



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

JOB FERREIRA PEDREIRA

**SUBSTITUIÇÃO DE ADITIVOS SINTÉTICOS POR FONTES NATURAIS EM
HAMBÚRGUER BOVINO**

**FRANCISCO BELTRÃO
2022**

JOB FERREIRA PEDREIRA

SUBSTITUIÇÃO DE ADITIVOS SINTÉTICOS POR FONTES NATURAIS EM HAMBÚRGUER BOVINO

REPLACEMENT OF SYNTHETIC ADDITIVES BY NATURAL SOURCES IN BEEF HAMBURGER

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Francisco Beltrão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos

Linha de Pesquisa: Tecnologia de produtos de origem animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Alfaro

FRANCISCO BELTRÃO
2022



Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons atribuição uso não comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil. Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina**



JOB FERREIRA PEDREIRA

SUBSTITUIÇÃO DE ADITIVOS SINTÉTICOS POR FONTES NATURAIS EM HAMBÚRGUER BOVINO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 08 de Março de 2022

Prof Alexandre Da Trindade Alfaro, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Elton Rodrigo Ce, Mestrado - Jbs

Prof.a Ivane Benedetti Tonial, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 08/03/2022.

Dedico este trabalho à minha família, minha mãe, meus colegas e professores, por todo o apoio e ajuda sempre oferecidos. Também a Deus, por conceder a possibilidade de realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Trabalho é fruto de um grande desejo pessoal. Meu agradecimento a todos que contribuíram de uma forma ou de outra.

O meu orientador, Alexandre Alfaro, por compartilhar seu conhecimento e orientar o andamento do trabalho da melhor forma.

Aos meus professores, em especial a Ivane Tonial pela grande ajuda prestada.

Aos meus colegas de mestrado – Sandra, Marilde, João, Sandro e Fabiana, pelo companheirismo durante o período dividido em sala de aula.

Enfim, a todos os que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

FERREIRA, Job Pedreira. **Substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais em hambúrguer bovino**. 59 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2022.

Tendência que vem ganhando espaço no Brasil, o chamado *clean label*, que pode ser traduzido como "rótulo limpo", não possui ainda uma definição regulamentada no país, mas são produtos e alimentos que já são comuns entre consumidores da Europa e dos Estados Unidos. Com base nos alimentos *clean label*, este estudo tem como objetivo desenvolver um hambúrguer bovino com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais e teor reduzido de sódio, como também avaliar suas propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Diversos ingredientes de origem natural podem exercer funções de conservação, manutenção da cor, ação antioxidante, melhoria de sabor e até mesmo trazer benefícios para a saúde. Dessa forma, foram desenvolvidas formulações de hambúrguer utilizando citrus e leveduras como substitutos de tripolifosfato de sódio, e acerolas e extrato de acerolas como substitutos de eritorbato sódio, e substituição do cloreto de sódio pelo sal hipossódico. Foram realizadas análises de perda por cocção, encolhimento, quebra de cozimento, análise físicas (cor e textura). Foram realizadas caracterizações físico-químicas (pH, sódio, tbars e oxidação lipídica), microbiologias e sensoriais. Os valores de pH das formulações TC, T1, T2, T3, T4 apresentaram elevação no período 120 dias. A formulação TC no período de 30 dias apresentou uma diferença significativa em comparação T1, T2, T2, T4 para análise de oxidação lipídica. Os valores da coordenada (a^*), intensidade da coloração vermelha, foi maior na formulação T1 no período de 0 dias quando comparada as formulações TC, T2, T3 e T4. A análise de oxidação lipídica (TBARs), a formulação TC no tempo de 30 dias apresentou diferença significativa comparada com os substitutos naturais T1, T2 e T4. Microbiologicamente, as amostras se mostraram aptas para o consumo, apresentando-se de acordo com a legislação. Na avaliação sensorial, a amostra T4 apresentou similaridade estatística em todos os atributos avaliados, a amostra T1 diferiu do padrão por apresentar menor impacto de odor. Já a amostra T2 diferenciou-se do padrão por apresentar maior impacto de odor, maior intensidade de odor gorduroso e menor intensidade de sabor grelhado. A amostra T3 diferiu do padrão por menor suculência. Entretanto não houve diferença significativa entre as amostras em relação à qualidade global.

PALAVRAS-CHAVE: *Clean label*; Aditivos; Hambúrguer; Extratos Naturais; Fosfatos.

ABSTRACT

FERREIRA, Job Pedreira. **Replacement of synthetic additives by natural sources in beef hamburger**. 59 p. Masters dissertation (Professional Master's in Food Technology) – Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2022.

A trend that has been gaining ground in Brazil, the so-called clean label, already common among consumers in Europe and the United States of America. It is important to notice there isn't a regulated definition to categorize products as clean label in Brazil. So, this research aims to develop a beef hamburger replacing synthetic additives with natural sources and reduced sodium content and to evaluate its physical, physicochemical, microbiological, and sensory properties. Several ingredients of natural origin can perform functions of conservation, color maintenance, antioxidant, flavor enhancer, and even have health benefits. Burger formulations were developed using citrus and yeast as sodium tripolyphosphate substitutes, acerola and extracts were used as sodium erythorbate substitutes, and sodium chloride was replaced by hyposodium salt. The analysis performed in each formulation were water-holding capacity, shrinkage, cooking breakage, and physical analyses (color and texture). Physicochemical properties, microbiological analysis, and sensory characterization were performed as well. The pH values of the TC, T1, T2, T3 and T4 formulations showed an increase in the 120 days compared to the 0 days. In the TBA analysis, the TC formulation in the 30 days showed a significant difference. The color results of the coordinate (a^*) of the T1 formulation in 0 days when compared to the TC, T2, T3, and T4 formulations, showed a more reddish color. The analysis of the TBA index to the TC formulation at the time of 30 days showed a significant difference compared to natural substitutes T1, T2, T3, and T4. In the sensorial evaluation, the sample T4 presented statistical similarity in all the evaluated attributes, the sample T1 differed from the standard for presenting a smaller impact of odor. The T2 sample differed from the standard for presenting greater odor impact, greater intensity of greasy odor, and less intensity of grilled flavor. The T3 sample differed from the standard for less succulence. However, there was no significant difference between the samples in terms of overall quality. Global quality had no significant difference among all samples. The microbiology results are under the standards. The objective of this research is to develop beef hamburgers by replacing synthetic additives with natural sources and reduced sodium content and to evaluate their physical, physicochemical, microbiological, and sensory properties.

KEYWORDS: Clean label; Additives; Burger; Natural Extracts; Phosphates.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hambúrguer bovino moldado	18
Figura 2 - Fluxograma de elaboração de Hambúrguer bovino	19
Figura 3 - Ingestão de sódio da população brasileira por grupos de alimentos	22
Figura 4 - Valores de sódio de hambúrgueres bovinos elaborados com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.....	43
Figura 5 - Resultados do Perfil Descritivo Quantitativo para as amostras de Hambúrguer Bovino.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução do consumo per capita no Brasil (kg/habitante) das três proteínas animais desde 2015 até o primeiro semestre de 2021.	16
Tabela 2 - Formulações de hambúrgueres de carne bovina produzidos com alternativas naturais para fosfatos, antioxidantes e redução de sódio.	32
Tabela 3 - As análises (proteínas, umidade, lipídios) de hambúrgueres bovinos elaborados com substituição de aditivos sintéticos (tripolifosfato de sódio, eritorbato sódio e cloreto de sódio) por fontes naturais.	41
Tabela 4 - Valores de pH de hambúrgueres bovinos elaborados com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.	42
Tabela 5 - Perda no cozimento, rendimento, encolhimento e capacidade de retenção de água (CRA) nas formulações de hambúrguer com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.	44
Tabela 6 - Resultados para dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade das formulações de hambúrgueres de carne bovina com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.	45
Tabela 7 - Resultados para cor das formulações hambúrgueres de carne bovina com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.	47
Tabela 8 - Resultados dos índices de TBA (Ácido 2-Tiobarbitúrio) dos hambúrgueres de carne bovina com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.	49
Tabela 9 - Resultados para avaliação microbiológica dos hambúrgueres de carne bovina com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.	51
Tabela 10 - Valores das médias dos atributos para as formulações de Hambúrguer bovino com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais:	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. PRODUTOS CÁRNEOS E O CENÁRIO BRASILEIRO	16
3.2. HAMBÚRGUER	17
3.3. TENDÊNCIAS MUNDIAIS DE SAUDABILIDADE	20
3.4. CONSUMO DE SAL E REDUÇÃO DE SÓDIO	21
3.5. REDUÇÃO DE SÓDIO EM PRODUTOS CÁRNEOS	23
3.6. FOSFATOS EM ALIMENTOS: BENEFÍCIOS, FUNÇÕES E APLICAÇÕES	23
3.7. OXIDAÇÃO LIPÍDICA	25
3.8. ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS E NATURAIS	27
3.9. ALIMENTOS <i>CLEAN LABEL</i>	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1. TIPO DE PESQUISA	30
4.2. MATERIAIS	30
4.3. MÉTODOS	31
4.3.1. Procedimento experimental	31
4.3.2. Análises	33
4.3.2.1. Análises Físico-químicas	33
4.3.2.2. Cor	33
4.3.2.3. Perfil de Textura (TPA)	34
4.3.2.4. Rendimento do Produto	34
4.3.2.5. Capacidade Retenção de Água (CRA)	35
4.3.2.6. Determinação do Percentual de Encolhimento	35
4.3.2.7. Análise do Potencial Hidrogeniônico (pH)	35
4.3.2.8. Análise de Sódio	36
4.3.2.9. Análise de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)	37
4.3.3. Análises microbiológicas	37
4.3.3.1. <i>Salmonella spp.</i>	38

4.3.3.2.	Clostridium Sulfito Redutor	38
4.3.3.3.	Coliformes	39
4.3.3.4.	Contagem Total	39
4.3.3.5.	Bactérias Lácticas	39
4.3.4.	Análise sensorial	40
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1.	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DOS HAMBÚRGUERES.....	41
5.2.	pH	42
5.3.	SÓDIO	43
5.4.	CARACTERÍSTICAS DE COCÇÃO DAS FORMULAÇÕES DOS HAMBÚRGUERES.....	44
5.5.	ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA) DOS HAMBÚRGUERES.....	45
5.6.	ANÁLISE DE COR.....	46
5.7.	ANÁLISE DO ÍNDICE DE TBA (ÁCIDO 2-TIOBARBITÚRIO).....	48
5.8.	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	50
5.9.	PERFIL DESCRITIVO QUANTITATIVO (PDQ).....	51
6.	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia vem se reinventando constantemente junto com os avanços tecnológicos, aprimorando a qualidade por meio do setor de pesquisa e desenvolvimento (P&D), buscando ser mais sustentável em sua produção e inovando em diversos produtos (GOUVEIA, 2006). Com o aumento de doenças como obesidade, hipertensão e diabetes, a necessidade de desenvolver alimentos ainda mais nutritivos e saudáveis se tornou evidente, vê-se isso no surgimento de diversas marcas e produtos com ingredientes naturais, redução de açúcares, gorduras e sais. Também são tendências alimentos sem glúten e sem lactose, os quais visam um público que contém intolerância e alergia a estes compostos (KEARNEY, 2010).

Segundo o *Institute of Food Technologists* (IFT), as vendas globais de alimentos que seguem o movimento *clean label* atingiram US\$ 180 bilhões em 2020. Embora não exista um consenso sobre a definição de *clean label*, um dos princípios norteadores deste movimento é a elaboração ou a reformulação de alimentos, por meio da substituição de ingredientes pouco familiares aos consumidores, com termos técnicos de difícil compreensão e que, de maneira geral, transmitem a percepção de serem artificiais e menos seguros e saudáveis, por ingredientes com termos mais familiares ao consumidor e que sejam ou pareçam mais naturais e saudáveis (ADITIVOS INGREDIENTES, 2017).

Estudos expõe o quanto a indústria de alimentos saudáveis tende a crescer neste e nos próximos anos. Em 2019 chegou a 50%, movimentando uma fatia robusta do mercado nacional — R\$ 110 milhões. A mesma análise ainda afirma que a tendência de crescimento do setor de produtos naturais é de 3% ao ano, até 2022 (EUROMONITOR, 2019).

Segundo Kenamatsu (2017), diversos consumidores afirmam estar dispostos a pagar mais por alimentos produzidos sem a adição de aditivos sintéticos (químicos) alimentares com substituição total ou parcial por fontes naturais. Esse cenário favorece diversas pesquisas que tem como foco ingredientes naturais e a sua aplicação em formulações *clean label*, fazendo com que extratos naturais conquistem cada vez mais espaço no mercado, substituindo os aditivos alimentares sintéticos (ITAL, 2014).

Um levantamento feito pelo IBGE em 2019 aponta que 32,8% do orçamento das famílias brasileiras é destinado às refeições fora do domicílio. Esse número pode ser um reflexo da priorização das refeições rápidas que, muitas vezes, são feitas durante os deslocamentos. O hambúrguer, portanto, aparece como uma das principais opções para aqueles que priorizam uma refeição de preparo rápido. De acordo com a Associação Brasileira de *Franchising*, em 2017, só no ramo de franquias, a produção e a comercialização de hambúrguer movimentaram quase R\$ 700 milhões de reais (SOBRAL, 2018).

Desse modo, se torna importante desenvolver um hambúrguer com alternativas de substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais e que atenda às necessidades daqueles com restrições ao consumo de sódio, bem como de todos os consumidores que queiram apreciar um produto mais saudável, colaborando, assim, para a melhoria da saúde da população brasileira. Além disso, é relevante contribuir para que as indústrias processadoras de produtos cárneos ofereçam alimentos mais saudáveis sem comprometer qualidade sensorial, microbiológica e físico-química desses produtos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver hambúrguer bovino com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais e teor reduzido de sódio, bem como avaliar suas propriedades físicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Substituir o estabilizante sintético (tripolifosfato de sódio) por aditivo natural (citrus);
- Substituir o antioxidante sintético (eritorbato de sódio) por aditivo natural (acerola em pó);
- Reduzir o teor de sódio no hambúrguer bovino com substituição por sal hipossódico;
- Realizar a caracterização físico-química das formulações de hambúrgueres de carne bovina;
- Verificar a vida de prateleira das formulações de hambúrguer carne bovina com substitutos naturais através de análise físico-química e sensorial;
- Desenvolver um produto cárneo considerado *clean label*;
- Verificar o impacto nas texturas das formulações com a presença das fontes naturais;
- Realizar análises microbiológicas durante o tempo de prateleira do produto.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. PRODUTOS CÁRNEOS E O CENÁRIO BRASILEIRO

Dado o consumo de produtos cárneos e o posicionamento da Indústria de Transformação de Carnes no mercado, torna-se essencial que esta avance com o desenvolvimento de produtos *clean label* e amplie sua oferta, pois conforme Tabela 01, a carne bovina perdeu espaço na mesa do consumidor brasileiro (-6,95%). Já a carne suína, desde 2015, teve o maior crescimento (+21,48%), bem superior ao do frango (+6,62%) (IBGE, 2021).

Tabela 1 - Evolução do consumo per capita no Brasil (kg/habitante) das três proteínas animais desde 2015 até o primeiro semestre de 2021.

ANO	BOI		FRANGO		SUÍNO		TOTAL	
2015	28,82	32,4%	45,61	51,3%	14,47	16,3%	88,89	100%
2016	27,99	31,7%	45,41	51,4%	14,96	16,9%	88,36	100%
2017	28,56	31,3%	47,08	51,6%	15,56	17,1%	91,20	100%
2018	28,79	31,2%	47,20	51,1%	16,31	17,7%	91,20	100%
2019	28,30	31,1%	46,21	50,8%	16,51	18,1%	91,01	100%
2020	24,90	28,0%	47,23	53,1%	16,88	19,0%	89,01	100%
2021	26,81		48,62		17,58		93,01	
Cresc.	-2,00		3,02		3,11		4,12	
2021-2015	-6,95%	Kg	6,62%	Kg	21,48%	Kg	4,64%	Kg

Fonte: IBGE (2021).

A falta de tempo e o crescimento acelerado da população colocam em posição cada vez mais atrativa os alimentos de rápido e fácil preparo, contribuindo para que produtos como salsicha, salame, mortadela, linguiça, empanado, almôndega e hambúrguer ganhem maior destaque nas gôndolas dos supermercados e dominem as opções de lanche de muitas famílias (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Fonte de proteínas, lipídios, perfil de aminoácidos e minerais, vitaminas e outros nutrientes, os produtos cárneos apresentam um consumo fortemente atrelado a fatores socioeconômicos, éticos, crenças religiosas e tradição (PAGLARINI, 2015).

No Brasil, a carne de aves é a mais apreciada, com um consumo anual per capita correspondente a 43,9 kg. Contudo, a carne bovina apresenta grande valor econômico, alcançando um consumo per capita anual de 37,4 kg. Esse segmento não se destaca apenas quando falamos de consumo, a bovinocultura é um dos maiores destaques do agronegócio brasileiro, motivando o país a manter o segundo maior rebanho do mundo (SOARES *et al.*, 2017).

Contudo, o ritmo de vida atrelado aos novos hábitos da população resulta no aumento da incidência de problemas de saúde relacionados à alimentação. Com isso, é comum a busca por produtos de fácil preparo vinculados a um apelo à saudabilidade. Nesse cenário, o hambúrguer ganha destaque como um dos alimentos processados mais consumidos no mundo devido a sua formulação consistir em uma matriz cárnea que aceita a promoção de itens com um apelo mais saudável sem deixar de lado a praticidade de preparo (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Com um público mais atento aos ingredientes que compõem a tabela nutricional dos produtos cárneos, as indústrias precisaram se adaptar e oferecer, além de produtos de alta qualidade, uma maior transparência e respeito com o consumidor (CORBION, 2019).

O termo qualidade para produtos cárneos é extremamente amplo e envolve diversos atributos que se enquadram em diferentes grupos como visual, gustativo, nutricional e segurança. E a população está cada vez mais em busca de produtos seguros, porém sem deixar de lado a presença de características organolépticas excepcionais como cor, capacidade de retenção de água, textura, odor, sabor e valor nutritivo (SOARES *et al.*, 2017).

3.2. HAMBÚRGUER

Entende-se por hambúrguer o produto cárneo industrializado, obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado, conforme

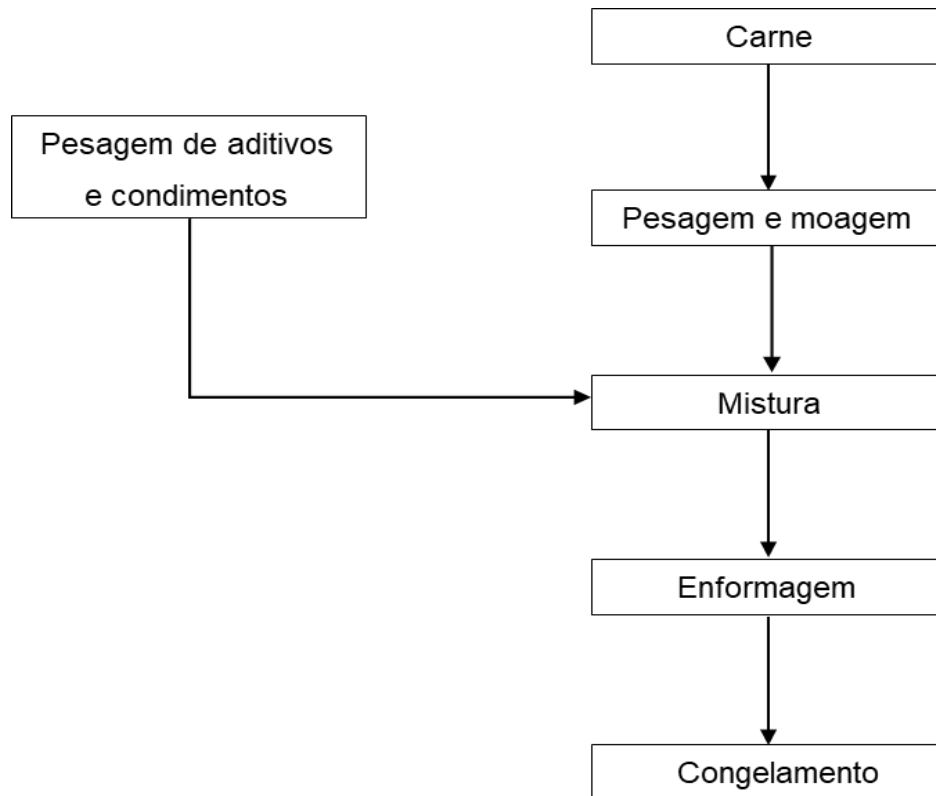
Figura 1. Trata-se de um produto que pode ser produzido cru, semifrio, cozido, frito, congelado ou resfriado (BRASIL, 2000).

Figura 1 - Hambúrguer bovino moldado



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

O processo de produção do hambúrguer acima apresentado iniciou-se com a moagem do acém bovino, na sequência foi realizada a pesagem dos condimentos e aditivos (sal, antioxidante, extensores, proteínas de soja, alho, cebola, citrus, acerola 17%, sal hipossódico, acerola e extratos, extratos e leveduras para a elaboração da salmoura). Após foi efetuada a mistura das carnes com a salmoura e posteriormente a formação, congelamento, fechamento da embalagem e estocagem do hambúrguer. A Figura 2 apresenta o Fluxo do Processo do hambúrguer bovino.

Figura 2 - Fluxograma de elaboração de Hambúrguer bovino

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Ao longo dos anos, a população, principalmente os jovens, vem optando por refeições de rápido preparo, aumentando, assim, o consumo de alimentos industrializados e ricos em gorduras saturadas. Dentre estes alimentos estão os lanches rápidos, encontrados facilmente em lanchonetes, como o hambúrguer (SILVA *et al.*, 2011).

Um levantamento feito em 2019 pelo IBGE aponta que 32,8% do orçamento das famílias brasileiras é destinado às refeições fora do domicílio. Esse número pode ser um reflexo da priorização das refeições rápidas que, muitas vezes, são feitas durante os deslocamentos. O hambúrguer, portanto, aparece como uma das refeições como prioridade da população.

No Brasil há registros de hamburguerias que existem desde a década de 60. De acordo com Sobral (2018), o mercado de hamburguerias está aquecido no Brasil, e movimentou quase R\$ 700 milhões em 2017, somente no ramo de franquias. Observa-se ainda grande variação dos tipos vendidos, desde o estilo gourmet até os mais simples.

3.3. TENDÊNCIAS MUNDIAIS DE SAUDABILIDADE

Tendências, especialmente aquelas relacionadas à saudabilidade, bem-estar, confiabilidade e qualidade, que contemplam o crescente interesse dos consumidores em alimentos percebidos como mais saudáveis e com informações de rotulagem mais simples, transparentes e compreensíveis, contribuíram para o surgimento do movimento denominado *clean label* no âmbito do setor produtivo de alimentos (ADDY, 2012; INGREDION, 2014).

Além disso, pode-se ver diferentes padrões de comportamento por gerações. As tendências em destaque atualmente no Brasil possuem forte aderência com aquelas encontradas no mundo e se enquadram em cinco grandes grupos: conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade, sensorialidade e prazer, sustentabilidade e ética, saudabilidade e bem-estar. Essa última tendência afeta diretamente a atitude dos consumidores em relação à composição e processamento dos alimentos. Estudos indicam um aumento significativo na preocupação em relação à quantidade de aditivos alimentares adicionados aos produtos alimentícios, bem como um maior desejo de “retornar às origens”, desencadeando um maior consumo de produtos mais simples (ITAL, 2010).

Atualmente a procura por alimentos está imensamente associada a estímulos sensoriais e emocionais, ou seja, comer vai muito além de suprir as necessidades de sobrevivência. Com isso, para satisfazer os clientes, a indústria busca fornecer melhores aromas, corantes, texturas e aparência, conquistando o consumidor através de produtos atrativos e gostosos. Ou seja, a sensorialidade e o prazer influenciam as decisões dos consumidores (SOBRAL, 2018).

Contudo, no cenário exposto acima, os hábitos estão mudando, as decisões de consumo estão mais racionais e a composição dos alimentos está afetando diretamente a escolha (ITAL, 2014). Esse incentivo a um consumo consciente vem revolucionando a indústria de alimentos nas últimas décadas. Os consumidores, principalmente num universo composto por dois bilhões de pessoas que se encaixam na chamada geração Y, começaram a substituir alimentos processados por alimentos orgânicos, sustentáveis e de origem local (ADITIVOS INGREDIENTES, 2019).

3.4. CONSUMO DE SAL E REDUÇÃO DE SÓDIO

O sal ou cloreto de sódio é, ainda hoje, um ingrediente essencial na formulação dos produtos à base de carne, dadas as várias funcionalidades que este apresenta. O sal desempenha uma ação conservante, evitando a deterioração de produtos alimentares perecíveis, como a carne (WEISS, 2010).

O sal é de fundamental importância nas propriedades funcionais e sensoriais dos alimentos, estando presente em quase tudo o que consumimos. O seu poder de salgar, deixando os alimentos mais saborosos, foi o que o tornou universalmente popular, porém, historicamente também foi aplicado na conservação e preservação dos alimentos. Com isso, percebe-se que esse componente apresenta diversas funções além de salgar, como por exemplo nos produtos cárneos, o sal interfere nas ligações da água com as proteínas miofibrilares, afetando diretamente a textura do alimento, além de conferir sabor, estabilizar a cor e evitar o crescimento microbiano (ADITIVOS INGREDIENTES, 2017).

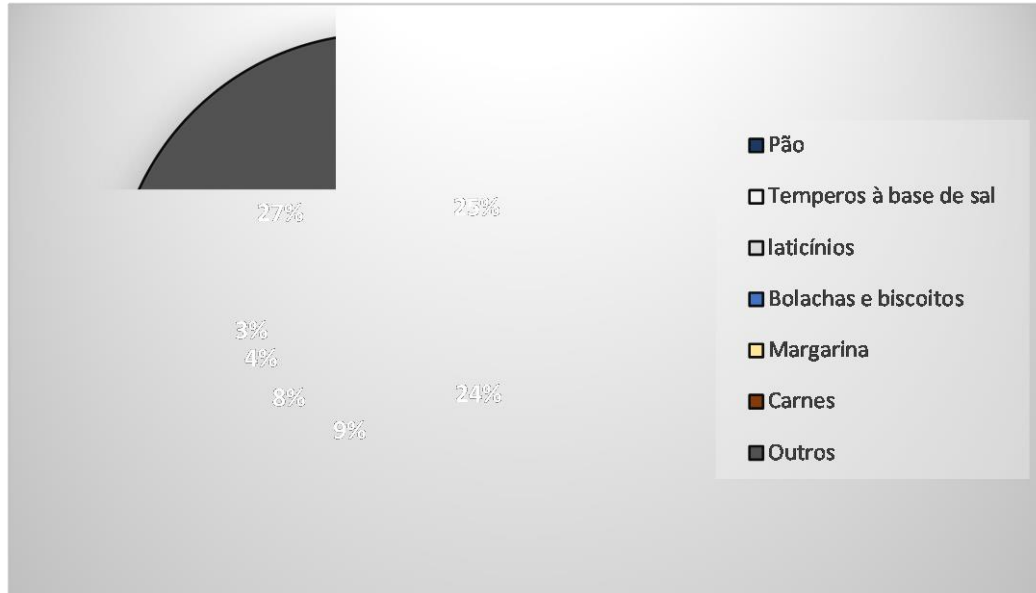
O cloreto de sódio contém cerca de 39,3% de sódio e seu uso pode afetar o sabor do produto, assim como sua textura. Por isso, diversas são as estratégias para reduzir o teor de sódio em produtos cárneos, dentre elas destacam-se a substituição parcial de cloreto de sódio por outros componentes, como por exemplo, o cloreto de potássio, cloreto de magnésio e cloreto de cálcio, e sais não clorados, como os fosfatos, o que se tornam uma alternativa para a elaboração de produtos cárneos mais saudáveis (CORREIA, 2019).

De acordo com a pesquisa de Orçamento Familiar, de agosto de 2020, realizada pelo IBGE, o consumo de sal diário per capita no Brasil chega a 11,38 g, o que resulta em um consumo diário per capita de 5,0 g de sódio, um valor elevado quando comparado ao valor recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para consumo, que corresponde a 2 g de sódio por dia (ITAL, 2014).

Outro argumento em defesa das metas de redução de sódio em alimentos processados, uma vez que os resultados não estão tão promissores quanto o esperado, baseia-se no fato de que os maiores percentuais de redução ocorreram em produtos que já apresentam teor de sódio (SOUZA *et al.*, 2016). Além disso, é interessante perceber que os produtos com maior teor de sódio nem sempre são os que mais contribuem para a ingestão desse nutriente. Na Figura 3 é possível

observar a participação de diversas categorias de alimentos no consumo de sódio da população brasileira (MARTINS, 2014).

Figura 3 - Ingestão de sódio da população brasileira por grupos de alimentos



Fonte: MARTINS (2014).

Com a redução de sódio em pauta, a busca por soluções torna-se constante. Segundo estudo do ITAL (*Brasil Food Trends 2020*) de 2010, para alguns alimentos a solução pode ser simplesmente reduzir gradualmente o teor de sal, acostumando o paladar da população. Outro caminho, que ganha cada vez mais espaço, envolve as pesquisas com substitutos para o sal. A maioria utiliza cloreto de potássio na sua formulação, um componente que possui propriedades físicas semelhantes às do sal, como 80% da capacidade de salgar, e que vem apresentando resultados positivos para produtos cárneos e de panificação. Contudo, o cloreto de potássio tem um sabor amargo, com residual metálico. Para contornar esse problema, outros ingredientes podem ser utilizados, tais como levedura e temperos, que irão maximizar o sabor e as funcionalidades (ADITIVOS INGREDIENTES, 2017).

3.5. REDUÇÃO DE SÓDIO EM PRODUTOS CÁRNEOS

Significativa parcela do sódio presente na dieta provém de alimentos industrializados, dentre esses os derivados cárneos. Nesses produtos, além da palatabilidade emprestada pelo gosto salgado, o cloreto de sódio é responsável pelo desenvolvimento de propriedades funcionais como a estabilidade e a conservação (DESMOND, 2006).

Em produtos cárneos, o cloreto de sódio além do sabor salgado interfere nas ligações da água com as proteínas miofibrilares, afetando diretamente a textura do alimento, além de estabilizar a cor e evitar o crescimento microbiano (ADITIVOS INGREDIENTES, 2017).

Zanardi *et al.* (2010) avaliaram a substituição parcial do NaCl pela mistura de KCl, CaCl₂ e MgCl₂ em salames italianos e observaram que a redução de 50% de NaCl não ocasionou diferenças no pH, atividade de água e teor de ácidos graxos livres do produto em relação ao salame tradicional, mas induziu aumento na sua oxidação lipídica.

O efeito da redução do sal sobre os parâmetros físico-químicos de lombos curados foi avaliado por Aliño *et al.* (2010a). Nesse experimento o teor de NaCl foi parcialmente substituído por combinações de KCl, CaCl₂ e MgCl₂, em quatro diferentes proporções. A substituição de 70% do NaCl pelas combinações aumentou a firmeza e a mastigabilidade do produto.

O sal de maior interesse para substituição do NaCl, desde meados da década de 80, tem sido o KCl, entretanto estudos indicam que um aumento da ingestão de potássio via dieta pode exercer efeito protetor em indivíduos com hipertensão induzida pelo sódio, uma vez que a ingestão de sódio e potássio tem efeitos antagonistas na pressão arterial (DRAKE *et al.*, 2011).

3.6. FOSFATOS EM ALIMENTOS: BENEFÍCIOS, FUNÇÕES E APLICAÇÕES

Os fosfatos são fundamentais no processamento de diversos produtos alimentícios, principalmente em pães, carnes e laticínios. É praticamente impossível consumir qualquer tipo de alimento sem a presença destes compostos. A presença de fósforo, principalmente na forma oxigenada (P₂O₅), é essencial para a saúde dos

seres humanos. Ele atua como suporte de cálcio nos ossos e está presente em trifosfato de adenosina (ATP) e difosfato de adenosina (ADP), nucleotídeos que desempenham importante função quanto a regulação da energia metabólica (FANI, 2010).

Os fosfatos são aditivos usuais na indústria de carnes devido às inúmeras funções que exercem na matriz cárnea, como aumento da capacidade de retenção de água, reduzindo as perdas por exsudação e na cocção, tamponamento, emulsificação, estabilidade da cor, inibição da oxidação lipídica, atividade antibacteriana e propriedades de dispersão de proteínas (AGUIRRE, 1999).

Os fosfatos atuam sobre as proteínas da carne aumentando o pH e a força iônica, além de complexarem o magnésio e o cálcio ligados às proteínas, levando ao aumento da solubilização das proteínas miofibrilares. Além disso, esses aditivos atuam de forma conjunta com o cloreto de sódio na extração e solubilização das proteínas miofibrilares, principais responsáveis pela CRA, emulsificação e retenção da gordura em emulsões cárneas (FANI, 2010).

Devido a sua importância tecnológica e desempenho favorável em diversas funções, os fosfatos são aditivos usados em vários tipos de produtos cárneos, dependendo da funcionalidade e atributo desejado. Como exemplos, podem-se citar a utilização em cortes marinados, em produtos emulsionados como salsichas, mortadelas, produtos reestruturados como presuntos, nuggets, linguiças frescas e hambúrguer (CÂMARA *et al.*, 2020).

As principais formas de aplicação dos fosfatos nos produtos cárneos podem ser divididas conforme (TERRA, 1988).

- **Adição seca ou adição direta:** comum em produtos particularizados ou moídos (salsichas), sendo que os ingredientes são facilmente homogeneizados já que envolvem etapas de mistura, o que aumenta de forma considerável a superfície de contato;
- **Imersão:** trata-se de um método mais lento, em que as peças de carne, preferencialmente menores, são imersas em salmouras previamente preparadas, e a penetração dos fosfatos ocorre de forma gradativa;
- **Injeção intramuscular:** método que pode ser utilizado tanto em peças menores como maiores, como, por exemplo, barriga suína para preparação de bacon. Promove uma distribuição excelente da salmoura no interior da

peça e geralmente é realizada com agulhas múltiplas. A etapa de tumbleamento é comumente usada posteriormente à injeção para uma melhor incorporação da salmoura.

3.7. OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A deterioração mais comumente encontrada em alimentos que apresentam considerável quantidade de lipídios é a oxidação lipídica, a qual favorece o desenvolvimento de aromas desagradáveis como o “ranço”, e é considerado um processo complexo que depende de diversos fatores como exposição à luz, oxigênio e temperatura (LUIZ *et al.*, 2017). A oxidação também pode resultar no branqueamento dos alimentos, tendo em vista que os pigmentos, especialmente os carotenoides, são capazes de reagir com os radicais livres formados durante esse processo de deterioração (FANI, 2018).

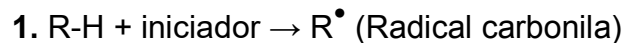
Em produtos cárneos, a oxidação lipídica é influenciada por uma série de fatores, tais como: composição de ácidos graxos do óleo, luz, temperatura, concentração e tipo de oxigênio, presença de antioxidantes, metais de transição, pigmentos, entre outros (VELASCO *et al.*, 2004). Todavia, os produtos cárneos, devido a sua composição química, estão propensos à oxidação lipídica, que pode ocorrer tanto no processamento como no armazenamento. Este processo está relacionado com a produção de substâncias potencialmente tóxicas como o malonaldeído e óxidos de colesterol, e apresenta como consequências a modificação do sabor original, o aparecimento de odor e aroma característicos do ranço, alteração da cor e a perda do valor nutricional decorrente da destruição de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos (ZANARDI *et al.*, 2004).

Além de afetar as características de aroma, a oxidação de lipídeos pode prejudicar outros aspectos de qualidade, como mudanças geradas na composição lipídica, interações entre os produtos de oxidação e de proteínas, alterações na capacidade de retenção de água, textura e valor nutricional, bem como a formação de substâncias tóxicas (BUCKLEY *et al.*, 1995; GRAY *et al.*, 1996; RESCONI *et al.*, 2013).

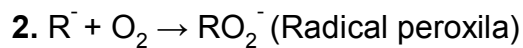
A Equação 1 demonstra o processo de auto oxidação, em que o átomo de hidrogênio é retirado da molécula lipídica para formar um radical livre (R•). Logo

após, o radical lipídico gerado reage rapidamente com o oxigênio da atmosfera, formando um radical peróxido (2), que novamente retirará um hidrogênio de uma outra cadeia, resultando em um hidroperóxido (3) e uma nova espécie reativa ao oxigênio (HUSS,1988).

- Iniciação:



- Propagação:



Os hidroperóxidos são instáveis e possibilitam a continuidade do processo com as reações de propagação por meio da fragmentação, rearranjo e transferência de átomos (4 e 5) (FONSECA e YOSHIDA, 2009). A última fase, chamada de terminação, acontece a partir da ruptura molecular, onde produtos (alguns potencialmente tóxicos) conhecidos como aldeídos, cetonas, peróxidos, hidroperóxidos, além de hidrocarbonetos (alifáticos 7 e aromáticos), de baixo peso molecular e voláteis dão origem ao típico odor de ranço de uma substância oxidada (CONEGLIAN *et al.*, 2011).

Carnes com elevadas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados são mais susceptíveis ao processo de rancidez oxidativa, produzindo *off flavours* designados de sabores indesejáveis (ROÇA, 2000). Odores originados por uma variedade de aldeídos (hexanal, heptenal, pentanal, 2,4-decadienal) são desagradáveis, mesmo em baixas concentrações (MELTON, 1990).

3.8. ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS E NATURAIS

O termo antioxidante significa algo que "impede a oxidação de outras substâncias químicas" que ocorrem nas reações metabólicas ou por fatores exógenos, como as radiações ionizantes. São obtidos pelos alimentos, sendo encontrados na sua maioria nos vegetais, o que explica parte das ações saudáveis que as frutas, legumes, hortaliças e cereais integrais exercem sobre o organismo. Nos produtos cárneos produzidos atualmente tem-se em suas composições, principalmente, eritorbato de sódio, um antioxidante e acelerador de reações de cura (LUIZ *et al.*, 2017).

Diversas substâncias sintéticas são utilizadas como antioxidantes, as mais comuns e amplamente utilizadas em alimentos são: BHA (Butil hidroxianisol), BHT (butilato de hidroxitolueno), PG (propil galato) e TBHQ (terc-butil-hidroquinona) (FANI, 2018).

O ácido ascórbico e seus derivados são classificados como removedores de oxigênio e sinergistas. Os antioxidantes biológicos incluem várias enzimas, como glucose oxidase, superóxido dismutase e catalases. Os agentes quelantes/sequestrantes complexam íons metálicos, principalmente cobre e ferro, que catalisam a oxidação lipídica, os mais comuns são ácidos cítricos e seus sais, fosfatos e sais de ácido etileno diamino tetra acético (EDTA) (RAMALHO e JORGE, 2006).

A busca por antioxidantes provenientes de fontes naturais aumentou consideravelmente desde o início dos anos 80. Essas substâncias, muitas vezes, apresentam mecanismos de ação ainda desconhecidos e possuem a vantagem de uma aceitação imediata pelo consumidor (SPOSITO, 2014). Diante disso, a natureza serve de inspiração para benefícios adicionais que extratos naturais podem trazer ao serem adicionados aos alimentos.

No mesmo sentido, vê-se um interesse crescente no uso de ingredientes naturais em resposta a constrangimentos relativos a aditivos sintéticos que têm potencial de causar efeitos toxicológicos adversos ao consumidor a curto e a longo prazo (YANISHLIEVA, 2006).

Vê-se também aumento nos extratos de plantas sendo utilizados na nutrição animal, sejam como conservantes, estimulantes ou fitoterápicos. Estes compostos atuam no desempenho animal e na qualidade da carne, apresentando propriedades

antioxidantes e antimicrobianas, auxiliando nos parâmetros bioquímicos do sangue (OMER, 2012).

Acerola também se destaca devido aos seus componentes, como ácido ascórbico, compostos fenólicos carotenoides e antocianinas, conferindo elevada capacidade antioxidante, principalmente no estágio de maturação verde, o qual pode ser explorado como base aditiva para a indústria alimentícia. A técnica de microencapsulação pode facilitar a aplicação, proteger os compostos ativos e favorecer sua liberação controlada em produto (VENDRAMINI e TRUCO, 2000).

3.9. ALIMENTOS *CLEAN LABEL*

Os consumidores de países industrializados encontram-se cada vez mais interessados e atentos em relação aos métodos de produção e aos rótulos dos produtos que consomem. Verifica-se na Europa um claro movimento por parte dos consumidores pela procura de produtos alimentares *clean label* (INGREDION, 2014).

Edwards (2013) define *clean label* como produto livre de aditivos de origem química, com uso de técnicas tradicionais, sendo, deste modo, o processamento limitado. Com isso, comercializar produtos *clean label* envolve muito mais a demanda do consumidor que, em sua maioria, tende a buscar uma lista de ingredientes comuns, reconhecendo temperos naturais (MARQUES, 2018). Consumidores procuram um rótulo com uma lista de ingredientes curta, simples e, sempre que possível, livre de componentes cujo nome remeta a origem química (CALDEIRA, 2017).

O conceito *clean label* é ainda subjetivo, com diferentes definições e perspectivas. Conforme mencionado, Edwards (2013) define este conceito como uma produção livre de aditivos de origem químicos, com uma lista fácil de entender e de acordo com o uso de técnicas tradicionais. Para Pollan (2008), o consumidor não deve optar por nenhum alimento que contenha mais do que cinco ingredientes ou cujo nome não consiga pronunciar (ASIOLI *et al.*, 2017).

Diversos aditivos de origem natural podem exercer funções de conservação, manutenção da cor, ação antioxidante, melhoria de sabor e, até mesmo, trazer benefícios para a saúde. Esses extratos naturais podem substituir parcial ou

totalmente os aditivos sintéticos alimentares na formulação de diferentes produtos alimentícios (ALMEIDA, 2010).

Considerado seguro e *clean label*, o extrato de levedura possui benefícios valiosos, além de suas propriedades de sabor, tornando-o um ingrediente de sabor de origem natural apropriado para a maioria das aplicações alimentícias. Cerca de 60% da composição do extrato de levedura é uma mistura de proteínas e aminoácidos, que atuam como base de sabor, conferem notas específicas e, em alguns casos, um intenso gosto Umami (BIOSPRINGER, 2020).

Uma fonte de antioxidantes naturais muito estudada atualmente é a acerola (*Malpighia emarginata*), uma fruta bastante consumida no Brasil, país que ocupa a posição de maior produtor mundial dessa fruta originária da América Central. A elevada concentração de ácido ascórbico responsável pela ação antioxidante presente na acerola incentivou a produção de extratos naturais que podem ser aplicados em alimentos para ação antioxidante. O fruto também apresenta outros fitoquímicos em sua composição, como antocianinas e compostos polifenólicos, que agem evitando a oxidação lipídica (SILVA, 2015).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. TIPO DE PESQUISA

Esta pesquisa pode ser classificada quanto a natureza, como uma pesquisa básica, pois fundamenta-se em gerar conhecimento útil para a ciência e tecnologia. Em relação aos objetivos, está será uma pesquisa descritiva. Quanto aos procedimentos, será considerada pesquisa experimental. Também será denominada como uma pesquisa quantitativa, pois será fundamentada em dados numéricos e representativos, ou seja, quantificável, que significa traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa localizada na cidade de Jaraguá do Sul – Santa Catarina, no segundo semestre de 2021. As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas em laboratório da própria empresa. A preparação e processamento das formulações foram realizadas em planta piloto e em após o tempo de prateleira foi realizada a avaliação sensorial pela equipe da empresa.

4.2. MATERIAIS

O estudo foi desenvolvido em uma empresa de aromas e ingredientes localizada no norte de Santa Catarina, habilitada pelo Ministério da Agricultura. As matérias-primas utilizadas foram obtidas de frigoríficos locais e os condimentos e aditivos da indústria localizada em Jaraguá do Sul – SC.

Para o desenvolvimento e produção dos hambúrgueres foram utilizados os seguintes equipamentos e insumos:

- Citrus: Substituto de fosfatos (composto por leveduras e sal).
Fornecedor: Duas Rodas;
- Sal hipossódico: Substituto de sal comum (cloreto de potássio,
- Eritorbato de sódio;
- Misturador de carne (Malta®);
- Trena GLM50C (Bosch);
- Chapa aquecida Multigrill

cloreto de sódio, ácido glutâmico, ácido cítrico, iodato de potássio).

Fornecedor: Duas Rodas;

- Acerola 17%: Substituto de eritorbato (suco de acerola, maltodextrina e sal). Fornecedor: Duas Rodas;
- Acerola e extratos: Substituto de eritorbato (extratos botânicos microencapsulados). Fornecedor: Duas Rodas;
- Especiarias e extensores (alho, cebola em pó e proteínas de soja isoladas);
- Sal;
- Extrato de levedura. Fornecedor: Biospringer;
- Tripolifosfato de sódio;

(Britania);

- Moedor de carne industrial BM 77 NR PF Inox (Bermar®);
- pHmetro portátil (Akso).

4.3. MÉTODOS

4.3.1. Procedimento experimental

Foram preparadas 4 diferentes formulações de hambúrguer bovino conforme descrito na Tabela 2. Foi preparada uma formulação padrão (formulação controle) com aditivos sintéticos para fins de comparação. Nas demais formulações foi utilizado sal hipossódico para a substituição da fonte de fosfato (tripolifosfato de sódio), leveduras para a substituição do antioxidante (eritorbato de sódio), acerola e extratos e acerola 17%.

Tabela 2 - Formulações de hambúrgueres de carne bovina produzidos com alternativas naturais para fosfatos, antioxidantes e redução de sódio.

Ingredientes	Formulações				
	TC	T1	T2	T3	T4
Acém Bovino (%)	67,78	68,13	68,13	68,13	68,13
Toucinho (%)	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50
Água Gelada (%)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Proteína de Soja (%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cloreto de Sódio (%)	1,24	0,64	0,64	0,64	0,64
Cebola em Pó (%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Pimenta Preta (%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Tripolifosfato sódio (%)	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Eritorbato de Sódio (%)	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal Hipossódico (%)	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60
Acerola (%) - 17%	0,00	0,15	0,15	0,00	0,00
Acerola e Extratos (%)	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07
Citrus (%)	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00
Extrato de Levedura (%)	0,00	0,00	0,60	0,00	0,60

TC – Formulação controle; T1 – Acerola 17% e Citrus; T2 – Acerola 17% e Extrato de Levedura; T3 – Acerola e Extratos e Citrus; T4 – Acerola e Extratos e Extrato de Levedura.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Para o preparo dos hambúrgueres, a carne bovina e o toucinho foram moídos em discos de 8 e 10 mm, respectivamente, em um moedor de carne industrial (BM 77 NR PF Inox, Bermar®), e separados em bandejas juntamente com a base de proteína de soja conforme Melo e Clerici (2013). Os condimentos e aditivos foram homogeneizados em água gelada, tripolifostato de sódio, sal, cebola, pimenta e eritorbato de sódio, sempre respeitando a ordem correta de adição para evitar reações indesejadas ou aceleradas.

Após o preparo da salmoura, ela foi adicionada sobre o restante dos ingredientes e homogeneizada em misturador de carne Malta® até que se obtivesse a massa desejada. Para finalizar, a massa foi fracionada em porções de 80 g,

pesada em balança analítica (0,0001g) (Toledo, modelo Mettler) e moldadas manualmente no formato de um hambúrguer tradicional. Os hambúrgueres foram, então, acondicionados sob refrigeração, preservando o formato no qual foram moldados. Em seguida os hambúrgueres foram embalados a vácuo e congelados em ultrafreezer (Nordika 100, Carpigiani®) a -18 °C.

4.3.2. Análises

Os hambúrgueres foram armazenados em freezer vertical a -18 °C (Pratice 280, Consul) por até 120 dias e avaliados com intervalos de 30 dias (0, 30, 60, 90 e 120 dias). Foram analisadas características físicas (cor, análise de perfil de textura (TPA), capacidade de retenção de água (CRA), grau de redução do diâmetro), físico-químicas (umidade, proteínas, lipídios, pH, atividade de água -AW), químicas (sódio total e oxidação lipídica (TBARS)), microbiológicas (*Salmonella spp.*, *Clostridium S. Redutor*, Coliformes e Contagem Total *mesófilos* e bactérias lácticas), análise sensorial e perfil descritivo quantitativo.

4.3.2.1. Análises Físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas antes do cozimento, sendo que o teor de umidade foi determinado por método gravimétrico, com secagem em estufa a 105 °C. As proteínas totais foram determinadas pelo método de Kjeldahl, que se baseia na determinação do nitrogênio total, utilizando fator de 6,25 para conversão em proteínas. A determinação de lipídios foi realizada por gravimetria, utilizando extrator Soxhlet. Todas as análises foram realizadas em triplicata, seguindo a metodologia da AOAC (2000).

4.3.2.2. Cor

A análise de cor dos hambúrgueres foi efetuada após o cozimento e foi utilizado o calorímetro portátil Byk Gardner (Konica Minolta), operando o sistema

CIELAB, em que L* corresponde a luminosidade, a* e b* são as coordenadas de cromaticidade (-a = verde e +a = vermelho; -b = azul e +b = amarelo).

4.3.2.3. Perfil de Textura (TPA)

A análise de textura seguiu o método descrito por Bourne (1982). As amostras foram submetidas ao cozimento (chapa aquecida Multi Grill Britânia) a 175 °C, por 8 min, sendo 4 minutos de cocção para cada lado dos hambúrgueres, tempo necessário para alcançarem uma temperatura interna de 72 °C.

Foram realizadas análise de dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade dos hambúrgueres a 20 °C, em texturômetro TA-XT2i (Stable Micro System®, Surrey, Reino Unido). Foram feitas amostras cilíndricas (2,5 de diâmetro x 1,0 cm de altura aproximada). As amostras foram submetidas a um teste de compressão de ciclos sendo comprimidas a 40% da altura original com uma sonda cilíndrica de 3,5 cm de diâmetro a uma velocidade de corte de 2,0 mm/s e velocidade de retorno 5,0 mm/s (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2019).

4.3.2.4. Rendimento do Produto

Para esta análise, as amostras foram submetidas ao cozimento em chapa aquecida (Multi Grill Britânia) a 175 °C por 10 min, sendo 5 min de cocção para cada lado dos hambúrgueres, tempo necessário para alcançarem uma temperatura interna de 72 °C. A avaliação foi realizada em triplicata.

Foi avaliado o peso do produto congelado em relação ao peso do produto pronto para consumo. A análise de rendimento na cocção seguiu a metodologia estabelecida por Piñero *et al.* (2008). Os resultados foram calculados conforme a Equação 2 abaixo.

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

4.3.2.5. Capacidade Retenção de Água (CRA)

Para a análise de retenção de água foram determinados como descrito por Alesson-Carbonell *et al.* (2005), isto é, o peso e a umidade de cada formulação dos hambúrgueres foram determinados antes e depois do processo de cozimento. As características de retenção foram calculadas de acordo com a Equação 3 descrita abaixo.

$$CRA (\%) = \frac{\text{peso cozido} \times \% \text{ umidade no hambúrguer cozido} \times 1}{\text{peso cru} \times \% \text{ umidade no hambúrguer cru}}$$

4.3.2.6. Determinação do Percentual de Encolhimento

A medida do diâmetro foi realizada de acordo com Fontan *et al.* (2011). Os hambúrgueres crus (congelados) tiveram o seu diâmetro médio determinado utilizando uma trena métrica (GLM50C BOSCH). Após essa etapa, as amostras de hambúrgueres foram preparadas em chapa elétrica (Multi Grill Britânia) por 10 minutos, sendo 5 minutos para cada lado, conferindo a temperatura com termômetro até atingir de 72 °C no interior da peça. O excesso de gordura foi retirado com o auxílio de papel-toalha e mensurado novamente o diâmetro. As análises foram realizadas em triplicata.

A determinação do percentual de encolhimento dos hambúrgueres foi calculada através da Equação 4, descrita abaixo.

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

4.3.2.7. Análise do Potencial Hidrogeniônico (pH)

A determinação de pH foi realizada conforme AOAC (2000), através de pHmetro portátil Akso®, com eletrodo de perfuração devidamente calibrado em

solução tampão 4,0 e 7,0, sendo feita a limpeza do eletrodo com água destilada entre as amostras.

As amostras foram descongeladas a temperatura de 7 ± 3 °C (em geladeira), então foi retirada uma porção de cada formulação e colocada em béquer. Os valores de pH foram determinados pesando-se 10 g da amostra, que foram homogeneizadas em 100 mL de água destilada. A determinação do pH foi realizada para todas as amostras em triplicata.

4.3.2.8. Análise de Sódio

A determinação dos níveis de sódio foi realizada através da técnica de espectroscopia de absorção atômica, seguindo o procedimento definido no método 394/IV, do manual de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2009). Inicialmente, homogeneizou-se as amostras em triturador Robot Coupe®, posteriormente pesou-se 0,5 g da amostra em tubos específicos para digestão em micro-ondas. Feito isso, adicionou-se ao tubo contendo as amostras 9 mL de ácido nítrico PA e 1 mL de peróxido de hidrogênio PA, sendo então as amostras mantidas em um processo de pré-digestão em temperatura ambiente por 20 minutos. Decorrido este tempo, as amostras foram então submetidas ao processo de digestão em forno micro-ondas CEM (MARS6®) por 20 minutos a uma temperatura de 200 °C. Após essa etapa de digestão, as amostras foram então transferidas para balão volumétrico de 100 mL, de onde tomou-se uma alíquota de 10 mL que foram então transferidas para outro balão volumétrico de 50 mL, previamente adicionado 2 mL de ácido nítrico PA e 5 mL de trióxido de lantânio 5%. Posteriormente avolumou-se as amostras com água deionizada, feito isso, o conteúdo de sódio das amostras foi determinado por chama de gás acetileno em Espectrofotômetro de Absorção Atômica Varian® (AA140), em um comprimento de onda de 589 nm. Os níveis de sódio foram calculados pelo *software* Spectra, levando em consideração a massa inicial das amostras e o fator de diluição, fornecendo os resultados em mg/Kg.

4.3.2.9. Análise de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

As substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) foram avaliadas nas amostras de hambúrguer de acordo com metodologia adaptada de Dremer *et al.* (2005). As amostras foram trituradas e posteriormente homogeneizadas em homogeneizador de amostras Smasher (Biomérieux). Pesou-se então 10 g de amostra, adicionou-se 1,0 mL de uma solução de butil-hidroxitolueno (BHT) 0,15% e 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5%. Em seguida, filtrou-se as amostras para balão de 50 mL e avolumou-se com solução de TCA 5%. Retirou-se uma alíquota de 5 mL da amostra para tubo de ensaio de vidro e adicionou-se 5 mL da solução de ácido tiobarbitúrico 0,08M. Após essa etapa, as amostras foram colocadas em banho maria sob ebulição por 30 minutos. Depois desta etapa de aquecimento, as amostras foram resfriadas sob água corrente por aproximadamente 10 minutos para realização da leitura em espectrofotômetro. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro HACH (DR6000), sob um comprimento de onda de 530 nm. Os resultados foram então calculados conforme a Equação 5, e expressos como miligramas de aldeído malônico por quilograma de amostra.

$$TBA \left(\frac{mg}{Kg} \right) = A \times 7,8$$

Sendo:

A = valor da absorbância lida (obtida) em espectrofotômetro para cada amostra.

7,8 = Fator de conversão da densidade óptica (Leitura da absorbância) para mg/Kg.

Os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra.

4.3.3. Análises microbiológicas

Para avaliação dos níveis microbiológicos os hambúrgueres foram submetidos às análises de *Salmonella spp.*, coliformes a 45 °C, bactérias lácticas,

contagem de aeróbios mesófilos e *Clostridium* sulfito redutores. Essa avaliação compreendeu a análise de uma amostra de cada grupo (controle e tratamentos) em cinco diferentes momentos – tempo zero, após 30 dias, 60 dias, 90 dias e 120 dias.

4.3.3.1. *Salmonella spp.*

Para a determinação de *Salmonella spp.* a análise seguiu os seguintes passos: pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo, plaqueamento diferencial, seleção das colônias e purificação das culturas para a confirmação e testes bioquímicos. O pré-enriquecimento foi realizado em água peptonada tamponada (BPW), incubados a 37 °C por 18 h. Para o enriquecimento seletivo foi utilizado Caldo Rapaport-Vassilidis, soja (RVS) e Caldo Tretionato Muller Kauffmann Novobiocina (MKTTn), incubados a 42 °C por 24 h e 37 °C por 24 h, respectivamente. No plaqueamento diferencial, de cada cultura em RVS e MKTTn, foi removido uma alçada e realizado o estriamento de esgotamento em Ágar Xilose Lisina Desoxilato (XLD) e em Ágar Verde Brilhante (BG). Em seguida as placas foram invertidas e incubadas a 37 °C por 24h para seleção das colônias e purificação das culturas para confirmação de colônias típicas de *Salmonella spp.* nos meios de plaqueamento diferencial. No Ágar XLD as colônias típicas são cor de rosa escuro com centro preto e uma zona avermelhada, levemente transparente ao redor. Já no Ágar BG, as colônias típicas são opacas, róseas, lisas, com bordas perfeitas e rodeadas por um halo vermelho. As colônias típicas foram tomadas com uma alça de platina para estriamento em tubos de Ágar inclinado Tríplice Açúcar Ferro (TSI) e outra alçada em tubos de Ágar inclinado Lisina Ferro (LIA), ambas incubadas a 35 °C por 24 h. Após a incubação, verificou-se a presença ou ausência de reações típicas de *Salmonella spp.* Havendo a confirmação da presença de *Salmonella spp.*, os seguintes testes foram realizados: teste de Vermelho de Metila (VM), Voges-Proskauer (VP) e teste de indol (AOAC, 2000).

4.3.3.2. *Clostridium* Sulfito Redutor

Os *Clostridium* sulfito redutores foram determinados pelo método descrito na Instrução Normativa n. 62, do MAPA (BRASIL, 2003). Para a determinação de *C.* sulfito redutor a 46 °C foi utilizada a técnica de contagem direta em placa, onde as amostras de hambúrgueres foram analisadas a temperatura próxima de 10 °C.

Foram selecionadas três diluições (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³) e inoculadas em Ágar Triptose Sulfito Cicloserina (TSC), plaqueadas em superfície e então foram incubadas a 35-37 °C/18-24h, em atmosfera anaeróbia, sem inverter. Após isso, as colônias típicas (pretas) foram contadas e selecionadas cinco delas, que foram então transferidas para Meio de Tioglicolato (TGM), incubadas a 46 °C/4h (em banho termostatizado), e por fim foram realizadas as provas bioquímicas de confirmação.

4.3.3.3. Coliformes

Para a determinação de coliformes (AOAC, 2000), foi utilizado o método do número mais provável (NMP), utilizando três diluições (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³), incluindo o teste presuntivo e confirmativo. O teste presuntivo foi realizado em tubos contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) com tubos de Duran invertidos, incubados a 35 °C por 24-48 h. Os tubos com formação de gás passaram para o teste confirmativo de coliformes termotolerantes, que foi realizado por inoculação de uma alçada, retirada do tubo anterior, em Caldo E. coli (45 °C/24 – 48 h). A confirmação da presença de coliformes termotolerantes foi identificada por haver formação de gás (AOAC, 2000).

4.3.3.4. Contagem Total

A contagem total de bactérias foi determinada pelo método descrito na Instrução Normativa n. 62, do MAPA (BRASIL, 2003). Foi determinada pelo método de plaqueamento em profundidade em PCA (Plate Count Agar) e os resultados foram expressos em log das Unidades Formadoras de Colônia (UFC/g), de acordo com a metodologia descrita por Downes e Ito (2001). As análises foram realizadas logo após a elaboração dos hambúrgueres e repetidas após 30 dias e 120 dias de armazenamento a -30 °C.

4.3.3.5. Bactérias Lácticas

A contagem de bactérias lácticas foi realizada pelo método de plaqueamento em profundidade ou *pour plate*, adicionando-se 1 mL de inóculo e derramando-se pequena quantidade de ágar MRS em placas de Petri. Após foi feita a secagem do

meio, visando a criação de atmosfera de 15% de CO₂, seguida de incubação a 30 °C por 5 dias (ISO 15214:1998).

4.3.4. Análise sensorial

A análise sensorial realizada foi pelo Perfil Descritivo Quantitativo, dividido em duas etapas, sendo a primeira de desenvolvimento da terminologia e o segundo da quantificação dos atributos levantados na primeira etapa.

Para desenvolvimento da terminologia descritiva os avaliadores sensoriais especialistas receberam as amostras e as caracterizaram nos aspectos odor, sabor e textura. O perfil sensorial por consenso foi estabelecido por discussão do painel de avaliadores especialistas e os seguintes atributos foram levantados: Impacto de Odor, Impacto de Sabor, Gosto Salgado, Gosto Umami, Sabor Carne, Sabor Gorduroso, Sabor Grelhado, Textura Macia (Firmeza), Textura Fibrosa, Suculência e Qualidade Global.

A avaliação das amostras foi conduzida no Laboratório *Sensory Sciences and Insights* (SSI), pertencente ao Departamento de Atendimento Técnico a Clientes (ATC), em cabines individuais informatizadas, utilizando-se o *Software Compusense Cloud* versão 20.0.7523.28392 (COMPUSENSE INC, 2020) para coleta de dados. A apresentação das amostras foi realizada de forma monádica e com delineamento completo.

Doze avaliadores especialistas receberam as amostras codificadas e quantificaram os atributos pelo uso de escalas não estruturadas de 9 cm, ancoradas pelos termos de intensidade “ausente” e “intenso” e indicaram a qualidade global com base nos termos “ruim” e “ótimo”. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), complementada pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$) utilizando o Microsoft Excel®.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DOS HAMBÚRGUERES

Foi elaborado e caracterizado hambúrgueres, os quais devem atender às características estabelecidas pela legislação para esse tipo de produto. A Tabela 3 apresenta os percentuais de umidade, proteínas e lipídeos de hambúrgueres bovinos elaborados com substituição de aditivos sintéticos (tripolifosfato de sódio, eritorbato sódio e cloreto de sódio) por fontes naturais.

Os valores de proteína para as formulações TC, T1, T2, T3 e T4 não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$), portanto a adição dos compostos naturais em substituição aos fosfatos sintéticos não interferiu no percentual de proteína do produto. Todas as formulações desenvolvidas atendem ao Padrão de Identidade e Qualidade que preconiza no mínimo 15% de proteínas para hambúrgueres (BRASIL, 2000).

Tabela 3 - As análises (proteínas, umidade, lipídios) de hambúrgueres bovinos elaborados com substituição de aditivos sintéticos (tripolifosfato de sódio, eritorbato sódio e cloreto de sódio) por fontes naturais.

Parâmetros	Formulações				
	TC	T1	T2	T3	T4
Proteína (%)	18,85 ^a ± 0,37	17,02 ^a ± 0,07	19,06 ^a ± 0,19	18,35 ^a ± 0,24	18,50 ^a ± 0,42
Umidade (%)	57,86 ^b ± 0,70	62,76 ^a ± 0,37	61,81 ^a ± 0,34	59,02 ^a ± 0,38	61,75 ^a ± 0,31
Lipídeos (%)	12,22 ^a ± 0,39	7,99 ^b ± 0,70	11,36 ^a ± 0,13	10,53 ^a ± 0,49	10,05 ^a ± 0,60

TC – Formulação controle; T1 – Acerola 17% e Citrus; T2 – Acerola 17% e Extrato de Levedura; T3 – Acerola e Extratos e Citrus; T4 – Acerola e Extratos e Extrato de Levedura. Resultados expressos com médias seguidos pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. Nível significância 5%.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) nos resultados de umidade para a formulação TC (57,86 %) quando comparada as formulações T1, T2, T3 e T4. Essa diferença pode ser associada a maior capacidade de retenção de água conferida pela utilização do tripolifosfato de sódio, em que a ligação das moléculas de água à proteína muscular é facilitada (AGUIRRE, 1999).

Também foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) nos resultados de lipídios da formulação T1 em comparação com as formulações T2, T3, T4 e TC. Essa diferença pode ser atribuída aos componentes majoritários e físico-químicos da carne (gordura, umidade e proteína) que variam conforme a espécie, idade, sexo, alimentação do animal e zona anatômica estudada (ORDÓÑEZ, 2005).

5.2. pH

No tempo 0, os valores de pH nas formulações T2 e T4 apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparados com TC, T3 e T1 no tempo 0 conforme a Tabela 4. Pode-se associar essa diferença de pH pela presença da acerola com o extrato de levedura, que naturalmente pelo teor de vitamina C, auxiliam na diminuição do pH.

Tabela 4 - Valores de pH de hambúrgueres bovinos elaborados com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.

pH	Dias de análise				
	0	30	60	90	120
TC	5,57 ^{aB} ± 0,14	5,88 ^{bB} ± 0,08	5,88 ^{bB} ± 0,12	5,86 ^{bB} ± 0,22	5,92 ^{bB} ± 0,11
T1	5,65 ^{aB} ± 0,21	5,54 ^{aA} ± 0,20	5,54 ^{aA} ± 0,13	5,99 ^{bB} ± 0,12	5,79 ^{bB} ± 0,12
T2	5,23 ^{bA} ± 0,14	5,54 ^{aA} ± 0,20	5,52 ^{aA} ± 0,20	5,30 ^{bC} ± 0,15	5,47 ^{aA} ± 0,12
T3	5,45 ^{aB} ± 0,18	5,70 ^{bB} ± 0,10	5,52 ^{aA} ± 0,13	5,84 ^{bB} ± 0,12	5,80 ^{bB} ± 0,13
T4	5,21 ^{aA} ± 0,13	5,52 ^{bA} ± 0,13	5,74 ^{bB} ± 0,11	5,50 ^{bA} ± 0,12	5,73 ^{bB} ± 0,11

TC – Formulação controle; T1 – Acerola 17% e Citrus; T2 – Acerola 17% e Extrato de Levedura; T3 – Acerola e Extratos e Citrus; T4 – Acerola e Extratos e Extrato de Levedura. Resultados expressos com médias seguidos pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey nível significância 5%. Resultados expressos com médias seguidos pela mesma letra Maiúscula, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey nível significância 5%.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Os valores de pH das formulações TC, T1, T2, T3 e T4 apresentaram uma elevação no período 120 dias em comparação ao período 0. Essa elevação possivelmente se deve à presença de compostos básicos resultantes das reações de descarboxilação e desaminação de alguns aminoácidos e enzimas presentes na carne (LUCKE, 2000).

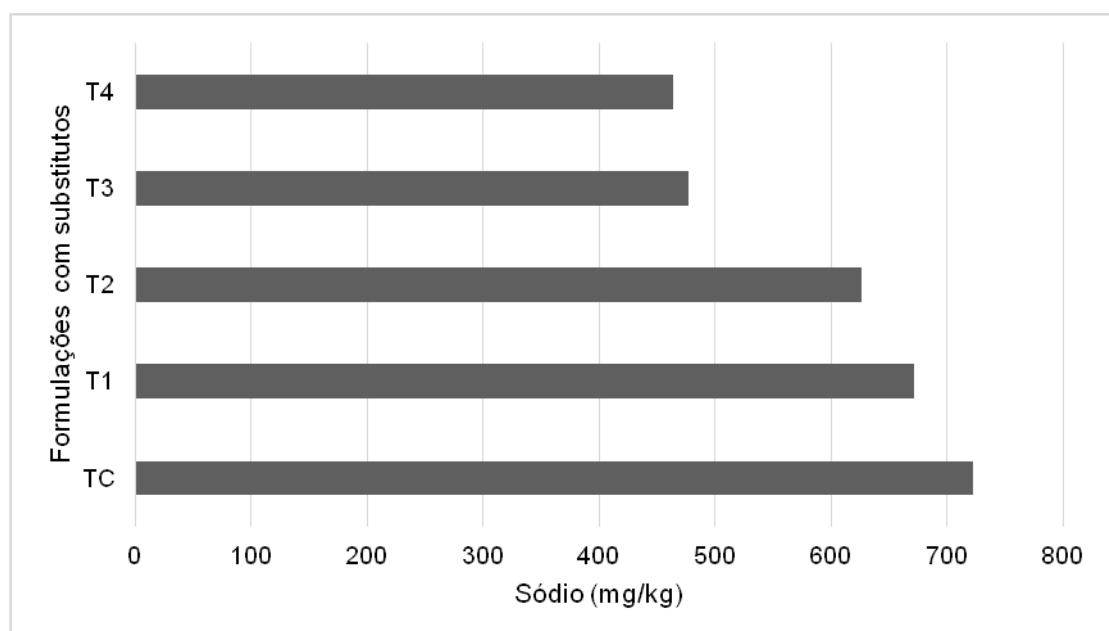
O valor de pH dos hambúrgueres da formulação T2 (5,47) no período de 120 dias apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparado com as formulações TC, T1, T3 e T4 no mesmo período. O menor valor de pH obtido na formulação T2 pode ser explicado pela atividade da acerola 17%, em que se acredita que a acidificação dos tratamentos se deve ao teor de vitamina C presente na acerola verde utilizada no experimento. Segundo Simão (1971), variedades de acerola verdes são mais ácidas e apresentam teores mais altos de vitamina C.

5.3. SÓDIO

Para o conteúdo de sódio (Figura 4) das formulações de hambúrgueres de carne bovina, foram observadas diferenças nos teores de sódio da formulação TC quando comparado com as demais formulações.

Observou-se também que a formulação TC apresentou maior valor de sódio quando comparada as demais formulações. Essa diferença no conteúdo de sódio pode ser explicada pelo fato de que os demais testes foram elaborados utilizando sal hipossódico, sendo assim, por se tratar de um produto com baixo teor de sódio, esperava-se o resultado contido na Figura 4.

Figura 4 - Valores de sódio de hambúrgueres bovinos elaborados com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Na Figura 4, as formulações T1 e T2 apresentaram valores acima de 600 mg/g de sódio, sendo esses valores atribuídos a presença de sódio nos constituintes dos seguintes produtos: condimento pimenta preta, condimento cebola, citrus, acerola 17% e extrato de levedura, os quais foram utilizados nos testes, sendo que a acerola 17% foi o constituinte que mais contribuiu para o excesso de sódio nos resultados.

Os menores valores de sódio obtidos foram observados nas formulações T3 e T4, apresentando valores inferiores a 600 mg/Kg. Justificam-se esses valores através da utilização do sal hipossódico que consegue diminuir em 60% o valor de sódio quando comparado ao cloreto de sódio (sal comum).

5.4. CARACTERÍSTICAS DE COCÇÃO DAS FORMULAÇÕES DOS HAMBÚRGUERES

Os resultados obtidos nas análises de perda no cozimento, rendimento, encolhimento e capacidade de retenção de água (CRA) para as formulações de hambúrguer estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Perda no cozimento, rendimento, encolhimento e capacidade de retenção de água (CRA) nas formulações de hambúrguer com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.

Parâmetros (%)	Formulações				
	TC	T1	T2	T3	T4
Encolhimento	22,69 ^a ± 0,47	26,56 ^c ± 0,31	22,58 ^a ± 0,16	24,13 ^b ± 0,28	24,59 ^b ± 0,33
Rendimento	29,48 ^b ± 0,12	24,91 ^c ± 0,48	32,96 ^a ± 0,34	31,19 ^a ± 0,24	31,67 ^a ± 0,30
CRA	0,95 ^b ± 0,04	0,98 ^a ± 0,07	0,99 ^a ± 0,07	0,99 ^a ± 0,05	0,98 ^a ± 0,05

TC – Formulação controle; T1 – Acerola 17% e Citrus; T2 – Acerola 17% e Extrato de Levedura; T3 – Acerola e Extratos e Citrus; T4 – Acerola e Extratos e Extrato de Levedura. Resultados expressos com médias seguidos pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. Nível significância 5%.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

O parâmetro rendimento (24,91%) e encolhimento (26,56%) para a formulação T1 apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparado com

as formulações TC, T2, T3 e T4. Conforme Lawrie (2005), as perdas na cocção que refletem no encolhimento e rendimento do produto são afetadas pelo método utilizado para cocção, além da temperatura e tempo de processo.

Para a CRA (capacidade de retenção de água) a formulação TC (0,95%) apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) em comparação aos testes T1, T2, T3 e T4. Desta forma, os resultados demonstram que os substitutos naturais para fosfatos sintéticos apresentaram uma Melhor performance no que diz respeito à absorção de salmoura. Conforme Biospringer (2020), os extratos de levedura apresentam uma boa capacidade de retenção de umidade e solubilidade nas massas, o que justifica os resultados encontrados neste trabalho.

5.5. ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA) DOS HAMBÚRGUERES

Na análise de dureza as formulações T2 e T4 apresentaram maiores valores quando comparado com as formulações T1, T3 e TC. A diferença na dureza está relacionada a atividade dos substitutos naturais de fosfato e a presença do sal hipossódico nas formulações. Pode-se associar também essas diferenças ao tecido conectivo (colágeno, fibras de elastina e reticulina) da carne (ORDOÑEZ, 2005).

Tabela 6 - Resultados para dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade das formulações de hambúrgueres de carne bovina com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.

Parâmetros	Formulações				
	TC	T1	T2	T3	T4
Dureza (N)	310 ^a ± 0,67	300 ^a ± 1,78	430 ^b ± 1,11	330 ^a ± 0,89	400 ^b ± 1,78
Coesividade	0,83 ^b ± 0,05	0,67 ^a ± 0,05	0,73 ^b ± 0,10	0,69 ^a ± 0,05	0,72 ^b ± 0,06
Elasticidade	0,68 ^a ± 0,05	0,60 ^a ± 0,05	0,77 ^b ± 0,04	0,85 ^b ± 0,05	0,72 ^b ± 0,03
Mastigabilidade (N)	175 ^a ± 1,11	120 ^c ± 0,67	242 ^b ± 1,11	193 ^a ± 1,33	225 ^b ± 1,33

TC – Formulação controle; T1 – Acerola 17% e Citrus; T2 – Acerola 17% e Extrato de Levedura; T3 – Acerola e Extratos e Citrus; T4 – Acerola e Extratos e Extrato de Levedura. Resultados expressos com médias seguidos pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. Nível significância 5%.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Para os atributos de coesividade observou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as formulações T1 (0,67) e T3 (0,69), quando comparadas as formulações TC, T2 e T4. Esse resultado indica que as formulações T1 e T3 apresentaram menor chance de deformação antes da ruptura, sendo isso associado a utilização do Citrus, produto com presença na sua composição de levedura com capacidade de solubilizar proteínas (BIOSPRINGER, 2020), dessa forma permitindo uma menor coesividade na massa.

Para os atributos de elasticidade a formulação T1 apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) em comparação a T2, T3, T4. Porém a T1 não apresentou diferença significativa em relação a formulação controle TC, sendo isso associado também a utilização do citrus (BIOSPRINGER, 2020).

Para o parâmetro mastigabilidade, que corresponde ao tempo requerido para mastigar uma amostra, a uma velocidade constante de aplicação de força, a formulação T1 apresentou valor significativamente menor ($P < 0,05$), quando comparado as demais formulações. Esse menor valor obtido pode ser associado ao resultado físico-químico de gordura apresentado na Tabela 3. Segundo Dutcosky (2013), a mastigabilidade pode ser influenciada pela presença de gordura nas amostras, sendo assim, a menor presença de gordura na formulação T1 foi responsável pela menor mastigabilidade.

A formulação T2 apresentou o maior valor de mastigabilidade durante o experimento. Podemos correlacionar a mastigabilidade com a dureza, quanto maior o valor da dureza maior será a mastigabilidade, podendo ser associado aos teores de lipídios da formulação. Essa correlação pode ser demonstrada nos resultados da Tabela 6, que também foi evidenciada por Vedovatto (2016), em estudo de parâmetros de textura: dureza, elasticidade e mastigabilidade.

5.6. ANÁLISE DE COR

A Tabela 7 apresenta as coordenadas (L^* , a^* e b^*) das diferentes formulações de hambúrgueres (T1, T2, T3, T4 e TC) após a cocção. A cor é um dos principais parâmetros indicadores da qualidade da maioria dos alimentos. Em carnes, esta qualidade sensorial tem importante influência na decisão da compra pelos consumidores e na sua aceitação (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2001).

Tabela 7 - Resultados para cor das formulações hambúrgueres de carne bovina com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.

Coordenadas		Dias				
		0	30	60	90	120
TC	L*	42,44 ^{aB} ± 0,19	44,72 ^{aA} ± 0,37	46,74 ^{bB} ± 0,29	38,16 ^{cA} ± 0,14	43,33 ^{aA} ± 0,14
	a*	17,76 ^{bB} ± 0,33	10,22 ^{aA} ± 0,18	10,22 ^{aB} ± 0,09	12,96 ^{aA} ± 0,34	7,66 ^{cA} ± 0,13
	b*	12,73 ^{aA} ± 0,26	14,63 ^{bB} ± 0,33	14,63 ^{bA} ± 0,22	13,43 ^{aB} ± 0,15	12,53 ^{aA} ± 0,18
	L*	39,80 ^{aB} ± 0,19	39,92 ^{aA} ± 0,30	36,92 ^{bA} ± 0,27	39,63 ^{aA} ± 0,17	40,97 ^{aA} ± 0,31
	a*	17,76 ^{bB} ± 0,28	15,58 ^{aB} ± 0,11	15,58 ^{aA} ± 0,14	14,07 ^{aA} ± 0,34	10,30 ^{cB} ± 0,28
	b*	13,52 ^{aA} ± 0,16	6,01 ^{cA} ± 0,14	14,63 ^{bA} ± 0,25	13,73 ^{aB} ± 0,23	12,03 ^{aA} ± 0,22
T1	L*	42,28 ^{aB} ± 0,09	40,60 ^{aA} ± 0,15	46,12 ^{bB} ± 0,48	43,19 ^{bA} ± 0,12	40,08 ^{aA} ± 0,24
	a*	10,56 ^{aA} ± 0,15	13,41 ^{bA} ± 0,11	13,44 ^{bA} ± 0,13	10,29 ^{aA} ± 0,13	10,22 ^{aB} ± 0,28
	b*	13,37 ^{aA} ± 0,14	5,54 ^{cA} ± 0,21	15,86 ^{bA} ± 0,18	12,60 ^{aB} ± 0,13	11,49 ^{aA} ± 0,11
	L*	40,86 ^{aB} ± 0,26	46,12 ^{bB} ± 0,34	46,12 ^{bB} ± 0,38	42,47 ^{aA} ± 0,26	45,43 ^{bA} ± 0,14
	a*	12,74 ^{aA} ± 0,11	13,44 ^{bA} ± 0,17	13,44 ^{bA} ± 0,22	11,90 ^{aA} ± 0,38	11,20 ^{aB} ± 0,20
	b*	13,27 ^{aA} ± 0,26	5,74 ^{cA} ± 0,32	15,86 ^{aA} ± 0,32	9,37 ^{bA} ± 0,15	14,17 ^{aA} ± 0,34
T2	L*	41,20 ^{aB} ± 0,30	42,86 ^{aA} ± 0,31	46,74 ^{bB} ± 0,29	39,10 ^{aA} ± 0,27	39,97 ^{aA} ± 0,16
	a*	12,43 ^{aA} ± 0,18	13,27 ^{aA} ± 0,33	13,00 ^{aA} ± 0,16	11,49 ^{bA} ± 0,14	10,83 ^{bB} ± 0,17
	b*	13,01 ^{bA} ± 0,14	5,90 ^{aA} ± 0,10	15,80 ^{cA} ± 0,20	5,52 ^{aC} ± 0,12	12,48 ^{bA} ± 0,22
	L*	42,28 ^{aB} ± 0,09	40,60 ^{aA} ± 0,15	46,12 ^{bB} ± 0,48	43,19 ^{bA} ± 0,12	40,08 ^{aA} ± 0,24
	a*	10,56 ^{aA} ± 0,15	13,41 ^{bA} ± 0,11	13,44 ^{bA} ± 0,13	10,29 ^{aA} ± 0,13	10,22 ^{aB} ± 0,28
	b*	13,37 ^{aA} ± 0,14	5,54 ^{cA} ± 0,21	15,86 ^{bA} ± 0,18	12,60 ^{aB} ± 0,13	11,49 ^{aA} ± 0,11
T3	L*	40,86 ^{aB} ± 0,26	46,12 ^{bB} ± 0,34	46,12 ^{bB} ± 0,38	42,47 ^{aA} ± 0,26	45,43 ^{bA} ± 0,14
	a*	12,74 ^{aA} ± 0,11	13,44 ^{bA} ± 0,17	13,44 ^{bA} ± 0,22	11,90 ^{aA} ± 0,38	11,20 ^{aB} ± 0,20
	b*	13,27 ^{aA} ± 0,26	5,74 ^{cA} ± 0,32	15,86 ^{aA} ± 0,32	9,37 ^{bA} ± 0,15	14,17 ^{aA} ± 0,34
	L*	41,20 ^{aB} ± 0,30	42,86 ^{aA} ± 0,31	46,74 ^{bB} ± 0,29	39,10 ^{aA} ± 0,27	39,97 ^{aA} ± 0,16
	a*	12,43 ^{aA} ± 0,18	13,27 ^{aA} ± 0,33	13,00 ^{aA} ± 0,16	11,49 ^{bA} ± 0,14	10,83 ^{bB} ± 0,17
	b*	13,01 ^{bA} ± 0,14	5,90 ^{aA} ± 0,10	15,80 ^{cA} ± 0,20	5,52 ^{aC} ± 0,12	12,48 ^{bA} ± 0,22
T4	L*	41,20 ^{aB} ± 0,30	42,86 ^{aA} ± 0,31	46,74 ^{bB} ± 0,29	39,10 ^{aA} ± 0,27	39,97 ^{aA} ± 0,16
	a*	12,43 ^{aA} ± 0,18	13,27 ^{aA} ± 0,33	13,00 ^{aA} ± 0,16	11,49 ^{bA} ± 0,14	10,83 ^{bB} ± 0,17
	b*	13,01 ^{bA} ± 0,14	5,90 ^{aA} ± 0,10	15,80 ^{cA} ± 0,20	5,52 ^{aC} ± 0,12	12,48 ^{bA} ± 0,22
	L*	42,28 ^{aB} ± 0,09	40,60 ^{aA} ± 0,15	46,12 ^{bB} ± 0,48	43,19 ^{bA} ± 0,12	40,08 ^{aA} ± 0,24
	a*	10,56 ^{aA} ± 0,15	13,41 ^{bA} ± 0,11	13,44 ^{bA} ± 0,13	10,29 ^{aA} ± 0,13	10,22 ^{aB} ± 0,28
	b*	13,37 ^{aA} ± 0,14	5,54 ^{cA} ± 0,21	15,86 ^{bA} ± 0,18	12,60 ^{aB} ± 0,13	11,49 ^{aA} ± 0,11

TC – Formulação controle; T1 – Acerola 17% e Citrus; T2 – Acerola 17% e Extrato de Levedura; T3 – Acerola e Extratos e Citrus; T4 – Acerola e Extratos e Extrato de Levedura. Resultados expressos com médias seguidos pela mesma letra, na mesma linha (no período de 0 a 120 dias, não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. Nível significância 5%. Resultados expressos com médias seguidos pela mesma letra Maiúscula, a mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey nível significância 5%.

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Para a avaliação da coordenada (a^*), a formulação T1 no período de 0 dias quando comparada as formulações T2, T3 e T4, apresentou uma coloração mais avermelhada. Este resultado demonstra uma maior atividade inicial da acerola 17%, retardando a oxidação dos lipídios e pigmentos, atuando assim como um protetor.

Conforme Rather *et al.* (2016), os antioxidantes naturais impedem a reação em cadeia eliminando os radicais iniciais e os peróxidos em decomposição, diminuindo as concentrações de oxigênio, e, dessa forma, são eficientes para prevenir a oxidação lipídica.

A coordenada (b^*) da formulação TC no período de 30 dias apresentou diferença significativa ($P < 0,05\%$) quando comparada a T1, T2, T3 e T4. Essa coordenada nos fornece uma tendência para a coloração mais amarelada. O aumento da coloração amarelada pode ser justificado pelo possível desenvolvimento de reações oxidativas e em seguida o desenvolvimento de ranço e alteração na cor (GAVA *et al.*, 2008).

Para a coordenada L^* , que avalia a luminosidade, ou seja, a variação de preto (0) ao branco (100), foi evidenciado nas formulações T2 e T4 um decréscimo nos valores obtidos. Isso pode significar um escurecimento nos hambúrgueres, indicando que para a finalidade de oxidação, os produtos utilizados não tiveram a mesma performance na manutenção de cor quanto os demais.

5.7. ANÁLISE DO ÍNDICE DE TBA (ÁCIDO 2-TIOBARBITÚRIO)

Pode-se observar na Tabela 8 que a formulação TC no período de 0 a 120 dias, apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparado aos testes com os substitutos de fosfatos de origem natural (T1, T2, T3 e T4).

Tabela 8 - Resultados dos índices de TBA (Ácido 2-Tiobarbitúrio) dos hambúrgueres de carne bovina com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais

Formulações	Dias de análise		
	0	30	90
TC	<LQ	0,25 ^{aC} ± 0,02	1,41 ^{bB} ± 0,05
T1	<LQ	0,54 ^{aA} ± 0,02	1,26 ^{bB} ± 0,07
T2	<LQ	0,62 ^{aB} ± 0,06	1,01 ^{bA} ± 0,05
T3	<LQ	0,70 ^{aB} ± 0,06	2,87 ^{bC} ± 0,19
T4	<LQ	0,68 ^{aB} ± 0,06	1,50 ^{bB} ± 0,10

TC – Formulação controle; T1 – Acerola 17% e Citrus; T2 – Acerola 17% e Extrato de Levedura; T3 – Acerola e Extratos e Citrus; T4 - Acerola e Extratos e Extrato de Levedura. Resultados expressos com médias seguidos pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. Nível significância 5%. Resultados expressos com médias seguidos pela mesma letra Maiúscula, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey nível significância 5%. LQ: Limite de quantificação.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Na análise do índice de TBA, a formulação TC (0,25), no tempo de 30 dias, apresentou uma diferença significativa em comparação aos substitutos naturais T1, T2, T3 e T4. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que o teste TC foi elaborado com eritorbato de sódio, sendo que este composto ajuda a melhorar a estabilidade oxidativa de maneira similar a vitamina C, e a prevenir a formação das nitrosaminas carcinogênicas.

Observa-se ainda que no tempo de 90 dias, o teste T2 apresentou menor valor de TBA, sendo estatisticamente diferente das demais amostras ($P < 0,05$). Desta forma, observa-se a atividade antioxidante da acerola 17% utilizada na formulação durante o experimento. Realini *et al.* (2015), produziram hambúrgueres acrescidos de extrato de acerola e foi observada sua ação na estabilidade da oxidação lipídica, com redução dos valores de TBARS e consequentemente prolongamento da vida útil.

Conforme verificado na Tabela 8, durante o tempo de prateleira dos produtos houve um aumento nos níveis de oxidação nas formulações TC, T1, T2, T3 e T, pode-se associar ao perfil físico-químico dos produtos (umidade, gordura e proteína). Com esses valores há a possibilidade de ocorrer reações de oxidação nos produtos. Segundo Olivo e Shimokomaki (2001), produtos com índice de TBA

inferiores a 1 mg de MAD. kg^{-1} de amostra geralmente não acrescentam sabores e odores residuais de ranço característico da oxidação lipídica.

5.8. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Na Tabela 9 estão dispostos os valores médios das análises microbiológicas dos hambúrgueres. Os valores encontrados para as formulações (T1, T2, T3, T4 e TC) para substitutos sintéticos por fontes naturais hambúrguer de carne bovina atendem ao regulamento técnico em vigor, os resultados de *Salmonella spp.* (25 g) foram ausentes durante a vida de prateleira.

Não foi detectada a presença de *Salmonella spp.* em nenhum dos tratamentos estudados e em nenhum intervalo de tempo. Os resultados estão de acordo com a legislação vigente que estabelece para *Salmonella spp.* um resultado negativo em 25 g.

Os resultados de *Clostridium S. Redutor* foram de $>1,0 \times 10^6$ UFC/g durante todo o experimento. Indicando que todos os produtos se encontram de acordo com a legislação específica

Na avaliação dos resultados no período de 0 a 120 dias dos substitutos de aditivos sintéticos por fontes naturais não foi observado uma variação microbiana fora dos padrões que venha a comprometer a vida de prateleira, uma vez que, os produtos foram feitos dentro dos padrões de qualidade e seguindo as normas das Boas Práticas de Fabricação (BPF).

Tabela 9 - Resultados para avaliação microbiológica dos hambúrgueres de carne bovina com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais.

Microorganismos	Formulações	Dias de análise				
		?	?	?	?	?
<i>Coliformes</i> 45°C (NMP/g)	TC	3,0	3,6	3,6	3,6	3,0
	T1	3,0	3,6	3,6	3,0	3,0
	T2	3,0	3,6	3,6	3,0	3,0
	T3	3,0	3,6	3,6	3,0	3,0
	T4	3,0	3,6	3,6	3,6	3,0
<i>Bact.</i> <i>Lácticas</i> (UFC/g)	TC	10 ³	10 ²	10 ²	10	10 ⁴
	T1	10 ³	10 ²	10 ²	10	10 ⁴
	T2	10 ³	10 ²	10 ²	10	10 ⁴
	T3	10 ³	10 ²	10 ²	10	10 ⁴
	T4	10 ³	10 ²	10 ²	10	2x10 ⁴
<i>Contagem</i> <i>Total</i> <i>Mesófilo</i> (UFC/g)	TC	10 ⁴	10 ⁴	5x10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴
	T1	1,3x10 ⁴	8x10 ⁴	5x10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵
	T2	10 ⁴	1,6x10 ⁴	6x10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴
	T3	1,6x10 ⁴	9,5x10 ⁴	6x10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴
	T4	1,3x10 ⁴	3x10 ⁴	5x10 ⁴	3x10 ⁴	10 ⁴

TC – Formulação controle; T1 – Acerola 17% e Citrus; T2 – Acerola 17% e Extrato de Levedura; T3 – Acerola e Extratos e Citrus; T4 – Acerola e Extratos e Extrato de Levedura.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

5.9. PERFIL DESCRITIVO QUANTITATIVO (PDQ)

Foram realizadas avaliações sensoriais nas formulações dispostas na Tabela 10, de acordo com a metodologia do teste de Perfil Descritivo Quantitativo.

Tabela 10 - Valores das médias dos atributos para as formulações de Hambúrguer bovino com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais:

ATRIBUTOS	Formulações				
	TC	T 1	T2	T3	T4
Impacto de Odor*	3,3 ^b ± 0,05	4,4 ^{ab} ± 0,11	5,3 ^a ± 0,14	4,2 ^{ab} ± 0,07	4,7 ^{ab} ± 0,05
Impacto de Sabor*	4,5 ^{ab} ± 0,07	4,1 ^b ± 0,11	5,5 ^a ± 0,17	4,9 ^{ab} ± 0,16	4,9 ^{ab} ± 0,07
Gosto Salgado	4,1 ^a ± 0,06	3,8 ^a ± 0,10	4,6 ^a ± 0,07	4,2 ^a ± 0,09	4,3 ^a ± 0,07
Gosto Umami	2,9 ^a ± 0,07	2,3 ^a ± 0,09	3,0 ^a ± 0,10	2,7 ^a ± 0,07	3,1 ^a ± 0,11
Sabor Carneio	4,8 ^a ± 0,10	4,3 ^a ± 0,06	4,0 ^a ± 0,09	4,5 ^a ± 0,04	4,0 ^a ± 0,05
Sabor Gorduroso*	3,8 ^b ± 0,09	4,5 ^{ab} ± 0,08	5,1 ^a ± 0,07	4,0 ^{ab} ± 0,05	4,4 ^{ab} ± 0,13
Sabor Grelhado*	3,3 ^a ± 0,12	2,3 ^{ab} ± 0,09	2,1 ^b ± 0,11	3,6 ^{ab} ± 0,12	2,4 ^{ab} ± 0,12
Textura Macia (Firmeza)	4,5 ^a ± 0,04	4,4 ^a ± 0,07	4,7 ^a ± 0,11	4,7 ^a ± 0,09	4,4 ^a ± 0,03
Textura Fibrosa	4,7 ^a ± 0,11	4,5 ^a ± 0,04	4,2 ^a ± 0,08	3,9 ^a ± 0,04	4,2 ^a ± 0,06
Suculência*	4,6 ^a ± 0,09	4,9 ^a ± 0,11	3,9 ^{ab} ± 0,14	2,8 ^b ± 0,05	4,0 ^{ab} ± 0,07
Qualidade Global	4,1 ^a ± 0,07	5,1 ^a ± 0,05	4,1 ^a ± 0,04	4,3 ^a ± 0,04	3,6 ^a ± 0,06

* Indica o atributo com diferença estatística, pela Anova ($P \leq 0,05$). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística e letras iguais na mesma linha indicam similaridade estatística, pela Análise de Variância, complementada pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

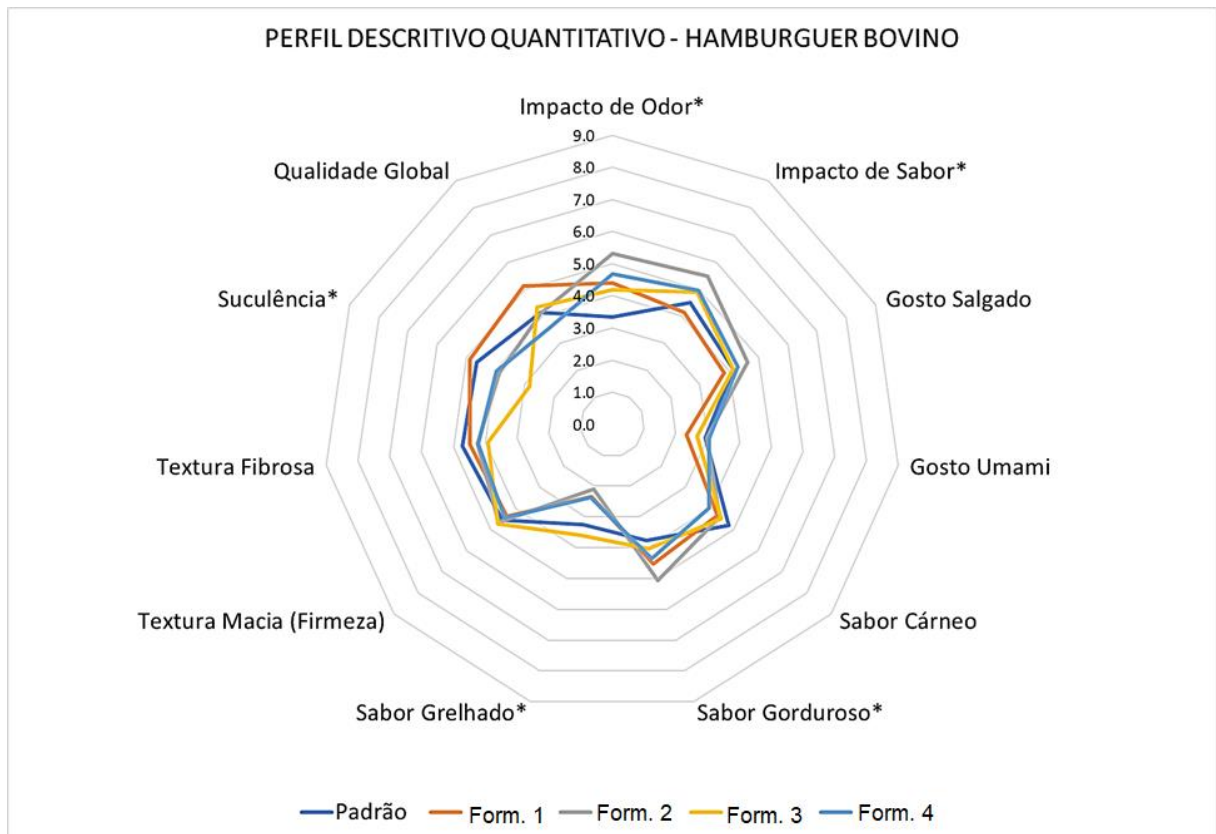
Os resultados fornecidos pela Análise de Variância, complementada pelo Teste de Tukey, indicaram que dos 11 atributos avaliados, 05 apresentaram diferença estatisticamente significativa. Sendo eles: Impacto de Odor, Impacto de Sabor, Sabor Gorduroso, Sabor Grelhado e Suculência.

Na análise sensorial, as formulações T1, T2, T3 e T4 apresentaram maiores notas para o atributo impacto de odor quando comparada ao controle. Esse resultado pode ser justificado pela presença dos compostos aromáticos das fontes naturais

Ainda para a formulação T2, observa-se que para o atributo sabor grelhado, ela foi a que apresentou menor valor se diferindo estatisticamente da formulação controle TC, por exemplo. O sabor grelhado é característico a produtos como carne na grelha e churrasco, e possui notas suaves de fumaça e gordura tostada. Essa diferença pode se dar devido ao processo de preparação da amostra.

Para o atributo sabor gorduroso, a formulação T2 apresentou o maior valor, sendo estatisticamente igual ($P > 0,05$) as formulações T1, T3 e T4 e estatisticamente diferente ($P < 0,05$) da formulação controle TC. Neste caso, a diferença também pode ser atribuída a forma e o tempo de preparação da amostra.

Figura 5 - Resultados do Perfil Descritivo Quantitativo para as amostras de Hambúrguer Bovino.



* Indica o atributo com diferença estatística, pela Análise de Variância, complementada pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Em relação a análise do atributo suculência da formulação T3, diferiu estatisticamente ($P < 0,05$) das formulações TC e T1, e foi estatisticamente similar às formulações T2 e T4. Essa relação também pode ser observada nos resultados de umidade dispostos na Tabela 3.

6. CONCLUSÃO

Os valores de pH nas formulações T2 e T4 no tempo de 0 dias apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparados com TC, T3 e T1. Pode-se associar essa diferença de pH pela presença da acerola com o extrato de levedura, que naturalmente pelo teor de vitamina C, auxiliam na diminuição do pH.

Os valores de proteína para as formulações TC, T1, T2, T3 e T4 não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$), portanto a adição dos compostos naturais em substituição aos fosfatos sintéticos não interferiu no percentual de proteína do produto.

Pelos resultados apresentados nas formulações T3 e T4 pode-se concluir que a utilização de sal hipossódico na substituição parcial do NaCl é uma alternativa viável para cumprir as metas de redução do teor de sódio estabelecidas pelo Ministério da Saúde para os próximos anos, além de disponibilizar produtos mais saudáveis para os consumidores, principalmente para os hipertensos.

Na análise sensorial as formulações T1, T2, T3 e T4 apresentaram maiores notas para o atributo impacto de odor quando comparada ao controle TC. Esse resultado pode ser justificado pela presença dos compostos aromáticos das fontes naturais.

A formulação T4 foi a que apresentou melhor performance principalmente pelos resultados do teste Perfil Descritivo Quantitativo, apresentando uma melhor similaridade estatística em todos os atributos avaliados em relação à amostra padrão como também não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as amostras quanto a qualidade global. Sendo assim a sua utilização como substituto natural para fosfatos e antioxidantes sintéticos não afetou a qualidade sensorial dos produtos.

Desse modo, conclui-se que a utilização dos substitutos propostos para aditivos sintéticos convencionais é uma alternativa viável para um produto *clean label*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDY, R. Clean label becomes Eurpre-wide trend. **Food Navigator**. 2012. Disponível em: <https://www.foodnavigator.com/Article/2012/08/07/Clean-label-becomes-Europe-wide-trend>. Acesso em: jul. 2021.
- ADITIVOS INGREDIENTES. **Os substitutos naturais e industriais do sal**. n°. 138, 2017. Disponível em: <http://aditivosingredientes.com.br/artigos/artigos-editoriais-geral/os-substitutos-naturais-e-industriais-do-sal>. Acesso em: 14 de mar. de 2019.
- ADITIVOS INGREDIENTES. **O universo das texturas nos alimentos**. n°. 146, 2018. Disponível em: <http://aditivosingredientes.com.br/artigos/artigos-editoriais-geral/o-universo-das-texturas-nos-alimentos>. Acesso em: 15 de mar. de 2019.
- ADITIVOS INGREDIENTES. **Consumo consciente revoluciona indústria**, 2019. Disponível em: <http://aditivosingredientes.com.br/noticias/mercado/consumo-consciente-revoluciona-industria>. Acesso em: 14 de mar. de 2019.
- AGUIRRE, S. E. **Ingredientes que aumentan la capacidad de retención de agua en productos cárnicos**. Carnetec: A la vanguardia da tecnologia de la carne, v.8, n. 4, p.32-37, jul/ago,1999.
- ALESSON C. L.; FERNÁNDEZ L. J.; PÉREZ A. J. A.; KURI V. Characteristics of beef Burger as influenced by various types of lemon albedo. **Innovative Food Sci. Emerging Technol.** 247-255, 2005.
- ALMEIDA, H. **Ingredientes Naturais – Tendência precisa ser considerada com cautela**. Química, 2010. Disponível em: <https://www.quimica.com.br/ingredientes-naturais-tendencias/>. Acesso em: 07 de marc. 2019.
- ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; BARAT, J. M. Physicochemical changes in dry-cured hams salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. **Meat Science**. v. 86, n. 2, p. 331-336, 2010.
- ASIOLI, D.; ASCHEMANN-WITZEL, J.; VECCHIO, R.; ANNUNZIATA, A.; NÆS, T.; VARELA, P. Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. **Food Research International**, v 99, pp 58-71, 2017.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC)- HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th ed.** Arlington: AOAC Inc., 2000.
- BIOSPRINGER. **O que é extrato de levedura**. [S.l.] 2020. Disponível em: <https://biospringer.com/pt-br/extrato-de-levedura/>. Acesso em: 28 mar. 2021.
- BOURNE, M. C. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 325 pp. New York: Academic Press, 1982.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 62 de 26 de agosto de 2003. **Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água**. 2003.

Disponível em:

<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislação.do?operação=visualizar&id=2851>. Acesso em: 02 ago. de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000**. Anexo IV- Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer. Brasília, DF, 2000.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 10, p. 3122–3130, 1995.

CÂMARA, A.F.I.C., VIDAL, V.A.S., SANTOS, M., BERNADINELLI, O.D., SABADINI I. E.; POLLONI, M. A. R. Reducing phosphate in emulsified meat products by adding chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage in powder or gel format: A clean label technological strategy. **Meat Science**, v. 163, p. 108085, 2020.

CALDEIRA, I. R. D. **Projeto “Clean label” em produtos à base de carne e preparados de carne picada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

COMPUSENSE INC. Compusense Cloud – version 20.0.7523.28392, 2020.

CONEGLIAN, S. M.; LIMA, B. S.; SILVA, L. G.; LAZZARI, C. M.; SERRANO, R. D. C.; TONELLO, C. L. **Utilização de antioxidantes nas rações**. PUBVET: Londrina, v. 5, n. 5, Ed. 152, Art. 1026, 2011.

CORBION. Altos níveis de segurança alimentar e extensa vida de prateleira para produtos cárneos. **Aditivos & Ingredientes**, nº. 156, p. 34-35, 2019.

CORREIA, E. F. **Alternativas para a substituição de sódio na elaboração de produtos cárneos e derivados**. 2019. Trabalho de conclusão de curso II. Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.

DESMOND, E. Reducing salt: a challenge for the meat industry. **Meat Science**, v. 74, p. 188-196, 2006.

DOWNES, F. P.; ITO, K. (eds.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: American Public Health Association, 2001.

DRAKE, S.L.; LOPETCHARAT, K.; DRAKE, M.A. Salty taste in dairy foods: Can we reduce the salt? **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 2, p. 636-645, 2011.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2013.

EDWARDS, A. **Natural & Clean Label Trends June 2013**. Ingredient Incorporated, 2013.

EUROMONITOR. **Brasil: Alimentação saudável**. 2019. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=Euromonitor+Brasil+alimenta%C3%A7%C3%A3o+saud%C3%A1vel+2019>. Acesso em: 25 de mar. 2021.

FANI, M. Função dos fosfatos em alimentos. **Aditivos Ingredientes**, nº. 70, p. 30-40, 2010.

FANI, M. **Antioxidantes – Tipos e mecanismo de ação**. *Aditivos Ingredientes*, nº148, p. 36-42, 2018.

FONTAN, R. C. I; REBOUÇAS, K. H; VERISSIMO, L. A. A.; MACHADO, A. P. F.; FONTANM G. C. R.; BONOMO, R. C. F. Influência do tipo de carne, adição de fosfato e proteína texturizada de soja na perda de peso por cocção e redução do tamanho de hambúrgueres. **Alimentos e Nutrição, Araraquara**, v. 22, n. 3, p. 429-434, jul./set., 2011.

FONSECA, M. M.; YOSHIDA, M. I. Análise térmica do óleo de linhaça natural e oxidado. **Revista Vértice**, v. 11, n. 3, p. 61-75, 2009.

GAVA, A.J.; SILVA, C.A.B.; FRIAS, J.R. **Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.

GOUVEIA, F. **Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos**. *Inovação*, v. 2, n. 5, p. 32-37, 2006.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, v. 43, n. 1, p. 111-123, 1996.

HUSS, H. H. **Fresh fish - quality and quality changes**. FAO Fisheries Department: Canada. 1988. Disponível em: <https://www.fao.org/3/v7180e/V7180E02.htm>. Acesso em: 06 de jan. 2021.

INGREDION. **The clean label guide in Europe**. 2014. Disponível em: <http://www.alimentatec.com/wp-content/uploads/2014/10/The-Clean-Label-Guide-To-Europe.pdf>. Acesso em: jul. 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4 ed. Brasília: IMESP, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP, 2009.

ISO 15214. **Microbiology of food and animal feedingstuffs - Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acidbacteria - Colony-count technique at 30 °C**. 1st Edition. Genebra, 1998.

ITAL. **Brasil ingredientes trends 2020**. 1 ed. Campinas: São Paulo, 2014.

ITAL. **Brasil Food Trends 2020. São Paulo: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2010.**

KEARNEY, J. Food consumption trends and drivers. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Biological Sciences*, v. 365, n. 1554, p. 2793-2807, 2010.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. Tradução de Jane Maria Rubensam. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2005.

LUCKE, F. K. Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Science*, v.56, p.105-115, 2000.

LUIZ, A. H. K; SILVA, K. L da; ZERMIANI, T. **Acerola: Fonte de vitamina C natural aplicada em produtos cárneos**. Duas Rodas. 2017. Disponível em: <https://www.duasrodas.com.co/acerola-fonte-de-vitamina-c-natural-aplicada-em-produtos-carneos/>. Acesso em: 15 de mar. 2021.

MARQUES, H. L. **Clean Label é tendência em gêneros alimentícios, inclusive carnes**. 2018. Disponível em: <https://www.suinoindustrail.com.br/imprensa/clean-label-e-tendencia-em-generos-alimenticios-inclusive-carnes/20180831-114058-k505>. Acesso em: 06 de jan. 2021.

MARTINS, A. P. B. Instituto Brasileiro De Defesa Do Consumidor. **Redução de sódio em alimentos**. Uma análise dos acordos voluntários no Brasil. 1 ed. São Paulo: São Paulo, 2014.

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.– *Brazilian Journal of Food and Nutrition*. v. 24, n. 4, p. 361-368, 2013.

MELTON, S. L. Effects of feeds on flavor of red meat: A review. *Journal of Animal Science*, v. 68, n. 12, p. 4421-4435, 1990.

OLIVEIRA, D. F.; COELHO, A. R.; BURGARDT, V. C. F.; HASHIMOTO, E. H./ LUNKES, A. M.; MARCHI, J. F.; TONIAL, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 16, nº. 3, p. 163-174, 2013.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes no caminho da pesquisa**. Cocal do Sul: Imprint, 2001.

OMER, H. A. A.; IBRAHIM, S. A. M.; ABEDO, A. A.; ALI, F. A. F., Growth performance of rabbits fed diets containing different levels of energy and mixture of some medicinal plants. *Journal of agricultural science*, v 4, p 201-212, 2012.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos – Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PAGLARINI, C. de S. **Utilização de extratos comerciais derivados de plantas em produtos cárneos: avaliação da atividade antioxidante**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2015.

PIÑERO, M.P.; PARRA, K.; HUERTA-LEIDENZ, N.; ARENAS DE MORENO, L.; FERRER, M.; ARAUJO, S.; BARBOZA, Y. Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**, 2008.

RATHER, I.A.; BAJPAI, V.K.; KUMAR, S.; LIM, J.; PAEK, W.K.; PARK, Y. **Probiotics and Atopic Dermatitis: An Overview**. Front. in Microbiol, 2016.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. **Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos**. Química Nova: São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

REALINI, C.E. Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. **Meat Science** v 99.p 18-24, 2015.

RESCONI, V. C.; ESCUDERO, A.; CAMPO, M. M. The Development of Aromas in Ruminant Meat. **Molecules**, v. 18, n. 6, p. 6748-6781, 2013.

ROÇA, R. **Propriedades da carne**. UNESP: Botucatu-SP. p.1-10. 2000. Disponível em: <http://puhrs.campus2.br/~thompson/Roca107.pdf>. Acesso em: 16 de jan. 2020.

SILVA, K. L. da. Extratos concentrados, a força da natureza. **Food Ingredients Brasil**, ed. 34, p. 55-58, 2015.

SILVA, J. A. da; NÓBREGA, E. da S.; COSTA, M. J. de C.; BARBOSA, M. Q.; CARVALHO FILHO, E. V. de. Efeito do consumo de hambúrguer de carne de avestruz e hambúrguer bovino comercial em ratos jovens, pela análise de teores de colesterol total e frações lipoproteicas. **Revista Do Instituto Adolfo Lutz**, V. 70, P. 324-331, 2011.

SIMÃO, S. Cereja das Antilhas. In: SIMÃO, S. (ed.) **Manual de Fruticultura**. São Paulo: Agronomia Ceres, 1971.

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

SOBRAL, M. **Num mercado que não para de crescer, novas hamburguerias apostas na simplicidade**: Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rioshow/num-mercado-que-nao-para-de-crescer-novas-hamburguerias-apostam-na-simplicidade-22446785>. Acesso em: 21 de jun. 2018.

SOUZA, A. de M.; SOUZA, B. da S. N.; BEZERRA, I. N.; SICHIERI, R. Impacto da redução do teor de sódio em alimentos processados no consumo de sódio no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, 2016.

SPOSITO, C. M. D. **Aplicação de acerola (Malpighia Emarginata D. C.) em pó em Carne Mecanicamente Separada de Frango: avaliação da ação conservante.** Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade.** São Paulo: Nobel, 1988.

VEDOVATTO, E. **Salame tipo italiano elaborado com diferentes culturas starter e substratos.** 2016. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim, 2016.

VELASCO, J.; BORDEAUX, O.; MARMESAT, S.; MÁRQUEZ-RUÍZ, G. Formation and evolution of monoepoxy fatty acids in thermoxidized olive and sunflower oils and quantitation in used frying Oil from restaurants and fried-food outlets. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 14, p. 4438-4443, 2004.

VENDRAMINI, A.L.; TRUGO, L.C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia glabra* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry** v.71, n.2, p.195-198, 2000.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science** v. 86, n. 1, p. 196-213, 2010.

YANISHLIEVA, N. V.; MARINOVA, E.; POKORNY, J. Natural antioxidants from herbs and spices. **European Journal Lipid Science and Technology**. v. 108. n. 09, p. 776-793, 2006.

ZANARDI, E.; GHIDINI, S.; BATTAGLIA, A.; CHIZZOLINI, R. Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. **Meat Science**, v. 66, n. 2, p. 415-423. 2004.

ZANARDI, E.; GHIDINI, S.; CONTER, M.; LANIERI, A. Mineral composition of Italian salami and effect of partial replacement on compositional, physico-chemical and sensory parameters. **Meat Science**, v. 86, n. 3, p. 742-747, 2010.