo diferença estatística ($p < 0,05$) da referida formulação em relação às demais formulações em todos os tempos analisados (Tabela 22). Outro aspecto a ser frisado, foi a redução dos valores da coordenada a^* em todas as amostras no decorrer dos dias, em que o armazenamento influenciou para que os hambúrgueres tendessem menos ao vermelho com o passar do tempo (Figura 21).

A tendência de decréscimo nos valores da coordenada a^* pode ser explicada pela oxidação gradual do ferro presente no grupo heme da oximioglobina (vermelho) para metamioglobina (acastanhado) (Souza *et al.*, 2022). A oxidação lipídica e o crescimento bacteriano também podem influenciar na redução de a^* , em que as bactérias causam redução na concentração de oxigênio e, conseqüentemente, modificam a cor do pigmento da carne (Trujillo-Santiago *et al.*, 2021).

Figura 21 - Coordenada de cor (a^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

No início do armazenamento refrigerado dos hambúrgueres realizou-se uma análise comparativa de cor de amostras comerciais de hambúrguer misto de boi e frango de uma linha popular, sendo obtido um valor médio para a coordenada a^* de $6,59\pm 0,15$, resultado próximo ao observado na amostra F4 ($6,93\pm 0,08$) no início do armazenamento. A similaridade de resultados mostra que a adição de 8 g das folhas da vinagreira para cada quilograma de hambúrguer, interferiu na cor vermelha das amostras dentro de limites presentes em hambúrgueres já comercializados.

Ressalta-se que os valores de a^* são sugeridos como os mais apropriados para avaliar a aceitabilidade da cor pelo consumidor, sendo o parâmetro de cor mais fortemente relacionado com a percepção do consumidor sobre a carne fresca (Martin-Mateos *et al.*, 2022).

As formulações não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si nos tempos 0 (zero) e 14 dias de armazenamento em relação à coordenada de cromaticidade b^* , observando-se também que as médias gerais de cada formulação não diferiram entre si (Tabela 23).

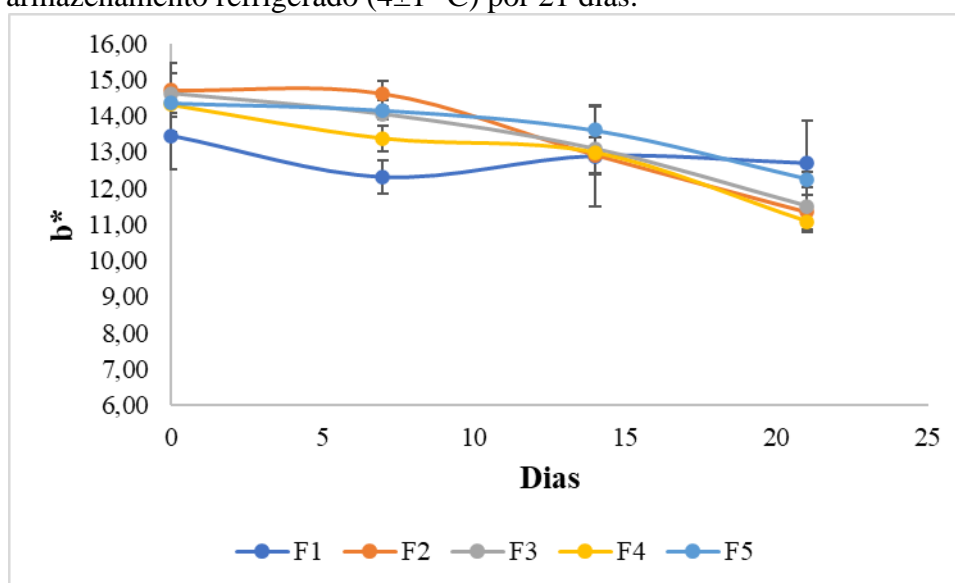
Tabela 23 - Coordenada de cor (b^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	13,45±0,94 ^a	14,70±0,74 ^a	14,61±0,87 ^a	14,31±0,23 ^a	14,36±0,81 ^a
7	12,31±0,45 ^b	14,61±0,36 ^a	14,04±0,86 ^a	13,38±0,35 ^{ab}	14,16±0,27 ^a
14	12,89±1,40 ^a	12,92±0,49 ^a	13,08±0,64 ^a	12,99±0,60 ^a	13,60±0,64 ^a
21	12,69±1,16 ^a	11,34±0,49 ^{ab}	11,50±0,19 ^{ab}	11,08±0,30 ^b	12,24±0,22 ^{ab}
Média	12,83 ^a	13,39 ^a	13,31 ^a	12,94 ^a	13,59 ^a

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F5: adição de 16 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Todas as formulações apresentaram valores positivos para a coordenada b^* , com leve tendência ao amarelo (Tabela 23). Houve interação entre as variáveis tempo e tratamento ($p < 0,05$) e em todas as formulações ocorreu redução dos resultados de b^* no decorrer do armazenamento, como é possível observar na Figura 22. A redução de b^* observada com o passar do tempo, assim como a redução de a^* , pode estar ligada ao processo de oxidação da oximioglobina com formação da metamioglobina (Ferreira *et al.*, 2019).

Figura 22 - Coordenada de cor (b^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) por 21 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

As coordenadas de cromaticidade analisadas possibilitaram o cálculo da diferença total de cor (TCD) das amostras, encontrando-se os seguintes resultados no armazenamento sob refrigeração: F1 = 4,65; F2 = 8,66; F3 = 4,93; F4 = 5,63 e F5 = 3,98. A formulação com maior diferença de cor ao final do armazenamento foi a F2 (com adição de antioxidante comercial), destacando-se que todas as formulações foram classificadas com diferença de cor muito distinta, uma vez que ficaram com valores de TCD > 3 (Tiwari *et al.*, 2008). Na literatura existe relato de que uma TCD > 2 é perceptível por um observador inexperiente, possibilitando a identificação de que ocorreu mudança de cor no produto (Álvarez *et al.*, 2023).

7.3.2 Estabilidade sob congelamento (-18±1 °C por 120 dias)

No armazenamento congelado foi analisada a estabilidade físico-química de quatro formulações: F1, sem adição de antioxidante (controle negativo); F2, com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / Kg de hambúrguer (controle positivo); F3, adição de 4 g de vinagreira / Kg de hambúrguer; F4, adição de 8 g de vinagreira / Kg de hambúrguer, optando-se por descartar a formulação F5 (com adição de 16 g de vinagreira / Kg de hambúrguer) devido problemas na manutenção da integridade dos hambúrgueres durante a moldagem.

As formulações foram analisadas quanto ao pH, Aw, índice de peróxido, TBARS, cor, perda de água por cocção, taxa de encolhimento e rendimento. Os resultados das análises de pH mostraram que todas as amostras se caracterizaram como ácidas, observando-se diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações dentro dos tempos analisados (Tabela 24).

Tabela 24 - Potencial hidrogeniônico (pH) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado (-18 ± 1°C) por 120 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	5,44±0,02 ^b	5,53±0,01 ^a	5,25±0,01 ^c	5,14±0,01 ^d
30	5,57±0,01 ^b	5,60±0,01 ^a	5,34±0,01 ^c	5,16±0,01 ^d
60	5,52±0,01 ^a	5,55±0,01 ^a	5,31±0,01 ^b	5,19±0,02 ^c
90	5,48±0,01 ^b	5,57±0,02 ^a	5,30±0,01 ^c	5,08±0,01 ^d
120	5,49±0,01 ^b	5,56±0,01 ^a	5,26±0,01 ^c	5,07±0,02 ^d
Média	5,50 ^b	5,56 ^a	5,29 ^c	5,12 ^d

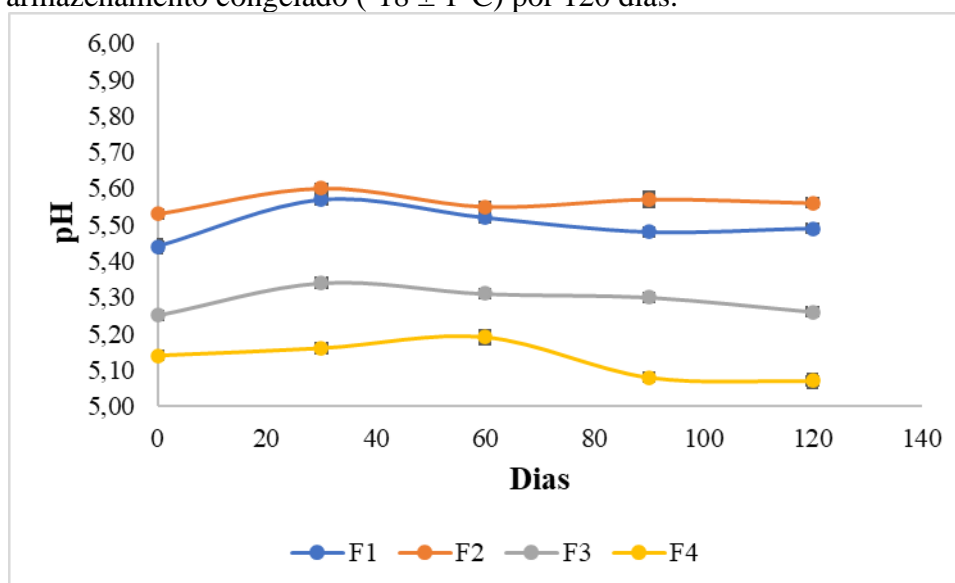
Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer;

F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na Figura 23, é possível visualizar uma pequena diferença no pH entre as formulações sem adição de vinagreira (F1 e F2) e com adição de vinagreira (F3 e F4), em que nestas últimas a adição da planta influenciou na presença de um pH um pouco mais ácido. Em todos os tempos analisados a formulação F4 apresentou os menores valores de pH (Figura 23 / Tabela 24). O potencial hidrogeniônico é um dos principais parâmetros de qualidade em produtos cárneos, pois influencia na textura, perdas por cozimento e maciez dos produtos, além da atividade microbiana (Alencar *et al.*, 2022).

O pH apresentou poucas variações em todas as formulações durante o armazenamento congelado, não sendo verificada interação entre tempo e tratamento ($p > 0,05$). Observou-se que com 30 dias de armazenamento as formulações F1, F2 e F3, e com 60 dias de armazenamento a formulação F4 apresentaram seus maiores valores de pH, ocorrendo em seguida, principalmente nas formulações com adição de vinagreira (F3 e F4) um decréscimo nos resultados de pH, podendo-se sugerir um possível maior controle no crescimento bacteriano. A elevação do pH na matriz cárnea ocorre em decorrência da proteólise bacteriana, podendo a velocidade dessas reações ser reduzida mediante a adição de agentes antibacterianos (Bambeni *et al.*, 2021).

Figura 23 - Potencial hidrogeniônico (pH) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Valores de pH da carne próximos ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares (5,3 a 5,5) diminuem a capacidade de retenção de água da miosina devido à máxima interação proteína-proteína e mínima proteína-água, favorecendo a exsudação de água do produto. Quando ocorre esta perda de água durante o armazenamento do produto fresco pode influenciar em redução de maciez e suculência (Ferreira *et al.*, 2019). Foi possível observar que embora os hambúrgueres tenham apresentado valores de pH próximos da faixa citada, aparentemente esta característica não afetou o teor de água nas amostras, pois os valores de atividade de água se mantiveram constantes durante o armazenamento congelado.

O monitoramento da atividade de água mostrou que todas as formulações apresentaram resultados que variaram entre $0,98 \pm 0,01$ e $0,99 \pm 0,01$, não se observando diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras nos tempos analisados (Tabela 25).

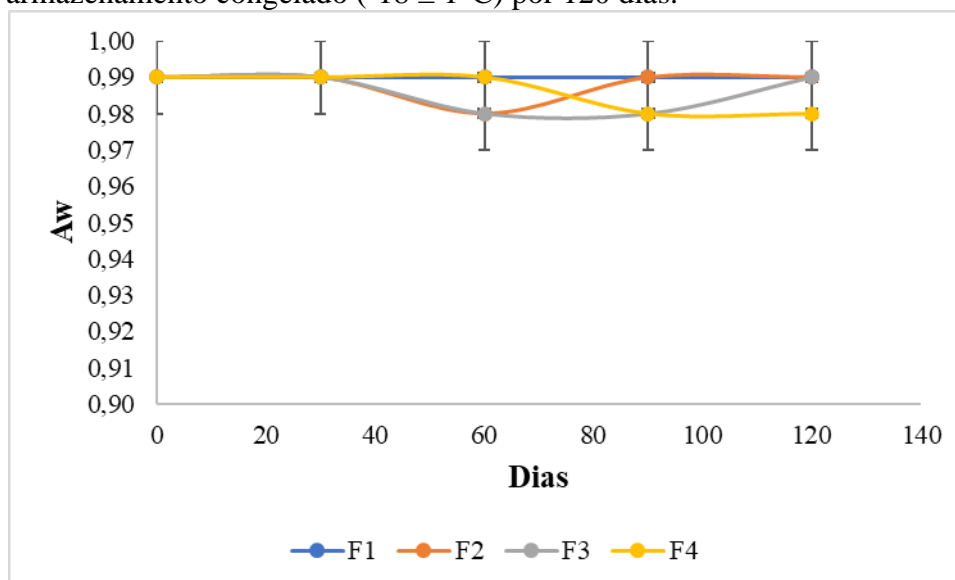
Tabela 25 - Atividade de água (A_w) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$
30	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$
60	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,98 \pm 0,01^a$	$0,98 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$
90	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,98 \pm 0,01^a$	$0,98 \pm 0,01^a$
120	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,99 \pm 0,01^a$	$0,98 \pm 0,01^a$
Média	$0,99^a$	$0,99^a$	$0,99^a$	$0,99^a$

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os valores de A_w estão diretamente ligados à deterioração de produtos alimentícios, influenciando em reações químicas e no crescimento de microrganismos (Ferreira *et al.*, 2022) A temperatura de congelamento e a adição de vinagreira nas formulações F3 e F4 não influenciaram em perda significativa de água das amostras ($p < 0,05$) no decorrer do armazenamento, sendo possível visualizar a similaridade dos resultados de forma gráfica através da Figura 24.

Figura 24 - Atividade de água (A_w) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Uma elevada A_w de água, assim como baixa acidez e rica composição nutricional fazem parte dos fatores intrínsecos presentes nos produtos cárneos que os tornam vulneráveis ao crescimento de microrganismos deteriorantes, sendo necessário o uso de barreiras como as baixas temperaturas como forma de reduzir e até interromper parcialmente o metabolismo e crescimento microbiano (Ferreira; Rodrigues; Cristianini, 2023; Mohammed *et al.*, 2021).

Uma das análises utilizadas para verificação da oxidação lipídica das amostras foi a do índice de peróxido, que é um indicador sensível ao estágio inicial da oxidação lipídica, sendo observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações em todos os tempos analisados (Tabela 26). O processo oxidativo dos lipídios durante o armazenamento da carne e seus derivados está entre as principais causas de alterações nos parâmetros de qualidade desses produtos, podendo levar ao desenvolvimento de odores e sabores indesejáveis, alterações na cor e até mesmo a formação de compostos tóxicos (Luciano *et al.*, 2022).

Tabela 26 - Índice de peróxido (mEq/Kg) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

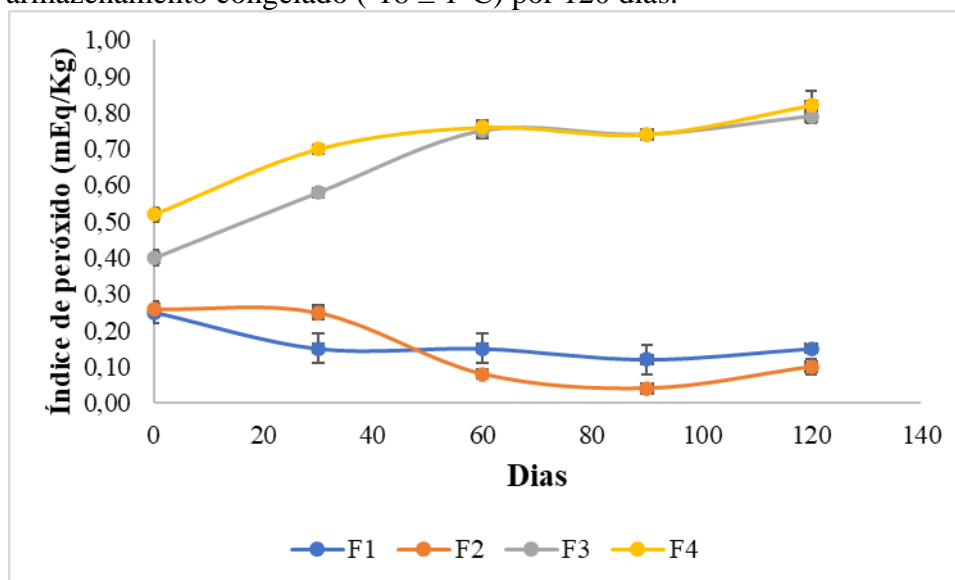
Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	0,25±0,03 ^c	0,26±0,02 ^c	0,40±0,02 ^b	0,52±0,02 ^a
30	0,15±0,04 ^d	0,25±0,02 ^c	0,58±0,01 ^b	0,70±0,01 ^a
60	0,15±0,04 ^b	0,08±0,01 ^c	0,75±0,02 ^a	0,76±0,02 ^a
90	0,12±0,04 ^b	0,04±0,01 ^c	0,74±0,01 ^a	0,74±0,01 ^a
120	0,15±0,01 ^b	0,10±0,02 ^b	0,79±0,02 ^a	0,82±0,04 ^a
Média	0,17 ^b	0,14 ^b	0,65 ^a	0,70 ^a

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A oxidação lipídica é uma reação em cadeia de radicais livres que ocorre durante o processamento e armazenamento de alimentos com diferentes quantidades de gordura. Os produtos iniciais da oxidação são os peróxidos, que são instáveis e facilmente oxidados, resultando em produtos compostos nocivos como aldeídos, cetonas, entre outros. Assim, os valores encontrados para o índice de peróxidos são utilizados para avaliar a quantidade de hidroperóxido produzida pela oxidação lipídica (Zhao *et al.*, 2020).

Se a taxa de produção de peróxido for menor que sua decomposição, o valor de peróxido começará a diminuir, ocorrendo geralmente um aumento nos valores de peróxido até um determinado nível e depois uma redução gradual (Hamann *et al.*, 2022). Os resultados de índice de peróxido apresentaram interação entre tempo e tratamento ($p < 0,05$), ficando perceptível a presença de dois padrões de resultados em que as formulações F1 e F2 (sem adição de vinagreira) tiveram valores menores, enquanto as formulações F3 e F4 (com adição de vinagreira) tiveram valores maiores de índice de peróxido (Figura 25).

Figura 25 - Índice de peróxido (mEq/Kg) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

É importante destacar que as amostras com adição de vinagreira apresentaram uma coloração um pouco esverdeada após a extração dos lipídios para a etapa de titulação, o que pode ter influenciado na quantidade de titulante utilizado elevando os valores de índice de peróxido nestas formulações. Tal hipótese pode ser corroborada pelo fato de que a formulação F1 (sem adição de antioxidantes) apresentou um índice de peróxido similar à formulação F2 (com adição de antioxidante comercial), sugerindo-se que algum interferente pode ter influenciado na cor das formulações com vinagreira.

Destaca-se que mesmo com a diferença de valores, todas as amostras apresentaram valores inferiores a 1,0 mEq/Kg para índice de peróxido (Tabela 26) e na literatura relata-se uma indicação de valor máximo de peróxidos recomendado para consumo humano de 20 mEq/Kg de amostra (Oliveira *et al.*, 2022), ficando as formulações abaixo do limite recomendado.

A quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) apresentou diferença significativa entre as formulações nos tempos 0, 60, 90 e 120 dias, com a formulação F2 apresentando a menor média de resultados ($p < 0,05$), como é possível visualizar na Tabela 27. Observa-se uma mudança de comportamento nas amostras congeladas quando comparamos com as amostras refrigeradas (Tabela 20), em que sob refrigeração a formulação F2, com antioxidante comercial, foi a que se apresentou menos eficiente no controle da oxidação lipídica. Ressalta-se que antes do processamento se atestou a qualidade da carne bovina e da

gordura suína quanto aos teores de ácido tiobarbitúrico, encontrando-se $0,38\pm 0,01$ mg de MDA/Kg de carne bovina e $0,11\pm 0,01$ mg de MDA/Kg de gordura suína.

A importância de se realizar a análise de TBARS se justifica no fato de que depois da deterioração microbiana, a oxidação lipídica é a principal causa de deterioração sensorial e redução da vida útil em hambúrgueres, pois a cascata de oxidação gera malonaldeído (MDA), um dos principais produtos da decomposição de hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados (Liu *et al.*, 2023; Patinho *et al.*, 2021).

Tabela 27 - Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS - mg de MDA/Kg) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	$0,62\pm 0,02^b$	$0,61\pm 0,03^b$	$0,68\pm 0,01^a$	$0,70\pm 0,01^a$
30	$0,50\pm 0,02^a$	$0,50\pm 0,05^a$	$0,44\pm 0,04^a$	$0,51\pm 0,02^a$
60	$0,52\pm 0,01^{ab}$	$0,46\pm 0,02^b$	$0,47\pm 0,03^{ab}$	$0,53\pm 0,02^a$
90	$0,52\pm 0,03^{ab}$	$0,49\pm 0,02^b$	$0,49\pm 0,02^b$	$0,56\pm 0,03^a$
120	$0,51\pm 0,03^b$	$0,39\pm 0,01^c$	$0,60\pm 0,05^a$	$0,55\pm 0,01^{ab}$
Média	$0,53^{ab}$	$0,49^b$	$0,54^{ab}$	$0,57^a$

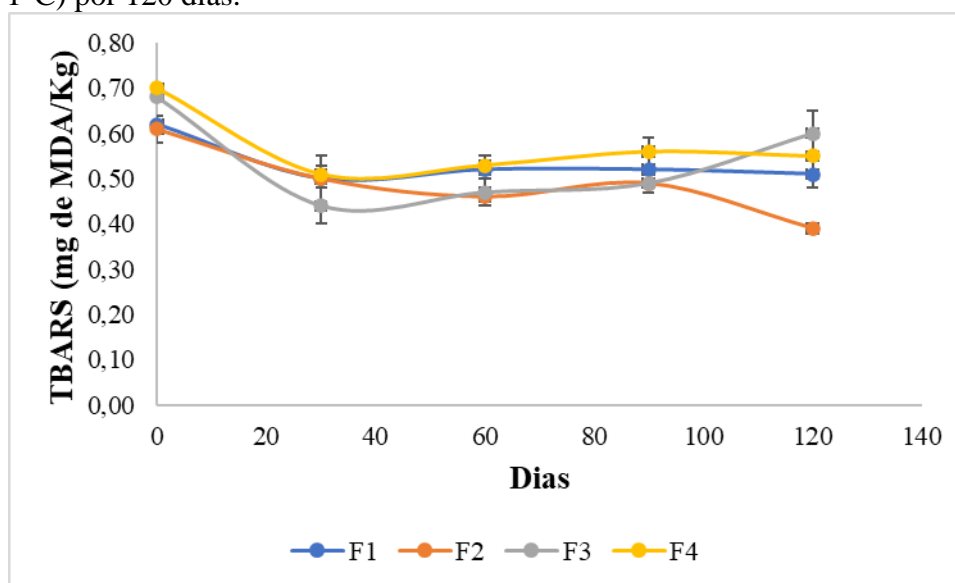
Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Entre as formulações com adição de vinagreira, a formulação F3 foi a que mostrou maior similaridade com a formulação controle positivo (F2), verificando-se inclusive com 30 dias de armazenamento congelado o menor valor de TBARS ($0,44\pm 0,04$ mg de MDA/Kg) entre todas as formulações analisadas (Tabela 27). Resultados positivos na contenção da oxidação lipídica também foram observados em hambúrgueres suínos adicionados de extrato das folhas de pitanga, com valores de TBARS menores que 0,5 mg de MDA/Kg no decorrer do armazenamento (Lorenzo *et al.*, 2018).

É importante ressaltar que os processos oxidativos não podem ser evitados, sendo possível apenas uma redução nas taxas de oxidação mediante a adição de substâncias antioxidantes e o método de armazenamento utilizado (Silva *et al.*, 2022) e que valores até 0,6 mg de MDA/Kg de amostra são considerados imperceptíveis para consumidores não treinados (Ebrahimi *et al.*, 2022).

Destaca-se que por se tratar de uma análise espectrofotométrica, pigmentos presentes nas amostras podem influenciar no resultado obtido, como a clorofila presente nas folhas de vinagreira que é facilmente degradada a derivados devido à perda de íons Mg^{2+} na molécula de clorofila quando submetida a influências ambientais que provocam a alteração da estrutura da clorofila, formando uma coloração escurecida marrom-oliva (Cao; Dong, 2023). Outro fato a ser destacado em relação a oxidação mensurada por TBARS, é que ao final dos 120 dias de armazenamento todas as formulações apresentaram valores menores do que os observados no início do armazenamento (Figura 26).

Figura 26 - Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS - mg de MDA/Kg) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ C$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

A redução nos valores de TBARS observada nas amostras pode ser explicada pela formação de produtos secundários da oxidação lipídica que não reagem com o ácido tiobarbitúrico, degradação do malonaldeído durante o armazenamento e/ou possível reação do malonaldeído já formado com proteínas, aminas e outros compostos durante o armazenamento (Marques *et al.*, 2022).

Geralmente, os valores de TBARS atingem o nível máximo depois do nível máximo de peróxido, no entanto, observou-se que os valores máximos de TBARS e peróxido apareceram em tempos similares (Tabela 26 / Tabela 27), provavelmente porque o

malonaldeído também pode reagir com aminoácidos livres e outros produtos moleculares pequenos, como compostos com grupo bifuncional (Zhao *et al.*, 2020).

Em relação às coordenadas de cromaticidade, o comportamento da luminosidade (L^*) nas amostras armazenadas sob congelamento se mostrou diferente das amostras armazenadas sob refrigeração. Enquanto nas amostras refrigeradas teve um aumento da luminosidade durante o armazenamento (Tabela 21), nas amostras congeladas a luminosidade reduziu ao final do armazenamento, em particular nas formulações F2, F3 e F4 (Tabela 28), tendo interação entre as variáveis tempo e tratamento ($p < 0,05$).

Tabela 28 - Coordenada de luminosidade (L^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	39,03±0,31 ^c	43,10±0,10 ^a	43,58±0,22 ^a	40,40±0,10 ^b
30	39,98±0,91 ^a	42,27±1,55 ^a	40,52±0,77 ^a	40,40±0,84 ^a
60	41,21±1,47 ^a	43,66±1,06 ^a	41,00±0,63 ^a	38,10±1,10 ^b
90	39,33±0,59 ^a	36,95±0,50 ^b	36,57±0,51 ^b	37,16±0,17 ^b
120	39,48±0,62 ^a	40,62±0,47 ^a	36,99±0,62 ^b	36,73±0,12 ^b
Média	39,81 ^{ab}	41,32 ^a	39,73 ^{ab}	38,56 ^b

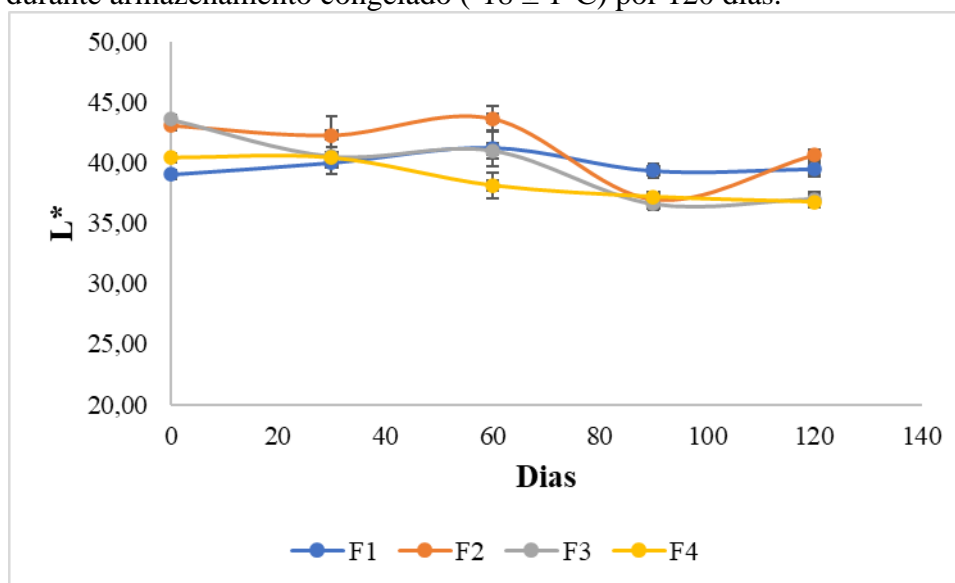
Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Observou-se também a influência da adição das folhas da vinagreira na redução da luminosidade dos hambúrgueres, em que a formulação F4, com maior adição de vinagreira, teve a menor média final de luminosidade entre as demais amostras (Tabela 28). Mesmo com a influência citada é possível perceber que a diferença de luminosidade entre as formulações F3 e F4 (com vinagreira) e as formulações F1 e F2 (sem vinagreira) não foi tão acentuada, a ponto das linhas do gráfico presente na Figura 27 se cruzarem no decorrer do tempo de armazenamento.

Ingredientes de origem vegetal podem apresentar pigmentos capazes de influenciar na cor dos produtos cárneos, observando-se na elaboração de hambúrgueres bovinos com adição de cereja em pó uma influência na luminosidade das amostras similar a observada nas formulações com adição de vinagreira em pó, em que quanto maior o percentual de adição de

cereja em pó, menores foram os valores de L^* observados (Martín-Mateos *et al.*, 2022). Indo também de encontro ao observado na adição de farelo de ervilha em hambúrguer bovino (Pietrasik *et al.*, 2020).

Figura 27 - Coordenada de luminosidade (L^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

A elevação do pH aumenta a capacidade de ligação da água, diminuindo assim a refletância e os valores de L^* (Denzer *et al.*, 2022). Baseando-se na literatura, conseguimos encontrar essa relação nas formulações F1 e F2 (sem adição de vinagreira), em que ocorreu aumento do pH (Tabela 24) e redução da luminosidade (Tabela 28) no decorrer do armazenamento, não se estendendo para as formulações com adição de vinagreira.

A cor e a aparência afetam visivelmente a aceitabilidade dos produtos cárneos pelo consumidor, sendo a adição de antioxidantes uma alternativa viável que pode retardar o processo de descoloração, adiando a deterioração da oximioglobina e a formação de metamioglobina (Ebrahimi *et al.*, 2022).

A coordenada de cromaticidade a^* apresentou diferença significativa entre as formulações dentro dos tempos analisados ($p < 0,05$) e interação entre tempo e tratamento ($p < 0,05$), com redução de a^* com o decorrer dos dias em armazenamento sob congelamento (Tabela 29). Em hambúrgueres de búfalo embalados em atmosfera modificada, os autores relataram a redução de a^* no armazenamento e atrelaram este resultado à oxidação do ferro e à conversão da oximioglobina em metamioglobina na matriz cárnea (Badar *et al.*, 2023).

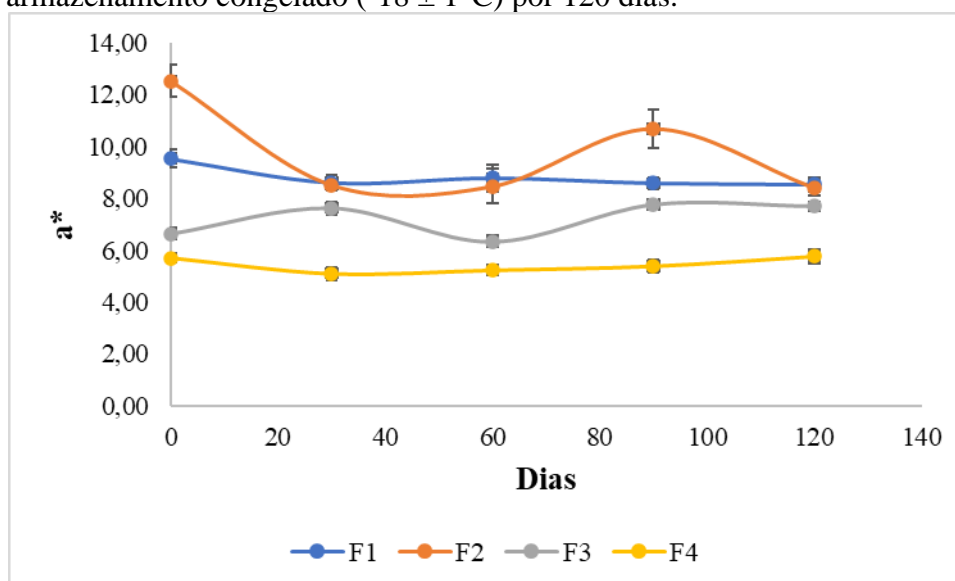
Tabela 29 - Coordenada de cor (a^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	9,54±0,33 ^b	12,54±0,60 ^a	6,65±0,23 ^c	5,71±0,05 ^d
30	8,61±0,31 ^a	8,53±0,24 ^a	7,63±0,25 ^b	5,11±0,25 ^c
60	8,79±0,53 ^a	8,47±0,66 ^a	6,35±0,23 ^b	5,24±0,11 ^b
90	8,59±0,21 ^b	10,69±0,74 ^a	7,76±0,04 ^b	5,39±0,24 ^c
120	8,54±0,26 ^a	8,42±0,31 ^a	7,70±0,12 ^b	5,76±0,26 ^c
Média	8,81 ^a	9,73 ^a	7,22 ^b	5,44 ^c

Fonte: Elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Observou-se uma menor tendência ao vermelho nas amostras com adição de vinagreira (Tabela 29), assim como observado na etapa da estabilidade refrigerada (Tabela 22), elas tiveram menores alterações de a^* no decorrer do armazenamento e como era esperado, a formulação F4 (com maior adição vinagreira) apresentou os menores valores de a^* em todos os tempos analisados (Figura 28), estando essa menor tendência ao vermelho condizente com a coloração verde intensa das folhas da vinagreira adicionadas em seu preparo.

Figura 28 - Coordenada de cor (a^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Reduções nos valores de a^* em produtos cárneos com o decorrer do armazenamento se deve à oxidação dos lipídios e dos pigmentos da carne ocorrerem simultaneamente e os processos se otimizarem. A mioglobina e a hemoglobina são as principais heme-proteínas no tecido animal e para o desenvolvimento da rancidez, essas heme-proteínas são oxidadas, comprometendo a cor da carne (Domínguez *et al.*, 2019).

A coordenada b^* , que analisa as tendências ao amarelo ($+b^*$) e ao azul ($-b^*$) apresentou interação entre as variáveis tempo e tratamento ($p < 0,05$), podendo-se observar que nos tempos 0, 30, 60 e 90 as formulações apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$), como é possível observar na Tabela 30.

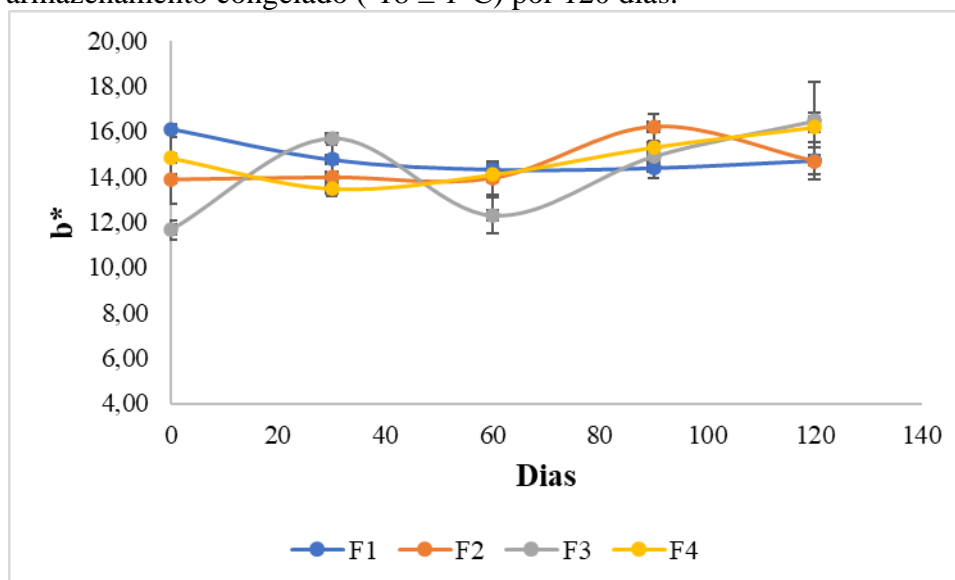
Tabela 30 - Coordenada de cor (b^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	16,10 \pm 0,20 ^a	13,89 \pm 1,07 ^b	11,66 \pm 0,43 ^c	14,82 \pm 0,90 ^{ab}
30	14,76 \pm 0,63 ^{ab}	13,99 \pm 0,86 ^b	15,70 \pm 0,24 ^a	13,46 \pm 0,30 ^b
60	14,33 \pm 0,21 ^a	13,95 \pm 0,74 ^a	12,30 \pm 0,78 ^b	14,08 \pm 0,27 ^a
90	14,40 \pm 0,46 ^b	16,19 \pm 0,59 ^a	14,90 \pm 0,37 ^{ab}	15,29 \pm 0,66 ^{ab}
120	14,72 \pm 0,82 ^a	14,69 \pm 0,61 ^a	16,46 \pm 1,70 ^a	16,17 \pm 0,63 ^a
Média	14,86 ^a	14,54 ^a	14,20 ^a	14,77 ^a

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Mesmo com as alterações nos valores de b^* durante os primeiros 90 dias de armazenamento congelado, as formulações F3 e F4 finalizaram o armazenamento (120 dias) com uma maior tendência ao amarelo (Figura 29), mas sem diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às formulações F1 e F2 (Tabela 29). Similarmente ao observado no final do armazenamento congelado, pesquisadores relataram não ter encontrado diferença estatística em relação a b^* durante o armazenamento de amostras de hambúrguer bovino com e sem adição de antioxidantes provenientes de resíduos de maracujá (Souza *et al.*, 2022).

Figura 29 - Coordenada de cor (b^*) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Entre as amostras, somente a formulação F1 (sem adição de antioxidante) apresentou redução da coordenada b^* no decorrer dos 120 dias sob congelamento, podendo tal resultado estar ligado aos processos oxidativos ocorridos nos hambúrgueres que levaram a formação de pigmentos de coloração escura, como pigmentos de Schiff (Dursun; Güler, 2023).

O cálculo da diferença total de cor (TCD) das formulações durante o armazenamento congelado resultou nos seguintes valores: F1 = 2,77; F2 = 4,87; F3 = 5,79 e F4 = 3,91. A formulação F1 apresentou uma diferença total de cor distinta ($\text{TCD} > 1,5$ e $< 3,0$), enquanto as demais formulações apresentaram-se como muito distintas ($\text{TCD} > 3,0$) (Tiwari *et al.*, 2008). As diferenças de cor observadas podem ser resultado da descoloração do produto devido a processos de oxidação durante o período de armazenamento (Ciprián *et al.*, 2023).

Outro parâmetro físico analisado no decorrer do armazenamento congelado das formulações de hambúrguer bovino foi o percentual de perda de água por cocção, sendo importante monitorar a existência de alterações que possam interferir na qualidade das amostras. Na Tabela 31 é possível visualizar os resultados obtidos nos tempos 0, 30, 60, 90 e 120 de armazenamento.

Tabela 31 - Perda de água por cocção (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

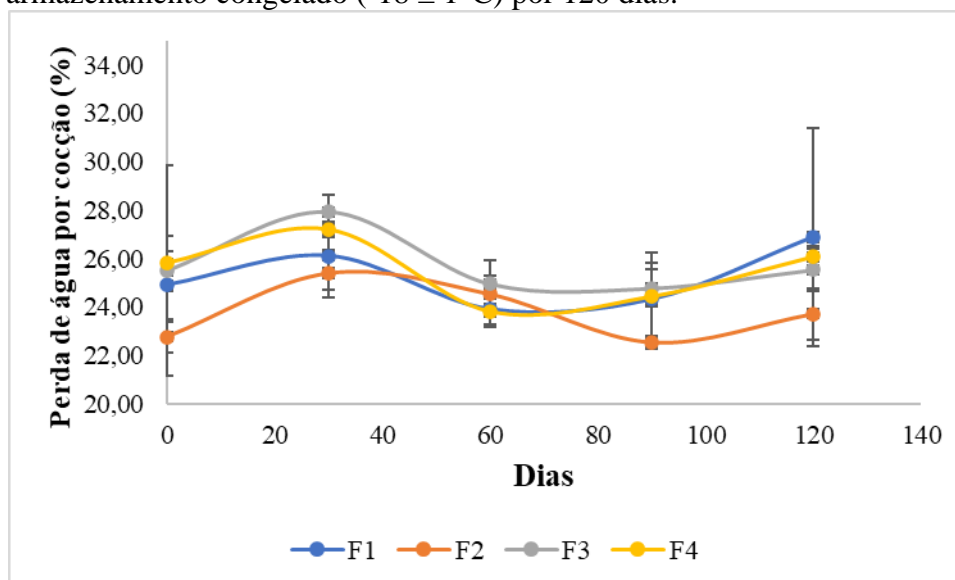
Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	24,90±1,39 ^a	22,76±0,64 ^a	25,50±4,33 ^a	25,80±1,15 ^a
30	26,11±1,39 ^{ab}	25,39±0,98 ^b	27,93±0,68 ^a	27,19±0,30 ^{ab}
60	23,90±0,62 ^a	24,52±0,77 ^a	24,95±0,97 ^a	23,80±0,61 ^a
90	24,31±1,51 ^a	22,53±0,27 ^a	24,77±0,76 ^a	24,42±1,84 ^a
120	26,89±4,50 ^a	23,71±1,05 ^a	25,53±0,86 ^a	26,06±0,44 ^a
Média	25,22 ^{ab}	23,78 ^b	25,74 ^a	25,45 ^{ab}

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Praticamente não foi observada diferença entre as amostras quanto à perda de água por cocção, ocorrendo apenas no tempo 30 dias diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações (Tabela 31). O tempo não foi uma variável que influenciou neste parâmetro, sendo os resultados obtidos similares entre as amostras (Figura 30). A perda de água durante o cozimento é em grande parte resultado da contração das fibras de colágeno devido ao aquecimento do alimento (Petrat-Melin; Dam, 2023).

As formulações F3 e F4, em que se adicionou folhas da vinagreira, tiveram menores mudanças na perda de água por cocção, indo ao encontro de poucos achados na literatura sobre o uso de partes da vinagreira em produtos cárneos, em que um estudo com adição do cálice da vinagreira em hambúrgueres suínos, relata não se ter observado interferência da adição de vinagreira no parâmetro de perda de água por cocção das amostras analisadas (Jung; Joo, 2013).

Figura 30 - Perda de água por cocção (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

A perda de água por cocção promove a liberação de fluidos da matriz alimentar que carregam além da água, nutrientes solúveis em água e compostos responsáveis pelo sabor e aroma, assim como pigmentos formadores de cor, sendo importante que as perdas sejam pequenas de forma a não interferir nas características sensoriais e nutricionais do produto, bem como o rendimento após o cozimento (Bellucci *et al.*, 2022).

A taxa de encolhimento também foi analisada para auxiliar no monitoramento da qualidade física dos hambúrgueres submetidos ao congelamento por 120 dias. Em relação a este parâmetro não se observou diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras em nenhum dos tempos analisados (Tabela 32).

Tabela 32 - Taxa de encolhimento (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

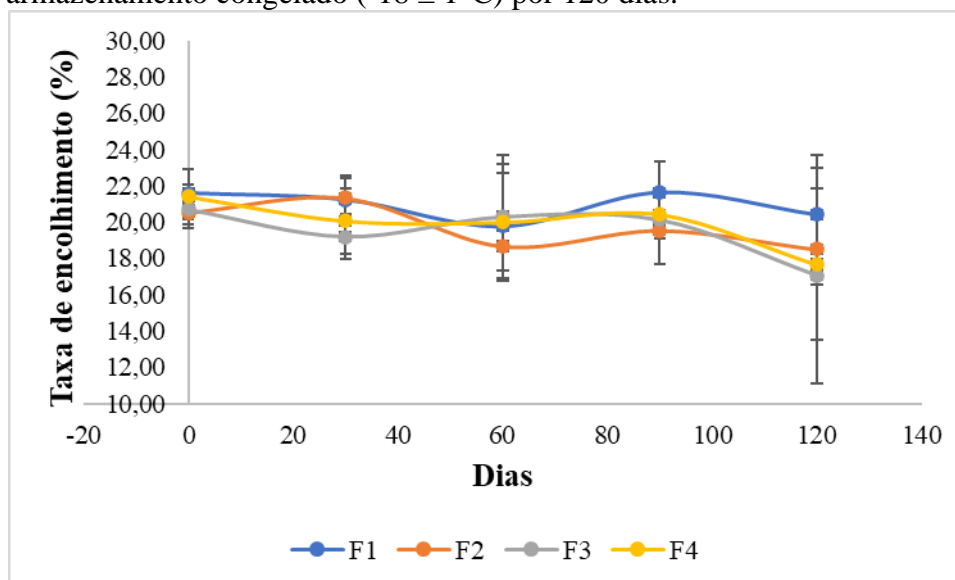
Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	21,59±0,48 ^a	20,53±0,38 ^a	20,70±1,02 ^a	21,40±1,51 ^a
30	21,23±1,22 ^a	21,33±1,26 ^a	19,20±1,23 ^a	20,06±1,79 ^a
60	19,78±2,94 ^a	18,67±1,36 ^a	20,29±3,37 ^a	19,98±3,24 ^a
90	21,62±1,75 ^a	19,54±1,83 ^a	20,13±0,49 ^a	20,42±1,33 ^a
120	20,42±3,27 ^a	18,50±1,96 ^a	17,06±5,95 ^a	17,67±4,17 ^a
Média	20,93 ^a	19,71 ^a	19,48 ^a	19,91 ^a

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Alguns dos valores de encolhimento obtidos vão ao encontro do observado em hambúrgueres bovinos com adição de 10% e 20% de gordura, em que as taxas de encolhimento variaram entre 21,52% e 26,13%, sendo destacado pelos autores que é necessário evitar o encolhimento, pois é considerado um parâmetro importante na manutenção da qualidade do hambúrguer, uma vez que alguns dos consumidores tendem a relacionar o encolhimento com a adição de uma grande quantidade de água (Essa; Elsebaie, 2022).

Na Figura 31 é possível perceber que ao final do período de estabilidade as amostras tiveram uma leve redução da taxa de encolhimento em relação ao tempo inicial de armazenamento. Foi observado que as formulações F3 e F4 (com vinagreira) tiveram um menor percentual de encolhimento aos 120 dias de armazenamento congelado, indo ao encontro dos resultados vistos na análise de perda de água por cocção, em que estas formulações tiveram as menores perdas.

Figura 31 - Taxa de encolhimento (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

O encolhimento de produtos cárneos durante a cocção é influenciado pelo colágeno do tecido conjuntivo da carne que adota uma estrutura de tripla hélice em temperatura ambiente, que é relativamente rígida e confere resistência mecânica ao produto, mas sofre uma transição de hélice para espiral quando aquecido acima de cerca de 63°C , o que leva ao amolecimento dos tecidos musculares. Somando-se as alterações ocorridas no colágeno ocorre a desnaturação da actina e miosina nos tecidos musculares da carne que pode levar ao encolhimento e associação dos filamentos proteicos, ocasionando a expulsão de alguns líquidos (Vu; Zhou; McClements, 2022).

Reforça-se que a redução do diâmetro dos hambúrgueres é consequência da desnaturação de proteínas, evaporação de água e perda de gordura, sendo importante minimizar o encolhimento com o objetivo de preservar os padrões de qualidade dos hambúrgueres, devido à potenciais respostas negativas dos consumidores (Bellucci *et al.*, 2022).

Por fim, o percentual de rendimento dos hambúrgueres é um parâmetro importante a ser avaliado, que está diretamente ligado à satisfação do consumidor. As formulações estudadas tiveram rendimentos parecidos, sendo observada diferença significativa ($p < 0,05$) apenas aos 90 dias de armazenamento (Tabela 33).

Tabela 33 - Rendimento (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.

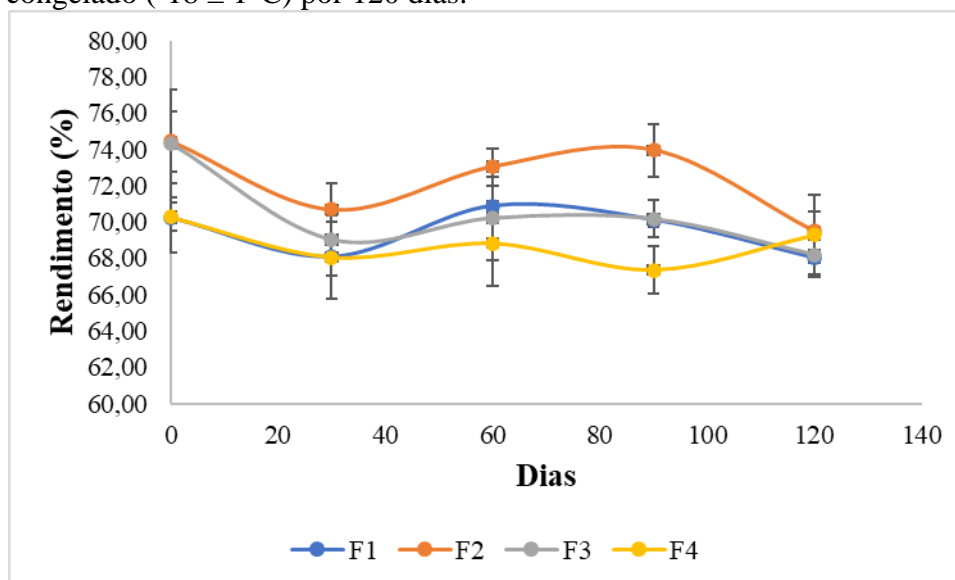
Tempo de armazenamento (dias)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
0	70,24±1,92 ^a	74,45±1,64 ^a	74,34±2,99 ^a	70,30±0,80 ^a
30	68,08±2,32 ^a	70,70±1,45 ^a	69,04±1,01 ^a	68,06±1,03 ^a
60	70,89±1,89 ^a	73,05±1,02 ^a	70,22±2,30 ^a	68,84±2,33 ^a
90	70,12±0,35 ^b	73,96±1,44 ^a	70,17±1,03 ^b	67,35±1,30 ^b
120	68,01±1,03 ^a	69,51±1,05 ^a	68,21±1,23 ^a	69,30±2,20 ^a
Média	69,47 ^b	72,34 ^a	70,40 ^{ab}	68,77 ^b

Fonte: elaborada pela autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Entre as formulações com adição de vinagreira, a formulação F3 foi a que apresentou melhor média de rendimento (70,40%), ficando próximo da média observada na formulação F2, com adição de antioxidante comercial. Comparando-se com outro estudo, todas as médias das amostras ficaram um pouco abaixo do rendimento obtido em formulações de hambúrguer bovino cozidos em frigideira, em que se observou um valor de 73,13%, sendo relatado pelos autores que o rendimento também tem relação com a retenção de gordura na matriz alimentar durante a cocção (Fadiloglu *et al.*, 2023).

As formulações apresentaram rendimento médio aproximado de 70%, com uma leve redução do rendimento ao final do armazenamento (Figura 32), resultado similar ao observado em amostras de hambúrguer bovino com e sem adição de quitosana e farinha de linhaça (Hautrive *et al.*, 2019). A manutenção do rendimento se mostra como aspecto favorável e resultante da permanência da água na matriz alimentar, levando a boas propriedades de cozimento e influenciando positivamente nos atributos de qualidade sensorial dos hambúrgueres (Ahmed *et al.*, 2022).

Figura 32 - Rendimento (%) em hambúrguer bovino com e sem adição das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó, durante armazenamento congelado ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) por 120 dias.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Analisando-se o rendimento como um dos parâmetros importantes para a qualidade de produtos cárneos, encontra-se na literatura relatos da influência positiva da adição de partes de plantas, que são fontes de fibras, na melhoria dos resultados de rendimento. As fibras presentes em diversas plantas possuem propriedades funcionais como: solubilidade, viscosidade, capacidade de formação de gel, capacidade de ligação com água, capacidade de adsorção de óleo e minerais, que agregam características benéficas aos produtos (Botinestean *et al.*, 2021; Hautrive *et al.*, 2019).

Outro aspecto importante a ser destacado é a temperatura de cocção, em que fluxos de calor mais baixos resultam em aquecimento menos intenso, gerando alterações menos substanciais na estrutura dos hambúrgueres, de modo que a água e a gordura fiquem retidas melhorando o rendimento de cozimento (Turp; Icier; Kor, 2016).

7.4 Conclusão

As formulações de hambúrguer bovino se mostraram estáveis físico-quimicamente no decorrer do armazenamento refrigerado a $4 \pm 1^\circ\text{C}$, com destaque para a formulação F3, com adição de 4 g das folhas de vinagreira em pó para quilograma de hambúrguer, que teve os melhores resultados de TBARS no decorrer dos 21 dias de análise, se destacando inclusive da formulação com adição de antioxidante comercial. Outro ponto a ser destacado foi a influência

da adição de vinagreira na coordenada de cromaticidade a^* , deixando os hambúrgueres menos vermelhos e podendo influenciar na escolha dos consumidores.

Na etapa da estabilidade sob congelamento em que as formulações foram armazenadas a $-18 \pm 1^\circ\text{C}$, os resultados físico-químicos também foram promissores com estabilidade nos valores de pH e A_w no decorrer dos 120 dias, assim como valores de índice de peróxido dentro dos limites aceitáveis em todas as formulações no decorrer do tempo, mesmo com possível interferência de pigmentos da vinagreira nos resultados das formulações F3 e F4. A formulação F3 se equiparou com a formulação F2 (com adição de antioxidante comercial) na estabilidade oxidativa quanto a TBARS no decorrer dos primeiros 90 dias de armazenamento, se destacando também com a menor média de taxa de encolhimento ao final dos 120 dias. Interferência da vinagreira na cor dos hambúrgueres também foi observado nesta etapa, com redução da intensidade de vermelho, como já mencionado na etapa refrigerada.

Os aspectos positivos destacados nas estabilidades físico-químicas sob refrigeração e congelamento nos levam a acreditar que é válido o uso das folhas da vinagreira como um aditivo natural antioxidante, sendo necessário que se façam possíveis ajustes no teor a ser adicionado de vinagreira nos hambúrgueres.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa de mercado mostrou que o uso de PANCs na alimentação humana tem encontrado espaço frente aos consumidores, que demonstram interesse em uma alimentação mais natural e com variedade além dos vegetais presentes no cotidiano alimentar. Dentre as plantas de consumo não convencional tem destaque a vinagreira e suas folhas, que de acordo com sua caracterização centesimal e físico-química, é uma fonte não somente de macro e micronutrientes, mas também de polifenóis e de atividade antioxidante.

A presença de compostos fenólicos e a atividade antioxidante observados nas folhas da vinagreira levaram a sua aplicação na formulação de hambúrgueres bovinos como possível substituto ao antioxidante comercial, sendo verificado que a presença da vinagreira não interferiu em parâmetros como umidade, teor de macronutrientes, dureza, mastigabilidade e micrografias dos hambúrgueres. No entanto, houve incremento no teor de cinzas e redução na intensidade vermelho, na elasticidade e na coesividade das amostras com o substituto vegetal.

Ao se analisar a bioacessibilidade das amostras obteve-se uma melhor ação antioxidante das amostras com vinagreira em relação à amostra controle sem a presença de antioxidantes. Outro aspecto positivo encontrado foi a boa aceitação global e a intenção de consumo na análise sensorial em todas as formulações de hambúrguer bovino, mesmo diante os descritores “cor marrom esverdeado” e “sabor residual” terem ganhado destaque nas amostras com adição de vinagreira. Complementando a aplicação das folhas da vinagreira nas formulações de hambúrguer bovino, o estudo da estabilidade físico-química apresentou bons resultados em condições de refrigeração e congelamento, destacando-se os resultados de pH, índice de peróxido e TBARS, que estão intimamente ligados ao processo de oxidação lipídica e que se mostraram aceitáveis em todas as formulações.

Entre as formulações com adição de vinagreira, a formulação F3 (adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer) se mostrou promissora quanto aos resultados de oxidação, de características físicas, químicas e sensoriais, sugerindo-se que o uso da vinagreira pode ser explorado como antioxidante em hambúrguer.

REFERÊNCIAS

AACC. **Approved Methods American Association of Cereal Chemists**. 10th ed. Saint Paul: AACC, 2000. v. 2.

ABIA. **BurgerPedia 2022**: Conheça as principais novidades em sabores e ingredientes das hamburguerias brasileiras. [S. l.: s. n], 2022a. Disponível em: <https://www.abia.org.br/noticias/burgerpedia-2022-conheca-as-principais-novidades-em-sabores-e-ingredientes-das-hamburguerias-brasileiras>. Acesso em: 07 set. 2022.

ABIA. **Indústria de alimentos tem expansão de emprego e mantém bom desempenho**. [S. l.: s. n], 2022b. Disponível em: <https://www.abia.org.br/releases/industria-de-alimentos-tem-expansao-de-emprego-e-mantem-bom-desempenho>. Acesso em: 07 set. 2022.

AGUNBIADE, H. O.; FAGBEMI, T. N.; ADERINOLA, T. A. Antioxidant properties of beverages from graded mixture of green/roasted coffee and hibiscus sabdariffa calyx flours. **Applied Food Research**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 1-8, 2022.

AHMED, I. A. M. *et al.* Clove polyphenolic compounds improve the microbiological status, lipid stability, and sensory attributes of beef burgers during cold storage. **Antioxidants**, [s. l.], v. 11, p. 1-18, 2022.

ALAM, M. K. *et al.* Comparative assessment of nutritional composition, polyphenol profile, antidiabetic and antioxidative properties of selected edible wild plant species of Bangladesh. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 320, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620305082>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ALENCAR, M. G. *et al.* Grape skin flour obtained from wine processing as an antioxidant in beef burgers. **Meat Science**, [s. l.], v. 194, p. 1-13, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174022002315>. Acesso em: 18 set. 2022.

ÁLVAREZ, S. *et al.* Influence of meat sample geometry on dehydration dynamics during dry-aging of beef. **Meat Science**, [s. l.], v. 202, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174023001225>. Acesso em: 10 jun. 2023.

AMARO, H. T. R. *et al.* Avaliação fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de vinagreira. **Comunicata Scientiae**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 96-102, 2013. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/download/167/162>. Acesso em: 10 jun. 2022

ANVISA (Brasil). **Instrução Normativa IN nº 161, de 1º julho de 2022**. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. [Brasília, DF]: ANVISA, 2022a. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2. Acesso em: 18 set. 2022.

ANVISA (Brasil). **Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. [Brasília, DF]: ANVISA, 2019.

Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/IN_60_2019_COMP.pdf. Acesso em: 03 nov. 2022.

ANVISA (Brasil). **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 724, de 1º de julho de 2022**. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. [Brasília, DF]: ANVISA, 2022. Disponível

em:https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_724_2022_.pdf/33c61081-4f32-43c2-9105-c318fa6069ce. Acesso em: 03 nov. 2022.

AVILES, M. V. *et al.* Use of a rice industry by-product as a meat replacer in a hybrid chicken patty: technological and sensory impact. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [s. l.], v. 31, p. 1-8, 2023. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X23000161>. Acesso em: 20 jun. 2023.

BACCHETTA, L. *et al.* A manifesto for the valorization of wild edible plants. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 191, p. 180-187, 2016. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037887411630349X>. Acesso em: 18 set. 2022.

BADAR, I. H. *et al.* Effect of vegetable oil hydrogel emulsion as a fat substitute on the physicochemical properties, fatty acid profile, and color stability of modified atmospheric packaged buffalo burgers. **Meat Science**, [s. l.], v. 199, p. 1-11, 2023. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174023000499>. Acesso em: 23 set. 2023.

BAHMANYAR, F. *et al.* Effects of replacing soy protein and bread crumb with quinoa and buckwheat flour in functional beef burger formulation. **Meat Science**, [s. l.], v. 172, p. 1-8, 2021. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174020307373>. Acesso em: 18 set. 2022.

BAMBENI, T. *et al.* Biopreservative efficacy of grape (*Vitis vinifera*) and clementine mandarin orange (*Citrus reticulata*) by-product extracts in raw ground beef patties. **Meat Science**, [s. l.], v. 181, p. 1-10, 2021. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174021001856>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BELLUCCI, E. R. B. *et al.* Açáí extract powder as natural antioxidant on pork patties during the refrigerated storage. **Meat Science**, [s. l.], v. 184, p. 1-8, 2022. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174021002436>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 57, n. 3, p. 537-541, 1992.

BIONDO, E. *et al.* Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais ocorrentes no Vale do Taquari, RS. **Revista Eletrônica Científica UERGS**,

Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 61-90, 2018. Disponível em:
<https://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/1005>. Acesso em: 15 mar. 2022.

BORBA, J. V. *et al.* Influence of acute and unpredictable chronic stress on spatio-temporal dynamics of exploratory activity in zebrafish with emphasis on homebase-related behaviors. **Behavioural Brain Research**, [s. l.], v. 435, p. 1-12, 2022.

BORTOLOTTI, I. M. *et al.* Knowledge and use of wild edible plants in rural communities along Paraguay river, Pantanal, Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [s. l.], v. 11, n. 46, p. 1-14, 2015. Disponível em:
<https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13002-015-0026-2>. Acesso em: 20 fev. 2021.

BOTINESTEAN, C. *et al.* The influence of the interaction of sous-vide cooking time and papain concentration on tenderness and technological characteristics of meat products. **Meat Science**, [s. l.], v. 177, p. 1-9, 2021.

BOTREL, N. *et al.* Nutritional value of unconventional leafy vegetables grown in the Cerrado Biome/Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 23, p. 1-8, 2020.

BOURNE, M. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-convencionais**. Brasília: Mapa/ACS, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria SDA nº 724, de 23 de dezembro de 2022**. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do hambúrguer. [Brasília, DF]: Imprensa Nacional, 2022b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sda-n-724-de-23-de-dezembro-de-2022-453548742>. Acesso em: 21 abr. 2023.

BRASIL. **Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei n. 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. [Brasília, DF]: Câmara dos Deputados, 2017. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2017/decreto-9013-29-marco-2017-784536-norma-actualizada-pe.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

CABRERA, M. C.; SAADOUN, A. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. **Meat Science**, [s. l.], v. 98, n. 3, p. 435-444, 2014.

CAMPOS, L. Z. O. *et al.* Do socioeconomic characteristics explain the knowledge and use of native food plants in semiarid environments in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, [s. l.], v. 115, p. 53-61, 2015. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140196315000038>. Acesso em: 26 mar. 2022.

CAO, H. K. N.; DONG, T. A. D. Study on the effect of metal salts on chlorophyll pigment extraction from fresh *Sauropus androgynus* leaves. **Journal of Agriculture and Food Research**, [s. l.], v. 14, p. 1-7, 2023. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154323002065>. Acesso em: 30 jun. 2023.

CARDONA, M. *et al.* Assessment of the attributes that most affect the choice of minced meat and hamburgers. **Meat Science**, [s. l.], v. 198, p. 1-9, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174022003576>. Acesso em: 26 jul. 2023.

CIPRIÁN, D. I. Z. *et al.* Ataulfo Mango (*Mangifera indica* L.) peel extract as a potential natural antioxidant in ground beef. **Processes**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 1-17, 2023.

CLÍMACO, G. N.; VARDANEGA, R.; FASOLIN, L. H. *Hibiscus sabdariffa* L. leaves as an alternative source of bioactive compounds obtained through high pressure Technologies. **The Journal of Supercritical Fluids**, [s. l.], v. 200, p. 1-11, 2023.

CNS (Brasil). **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. [S. l.]: CNS, 2012. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2020.

CONAB. **Oferta e Demanda de Carnes - Outubro 2023**. [Brasília, DF: CONAB], 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/oferta-e-demanda-de-carnes/item/21587-oferta-e-demanda-de-carnes-outubro-2023>. Acesso em: 18 out. 2023.

CONCEA. **Resolução Normativa Nº 37, de 15 de fevereiro de 2018**. Diretrizes da Prática de Eutanásia. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: www.mctic.gov.br/.../concea/...normativas/RN-37-Eutanasia-secao-1-22_02_18.pdf. Acesso em: 22 mai, 2018.

CONTINI, C. *et al.* Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. **Meat Science**, [s. l.], v. 96, n. 3, p. 1171-1176, 2014.

COSTA, B. R. L. Bola de neve virtual: o uso das redes sociais virtuais no processo de coleta de dados de uma pesquisa científica. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 15-37, 2018.

DOMÍNGUEZ, R. *et al.* A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. **Antioxidants**, [s. l.], v. 8, n. 10, p. 1-31, 2019.

DURSUN, A.; GÜLER, Z. Colour and pigment in raw ground meat incorporated crushed garlic during the refrigerated storage: their relationship to lipolytic and volatilmic changes. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 419, p. 1-11, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881462300660X>. Acesso em: 15 out. 2023.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4 ed. rev. ampl. Curitiba: Champagnat, 2013.

DUTRA, W.; SILVA, A. M. A. D. **Processamento de carne e derivados**. Recife: e-Tec Brasil, 2013.

EBRAHIMI, P. *et al.* Evaluation of quality and safety of beef hamburgers fortified with Ozonated Extra Virgin Olive Oil. **LWT**, [s. l.], v. 170, p. 1-9, 2022.

EC. European Commission Regulation N° 1924/2006 of the European Parliament and of the Council, on nutrition and health claims made on foods. **Official Journal of the European Union**, European Commission, 20 December 2006, L 404, p. 9-25.

EDO, G. I. *et al.* Proximate composition and health benefit of Roselle leaf (*Hibiscus sabdariffa*). Insight on food and health benefits. **Food Chemistry Advances**, [s. l.], v. 3, p. 1-11, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X23002587>. Acesso em: 15 out. 2023.

ESSA, R. Y.; ELSEBAIE, E. M. New fat replacement agent comprised of gelatin and soluble dietary fibers derived from date seed powder in beef burger preparation. **LWT**, [s. l.], v. 156, p. 1-10, 2022.

EXAME. **Franquias de hambúrguer cresceram mais de 30% e são apontadas como tendências de negócio para os próximos anos**. [S. l.]: Exame, 2017. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/franquias-de-hamburguer-cresceram-mais-30-e-sao-apontadas-como-tendencia-de-negocio-para-os-proximos-anos-shtml/>. Acesso em: 29 jul. 2019.

FADILOGLU, E. E. *et al.* Influence of different cooking methods on quality characteristics and nutritional value of gluten-free beef burger patties formulated with walnut oil, safflower oil and buckwheat. **Meat Science**, [s. l.], v. 204, p. 1-15, 2023.

FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; MUCHENJE, V. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: a review. **Food Research International**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 171-181, 2014.

FERREIRA, C. S. R. *et al.* Effect of *Salvia* (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of salmon hamburgers. **LWT – Food Science and Technology**, [s. l.], v. 154, p. 1-10, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364382102020X>. Acesso em: 15 fev. 2023.

FERREIRA, N. B. M.; RODRIGUES, M. I.; CRISTIANINI, M. Effect of high pressure processing and water activity on pressure resistant spoilage lactic acid bacteria (*Latilactobacillus sakei*) in a ready-to-eat meat emulsion model. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 401, p. 1-7, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816052300209X>. Acesso em: 04 out. 2023.

FERREIRA, N. S. O. *et al.* Effect of adding *Brosimum gaudichaudii* and *Pyrostegia venusta* hydroalcoholic extracts on the oxidative stability of beef burgers. **LWT – Food Science and Technology**, [s. l.], v. 108, p. 145-152, 2019.

FREITAS, J. G. *et al.* (org.). **Coleta de material botânico**: guia prático. Campina Grande: INSA, 2021.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. Conservação de alimentos pelo uso de calor. *In*: GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos**: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2008. p. 227-341.

GHAFOURI-OSKUEI, H. *et al.* Mechanical attributes, colloidal interactions, and microstructure of meat batter influenced by flaxseed flour and tomato powder. **Meat Science**, [s. l.], v. 187, p. 1-17, 2022.

GHELLER, A. C. G. V. *et al.* Antimutagenic effect of *Hibiscus sabdariffa* L. aqueous extract on rats treated with monosodium glutamate. **The Scientific World Journal**, v. 2017, p. 1-8, 2017.

GIBIS, M.; WEISS, J. Inhibitory effect of marinades with hibiscus extract on formation of heterocyclic aromatic amines and sensory quality of fried beef patties. **Meat Science**, [s. l.], v. 85, n. 4, p. 735-742, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GORAN, G. V. *et al.* Comparative study of mineral composition of beef steak and pork chops depending on the thermal preparation method. **Meat Science**, [s. l.], v. 118, p. 117-121, 2016.

GRAPHPAD PRISM. [Website]. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.graphpad.com/features>. Acesso em: 10 maio 2022.

GUIMARÃES, A. F.; GALISA, M. S. **Cálculos nutricionais**: conceitos e aplicações práticas. São Paulo: M. Books do Brasil, 2008.

GUIMARÃES SOBRINHO, A. C. *et al.* Untargeted GC-MS Metabolomics applied to wild leaves and callus produced by plant tissue culture of *Hibiscus sabdariffa* L. **Arabian Journal of Chemistry**, [s. l.], v. 15, p. 1-10, 2022.

GUYON, C.; MEYNIER, A.; LAMBALLERIE, M. Protein and lipid oxidation in meat: a review with emphasis on high-pressure treatments, Trends. **Food Science & Technology**, [s. l.], v. 50, p. 131-143, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224415300790>. Acesso em: : 10 out. 2022.

HADIDI, M. *et al.* Plant by-product antioxidants: control of protein-lipid oxidation in meat and meat products. **LWT**, [s. l.], v. 169, p. 1-11, 2022.

HAMANN, D. *et al.* Active edible films based on green tea extract and gelatin for coating of fresh sausage. **Meat Science**, [s. l.], v. 194, p. 1-10, 2022.

HARDIN, M. D. Factors affecting the shelf life of meat products. **Reference Module Food Science**, [s. l.], p. 1-5, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03312-6>.

HAUTRIVE, T. P. *et al.* Effect of fat replacement by chitosan and golden flaxseed flour (wholemeal and defatted) on the quality of hamburgers. **LWT**, [s. l.], v. 102, p. 403-410, 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643818310831>. Acesso em: 08 abr. 2020.

HAWLEY, A. L. *et al.* The potential role of beef and nutrients found in beef on outcomes of wellbeing in healthy adults 50 years of age and older: a systematic review of randomized controlled trials. **Meat Science**, [s. l.], v. 189, p. 1-13, 2022.

HOLANDA, A. C. *et al.* Bioacessibilidade dos polifenóis presentes no mesocarpo e na amêndoa do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.). **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 4, p. 19237-19247, 2020.

HUANG, H. C. *et al.* Phytochemicals levels and biological activities in *Hibiscus sabdariffa* L. were enhanced using microbial fermentation. **Industrial Crops & Products**, [s. l.], v. 176, p. 1-9, 2022.

IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2004.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018**: primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IQBAL, Y. *et al.* Extraction and characterization of polyphenols from non-conventional edible plants and their antioxidant activities. **Food Research International**, [s. l.], v. 157, p. 1-10, 2022. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996922002629>. Acesso em: 12 mar. 2023.

ISMAIL, A.; IKRAM, E. H. K.; NAZRI, H. S. M. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds: nutritional composition, protein quality and health benefits. **Global Science Books**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 1-16, 2008.

JADEJA, R. *et al.* Value-added utilization of beef by-products and lowvalue comminuted beef: challenges and opportunities. **Food Science**, [s. l.], v. 48, p. 1-5, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799322001400>. Acesso em: 18 abr. 2022.

JUNG, E.; JOO, N. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and soybean oil effects on quality characteristics of pork patties studied by response surface methodology. **Meat Science**, [s. l.], v. 94, n. 3, p. 391-401, 2013.

KAO, E. S. *et al.* Polyphenolic extract from *Hibiscus sabdariffa* reduces body fat by inhibiting hepatic lipogenesis and preadipocyte adipogenesis. **Food & Function**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 171-182, 2015.

KHLIJI, S. *et al.* Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. **Meat Science**, [s. l.], v. 85, n. 2, p. 224-229, 2010.

KIM, H. S.; HUR, S. J. Effects of in vitro human digestion on the antioxidant activity and stability of lycopene and phenolic compounds in pork patties containing dried tomato prepared at different Temperatures. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 83, n. 7, p. 1816-1822, 2018.

KOWALCZYK, M. *et al.* Effect of the addition of chokeberry leaf extract on the physicochemical and sensory properties of burgers from dark cutting veal. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 399, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814622019409>. Acesso em: 20 ago. 2023.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and the antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, [s. l.], v. 45, n. 1, p. 1390-1393, 1997.

LASKAR, Y. B.; MAZUMDER, P. B. Insight into the molecular evidence supporting the remarkable chemotherapeutic potential of *Hibiscus sabdariffa* L. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, [s. l.], v. 127, p. 1-10, 2020.

LEAL, M. L.; ALVES, R. P.; HANAZAKI, N. Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13002-018-0209-8>. Acesso em: 10 jan. 2022.

LEÃO, L. L. *et al.* Uso de antioxidantes em carnes e seus subprodutos. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v. 9, n. 1, p. 94-100, 2017.

LIU, Y. *et al.* Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem. **Poultry Science**, [s. l.], v. 83, n. 1, p. 101-108, 2004.

LIU, Z. *et al.* Growth and survival of common spoilage and pathogenic bacteria in ground beef and plant-based meat analogues. **Food Research International**, [s. l.], v. 164, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996922014661>. Acesso em: 10 jul. 2023.

LORENZO, J. M. *et al.* Influence of pitanga leaf extracts on lipid and protein oxidation of pork burger during shelf-life. **Food Research International**, [s. l.], v. 114, p. 1-8, 2018.

LU, N.; MA, J.; SUN, D. W. Enhancing physical and chemical quality attributes of frozen meat and meat products: mechanisms, techniques and applications. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 124, p. 63-85, 2022.

LUCIANO, C. G. *et al.* Application of bi-layers active gelatin films for sliced dried-cured Coppa conservation. **Meat Science**, [s. l.], v. 189, p. 1-9, 2022.

LUZ, F. J. F.; SÁ SOBRINHO, A. F. Vinagreira (*Hibiscus sabdariffae* L.). In: CARDOSO, M. O. (coord.). **Hortaliças não-convencionais da Amazônia**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 63-69.

MACHO-GONZÁLEZ, A. *et al.* Functional meat products as oxidative stress modulators: a review. **Advances in Nutrition**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 1514-1539, 2021.

MAGALHÃES, F. E. A. *et al.* Adult zebrafish (*Danio rerio*): an alternative behavioral model of formalin-induced nociception. **Zebrafish**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 422-429, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28704145/>. Acesso em: 03 mar. 2020.

MANZOOR, S. *et al.* Oleogels for the development of healthy meat products: a review. **Applied Food Research**, [s. l.], v. 2, p. 1-11, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502222001676>. Acesso em: 13 jan. 2023.

MARIUTTI, L. R. B. *et al.* The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake. **Food Research International**, [s. l.], v. 149, p. 1-22, 2021.

MARQUES, A. D. J. F. *et al.* Oxidative stability of chicken burgers using organic coffee husk extract. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 393, p. 1-10, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814622014133>. Acesso em: 26 abr. 2023.

MARTÍN-MATEOS, M. J. *et al.* New beef burger formulation with added cherry (*Pico negro* variety) as a potential functional ingredient. **Applied Food Research**, [s. l.], v. 2, p. 1-9, 2022.

MARTINS, L. M. *et al.* Tratamento térmico no teor de antocianinas e características sensoriais de bebida não alcoólica de vinagreira. **Perspectivas Online: Biológicas & Saúde**, Campos dos Goytacazes, v. 8, n 27, p. 27-37, 2018.

MAZON, S. *et al.* Exploring consumers' knowledge and perceptions of unconventional food plants: case study of addition of *Pereskia aculeata* Miller to ice cream. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, n. 1, p. 215-221, 2020.

MELO, L. S. M.; CLERICI, M. T. P. S. Desenvolvimento e avaliação tecnológica, sensorial e físico-química de produto cárneo, tipo hambúrguer, com substituição de gordura por farinha desengordurada de gergelim. **Alimentos e Nutrição**, v. 24, n. 4, p. 361-368, 2013.

MENA, B. *et al.* Effect of age on sensory perception of beef patties with varying firmness. **Meat Science**, [s. l.], v. 192, p. 1-10, 2022.

MENENDEZ-BACETA, G. *et al.* Trends in wild food plants uses in Gorbeialdea (Basque Country). **Appetite**, [s. l.], v. 112, p. 9-16, 2017.

MENEZES JÚNIOR, J. B. **Desenvolvimento de geléia e doce de corte a partir do processamento das folhas de vinagreira (*Hibiscus Sabdariffa* L.)**. 2012. 63 f. Dissertação

(Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)–Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédia, 2012.

MERCADO-MERCADO, G. *et al.* Bioaccessibility of polyphenols released and associated to dietary fibre in calyces and decoction residues of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Journal of Functional**, [s. l.], v. 18, part. A, p. 171-181, 2015.

MICHEL, F. *et al.* A multi-national comparison of meat eaters' attitudes and expectations for burgers containing beef, pea or algae protein. **Food Quality and Preference**, [s. l.], v. 91, p. 1-8, 2021.

MIGUÉIS, G. S. *et al.* Plants used by the rural community of Bananal, Mato Grosso, Brazil: Aspects of popular knowledge. **Plos One**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 1-20, 2019.

MOHAMMADI, A. *et al.* Probabilistic dietary exposure and carcinogenic risk of heterocyclic aromatic amines formed in the main groups of fast foods: investigation of different ages and genders. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 120, p. 1-9, 2023.

MOHAMMED, H. H. H. *et al.* Effect of frozen and refrozen storage of beef and chicken meats on inoculated microorganisms and meat quality. **Meat Science**, [s. l.], v. 175, p. 1-9, 2021.

MOHAN, A. *et al.* Oxidative reactions of 4-oxo-2-Nonenal in meat and meat products. **LWT**, [s. l.], v. 165, p. 1-10, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364382200682X>. Acesso em: 10 dez. 2022.

NAGAI, N. F. *et al.* Use of seaweed powder (*Undaria* sp.) as a functional ingredient in low-fat pork burgers. **Algal Research**, [s. l.], v. 67, p. 1-10, 2022.

NARCISO, G. *et al.* Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na gastronomia: a capeba (*Pothomorphe umbellata*) como base para elaboração de pratos. **Revista Pensar Gastronomia**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-25, 2017.

NASCIMENTO, S. G. S. *et al.* Plantas Alimentícias não convencionais: um estudo sobre a possibilidade de inserção na merenda escolar. **Revista de Ciências Agrárias**, [Lisboa], v. 42, n. 4, p. 1086-1095, 2019. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/18670/14886>. Acesso em: 30 nov. 2022.

NASCIMENTO, S. G. S. *et al.* Plantas alimentícias não convencionais e agricultura familiar: limites e potencialidades de comercialização no município de Dom Pedrito- RS. **Agropampa**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 134-147, 2018.

NENADIS, N. *et al.* Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS+ assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 52, n. 15, p. 4669-4674, 2004.

NORA, F. M. D. **Análise sensorial clássica: fundamentos e métodos**. Canoas-RS: Mérida Publishers, 2021.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O.; TAYLOR, S. J. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, United States, v. 74, n. 2, p. 209-215, 1997.

OECD; FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2014**. [S. l.]: OECD Publishing, 2014. Disponível <http://www.fao.org/3/a-i3818e.pdf>. Acesso em: 20 maio 2022.

OETTERER, M. Deterioração de lipídeos: ranço. *In*: REGITANO-D'ARCE. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. p. 243-299.

OLIVEIRA, D. F. *et al.* Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 163-174, 2013.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bjft/a/hCTNBJxTRtzJwcGkH6szZbG/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 16 dez. 2023.

OLIVEIRA, F. M. *et al.* Encapsulation of olive leaf extract (*Olea europaea* L.) in gelatin/tragacanth gum by complex coacervation for application in sheep meat hamburger. **Food Control**, [s. l.], v. 131, p. 1-11, 2022.

ORDOÑEZ, J. A. Produtos cárneos. *In*: ORDOÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2, p. 187-217.

PAIVA, M. V. *et al.* Convective drying of Roselle calyx: kinetics and drying rate. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 1-9, 2021.

PARAFATI, L. *et al.* Impact of prickly pear extract on the quality parameters of beef burger patties after cooking. **Food Bioscience**, [s. l.], v. 42, p. 1-8, 2021.

PASCHOAL, V.; SOUZA, N. S. Plantas alimentícias não convencionais – PANC. *In*: SEIXAS, C. D. F. **Compostos bioativos dos alimentos**. São Paulo: Valéria Paschoal, 2015.

PATINHO, I. *et al.* Agaricus bisporus mushroom as partial fat replacer improves the sensory quality maintaining the instrumental characteristics of beef burger. **Meat Science**, [s. l.], v. 172, p. 1-9, 2021.

PÉREZ-NICOLÁS, M. *et al.* Patterns of knowledge and use of medicinal plants in Santiago Camotlán, Oaxaca, Mexico. **Economic Botany**, [s. l.], v. 71, p. 209–223, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12231-017-9384-0>. Acesso em: 28 abr. 2022.

PETRAT-MELIN, B.; DAM, S. Textural and consumer-aided characterisation and acceptability of a hybrid meat and plant-based burger patty. **Foods**, [s. l.], v. 12, n. 11, p. 1-13, 2023.

PIETRASIK, Z. *et al.* Utilization of pea starch and fibre fractions for replacement of wheat Crumb in beef burgers. **Meat Science**, [s. l.], v. 161, p. 1-9, 2020.

- PINELA, J.; CARVALHO, A. M.; FERREIRA, I. C. F. R. Wild edible plants: nutritional and toxicological characteristics, retrieval strategies and importance for today's society. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 110, p. 165-188, 2017.
- PLAEHN, D. CATA penalty/reward. **Food Quality and Preference**, [s. l.], v. 24, p. 141-152, 2012.
- POLTRONIERI, T. P. S. *et al.* Vinagreira: novo hospedeiro de *Carynespora cassiicola* no Pará. **Summa Phytopathol**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 167, 2012.
- PRADO, M. E. A. *et al.* Physicochemical and sensorial characteristics of beef burgers with added tannin and tannin-free whole sorghum flours as isolated soy protein replacer. **Meat Science**, [s. l.], v. 150, p. 93-100, 2019.
- QUEIROZ, C. R. A. A. *et al.* Ora-pro-nóbis em uso alimentar humano: percepção sensorial. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n. 3, p. 1-5, 2015.
- RAGHU, K.; NAIDOO, Y.; DEWIR, Y. H. Secretory structures in the leaves of *Hibiscus sabdariffa* L. **South African Journal of Botany**, [s. l.], v. 121, p. 16-25, 2019.
- RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 40, n. 11, p. 2182-2185, 1992. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf00023a027>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.
- REITER, A. S.; NASCIMENTO, V. (coord.). **Guia prático sobre PNACs: plantas alimentícias não convencionais**. São Paulo: Instituto Kairós, 2017
- REBELLATO, A. P. *et al.* Minerals assessment and sodium control in hamburger by fast and green method and chemometric tools. **LWT**, [s. l.], v. 128, p. 1-6, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643820304278>. Acesso em: 19 jun. 2022.
- REZENDE, A. L. P. **Caracterização e estudo da vida útil de vinagreira cultivada em Seropédica-RJ**. 2016. 57 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.
- RIAZ, G.; CHOPRA, R. A review on phytochemistry and therapeutic uses of *Hibiscus sabdariffa* L. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, [s. l.], v. 102, p. 575-586, 2018.
- RIBEIRO, J. S. *et al.* Natural antioxidants used in meat products: a brief review. **Meat Science**, [s. l.], v. 148, p. 181-188, 2019.

RICHARDSON, M. L.; ARLOTTA, C. G. Differential yield and nutrients of *Hibiscus sabdariffa* L. genotypes when grown in urban production systems. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 288, p. 1-8, 2021.

RIOS-MERA, J. D. *et al.* Enrichment of NaCl-reduced burger with long-chain polyunsaturated fatty acids: effects on physicochemical, technological, nutritional, and sensory characteristics. **Meat Science**, [s. l.], v. 177, p. 1-13, 2021.

RODRIGUES, S. G. G. A contemporaneidade da gastronomia ludovicense: (Cuxá) X Big Mac/Mac Donald na cultura, identidade e tradição. **Revista Cambiassu**, São Luís, n. 4, p. 311-325, 2008.

ROSA, C. S. *et al.* Avaliação do efeito de extrato de farinha de alfarroba (*Ceratonia siliqua* L.) na estabilidade oxidativa e cor de hambúrgueres congelados. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 93-98, 2013.

ROSHANAK, S. *et al.* The impact of cold plasma innovative technology on quality and safety of refrigerated hamburger: analysis of microbial safety and physicochemical properties. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 388, p. 1-9, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160522005402>. Acesso em: 10 out. 2023.

RUFINO, M. do S. M. *et al.* **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. (Comunicado Técnico, 128).

SALDAÑA, E. *et al.* Use of sensory science for the development of healthier processed meat products: a critical opinion. **Current Opinion in Food Science**, [s. l.], v. 40, p. 13-19, 2021.

SANTOS, K. L. *et al.* Chemometrics applied to physical, physicochemical and sensorial attributes of chicken hamburgers blended with green banana and passion fruit epicarp biomasses. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [s. l.], v. 24, p. 1-9, 2021.

SCARPARO, N. A. L. S.; BRATKOWSKI, N. G. R. (org.). **Manual para aplicação de testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017.

SEBRAE. **Alimentos congelados**: a preferência pelos práticos e saudáveis. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/alimentos-congelados-a-preferencia-pelos-praticos-e-saudaveis/>. Acesso em: 29 jul. 2019.

SEDLACEK-BASSANI, J. **Uso de especiarias como aditivos naturais na produção de hambúrguer bovino**. 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)–Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araçatuba, 2018.

SELANI, M. M. *et al.* Consumer's perception and expected liking of labels of burgers with sodium reduction and addition of mushroom flavor enhancer. **Meat Science**, [s. l.], v. 185, p. 1-10, 2022.

SHAH, M. A.; BOSCO, S. J. D.; MIR, S. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, [s. l.], v. 98, n. 1, p. 21-33, 2014.

SHARMA, H. *et al.* Use of various essential oils as bio preservatives and their effect on the quality of vacuum packaged fresh chicken sausages under frozen conditions. **LWT – Food Science and Technology**, [s. l.], v. 81, p. 1-10, 2017.

SIEVERT, K. *et al.* Meat production and consumption for a healthy and sustainable Australian food system: policy options and political dimensions. **Sustainable Production and Consumption**, [s. l.], v. 33, p. 674-685, 2022.

SILVA, A. L. B. **Culinária maranhense**: a identidade alimentar na capital do Maranhão sob o olhar dos frequentadores das áreas turísticas. 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado em Cultura e Sociedade)–Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014.

SILVA, C. E. **Elaboração e Avaliação de Hambúrgueres de Carne Bovina com Substituições de Toucinho por Farinha de Linhaça**. 2013. 49 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

SILVA, M. E. S. *et al.* Microencapsulated phenolic-rich extract from juice processing grape pomace (*Vitis labrusca*. Isabella Var): effects on oxidative stability of raw and pre-cooked bovine burger. **Food Bioscience**, [s. l.], v. 50, p. 1-10, 2022.

SMETANA, S. *et al.* Meat substitutes: resource demands and environmental footprints. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 190, p. 1-12, 2023.

SOARES, K. M. P.; SILVA, J. B. A.; GÓIS, V. A. Parâmetros de qualidade de carnes e produtos cárneos: uma revisão. **Higiene Alimentar**, [s. l.], v. 31, n. 268/269, p. 87-94, 2017.

SOUZA, M. P. *et al.* Oxidative and storage stability in beef burgers from the use of bioactive compounds from the agro-industrial residues of passion fruit (*Passiflora edulis*). **Food Bioscience**, [s. l.], v. 48, p. 1-8, 2022.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. New York: Academic Press, 2004.

TATIYABORWORNTHAM, N. *et al.* Paradoxical effects of lipolysis on the lipid oxidation in meat and meat products. **Food Chemistry**: X, [s. l.], v. 14, p. 1-12, 2022.

TAZOHO, G. M. *et al.* Clinical, hematological and biochemical health benefit effects of *Hibiscus sabdariffa* L. in dried calyces beverage in human. **Food and Nutrition Sciences**, [s. l.], v. 7, p. 383-395, 2016.

TEIXEIRA, B. E. M. *et al.* Caracterização de hambúrguer elaborado com farinha de folhas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.). **Nutrire**, São Paulo, v. 38, p. 220-232, 2013.

Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/05/322106/artigo.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2020.

TIWARI, B. K. *et al.* Effect of ozonation on the rheological and colour characteristics of hydrocolloid dispersions. **Food Research International**, [s. l.], v. 41, n. 10, p. 1035-1043, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996908001397>. Acesso em: 18 ago. 2020.

TRUJILLO-SANTIAGO, E. *et al.* The effects of Hierba Santa (*Piper auritum* Kunth) on the inhibition of lipid oxidation in beef burgers. **LWT**, [s. l.], v. 146, p. 1-9, 2021.

TURP, G. Y.; ICIER, F.; KOR, G. Influence of infrared final cooking on color, texture and cooking characteristics of ohmically pre-cooked meatball. **Meat Science**, [s. l.], v. 114, p. 46-53, 2016.

VALLE, F. R. A. F. **Avaliação do efeito de extrato aquoso de aroeira (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) adicionado a produtos cárneos**. 2015. 85 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)–Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2015.

VESSONI, N. G.; PIAIA, A. F.; BERNARDI, D. M. Pesquisa de consumo de carne bovina, produtos cárneos, hambúrguer e alimentos funcionais. **FAG Journal of Health**, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 25-37, 2019.

VILLANUEVA-CARVAJAL, A. *et al.* *In vitro* gastrointestinal digestion of *Hibiscus sabdariffa* L.: the use of its natural matrix to improve the concentration of phenolic compounds in gut. **LWT: Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 260-265, 2013.

VU, G.; ZHOU, H.; MCCLEMENTS, D. J. Impact of cooking method on properties of beef and plant-based burgers: appearance, texture, thermal properties, and shrinkage. **Journal of Agriculture and Food Research**, [s. l.], v. 9, p. 1-8, 2022.

WARRISS, P. D. **Meat Science: an introductory text**. 2 ed. Massachusetts: CABI North American Office. 2010. 234p.

WECKMÜLLER, H. *et al.* Factors affecting traditional medicinal plant knowledge of the Waorani, Equador. **Sustainability**, [s. l.], v. 11, n. 16, p. 1-12, 2019.

YOUNIS, K. *et al.* Incorporation of soluble dietary fiber in comminuted meat products: Special emphasis on changes in textural Properties. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, [s. l.], v. 27, p. 1-14, 2022.

ZEM, L. M. *et al.* Centesimal and mineral analysis of cupcakes base meal of leaves and stems of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*). **Revista Eletrônica Científica UERGS**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 428-446, 2017.

ZHANG, D. *et al.* Recent trends in the micro-encapsulation of plant-derived compounds and their specific application in meat as antioxidants and antimicrobials. **Meat Science**, [s. l.], v. 191, p. 1-22, 2022.

ZHANG, J. *et al.* Study on the mechanism of liver toxicity induced by acenaphthene in zebrafish. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, [s. l.], v. 249, p. 1-11, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651322012817>. Acesso em: 16 set. 2023.

ZHANG, Q. *et al.* Neurodevelopmental toxicity of organophosphate flame retardant triphenyl phosphate (TPhP) on zebrafish (*Danio rerio*) at different life stages. **Environment International**, [s. l.], v. 172, p. 1-13, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412023000181>. Acesso em: 18 set. 2023.

ZHANG, X. *et al.* Antioxidant activity of vine tea (*Ampelopsis grossedentata*) extract on lipid and protein oxidation in cooked mixed pork patties during refrigerated storage. **Food Science & Nutrition**, [s. l.], v. 7, p. 1735-1745, 2019.

ZHAO, B. *et al.* Changes of protein oxidation, lipid oxidation and lipolysis in Chinese dry sausage with different sodium chloride curing salt content. **Food Science and Human Wellness**, [s. l.], v. 9, p. 328-337, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453020301440>. Acesso em: 13 ago. 2022.

ZHEN, J. *et al.* Phytochemistry, antioxidant capacity, total phenolic content and anti-inflammatory activity of *Hibiscus sabdariffa* leaves. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 190, p. 673-680, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814615008845>. Acesso em: 11 ago. 2022.

ZHU, Z.; LANIER, T. C.; FARKAS, B. E. High pressure effects on heat-induced gelation of threadfin bream (*Nemipterus spp.*) surimi. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 146, p. 23-27, 2015.

ZIEGLER, V. *et al.* Nutritional enrichment of beef burgers by adding components of non-conventional food plants. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 23, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/KnsJJvVGB6KTY4Qr5yLfxRd/?lang=en#>. Acesso em: 27 out. 2022.

APÊNDICE A – IMAGENS DAS PREPARAÇÕES COM PANC'S

Figura 1 - Salada de Azedinha.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 2 - Couscous Marroquino com Folha de Taioba e Suco de Palma Forrageira com Limão.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 3 - Peixinho Frito.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 4 - Roupa Velha.



Fonte: Elaborada pela autora.

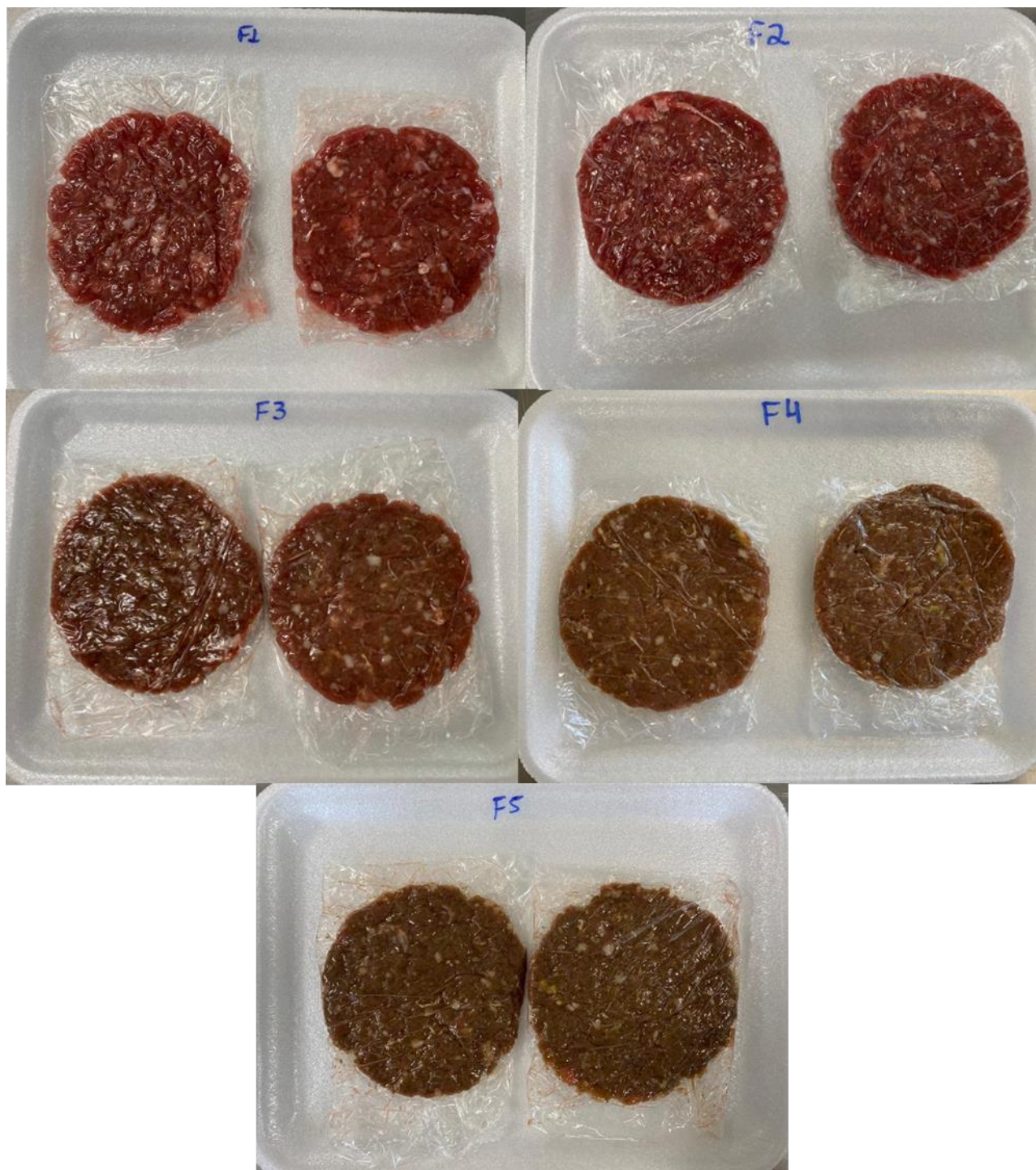
Figura 5 - Biscoito de Jatobá.



Fonte: Elaborada pela autora.

APÊNDICE B – IMAGENS DAS FORMULAÇÕES DE HAMBÚRGUER BOVINO

Figura 1 – Formulações de hambúrguer bovino sem e com adição de vinagreira.



Fonte: Autora (2023). F1: sem adição de antioxidante (controle negativo); F2: com adição de 0,08 g de eritorbato de sódio / kg de hambúrguer (controle positivo); F3: adição de 4 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F4: adição de 8 g de vinagreira / kg de hambúrguer; F5: adição de 16 g de vinagreira / kg de hambúrguer.

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado (a) Participante:

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “ANÁLISE SENSORIAL E NÃO SENSORIAL NA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE INSUMOS E PRODUTOS GASTRONÔMICOS”. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Este estudo está sendo conduzido pelos pesquisadores Neliane Pereira do Nascimento (pesquisadora principal), Prof. Ph.D Elisabeth Mary Cunha da Silva (orientadora) e Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa (coorientador). Após ser **ESCLARECIDO** sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento. Em caso de recusa você não será penalizado de forma alguma.

Objetivo de estudo: Desenvolver e verificar a aceitabilidade de hambúrguer bovino adicionado do pó das folhas da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.).

Procedimentos: Sua participação nesta pesquisa consistirá em provar quatro amostras de hambúrguer (elaborado com carne bovina, gordura suína, proteína texturizada de soja, farinha das folhas de vinagreira, sal, pasta de alho e cebola, eritorbato de sódio), possuindo cada amostra aproximadamente 25g, sendo uma amostra padrão e uma amostra adicionada de pó das folhas da vinagreira e gordura suína, servidas aleatoriamente. Você receberá um copo de 150 mL de água e um biscoito de água e sal, para consumir entre a degustação de cada amostra para limpar o paladar. A avaliação dos hambúrgueres será realizada quanto aos critérios contidos na ficha de avaliação, que contém uma escala hedônica de 5 pontos, escala de intenção de compra de 5 pontos e testes CATA/RATA. O local de realização da análise sensorial será uma escola de ensino médio pública localizada no município de Choró-CE, com duração média de 20 minutos.

Benefícios: Esta pesquisa não trará benefício imediato, mas irá contribuir para o desenvolvimento de um novo produto.

Riscos: A degustação e o preenchimento do formulário não representarão quaisquer riscos de ordem física ou psicológica, salvo se você possuir qualquer tipo de **ALERGIA** a soja, e/ou glúten. Sendo isto verdadeiro, você **NÃO PODERÁ PARTICIPAR** desta pesquisa. Caso algum participante venha apresentar alguma reação adversa após o consumo das amostras, será levado a unidade básica de saúde ou hospital mais próximo, em transporte providenciado pela pesquisadora, para atendimento médico e será acompanhado até que os sintomas cessem.

Sigilo: As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando

os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma. Será garantido a todos os participantes o acesso aos dados coletados na pesquisa.

Direito de recusar ou desistir do consentimento: Você não tem que participar desta pesquisa se não desejar ou, pode ainda escolher participar e depois desistir, sem prejuízos para ambas as partes.

Pesquisador principal: Neliane Pereira do Nascimento
Orientador da pesquisa: Prof. Ph.D Elisabeth Mary Cunha da Silva
Coorientador da pesquisa: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa
Instituição: Universidade Federal do Ceará - UFC /Departamento de Engenharia de Alimentos.
Endereço: Universidade Federal do Ceará, *campus* do Pici, Departamento de Engenharia de Alimentos, Bloco 854, Laboratório de Carnes e Pescado.
Telefones para contato: (88) 98812-5403

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8346/44. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).
 O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

O abaixo assinado _____, _____ anos, RG: _____, declara que é de livre e espontânea vontade que está como participante de uma pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. E declaro, ainda, estar recebendo uma via assinada deste termo.

Choró, _____ de _____ de _____.

Nome do participante/responsável	Assinatura

Nome do pesquisador principal	Assinatura

APÊNDICE D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Prezado (a) Participante:

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “ANÁLISE SENSORIAL E NÃO SENSORIAL NA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE INSUMOS E PRODUTOS GASTRONÔMICOS”. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Este estudo está sendo conduzido pelos pesquisadores Neliane Pereira do Nascimento (pesquisadora principal), Prof. Ph.D Elisabeth Mary Cunha da Silva (orientadora) e Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa (coorientador). Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelos pesquisadores que irão tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Objetivo de estudo: Desenvolver e verificar a aceitabilidade de hambúrguer bovino adicionado do pó das folhas da vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.).

Procedimentos: Sua participação nesta pesquisa consistirá em provar quatro amostras de hambúrguer (elaborado com carne bovina, gordura suína, proteína texturizada de soja, farinha das folhas de vinagreira, sal, pasta de alho e cebola, eritorbato de sódio), possuindo cada amostra aproximadamente 25g, sendo uma amostra padrão e uma amostra adicionada de pó das folhas da vinagreira e gordura suína, servidos aleatoriamente. Você receberá um copo de 150 mL de água e um biscoito de água e sal, para consumir entre a degustação de cada amostra para limpar o paladar. A avaliação dos hambúrgueres será realizada quanto aos critérios contidos na ficha de avaliação, que contém uma escala hedônica de 5 pontos, escala de intenção de compra de 5 pontos e testes CATA/RATA. O local de realização da análise sensorial será uma escola de ensino médio pública localizada no município de Choró-CE, com duração média de 20 minutos.

Benefícios: Esta pesquisa não trará benefício imediato, mas irá contribuir para o desenvolvimento de um novo produto.

Riscos: A degustação e o preenchimento do formulário não representarão quaisquer riscos de ordem física ou psicológica, salvo se você possuir qualquer tipo de **ALERGIA** a soja, e/ou glúten. Sendo isto verdadeiro, você **NÃO PODERÁ PARTICIPAR** desta pesquisa. Caso algum participante venha apresentar alguma reação adversa após o consumo das amostras, será levado a unidade básica de saúde ou hospital mais próximo, em transporte providenciado pela pesquisadora, para atendimento médico e será acompanhado até que os sintomas cessem.

Sigilo: As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma. Será garantido a todos os participantes o acesso aos dados coletados na pesquisa.

Direito de recusar ou desistir do consentimento: Você não tem que participar desta pesquisa se não desejar ou, pode ainda escolher participar e depois desistir, sem prejuízos para ambas as partes.

Pesquisador principal: Neliane Pereira do Nascimento
Orientador da pesquisa: Prof. Ph.D Elisabeth Mary Cunha da Silva
Coorientador da pesquisa: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa
Instituição: Universidade Federal do Ceará - UFC /Departamento de Engenharia de Alimentos.
Endereço: Universidade Federal do Ceará, *campus* do Pici, Departamento de Engenharia de Alimentos, Bloco 854, Laboratório de Carnes e Pescado.
Telefones para contato: (88) 98812-5403

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8346/44. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).
 O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar, se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste Termo de Assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Choró, _____ de _____ de _____.

Nome do participante (menor de 18 anos)	Assinatura

Nome do pesquisador principal	Assinatura

APÊNDICE E – FICHA PARA ANÁLISE SENSORIAL

FICHA PARA ANÁLISE SENSORIAL

Nome: _____

Gênero: _____ Idade: _____ Data: ___/___/_____






Gosta de hambúrguer? () Sim () Não






Qual carne prefere no hambúrguer? () Bovina () Suína () Frango

Com que frequência você consome hambúrguer? () Diariamente () De 3 a 5 vezes por semana () De 1 a 2 vezes por semana () Ao menos 1 vez por mês () Ao menos 2 vezes por ano () Ao menos 1 vez por ano

Provedor: _____

1ª Amostra: _____

1) Por favor, prove a amostra e utilizando a Escala Hedônica, indique (circulando) o quanto você gostou ou desgostou de uma MANEIRA GLOBAL:	
ACEITAÇÃO GLOBAL <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; text-align: center;"> <div style="margin: 5px;">5  Adorei</div> <div style="margin: 5px;">4  Gostei</div> <div style="margin: 5px;">3  Indiferente</div> <div style="margin: 5px;">2  Não gostei</div> <div style="margin: 5px;">1  Detestei</div> </div>	Comentários:

2) Agora avaliando apenas o atributo APARÊNCIA, sinalize:						
2.1) O quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA dessa amostra?						Comentários:
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; text-align: center;"> <div style="margin: 5px;">5  Adorei</div> <div style="margin: 5px;">4  Gostei</div> <div style="margin: 5px;">3  Indiferente</div> <div style="margin: 5px;">2  Não gostei</div> <div style="margin: 5px;">1  Detestei</div> </div>						
2.2) Abaixo estão listados vários termos descritivos. OBSERVE a amostra e marque TODOS os termos que a CARACTERIZAM. Somente nos termos que foram marcados, indique o GRAU DE INTENSIDADE, variando de POUQUÍSSIMO a MUITÍSSIMO.						
	Descritor	Pouquíssimo	Pouco	Médio	Muito	Muitíssimo
()	Aparência Gordurosa	()	()	()	()	()
()	Cor Uniforme	()	()	()	()	()
()	Cor Marrom Escuro	()	()	()	()	()
()	Cor Marrom Avermelhado	()	()	()	()	()
()	Cor Marrom Esverdeado	()	()	()	()	()






3) Quanto ao atributo SABOR, sinalize:	
3.1) O quanto você gostou ou desgostou do SABOR dessa amostra?	Comentários:
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; text-align: center;"> <div style="margin: 5px;">5  Adorei</div> <div style="margin: 5px;">4  Gostei</div> <div style="margin: 5px;">3  Indiferente</div> <div style="margin: 5px;">2  Não gostei</div> <div style="margin: 5px;">1  Detestei</div> </div>	

3.2) Abaixo estão listados vários termos descritivos. DEGUSTE a amostra novamente e marque TODOS os termos que a CARACTERIZAM. Somente nos termos que foram marcados, indique o GRAU DE INTENSIDADE, variando de POUQUÍSSIMO a MUITÍSSIMO.

	Descritor	Pouquíssimo	Pouco	Médio	Muito	Muitíssimo
()	Sabor de Grelhado	()	()	()	()	()
()	Suculento	()	()	()	()	()
()	Tempero Ideal	()	()	()	()	()
()	Salgado	()	()	()	()	()
()	Sem Sal	()	()	()	()	()
()	Sabor Residual	()	()	()	()	()

4) Quanto ao atributo TEXTURA, sinalize:

4.1) O quanto você gostou ou desgostou da TEXTURA dessa amostra?

5  4  3  2  1 

Adorei Gostei Indiferente Não gostei Detestei

Comentários:

4.2) Abaixo estão listados vários termos descritivos. Marque TODOS os termos que CARACTERIZAM a Textura. Somente nos termos que foram marcados, indique o GRAU DE INTENSIDADE, variando de POUQUÍSSIMO (1) a MUITÍSSIMO (5).

	Descritor	Pouquíssimo	Pouco	Médio	Muito	Muitíssimo
()	Consistente	()	()	()	()	()
()	Textura Fibrosa (Presença de fibras)	()	()	()	()	()
()	Textura de Macia	()	()	()	()	()
()	Textura Ressecada	()	()	()	()	()
()	Textura Borrachuda	()	()	()	()	()
()	Textura de Carne	()	()	()	()	()

4.3) Agora indique o quão IDEAL está a CONSISTÊNCIA dessa amostra para você.

()	()	()	()	()
Muito acima do ideal	Um pouco acima do Ideal	Ideal	Um pouco abaixo do Ideal	Muito abaixo do Ideal

5) Se você encontrasse essa amostra disponível no mercado, qual seria a sua ATITUDE DE CONSUMO?

()	Certamente Consumiria
()	Provavelmente Consumiria
()	Talvez Consumisse / Talvez não Consumisse
()	Provavelmente não Consumiria
()	Certamente não Consumiria

APÊNDICE F – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA

1 Estabilidade sob refrigeração a $4 \pm 1^\circ\text{C}$

Tabela 1 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de potencial hidrogeniônico (pH) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	2,679	2,679	196,021	< 0,0001
Tratamento	4	3,063	0,766	56,029	< 0,0001
Tempo (dias)*Tratamento	4	0,408	0,102	7,462	< 0,0001

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 2 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS - mg de MDA/Kg) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	0,138	0,138	18,973	< 0,0001
Tratamento	4	0,305	0,076	10,447	< 0,0001
Tempo (dias)*Tratamento	4	0,218	0,055	7,484	< 0,0001

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 3 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos da coordenada de luminosidade (L^*) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	58,591	58,591	66,033	< 0,0001
Tratamento	4	45,025	11,256	12,686	< 0,0001
Tempo (dias)*Tratamento	4	2,959	0,740	0,834	0,510

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 4 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos da coordenada de cor (a^*) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	131,103	131,103	305,184	< 0,0001
Tratamento	4	337,952	84,488	196,672	< 0,0001
Tempo (dias)*Tratamento	4	47,573	11,893	27,685	< 0,0001

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 5 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de coordenada de cor (b*) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	50,346	50,346	102,181	< 0,0001
Tratamento	4	4,801	1,200	2,436	0,059
Tempo (dias)*Tratamento	4	10,083	2,521	5,116	0,002

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

2 Estabilidade sob congelamento a $-18 \pm 1^\circ\text{C}$

Tabela 6 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de potencial hidrogeniônico (pH) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	0,002	0,002	1,904	0,174
Tratamento	3	0,475	0,158	121,935	<0,001
Tempo (dias)*Tratamento	3	0,010	0,003	2,634	0,060

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 7 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de atividade de água (Aw) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	0,00003	0,00003	3,184	0,080
Tratamento	3	0,00001	0,00000	0,433	0,730
Tempo (dias)*Tratamento	3	0,00005	0,00002	2,040	0,120

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 8 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de Índice de peróxido (mEq/Kg) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	0,051	0,051	16,590	0,000
Tratamento	3	4,146	1,382	446,391	< 0,0001
Tempo (dias)*Tratamento	3	0,438	0,146	47,196	< 0,0001

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 9 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS - mg de MDA/Kg) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	0,078	0,078	17,608	0,000
Tratamento	3	0,049	0,016	3,675	0,018
Tempo (dias)*Tratamento	3	0,015	0,005	1,163	0,333

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 10 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos da coordenada de luminosidade (L*) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	106,924	106,924	52,234	< 0,0001
Tratamento	3	57,695	19,232	9,395	< 0,0001
Tempo (dias)*Tratamento	3	46,392	15,464	7,554	0,000

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 11 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos da coordenada de cor (a*) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	2,210	2,210	2,848	0,097
Tratamento	3	159,935	53,312	68,704	< 0,0001
Tempo (dias)*Tratamento	3	11,435	3,812	4,912	0,004

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 12 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos da coordenada de cor (b*) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	14,699	14,699	11,165	0,002
Tratamento	3	3,815	1,272	0,966	0,416
Tempo (dias)*Tratamento	3	21,711	7,237	5,497	0,002

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 13 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de perda de água por cocção (%) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	1,316	1,316	0,370	0,545
Tratamento	3	34,052	11,351	3,194	0,031
Tempo (dias)*Tratamento	3	4,881	1,627	0,458	0,713

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 14 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de taxa de encolhimento (%) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	33,839	33,839	6,418	0,014
Tratamento	3	18,437	6,146	1,166	0,332
Tempo (dias)*Tratamento	3	4,732	1,577	0,299	0,826

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Tabela 15 – Análise de covariância aplicada nos valores obtidos de rendimento (%) sob os efeitos das variáveis, suas interações e significância ($p \leq 0,05$).

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F	Pr > F
Tempo (dias)	1	38,860	38,860	9,463	0,003
Tratamento	3	64,692	21,564	5,251	0,003
Tempo (dias)*Tratamento	3	14,900	4,107	1,209	0,316

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

ANEXO A – COMPROVANTE DE CADASTRO DE ACESSO SISGEN



Ministério do Meio Ambiente
CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
 SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

Comprovante de Cadastro de Acesso
Cadastro nº A495B8F

A atividade de acesso ao Patrimônio Genético, nos termos abaixo resumida, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos.

Número do cadastro: **A495B8F**
 Usuário: **Neliane Pereira do Nascimento**
 CPF/CNPJ: **021.082.253-82**
 Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

Espécie

Hibiscus sabdariffa

Título da Atividade: **Obtenção e caracterização das folhas de vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) em pó**

Equipe

Neliane Pereira do Nascimento

INDEPENDENTE

Data do Cadastro: **21/11/2023 18:49:56**
 Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
 Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **18:51** de **21/11/2023**.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO
 DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
 E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL
 ASSOCIADO - **SISGEN**

ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO CEP

UFC - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ /



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise sensorial e não sensorial na pesquisa e desenvolvimento de insumos e produtos gastronômicos

Pesquisador: Paulo Henrique Machado de Sousa

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 41822420.2.0000.5054

Instituição Proponente: Instituto de Cultura e Arte

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.729.905

Apresentação do Projeto:

O estudo trata-se de um projeto na área de Gastronomia coordenado pelo professor Paulo Henrique Machado de Sousa. Consiste em utilizar métodos sensoriais e de análise de características não sensoriais relacionadas aos alimentos na pesquisa e desenvolvimento de produtos de interesse da gastronomia, atendendo aos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento realizados no Instituto de Cultura e Arte, bem como em suas instituições parceiras. Os principais objetivos referem-se a estudos de desenvolvimento de novos produtos, processos de conservação de alimentos e estudos de estabilidade de produtos in natura, minimamente processados e alimentos processados para determinação de vida de prateleira. Serão utilizados testes de análise sensorial dos alimentos e bebidas de acordo com a normativa (NBR 12994, 1993) da Associação Brasileira de Normas Técnicas baseada na ISO 6658/1985 e com o Manual de Análise Sensorial da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, bem como a de análise de características não sensoriais relacionadas ao alimento utilizando questionários diretos e não estruturados. A população alvo da pesquisa será voluntária, sem remuneração. A equipe para avaliação da análise de características não sensoriais relacionadas ao alimento poderá ser recrutada e realizada através de formulários online ou presenciais. Para formar uma equipe de provadores serão recrutados funcionários de todos os setores da universidade e pessoas da comunidade local. O recrutamento dos provadores será feito por meio de entrevista pessoal e questionários. Os indivíduos serão informados sobre os objetivos gerais dos testes, o tempo

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 4.729.905

necessário em

cada sessão e o número de sessões, a frequência dos testes e necessidades da seleção e treinamento. O perfil dos provadores será diferenciado, de acordo com o tipo do produto e objetivo do teste sensorial. Em testes discriminativos e descritivos será evitado o recrutamento de adultos acima de 60 anos, devido à redução natural do olfato e paladar, além de fumantes e portadores de doenças neurodegenerativas que comprometam os sentidos. Em testes afetivos o critério de inclusão será baseado principalmente na frequência de consumo, a qual será variável para cada tipo de produto. Quando o produto for destinado a uma determinada faixa etária ou tipo de consumidor poderão ainda ser utilizados a idade e o sexo como critérios de inclusão. O consumo dos produtos analisados nos projetos de pesquisa não oferece riscos à saúde, pois os produtos serão elaborados segundo as Boas Práticas de Fabricação de alimentos e em testes de estabilidade, serão realizadas análises microbiológicas prévias nas amostras para garantir sua segurança. Contudo se ocorrer algum desconforto durante ou até 12 h após a análise, o provador receberá assistência médica integral e gratuita. O projeto terá a duração de cinco anos, sendo que ao final desse período, ou quando for necessário o uso de um novo protocolo de análise, será submetido um novo projeto ao CEP.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral: Utilizar métodos estatísticos sensoriais e análise de características não sensoriais relacionadas ao alimento na pesquisa de mercado e desenvolvimento de produtos de interesse da gastronomia, atendendo aos projetos de pesquisa e desenvolvimento realizados no Instituto de Cultura e Arte, bem como em suas instituições parceiras.

Objetivos específicos:

- Realizar a análise de características não sensoriais relacionadas ao alimento com consumidores potenciais, identificando quais atributos não sensoriais e suas importâncias no desenvolvimento dos produtos, bem como suas correções com os atributos sensoriais;⁷
- Realizar a caracterização sensorial de alimentos e bebidas, identificando que atributos respondem pela qualidade sensorial dos produtos;
- Determinar a aceitação e preferência de alimentos e bebidas;
- Desenvolver novos produtos e processos de conservação de alimentos e bebidas, de forma a torná-los seguros, mas com elevado apelo sensorial para o consumidor;
- Determinar a vida de prateleira (validade) de matérias-primas, produtos gastronômicos, alimentos processados e bebidas.

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 4.729.905

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: "Se você NÃO GOSTAR e tiver ALERGIA ou INTOLERÂNCIA a alguns desses ingredientes: leite, amêndoa de castanha de caju, grãos de kefir e película de kombucha você NÃO PODERÁ participar dos testes"

"Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos à sua dignidade. O consumo deste produto também não oferece riscos à saúde, podendo haver riscos mínimos apenas em relação a consumidores que desconhecem possuir intolerância ou alergia desconhecida a determinado alimento, contudo se ocorrer algum desconforto durante ou até 12 h após a análise você receberá assistência médica integral e gratuita, pelo tempo que for necessário. Após a assinatura deste TCLE, caso ocorram danos à sua saúde decorrentes da sua participação nesta pesquisa, o patrocinador compromete-se a acompanhá-lo a um posto de saúde ou hospital mais próximo, ficando juntamente com você durante todo o atendimento médico e responsabiliza-se por todos os gastos relativos aos exames e procedimentos necessários"

Benefícios: Entretanto, esperamos que este estudo traga benefícios importantes para contribuir com o avanço do conhecimento científico e tecnológico, influenciando o desenvolvimento socioeconômico dos agentes envolvidos na cadeia produtiva em questão e para a sociedade como um todo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante para área de Gastronomia. Objetivos congruentes com método proposto. Sem necessidade de detalhamento metodológico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as solicitações feitas foram realizadas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000
Bairro: Rodolfo Teófilo **CEP:** 60.430-275
UF: CE **Município:** FORTALEZA
Telefone: (85)3366-8344 **E-mail:** comepe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 4.729.905

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1632715.pdf	04/03/2021 20:40:21		Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	04/03/2021 20:39:42	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_.pdf	04/03/2021 20:37:01	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_.pdf	04/03/2021 20:35:26	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Cronograma	cronograma_.pdf	04/03/2021 20:28:13	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	Carta_apreciacao.pdf	07/12/2020 12:01:26	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Orçamento	Orçamento.pdf	07/12/2020 11:59:32	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_pesquisadores.pdf	26/10/2020 16:16:41	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_de_instituicao.pdf	26/10/2020 16:15:23	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Declaração de concordância	Declaracao_de_concordancia.pdf	26/10/2020 16:01:30	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 24 de Maio de 2021

Assinado por:
FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000
Bairro: Rodolfo Teófilo **CEP:** 60.430-275
UF: CE **Município:** FORTALEZA
Telefone: (85)3366-8344 **E-mail:** comepe@ufc.br