



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de São José do Rio Preto

Danubia Perpetua Maioto de Souza

Extrato de pitaya e açaí em hambúrguer híbrido (carne bovina e proteína de soja):

efeito nas propriedades físico – químicas e sensoriais

São José do Rio Preto

2023

Danubia Perpetua Maioto de Souza

Extrato de pitaya e açaí em hambúrguer híbrido (carne bovina e proteína de soja):

efeito nas propriedades físico – químicas e sensoriais

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientador: Prof. Dr^a. Andrea Carla da Silva Barretto

São José do Rio Preto

2023

S729e

Souza, Danubia Perpetua Maioto de

Extrato de pitaya e açaí em hambúrguer híbrido (carne bovina e proteína de soja): :
efeito nas propriedades físico – químicas e sensoriais / Danubia Perpetua Maioto de
Souza. -- São José do Rio Preto, 2023

63 f. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Andrea Carla da Silva Barretto

1. Tecnologia de Alimentos. 2. Antioxidantes. 3. Hambúrgueres. 4. Extratos vegetais.
5. Proteínas de soja. I. Título.

Danubia Perpetua Maioto de Souza

Extrato de pitaya e açaí em hambúrguer híbrido (carne bovina e proteína de soja):

efeito nas propriedades físico – químicas e sensoriais

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Andrea Carla da Silva Barretto
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Conti
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Lara Borghi Virgolin
UNIRP - São José do Rio Preto

São José do Rio Preto

28 de julho de 2023

Dedico este trabalho à Deus, por restaurar minhas forças dia após dia. E aos meus pais, João e Neuseli, por sempre me incentivarem a estudar e lutar por aquilo que acredito.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me permitir realizar esse sonho, que foi cursar o mestrado e por ter me concedido força e sabedoria e provido tudo o que me foi necessário, durante essa jornada.

Aos meus pais Neuseli e João, pelo apoio incondicional aos meus estudos desde a minha infância e por me ajudarem financeiramente, mesmo tendo pouquíssimos recursos para isso, e por entenderem os momentos que precisei estar ausente e alguns momentos de estresse e mau humor.

À minha orientadora Andrea, primeiramente por ter me aceito como aluna especial, em seguida por ter me deixado extremamente feliz quando disse aceitar ser minha orientadora e depois por ter me acolhido e orientado com tanta competência e paciência.

À minha psicóloga Francini, que me deu suporte intenso durante esse período tão estressante e o ambiente ansiogênico, que é a universidade, o que contribuiu para que eu enfrentasse de maneira mais assertiva os desafios que surgiram.

Aos meus colegas de laboratório Bruna, Marcello, Carlos, Elisa, João e Jenifer, por terem me recebido com carinho, pela paciência com meu jeito de trabalhar, por entenderem minhas dificuldades e receios quanto às análises e pela disposição em me ensinar cada processo e análise.

Aos técnicos de laboratório Tânia, Luiz e Alana, por serem tão dispostos, pacientes e terem compartilhado tantas experiências e vivências.

Ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (Ibilce) pela estrutura para que pudesse ser realizado este trabalho. Aos membros dos laboratórios de Processos e Análises, Frutas e Hortaliças e Análise Sensorial por ceder as estruturas e equipamentos dos laboratórios.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 - Processos nº: 88887.655969/2021-00/ 88887.832652/2023-00, à qual agradeço pela bolsa concedida, esta que me possibilitou financeiramente participar com assiduidade das atividades inerentes ao mestrado e, conseqüentemente, me possibilitou aprender mais e me familiarizar com termos e situações antes tão desconhecidas para mim.

Enfim, a todos os meus amigos que contribuíram com conselhos, conhecimento, palavras de otimismo e esperança e até mesmo me oferecendo seus lares para que eu pudesse descansar, agradeço.

“No fundo, todos temos necessidade de dizer quem somos e o que é que estamos fazendo, e a necessidade de deixar algo feito, porque esta vida não é eterna e deixar coisas feitas pode ser uma forma de eternidade.”

José Saramago (1997)

RESUMO

A adição de antioxidantes naturais em produtos cárneos é bastante atrativa, principalmente devido à demanda dos consumidores por alimentos mais naturais. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito dos extratos de pitaya e açaí como antioxidante em hambúrguer híbrido (carne bovina e proteína de soja) sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento congelado. Foram elaborados oito tratamentos: C-hambúrguer bovino sem antioxidante; CE-hambúrguer bovino com eritorbato de sódio (500 mg/kg); CEP-hambúrguer bovino com extrato de pitaya (500 mg/kg); CEA-hambúrguer bovino com extrato de açaí (500 mg/kg); C50-hambúrguer híbrido sem antioxidante; C50E-hambúrguer híbrido com eritorbato de sódio (500 mg/kg); C50EP-hambúrguer híbrido com extrato de pitaya (500 mg/kg); C50EA-hambúrguer híbrido com extrato de açaí (500 mg/kg). Quanto à propriedade antioxidante dos extratos, ambos não apresentaram efeitos positivos quando adicionados aos hambúrgueres bovinos, mas nos hambúrgueres híbridos, tanto o extrato de pitaya quanto o extrato de açaí podem ser considerados opções para retardar a oxidação lipídica neste tipo de produto. Um dado que evidencia essa afirmação foi observado no dia 90, em que foi observado um menor valor de oxidação lipídica no tratamento C50EP (0,315 mg MDA/kg), quando comparado ao tratamento CEP (0,669 mg MDA/kg). Os hambúrgueres híbridos foram sensorialmente aceitos pelos consumidores mostrando uma boa alternativa para reduzir a carne bovina nos produtos cárneos e na rotina alimentar dos consumidores que desejam reduzir o consumo de carne.

Palavras-chave: Efeito Antioxidante. Vida útil. Extrato de pitaya. Extrato de açaí.

ABSTRACT

The addition of natural antioxidants in meat products is very attractive, mainly due by consumer demand for more natural foods. The aim of this work was to study the effect of pitaya and açai extracts as antioxidant in hybrid-burger (beef and soy protein) on the physical-chemical and sensory properties during frozen storage. Eight treatments were elaborated: C- beef-burger without antioxidant; CE – beef-burger with sodium erythorbate (500 mg/kg); CEP – beef-burger with pitaya extract (500 mg/kg); CEA - beef-burger with açai extract (500 mg/kg); C50 – hybrid-burger without antioxidant; C50E - hybrid-burger with sodium erythorbate (500 mg/kg); C50EP - hybrid-burger with pitaya extract (500 mg/kg); C50EA - hybrid-burger with açai extract (500 mg/kg). As for the antioxidant property of the extracts, both did not show positive effects when added to beef-burgers, but in hybrid-burgers, both pitaya extract and açai extract can be considered options to delay lipid oxidation in this type of product. A data that evidences this statement was observed on day 90, in which a lower value of lipid oxidation was observed in the C50EP treatment (0.315 mg MDA/kg), when compared to the CEP treatment (0.669 mg MDA/kg). The hybrid-burger were sensorially accept for the consumer showing a good alternative to reduce beef in the meat products and in the dietary routine of consumers who wish to reduce meat consumption.

Keywords: Antioxidants Effects. Shelf-life. Pitaya. Açai.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Amostragem da proteína concentrada de soja não – hidratada	20
Figura 2 – Ficha de caracterização do consumidor	28
Figura 3 – Ficha de avaliação	29
Figura 4 - Fotografia dos hambúrgueres antes do tratamento térmico	38
Figura 5 – Análise de componentes principais correlacionando características tecnológicas e sensoriais de hambúrgueres	46
Figura 6 – Intenção de compra de hambúrgueres	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação dos hambúrgueres	22
Tabela 2 – Composição centesimal das matérias-primas cárneas	30
Tabela 3 – Composição centesimal de hambúrgueres	31
Tabela 4 – pH de hambúrgueres ao longo do período de estocagem	32
Tabela 5 – Parâmetros L*, a* e b* dos tratamentos de hambúrgueres ao longo do período de estocagem	35
Tabela 6 – Oxidação lipídica dos tratamentos de hambúrgueres ao longo do período de estocagem	39
Tabela 7 – Parâmetros de textura de hambúrgueres	41
Tabela 8 – Rendimento e encolhimento após tratamento térmico de hambúrgueres	42
Tabela 9 – Atributos sensoriais de hambúrgueres	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Carne: aspectos nutricionais e mercado atual	15
3.2 Produtos Híbridos	16
3.3 Fontes vegetais de proteínas: soja	17
3.4 Oxidação lipídica	18
3.5 Antioxidantes naturais aplicados a produtos cárneos	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1 Material	19
4.1.1 Proteína concentrada texturizada de soja	19
4.1.2 Matéria-prima cárnea dos hambúrgueres	20
4.1.3 Condimentos	20
4.1.4 Extratos de pitaya e açaí	20
4.2 Métodos	21
4.2.1 Elaboração dos hambúrgueres	21
4.2.2 Procedimento de cozimento	23
4.2.3 Frequência das análises realizadas nos hambúrgueres	23
4.2.4 Descrição das análises realizadas	23
4.2.4.1 Determinação de umidade	23
4.2.4.2 Determinação de cinzas	23
4.2.4.3 Determinação de proteínas	23
4.2.4.4 Determinação de lipídios	24
4.2.4.5 Determinação do pH	24
4.2.4.6 Determinação da cor instrumental	24
4.2.4.7 Determinação de oxidação lipídica (TBARS)	24
4.2.4.8 Análise de Perfil de Textura (TPA)	25
4.2.4.9 Rendimento	25

4.2.4.10 Encolhimento após tratamento térmico	26
4.2.4.11 Análise sensorial	26
4.3 Tratamento estatístico	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1 Caracterização da matéria-prima cárnea utilizada	30
5.2 pH	32
5.3 Cromaticidade	33
5.3.1 Luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*)	33
5.4 Oxidação lipídica (TBARS)	38
5.5 Análise de Perfil de Textura (TPA)	40
5.6 Rendimento e encolhimento após tratamento térmico	42
5.7 Análise Sensorial	43
5.7.1 Avaliação da Aceitação	43
5.7.2 Análise de componentes principais (ACP)	45
5.7.3 Intenção de compra	47
6. CONCLUSÃO	48
7. REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE	56
ANEXO 1 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	57

1. INTRODUÇÃO

Sendo a carne um alimento rico nutricionalmente, devido à sua composição conter quantidades importantes de proteínas, vitaminas e minerais, ela traz benefícios para a saúde humana (HUANG et al., 2018; McAFEE et al., 2010; SALTER, 2018). Porém o consumo elevado de carnes tem sido associado ao surgimento e/ou aumento de doenças, como as cardiovasculares e alguns tipos de câncer (SALTER, 2018).

Com a estimativa de crescimento da população nos próximos anos e a busca, oriunda dos países em desenvolvimento, por novas fontes de proteínas, faz-se necessário pensar em ações para toda a cadeia produtiva de alimentos, assim como na substituição parcial da carne por fontes alternativas de proteínas, a fim de colaborar com a segurança alimentar e nutricional da população (HENCHION et al., 2017).

Diversos autores, Kim et al. (2017), Walkowiak (2019) e Scholliers, Steen e Fraeye (2020), estudaram a incorporação de novos ingredientes em produtos cárneos.

Paralelamente à necessidade de flexibilização do consumo da carne, estudos vêm sendo realizados (Aksu e Turan, 2021; Prommachart et al., 2020; Sadeghinejad et al. 2019; Zamuz et al., 2018) com o uso de antioxidantes oriundos de vegetais, em produtos cárneos, visto que esse tipo de produto é passível de oxidação e consequente deterioração química. Pateiro et al. (2021) realizaram um compilado de estudos que testavam frutas, vegetais e especiarias como antioxidantes naturais em produtos cárneos e concluíram que esses vegetais podem retardar a deterioração química e, consequentemente, prolongar a vida de prateleira de carnes e derivados. Os antioxidantes naturais são muito atrativos, por apresentarem solubilização e efeito antioxidante, equiparáveis aos antioxidantes sintéticos (GALLEGO et al., 2015).

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de extratos de pitaya e açaí nas propriedades físico-químicas, sensoriais e estabilidade oxidativa de hambúrguer híbrido durante estocagem sob congelamento.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar a aplicação de extrato de pitaya e açaí em hambúrguer híbrido (carne bovina e proteína de soja) sobre as propriedades físico – químicas e sensoriais, durante congelamento.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o efeito da substituição de 50% de carne bovina por proteína concentrada de soja, sobre propriedades físico – químicas, sensoriais e estabilidade oxidativa de hambúrguer, estocado sob congelamento;

Avaliar o efeito da substituição de eritorbato de sódio por extrato de pitaya e açaí sobre propriedades físico – químicas, sensoriais e estabilidade oxidativa de hambúrguer, estocado sob congelamento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Carne: aspectos nutricionais e mercado atual

A carne é um alimento muito importante para a nutrição humana, devido à sua complexidade nutricional, que contempla proteínas, gorduras, vitaminas e minerais (SANTOS e OLIVEIRA, 2012). Nutriente abundante na carne, as proteínas são macronutrientes conhecidos por desempenhar funções construtoras e atuam de forma importante no sistema imunológico dos seres humanos (WEN et al., 2019).

Quanto à disponibilidade para absorção no organismo humano, as proteínas podem ser classificadas em completas, parcialmente incompletas e totalmente incompletas. As proteínas completas fornecem todos os aminoácidos essenciais para a manutenção e crescimento do ser humano, em quantidades adequadas, e são oriundas de fontes animais, como carnes, ovos, leite e seus derivados. As proteínas parcialmente incompletas estão presentes nos alimentos de origem vegetal, como por exemplo as leguminosas (feijões, lentilha, soja) e recebem essa classificação porque fornecem os aminoácidos essenciais em menor quantidade, sendo esta quantidade suficiente apenas para a manutenção do organismo. Já as proteínas totalmente incompletas não oferecem aminoácidos essenciais em quantidades suficientes nem para a manutenção, nem para o crescimento, e estão presentes, por exemplo, na gelatina (FAO/OMS, 1989; HENLEY e KUSTER, 1994; PHILLIPS, 1997; SARWAR e MCDONOUGH, 1990). A ingestão de quantidades adequadas de proteínas é tão importante quanto o perfil de aminoácidos, e é importante ressaltar que o consumo exclusivo de alimentos fonte de proteínas parcialmente completas ou incompletas pode comprometer os processos metabólicos, levando o organismo a utilizar-se de processos adaptativos para a manutenção da vida (TIRAPEGUI, CASTRO e ROSSI, 2016).

O hambúrguer é um produto muito aceito pelos consumidores devido a sua versatilidade de preparo, consumo e por apresentar baixo custo para a aquisição (KREPPER et al., 2018; REBELLATO et al., 2020). A Portaria nº 724, de 23 de dezembro de 2022 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, determina que o hambúrguer deve conter as seguintes quantidades de macronutrientes: máximo de 3% de carboidratos totais, mínimo de 15% de proteínas e máximo 25% de gordura (BRASIL, 2022).

Concomitante a boa aceitação desse produto, é crescente a busca dos consumidores por produtos mais saudáveis (HAUTRIVE et al., 2019).

Apesar de tão rica nutricionalmente, o consumo de carne tem sido associado ao surgimento de algumas doenças, à degradação do meio ambiente e ao prejuízo do bem-estar animal (SHA e XIONG, 2020).

Essas questões impulsionaram a indústria e academia para a realização de pesquisas científicas, com o desenvolvimento de análogos de carne, utilizando outras fontes de proteínas como as vegetais (BESSADA, BARREIRA e OLIVEIRA, 2019). Além disso, com a estimativa de crescimento da população mundial nas próximas décadas, a indústria precisará aumentar a produção de alimentos (Bonny et al., 2017), mas para não sobrecarregar os recursos naturais (Clark et al., 2017; He et al., 2020), tornando-se fundamental o conhecimento e utilização de outras fontes proteicas.

A redução do consumo de carne não é uma tarefa fácil já que o sabor e o prazer associados ao consumo da carne são fatores importantes para os consumidores. Além disso, no que tange à gastronomia dos países ocidentais, a carne ocupa um papel de destaque. (MELENDREZ – RUIZ et al., 2019).

3.2 Produtos Híbridos

O interesse por um padrão alimentar não dicotômico, menos restritivo e que leve em consideração fatores nutricionais e menos prejudicial ao meio ambiente vem crescendo por parte dos consumidores. Trata-se do flexitarianismo, ideia que trabalha a redução do consumo de carne, mas não sua exclusão, como no veganismo/vegetarianismo (LANG, 2020).

A proposta de misturar alimentos vegetais aos de origem animal se torna viável, pois permite que o consumidor tenha maior adesão, do que a proposta de excluir a carne totalmente (ELZERMAN, et al., 2011).

Os consumidores flexitarianos esperam, com a redução do consumo de carne e substituição por plantas, que sejam reduzidas na dieta habitual a ingestão de gorduras saturadas e colesterol, que são lipídios associados à carne (KUMAR et al., 2017).

Seguindo as ideias supra citadas, foram desenvolvidos os produtos híbridos, que são alimentos que combinam carne e outras fontes proteicas vegetais (grãos, sementes), em proporções variadas (GRASSO e JAWORSKA, 2020). Além das questões nutricionais e de sustentabilidade, esses produtos também oferecem atributos sensoriais como sabor e textura, similares à carne (GRASSO e JAWORSKA, 2020).

Grasso e Goksen (2023) apresentaram uma revisão de literatura onde mostraram estudos realizados com produtos híbridos. Em grande parte desses estudos foi possível observar que os

produtos híbridos agregaram não somente com fatores nutricionais e ambientais, o que já é de grande relevância, mas também com fatores tecnológicos, já que mostraram benefícios como redução das perdas por cozimento (Argel et al., 2020) e dureza (Bakhsh et al., 2021), fatores estes importantes no atributo de textura.

Chandler e Mcsweeney (2022) estudaram as propriedades de hambúrguer de frango com substituição de carne por 3 concentrações (25%, 50% e 75%) de um mix de farinhas de leguminosas (ervilha amarela, grão de bico e lentilha) e concluíram que as farinhas de leguminosas reduziram o teor de gordura e aumentaram o rendimento, e sugeriram que a substituição de 25% de carne é a mais indicada para a criação de um hambúrguer de frango híbrido.

Bakhsh et al. (2021) elaboraram e estudaram as características tecnológicas de hambúrgueres híbridos de carne bovina com adição de proporções que variaram de 10 % - 40% de proteína texturizada de soja e compararam essas características tecnológicas com um hambúrguer controle de carne bovina. Como conclusão relataram que a substituição de carne por proteína texturizada de soja, na faixa de 10% - 40% apresentaram bons resultados tecnológicos.

Para ser um substituto de carne é importante que a alternativa vegetal escolhida apresente características estruturais e sensoriais, semelhantes à carne, como por exemplo a estrutura fibrosa, o sabor, a sensação no paladar, entre outras (AKDOGAN et al., 1999).

3.3 Fontes vegetais de proteínas: soja

As proteínas vegetais também têm sido alvo de estudos, devido a mudança nos padrões alimentares e na busca crescente por uma alimentação saudável (BETORET, et al., 2011).

A soja (*Glycine max*) é um dos principais alimentos estudados na substituição da carne. Isso porque ela apresenta características que se assemelham à carne, como por exemplo capacidade de formação de estrutura de fibra anisotrópica e gelificação (DAY e SWANSON, 2013; LAN et al., 2020).

Com origem na China, a soja apresenta a estrutura de um grão, que é envolvido por uma vagem, que abriga de três a cinco grãos, cuja forma e tamanho dependem da variedade da planta. Embora também seja consumida em sua forma natural (grão), a soja é amplamente utilizada no preparo de derivados, como óleo, farinhas, extrato leitoso, queijo e resíduos (PHILIPPI, 2014)

No que tange aos aspectos nutricionais, a soja é o único vegetal que possui proteínas completas em sua composição, semelhante ao ovo. Contém fibras solúveis, o que a torna um

alimento favorável para o controle do diabetes mellitus, especialmente o tipo II, ácidos graxos poli-insaturados e diversos minerais como ferro, cobre, potássio e zinco, além de conter diversos compostos fitoquímicos como isoflavonas, saponinas e fitosteróis (MANDARINO e PANIZZI, 2021).

Teixeira e Rodrigues (2021) referem que variáveis como composição química, aspectos nutricionais e sensoriais, estão envolvidas na percepção dos consumidores ao identificar produtos cárneos mais saudáveis. Ingredientes à base de plantas também são conhecidos como naturais pelos consumidores, o que favorece a adesão (BARONE et al., 2021).

3.4 Oxidação lipídica

A elaboração de produtos cárneos, assim como a preservação da qualidade da carne e seus subprodutos é um desafio para a indústria, visto que essa matéria prima possui alto grau de susceptibilidade à deterioração por oxidação (MUNEKATA et al., 2020).

A oxidação lipídica confere sabor e odor típicos de ranço, além de interferir na coloração do produto, fatores estes que levam à rejeição do consumidor, além de prejudicar a qualidade nutricional do produto e produzir compostos tóxicos (AMARAL, da SILVA e da LANNES, 2018; LORENZO et al., 2019).

Produtos como o hambúrguer apresentam maior propensão à oxidação, pois a moagem da carne rompe as membranas, expondo os fosfolípidios ao oxigênio, e este é um dos principais contribuintes para a oxidação lipídica (ZAMUZ et al., 2018).

Para evitar a oxidação lipídica e garantir sua estabilidade durante armazenamento, a indústria lança mão de antioxidantes sintéticos, mas visando a segurança alimentar e benefícios para a saúde, os antioxidantes naturais vem ganhando espaço nos estudos (BAGCHI et al., 2000; JIA et al., 2012).

3.5 Antioxidantes naturais aplicados a produtos cárneos

Pesquisas envolvendo plantas, ervas e especiarias são alvo de pesquisadores, que visam elaborar produtos cárneos mais saudáveis e com maior vida útil (DESUGARI, PANDEY e RADHAKRISHNA, 2014).

Nesse sentido, Turgut, Isıkç1 e Soyer (2017) analisaram o efeito da adição de extrato de casca de romã sobre a oxidação de lípidios e proteínas em almôndegas sob armazenamento congelado e concluíram que o extrato contribuiu positivamente para a estabilidade oxidativa das almôndegas.

Estudo realizado por Bellucci et al. (2021) mostrou que a adição de extrato de açaí na concentração de 250 ppm pode ser utilizado para substituir o antioxidante sintético eritorbato de sódio para garantir maior durabilidade de hambúrguer suíno armazenado sob refrigeração. O açaí (*Euterpe oleracea*) é um fruto oriundo da região Norte do Brasil, mais precisamente da região amazônica, e apresenta em sua composição atividade antioxidante (GARZÓN et al., 2017; KANG et al., 2010; SILVA et al., 2019).

Outro fruto que vem despertando interesse devido a sua cor vermelha e sua atividade antioxidante é a pitaya vermelha (*Hylocereus monacanthus*) (RAMLI, ISMAIL e RAHMAT, 2014; WU et al., 2006). Estudo realizado por Bellucci et al., (2021) mostrou que extrato de pitaya pode ser utilizado para retardar a oxidação lipídica em hambúrguer preparado com carne suína e, se em concentrações iguais ou superiores a 0,1%, também pode ser utilizado como corante natural.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Proteína concentrada de soja

A proteína concentrada de soja (Figura 1) utilizada na elaboração dos hambúrgueres, foi a Arcon T 158 411, da marca ADM[®], obtida por meio de doação pela empresa ADM do Brasil LTDA, Campo Grande – MS. De acordo com o relatório técnico do produto, a proteína vegetal continha 6% de umidade e 71,9% de proteína.

Antes da elaboração dos tratamentos, foi preparada uma mistura denominada “Mix Substituto Vegetal”, que consistia em proteína concentrada de soja e água filtrada gelada (para evitar elevação de temperatura na massa), que tinha por finalidade hidratar a proteína vegetal e assim garantir a consistência necessária ao produto, a qual seria prejudicada pela redução de matéria cárnea, e consequente redução da umidade oriunda da matéria cárnea.

Figura 1 - Amostragem da proteína concentrada de soja não – hidratada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.2 Matéria-prima cárnea dos hambúrgueres

Utilizou-se acém bovino e gordura suína (toucinho), ambos adquiridos de fornecedor local, que apresenta Serviço de Inspeção Federal (SIF).

4.1.3 Condimentos

O sal utilizado foi adquirido em comércio local. Os demais aditivos, incluindo o antioxidante eritorbato de sódio, foram obtidos por meio de doação da empresa New Max Industrial Ltda (Americana/SP) e pesados em balança semi – analítica (Shimadzu, Barueri – SP).

4.1.4 Extratos de pitaya e açaí

O açaí foi obtido por meio de fornecedor local e a pitaya adquirida no comércio varejista local. Ambos os extratos foram obtidos de acordo com as metodologias descritas por Bellucci et al. (2021).

4.3 Métodos

Análises realizadas nas matérias-primas cárneas

As matérias-primas cárneas (acém bovino e toucinho) foram submetidas às seguintes análises: umidade, cinzas, lipídios e proteínas. Os dados de caracterização da proteína texturizada de soja foram obtidos através da especificação técnica do fabricante.

4.2.1 Elaboração dos hambúrgueres

Os hambúrgueres foram processados na planta limpa do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos (DETA), do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas de São José do Rio Preto (UNESP/ IBILCE), seguindo as Boas Práticas de Fabricação (BPFs).

A Tabela 1 apresenta as formulações de cada tratamento.

Tabela 1 - Formulação dos hambúrgueres.

Ingredientes	C (%)	CE (%)	CEP (%)	CEA (%)	C50(%)	C50E (%)	C50EP (%)	C50EA
Acém	72	72	72	72	36	36	36	36
Toucinho	15	15	15	15	15	15	15	15
Cloreto de sódio	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Água/gelo	10	9,95	9,95	9,95	10	9,95	9,95	9,95
Extrato de Pitaya	0	0	0,05	0	0	0	0,05	0
Extrato de Açaí	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05
Eritorbato de sódio	0	0,05	0	0	0	0,05	0	0
Mix Substituto Vegetal*	0	0	0	0	36	36	36	36
Cebola em pó	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Alho em pó	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Pimenta Branca moída	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Noz moscada em pó	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

*Mix Substituto Vegetal: 1:2,18 (1 parte de Proteína ARCON T ADM 70% proteína para 2,18 de água).

C- controle contendo carne bovina e sem adição de antioxidante; **CE** – carne bovina e eritorbato de sódio; **CEP** – carne bovina e extrato de pitaya; **CEA** - carne bovina e extrato de açaí; **C50** – redução de 50% de carne bovina, sem antioxidante; **C50E** - redução de 50% de carne bovina, e eritorbato de sódio; **C50EP** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de pitaya; **C50EA** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de açaí.

As matérias primas cárneas foram moídas em disco de 8 mm. Os demais ingredientes foram adicionados sobre elas e homogeneizados. Em seguida, utilizando um moldador redondo, foram modelados hambúrgueres de aproximadamente 90 g, embalados em sacos plásticos transparentes, identificados e congelados. Os hambúrgueres foram mantidos em freezer com temperatura de -18°C durante todo o período de estocagem (90 dias), e os intervalos para avaliação foram de 0, 30, 60 e 90 dias. Foram realizadas 2 repetições desse processamento.

4.2.2 Procedimento de cozimento

Paras as análises de perdas por cozimento, as amostras foram retiradas da embalagem plástica, dispostos em assadeira antiaderente e levados ao forno elétrico, previamente aquecido, e assados em temperatura de 100°C, até que atingissem 72°C no centro geométrico.

4.2.3 Frequência das análises realizadas nos hambúrgueres

As seguintes análises foram realizadas nos hambúrgueres em cada repetição: perdas por cozimento: 0 dia; taxa de encolhimento: 0 dia; composição centesimal: 90 dias; determinação de pH: 0, 30, 60 e 90 dias; estabilidade à oxidação lipídica: 0, 30, 60 e 90 dias; perfil de textura instrumental: 5 dias; cor instrumental: 0, 30, 60 e 90 dias;

4.2.4 Descrição das análises realizadas

4.2.4.1 Determinação de umidade

A determinação de umidade foi realizada em duplicata de acordo com a metodologia descrita por AOAC (2007), que consiste em secagem da matéria orgânica úmida em estufa a 105°C até peso constante. Os resultados foram obtidos em porcentagem (%).

4.2.4.2 Determinação de cinzas

Foi realizada em triplicata, por meio de incineração da amostra em mufla à 550° C até a queima de toda matéria orgânica (AOAC, 2007). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

4.2.4.3 Determinação de proteínas

O teor de proteínas foi determinado através da avaliação do nitrogênio total da amostra pelo método KJELDAHL, e em seguida o valor obtido foi multiplicado pela constante 6,25,

que é o fator de conversão padronizado para produtos cárneos (AOAC, 2007). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

4.2.4.4 Determinação de lipídios

A determinação de lipídeos foi realizada em triplicata conforme o método descrito por Bligh e Dyer (1959), em que a extração da gordura é realizada à frio por meio do solvente orgânico clorofórmio e, em seguida, uma alíquota de 5 ml foi depositada em um béquer previamente tarado, e levada para secagem em estufa, à 105°C, por 3 h, para que ocorresse a evaporação do solvente, restando no béquer somente resíduo gorduroso. Em seguida, o béquer contendo esse resíduo foi pesado, os resultados inseridos em uma fórmula matemática e os resultados expressos em porcentagem (%).

4.2.4.5 Determinação do pH

Para determinação de pH utilizou-se o pHmetro digital modelo mPA-210 (Tecnopon, São Paulo, Brasil) previamente calibrado com soluções tampão 4 e 7. A determinação de pH ocorreu por meio da inserção da sonda diretamente em 3 pontos diferentes do produto.

4.2.4.6 Determinação da cor instrumental

A leitura foi realizada em colorímetro, modelo ColorFlex45/0 (Hunterlab, EUA), com configurações iluminantes D65, ângulo do observador 10°, com o Software Universal versão 4.10, no sistema de cor CIELab, sob os parâmetros luminosidade (L^*), intensidade da cromaticidade vermelha (a^*) e intensidade da cromaticidade amarela (b^*). Para a análise de cor instrumental, 2 amostras de cada tratamento foram colocadas para degelo sob refrigeração, por aproximadamente 20 h. Em seguida, elas foram armazenadas em temperatura ambiente, por aproximadamente 10 min e a análise realizada. Foram realizadas 6 leituras em cada amostra, de cada tratamento, sendo 3 leituras em cada lado de cada hambúrguer.

4.2.4.7 Determinação de oxidação lipídica (TBARS)

As substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram determinadas de acordo com a metodologia proposta por Vynche (1970), com modificações, para os diferentes

tratamentos. Para a análise, os hambúrgueres foram colocados para degelo em refrigeração, com temperatura de 4°C, durante aproximadamente 12 h. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas em multiprocessador (Philco, Joinville – SC – Brasil), pesadas aproximadamente 2 g, dentro de um tubo Falcon de 50 ml, acrescentado em cada tubo 10 ml de ácido tricloroacético (TCA), turreadas em ultraturrex Turrattec (modelo TE – 102, Tecnal) para reduzir as partículas da amostra e envolve-las com o TCA. Em seguida, as amostras foram filtradas, utilizando filtro de papel, em tubo de vidro de 70 ml, e depois transferidas para outro tubo de vidro, com capacidade para 30 ml, onde foi pipetado, utilizando pipeta automática, 5 ml de ácido tiobarbitúrico (TBA), tampadas e deixadas em banho maria, à 96° C, durante 40 min. Após esse tempo, as amostras foram resfriadas em água em temperatura ambiente, até atingirem temperatura suportável para contato do tubo com as mãos e a leitura foi realizada em espectrofotômetro modelo Ultrospec® 3000 (Pharmacia Biotech), na absorbância de 532 nm, utilizando solução referência (“branco”), para zerar o equipamento. As análises foram feitas em triplicata e o valor de TBARS calculado a partir da curva de malonaldeído e expresso em mg de malonaldeído/kg amostra (mg MDA/kg).

4.2.4.8 Análise de Perfil de Textura (TPA)

A análise de perfil de textura foi realizada em Texturômetro (TA-XTPlus, Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido) sob os parâmetros de dureza, coesividade, mastigabilidade e elasticidade. As amostras foram dispostas em assadeira antiaderente e levadas ao forno elétrico, previamente aquecido, e assadas em temperatura de 100°C, até que atingissem 72°C no centro geométrico. Após resfriarem em temperatura ambiente, foram moldadas utilizando cortador cilíndrico de aço inox de 2,3 cm de diâmetro. O *probe* cilíndrico utilizado foi de 2,5 cm de diâmetro, e a taxa de compressão foi de 50%. O software Texture Exponent 32 (versão 1.0.0.68, StableMicro Systems, Vienna Court, UK) foi usado para obter os dados. Foram realizadas 10 repetições de cada tratamento.

4.2.4.9 Rendimento

Para análise de rendimento após cozimento, 2 hambúrgueres de cada tratamento foram pesados em balança semi – analítica (Gehaka, modelo BG 2000, São Paulo – SP – Brasil), dispostos em assadeira antiaderente e levados ao forno elétrico, previamente aquecido, e assados em temperatura de 100°C, até que atingissem 72°C no centro geométrico. Após resfriarem em temperatura ambiente, os hambúrgueres foram novamente pesados na balança

semi – analítica e os dados inseridos na fórmula matemática expressa abaixo e descrita por Berry (1992), para obtenção do percentual (%) de rendimento de cozimento.

$$\% \text{ rendimento de cozimento} = \frac{\text{peso cozido (g)}}{\text{peso cru (g)}} \times 100$$

4.2.4.10 Encolhimento após tratamento térmico

Para a verificação do encolhimento após tratamento térmico, foram coletadas as medidas das extremidades, nas direções vertical e horizontal, e em seguida realizado cálculo de diâmetro, de 2 hambúrgueres de cada tratamento, utilizando paquímetro digital (King Tools, modelo 502.150 BL), de 150 mm com precisão de 0,01 mm, antes do tratamento térmico. Em seguida, os hambúrgueres foram dispostos em assadeira antiaderente e levados ao forno elétrico, previamente aquecido, e assados em temperatura de 100°C, até que atingissem 72°C no centro geométrico. Após resfriarem em temperatura ambiente, as medidas das extremidades, nas direções vertical e horizontal, foram novamente coletadas e o percentual de redução de diâmetro, foi calculado, conforme descrito por Berry (1992), utilizando a fórmula matemática apresentada abaixo:

$$\% \text{ encolhimento} = \frac{(\text{diâmetro hamb. cru} - \text{diâmetro hamb. cozido})}{\text{Diâmetro hamb. cru}} \times 100$$

4.2.4.11 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada em outubro de 2022, no laboratório de análise sensorial, do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos (DETA), do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE – UNESP), na cidade de São José do Rio Preto – SP.

Para a produção dos hambúrgueres foram utilizadas as Boas Práticas de Fabricação (BPFs) durante a produção e preparo, e os hambúrgueres foram submetidos a análise microbiológica para verificar se estavam adequados quanto ao padrão microbiológico, estabelecido pela Instrução Normativa nº 161, de 1 de julho de 2022.

Foram recrutados 68 consumidores, de ambos os sexos, com idade média de 25 anos, pertencentes à comunidade interna do IBILCE e que atendiam aos seguintes requisitos: ser consumidor de hambúrguer, ter idade igual ou superior a 18 anos, não ter alergia e/ou

intolerância alimentar aos ingredientes utilizados nas formulações, não ter dificuldades para mastigar e/ou deglutir e não estar gestante. O projeto (CAAE: 58978522.6.0000.5466) para realização da análise sensorial foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE), e aprovado sob parecer de nº 5. 627. 747 (Anexo 1).

A análise foi realizada em 2 sessões (2 dias consecutivos, nos períodos da manhã e da tarde), para evitar fadiga sensorial, devido ao elevado número de amostras. O ambiente era climatizado, com temperatura de 24°C. Em cada etapa foram ofertadas 4 amostras, balanceadas e codificadas com códigos aleatórios de 3 dígitos.

Os hambúrgueres foram assados em forno elétrico, em temperatura média de 180°C, até que, por meio de um termômetro espeto fosse verificada a temperatura de 72°C no centro geométrico. Após estarem cozidos, foram cortados em 6 pedaços, dispostos em béqueres ou refratários de vidro, previamente identificados com o nome de cada tratamento, cobertos com papel alumínio e armazenados em estufa modelo TE – 394/2 (Tecnal – Equipamentos Científicos - Piracicaba – SP) de uso exclusivo para alimentos, com temperatura de 70°C, até o momento de serem porcionados.

Para a realização da análise foram utilizadas 6 cabines individuais, sob luz branca. O consumidor, ao entrar, era orientado a higienizar a cabine com álcool 70% e em seguida apertar o interruptor que acendia a luz, que indicava aos analistas que ele já estava preparado para iniciá-la.

Primeiramente foram entregues aos consumidores, o Termo de Consentimento Livre-Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1), em 2 vias e a ficha de caracterização do consumidor (Figura 2) e orientados que, após leitura, eventual consentimento e assinatura do TCLE, deveriam preencher a ficha de caracterização. Em seguida, o TCLE assinado e a ficha de caracterização foram recolhidos e iniciada a oferta das amostras.

Quanto ao grau de gostar, 92,65% dos consumidores relataram “gostar muito” de hambúrguer, enquanto 7, 35% relataram “gostar pouco”. Já sobre a frequência de consumo, 10% dos consumidores referiram consumir hambúrguer de 2 -3 vezes/semana, 46% relataram consumo de 1 vez por semana e 44% pontuaram consumo quinzenal.

Na ficha de avaliação (Figura 3), o consumidor foi orientado a provar a amostra e em seguida avaliar, por meio da escala hedônica estruturada de 9 pontos, os atributos de cor, sabor, textura e aceitação global e, por último, avaliar por meio da escala de intenção de compra de 5 pontos, se compraria aquela amostra.

As amostras foram apresentadas de maneira monádica e balanceada, em uma bandeja que continha a amostra sobre um guardanapo de papel codificado, copo de água filtrada para limpeza das papilas gustativas, ficha de aceitação e lápis grafite.

Figura 2 - Ficha de caracterização do consumidor.

Nome: _____	Idade: _____	Sexo: M () F ()
Você possui alguma alergia ou intolerância a carne, soja, açaí, pitaya ou temperos? Sim () Não ()		
Você possui alguma dificuldade para mastigar ou engolir? Sim () Não ()		
Utilizando a escala abaixo, indique o quanto você gosta ou desgosta de hambúrguer:		
() Gosto muito		
() Gosto pouco		
() Indiferente		
() Desgosto pouco		
() Desgosto muito		
Com que frequência, em média, você consome hambúrguer?		
() 4 vezes/semana ou mais		
() 2-3 vezes/semana		
() 1 vez/semana		
() 1 vez/quinzena		
() Não consumo		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 - Ficha de avaliação.

Nome: _____	Data: ____/____/____								
Você está recebendo uma amostra de hambúrguer. Por favor, prove-a e avalie cada item segundo a escala abaixo:									
9 – Gostei extremamente	Código da amostra: _____ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px 5px;">Cor</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px 5px;">Sabor</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px 5px;">Textura</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px 5px;">Aceitação global</td><td></td></tr> </table>	Cor		Sabor		Textura		Aceitação global	
Cor									
Sabor									
Textura									
Aceitação global									
8 – Gostei muitíssimo									
7 – Gostei moderadamente									
6 – Gostei levemente									
5 – Não gostei, nem desgostei									
4 – Desgostei levemente									
3 – Desgostei moderadamente									
2 – Desgostei muitíssimo									
1 – Desgostei extremamente									
Assinale, para esta amostra, qual seria sua intenção de compra:									
() Eu certamente compraria esta amostra									
() Eu provavelmente compraria esta amostra									
() Tenho dúvidas se compraria ou não esta amostra									
() Eu provavelmente não compraria esta amostra									
() Eu certamente não compraria esta amostra									
Comentários: _____									

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Tratamento estatístico

Os resultados são expressos como valores médios e erro padrão da média. Os dados de análise (composição centesimal, pH, cor, oxidação lipídica, perfil de textura, perdas por cozimento e encolhimento após tratamento térmico) são consideradas variáveis dependentes e os tempos de armazenamento e tratamentos como variáveis fixas. Cada repetição de processamento é considerada como um efeito randomizado. Os dados foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com um nível de significância $p < 0,05$. As médias de composição centesimal do parâmetro umidade foram comparadas pelo teste de Fisher LSD, pois não foi possível compará-las pelo teste de Tukey.

Para a análise sensorial os resultados são tratados como variáveis dependentes e os tratamentos e consumidores são considerados fatores aleatórios. Os dados foram analisados estatisticamente usando o modelo GLM (General Linear Model), e as médias foram comparadas usando o teste Tukey ($p < 0,05$). Os dados de análise sensorial também foram analisados utilizando Análise de Componentes Principais (ACP).

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software STATISTICA versão 7.0 da Statsoft Inc.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização da matéria-prima cárnea utilizada

Os resultados de composição centesimal das matérias-primas cárneas e caracterização físico – químicas da proteína concentrada texturizada de soja utilizadas estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal das matérias-primas cárneas.

	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)
Acém bovino	73,02	1,12	19,39	1,60
Toucinho Suíno	13,26	0,31	3,49	74,14

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores encontrados na matéria prima cárnea acém para umidade, cinzas e proteínas, se assemelharam aos valores descritos pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), que são 72,7%, 0,9% e 19,4%, respectivamente. Somente o valor de lipídios que, neste trabalho, apresentou valor inferior ao descrito na tabela TACO (5,9%).

Quanto ao toucinho suíno, os valores de umidade e proteínas encontrados foram inferiores, enquanto cinzas e lipídios apresentaram resultados congruentes com os mostrados na TACO.

A Tabela 3 mostra os valores médios de composição centesimal dos hambúrgueres.

Tabela 3 - Composição centesimal de hambúrgueres.

Tratamentos	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)
C	63,90 ^{ab}	1,72	13,52	9,44 ^a
CE	64,84 ^a	1,85	13,87	8,55 ^{ab}
CEP	61,84 ^b	2,03	13,38	5,94 ^{cd}
CEA	62,00 ^b	2,35	14,16	8,56 ^{ab}
C50	61,89 ^b	2,66	14,29	7,55 ^{abc}
C50E	64,96 ^a	2,79	14,59	5,23 ^d
C50EP	63,53 ^{ab}	2,74	14,52	5,54 ^d
C50EA	63,40 ^{ab}	2,78	14,67	7,17 ^{bcd}
SEM	0,353	0,124	0,143	0,326
<i>p-value</i>	0,046	0,056	0,115	0,000

Fonte: Elaborado pelo autor.

a, b, c, d Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, analisados em um mesmo tempo. SEM: Erro padrão da média. p-value: valor de significância.

C- controle contendo carne bovina e sem adição de antioxidante; **CE** – carne bovina e eritorbato de sódio; **CEP** – carne bovina e extrato de pitaya; **CEA** - carne bovina e extrato de açaí; **C50** – redução de 50% de carne bovina, sem antioxidante; **C50E** - redução de 50% de carne bovina, e eritorbato de sódio; **C50EP** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de pitaya; **C50EA** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de açaí.

Os tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa ($p > 0,05$) nos parâmetros de cinzas e proteínas. Quanto à lipídios, a substituição de carne bovina por proteína de soja não interferiu na composição de lipídios. Comprova essa afirmação a semelhança estatística ($p > 0,05$) observada entre os tratamentos CEP, C50E, C50EP e C50EA, assim como entre os tratamentos C, CE e C50.

Resultados de cinzas foram semelhantes aos expostos por Turgut, Isikçi e Soyer (2017), ao avaliarem a composição centesimal de almôndegas de carne bovina adicionadas de extrato de casca de romã.

Bakhsh et al. (2021) ao avaliarem os dados de composição centesimal de hambúrgueres bovinos com substituição de 10 % a 40% de carne por proteína texturizada de soja, relataram que as formulações contendo a proteína de soja apresentaram valores de umidade e lipídios menores que o tratamento controle. Além disso notaram que a adição de proteína texturizada reduziram os valores de cinzas.

As informações descritas no parágrafo anterior discordam dos resultados encontrados no presente estudo, pois neste a substituição de carne bovina por proteína concentrada de soja, não fez com que os valores de lipídios fossem menores, provavelmente devido ao baixo teor de lipídios da matéria – prima carne (acém) utilizada. Assim como não foi observada diferença estatística significativa ($p > 0,05$) nos parâmetros de cinzas, mesmo com a substituição de 50% de carne bovina por proteína concentrada de soja.

5.2 pH

Os resultados de pH estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - pH de hambúrgueres ao longo do período de estocagem.

Tratamentos	0	30	60	90	SEM	<i>p-value</i>
C	5,58 ^{Bbc}	5,80 ^{ABcd}	5,83 ^{Aabc}	5,68 ^{ABbc}	0,034	0,026
CE	5,53 ^{Cbc}	5,82 ^{Abcd}	5,75 ^{ABc}	5,59 ^{BCc}	0,033	0,001
CEP	5,39 ^{Bc}	5,68 ^{Ade}	5,78 ^{Abc}	5,72 ^{Aabc}	0,034	0,000
CEA	5,40 ^{Dc}	5,57 ^{Ce}	5,89 ^{Aabc}	5,73 ^{Babc}	0,041	0,000
C50	5,88 ^a	5,92 ^{abc}	5,89 ^{abc}	5,89 ^a	0,021	0,940
C50E	5,79 ^{Bab}	6,01 ^{Aa}	5,98 ^{ABa}	5,92 ^{ABa}	0,030	0,039
C50EP	5,91 ^a	6,04 ^a	5,98 ^{ab}	5,88 ^{ab}	0,028	0,137
C50EA	5,86 ^{ABa}	5,99 ^{Aab}	5,94 ^{ABabc}	5,75 ^{Babc}	0,033	0,040
SEM	0,035	0,026	0,019	0,021	-	-
<i>p-value</i>	0,000	0,000	0,002	0,000	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

a, b, c, d, e Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, analisados em um mesmo tempo. ^{A, B, C} Letras maiúsculas diferentes em uma mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) de um mesmo tratamento, ao longo do tempo de análise. SEM: Erro padrão da média. *p-value*: valor de significância.

C- controle contendo carne bovina e sem adição de antioxidante; **CE** – carne bovina e eritorbato de sódio; **CEP** – carne bovina e extrato de pitaya; **CEA** - carne bovina e extrato de açaí; **C50** – redução de 50% de carne bovina, sem antioxidante; **C50E** - redução de 50% de carne bovina, e eritorbato de sódio; **C50EP** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de pitaya; **C50EA** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de açaí.

A redução da carne e a adição de proteína texturizada de soja nos hambúrgueres contribuíram para o aumento do pH (Tabela 3). Em 0 dia, o pH de C50, C50EP, C50EA foi maior ($p < 0,05$) que C, CE, CEP e CEA. Em 30 dias de estocagem, o pH de C50E, C50EP, C50EA foram maiores ($p < 0,05$) que C, CEP e CEA. Em 60 dias de estocagem, C50 apresentou

pH maior ($p < 0,05$) que CE e CEP, e em 90 dias C50 e C50E foram maiores ($p < 0,05$) que C e CE.

Foi possível observar que no dia 0, esses tratamentos não diferiram ($p > 0,05$) entre si. Resultados semelhantes foram descritos por Pateiro et al. (2018) que, ao avaliar a adição de extrato de guaraná como estratégia para prolongar a vida útil de hambúrgueres suínos, relatou que o pH dos tratamentos não sofreu diferenças significativas no início do período de armazenamento.

Quanto aos tratamentos com redução de carne bovina notou-se que a adição de proteína de soja aumentou os valores de pH. De Lima Guterres et al. (2023) também observaram aumento do pH em hambúrgueres suínos com substituição de 50% de gordura por emulsões hidrogelificadas de óleo de linhaça adicionadas de diferentes concentrações de proteína isolada de ervilha, em especial nas maiores concentrações de proteína de ervilha. Uma hipótese que esses autores levantaram para explicar esse fato foi a possibilidade da proteína de ervilha ter sofrido reações proteolíticas, o que liberou compostos alcalinos. Essa hipótese também pode ser utilizada para explicar os maiores valores de pH nos tratamentos que continham proteína de soja. Também é notório que as formulações C50 e C50EP apresentaram comportamento semelhante durante todo o período de estocagem.

Bakhsh et al. (2021) estudaram as propriedades físico-químicas e sensoriais de hambúrgueres bovinos com substituição de 10 % a 40% de carne por proteína texturizada de soja. Para a análise de pH, esses autores a realizaram em hambúrgueres crus e cozidos e notaram que, nos hambúrgueres crus, não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, o que diverge do estudo atual, porém nos hambúrgueres cozidos, observou-se maiores valores de pH, onde o tratamento com substituição de 40% de carne por proteína texturizada de soja, exibiu o valor mais expressivo (6,46). Os autores acreditam que esse aumento no pH, em especial nos tratamentos com maiores percentuais de proteína texturizada de soja, deve-se à discreta característica alcalina da proteína de soja.

Quando se fez a avaliação de cada tratamento durante o período de armazenamento, observou-se que os tratamentos variaram estatisticamente entre os tempos, com exceção dos tratamentos C50 e C50EP, que não apresentaram diferença significativa estatisticamente ($p > 0,05$).

5.3 Cromaticidade

5.3.1 Luminosidade (L^*), intensidade da cor vermelha (a^*) e intensidade da cor amarela (b^*)

A Tabela 5 apresenta os resultados de L^* , a^* e b^* dos tratamentos de hambúrgueres ao longo do período de estocagem.

Tabela 5 - Parâmetros L*, a* e b* dos tratamentos de hambúrgueres ao longo do período de estocagem.

Parâmetros	Tratamentos	0	30	60	90	SEM	p- value
L*	C	47,44 ^{cd}	47,13 ^{cd}	46,20 ^c	46,54 ^{bc}	0,404	0,702
	CE	46,08 ^{Ad}	43,36 ^{ABe}	43,63 ^{ABc}	42,91 ^{Bd}	0,401	0,022
	CEP	45,68 ^{de}	44,36 ^{de}	45,26 ^c	45,15 ^{cd}	0,395	0,698
	CEA	43,04 ^e	41,48 ^e	43,46 ^c	42,69 ^d	0,342	0,198
	C50	53,30 ^a	52,71 ^a	52,79 ^a	52,43 ^a	0,302	0,787
	C50E	52,26 ^{ab}	51,71 ^{ab}	51,22 ^{ab}	51,99 ^a	0,290	0,633
	C50EP	51,83 ^{ab}	50,81 ^{ab}	52,92 ^a	52,72 ^a	0,311	0,062
	C50EA	49,73 ^{bc}	48,83 ^{bc}	49,57 ^b	48,57 ^b	0,305	0,473
	SEM	0,336	0,369	0,364	0,376	-	-
	p- value	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
a*	C	8,84 ^{Abc}	5,56 ^{Bcde}	5,19 ^{Bcd}	4,89 ^{Bc}	0,195	0,00
	CE	10,36 ^{Aa}	6,16 ^{Bbcd}	5,95 ^{Bbc}	5,88 ^{Bb}	0,245	0,00
	CEP	9,40 ^{Aab}	6,91 ^{Bb}	6,41 ^{BCb}	5,91 ^{Cb}	0,180	0,00
	CEA	8,22 ^{Acd}	5,34 ^{Bde}	4,61 ^{BCd}	3,97 ^{Cd}	0,202	0,00
	C50	7,75 ^{Ad}	6,73 ^{Bb}	6,38 ^{Bb}	6,19 ^{Bb}	0,106	0,000
	C50E	8,24 ^{Acd}	6,26 ^{Bbc}	6,15 ^{Bb}	5,86 ^{Bb}	0,129	0,000
	C50EP	9,47 ^{Aab}	7,96 ^{Ba}	7,39 ^{BCa}	7,13 ^{Ca}	0,132	0,000
	C50EA	5,55 ^{Ae}	4,95 ^{Be}	4,29 ^{Cd}	4,77 ^{Bc}	0,078	0,000
	SEM	0,130	0,094	0,104	0,093	-	-
	p- value	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
b*	C	15,02 ^d	14,46 ^d	14,54 ^c	14,27 ^d	0,146	0,305
	CE	14,29 ^{de}	13,82 ^d	13,69 ^c	13,54 ^d	0,131	0,204
	CEP	13,42 ^{ef}	13,65 ^d	13,47 ^{cd}	13,37 ^d	0,129	0,884
	CEA	12,55 ^f	12,40 ^e	12,54 ^d	12,03 ^e	0,129	0,464
	C50	19,81 ^a	19,25 ^a	19,02 ^a	19,46 ^a	0,128	0,157
	C50E	19,48 ^a	18,93 ^{ab}	19,18 ^a	19,07 ^{ab}	0,138	0,548
	C50EP	18,09 ^b	17,99 ^b	18,50 ^a	17,97 ^b	0,144	0,536
	C50EA	16,33 ^c	16,06 ^c	15,78 ^b	15,96 ^c	0,107	0,341
	SEM	0,208	0,199	0,204	0,215	-	-
	p- value	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

a, b, c, d, e Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, analisados em um mesmo tempo. A, B, C Letras maiúsculas diferentes em uma mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) de um mesmo tratamento, ao longo dos tempos de análise. SEM: Erro padrão da média. p-value: valor de significância.

C- controle contendo carne bovina e sem adição de antioxidante; **CE** – carne bovina e eritorbato de sódio; **CEP** – carne bovina e extrato de pitaya; **CEA** - carne bovina e extrato de açaí; **C50** – redução de 50% de carne bovina, sem antioxidante; **C50E** - redução de 50% de carne bovina, e eritorbato de sódio; **C50EP** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de pitaya; **C50EA** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de açaí.

Os tratamentos de hambúrgueres híbridos apresentaram as maiores taxas de luminosidade e apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), quando foram comparados aos tratamentos contendo somente carne bovina. Isso pode ter acontecido devido à cor natural da proteína de soja ser mais clara que a cor da carne.

Os resultados descritos se assemelham aos observados no estudo realizado por GAO et al (2022). Nesse trabalho os autores substituíram gordura animal, em 4 concentrações diferentes (25%, 50%, 75% e 100%) por gelatina de couro bovino e obtiveram maiores valores de L^* , quando comparou-se esses tratamentos com o tratamento controle.

Pematilleke et al. (2021) não observaram aumento de luminosidade (L^*) em hambúrgueres adicionados de amido de tapioca, o que diverge do estudo atual.

Os tratamentos não apresentaram diferença significativa de luminosidade (L^*) entre os tempos, exceto o tratamento CE, onde foi observada redução da luminosidade, quando se comparou o 1º e o último dia de armazenamento.

Com relação à intensidade da cromaticidade vermelha (a^*), no dia 0 os tratamentos CE, CEP e C50EP não diferiram estatisticamente entre si, enquanto nos demais tempos, os tratamentos CE, CEP e C50 apresentaram o mesmo comportamento. Nesse mesmo período, o tratamento CE apresentou a maior média de intensidade da cromaticidade vermelha (10,36), seguido pelos tratamentos com adição de extrato de pitaya (C50EP e CEP), com 9,47 e 9,40 respectivamente, porém com o decorrer do tempo de estocagem, observou-se que o tratamento C50EP foi o que apresentou as maiores médias de intensidade da cromaticidade vermelha. Diante desses resultados, denota-se que o extrato de pitaya, na concentração aplicada, é eficiente para garantir a coloração vermelha em hambúrguer bovino, assim como concluiu Bellucci et al., (2021). Essa característica é apreciada pelo consumidor e relevante na decisão de compra, pois remete à frescor e com segurança nutricional e microbiológica, para o consumo (FEUZ, NORWOOD e RAMANATHAN, 2020; SUMAN et al., 2014).

O contrário pode ser observado no tratamento com carne bovina e adição de extrato de açaí, que apresentou redução expressiva da intensidade da cromaticidade vermelha, quando comparado o 1º dia de análise (tempo 0) com o último (tempo 90). O tratamento contendo carne bovina e extrato de açaí (CEA) não diferiu estatisticamente ao tratamento C, exceto no último ponto de análise (dia 90), quando C apresentou maior valor de a^* .

Bellucci et al. (2021) ao estudarem os efeitos do extrato de polpa de açaí, aplicado em diferentes concentrações em hambúrgueres suínos armazenados sob refrigeração, observaram que o extrato de açaí aplicado na concentração de 750 e 500 ppm, reduziu o valor de a^* , nos 5 primeiros dias de armazenamento, porém, ao final do período de armazenamento, o açaí foi capaz de manter a intensidade da cromaticidade vermelha, quando comparado ao tratamento controle, sem adição de antioxidante.

Turan e Simşek (2021) relataram que o extrato de amora preta liofilizado, aplicado em hambúrguer bovino, foi capaz de manter a intensidade da cromaticidade vermelha nesse produto, que no estudo foi armazenado em refrigeração, sob condições aeróbicas e à vácuo.

O açaí é um fruto que contém antocianinas, que de acordo com Cavalcanti, Santos e Meireles (2011), é um composto cuja estabilidade da cor pode ser afetada por variáveis como pH, luz, íons metálicos, temperatura, oxigênio, entre outros. Com esta informação, pode-se sugerir que o extrato de açaí, utilizado no presente estudo, não performou positivamente como nos estudos descritos na literatura, pois as antocianinas nele presentes, sofreu a ação degradante de algumas das condições acima citadas.

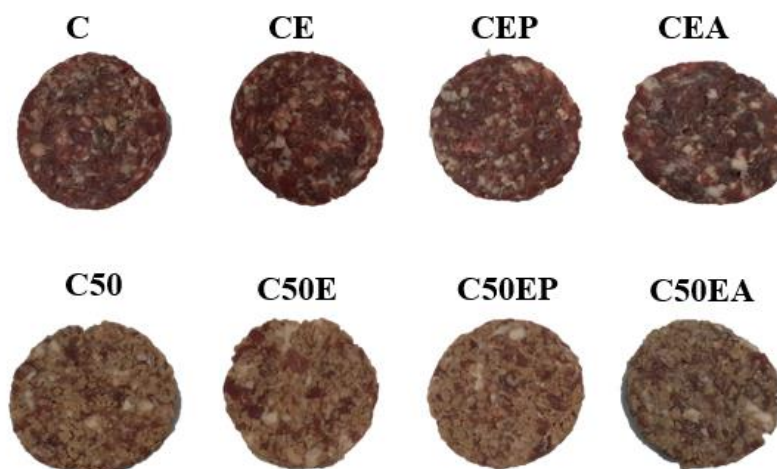
Os hambúrgueres híbridos apresentaram os maiores valores de intensidade da cromaticidade amarela, comparados aos tratamentos formulados somente com carne bovina. Uma hipótese para explicar esse fato seria a coloração amarelada da proteína de soja. Esse resultado foi similar ao descrito por Gao et al. (2022), que percebeu que os valores de b^* de hambúrgueres adicionados de gelatina de couro bovino, em substituição à gordura, apresentaram altos valores de intensidade da cromaticidade amarela, e associaram esse fato a coloração amarela da gelatina de couro.

Bellucci et al. (2021) descreve que o aumento da concentração de extrato de açaí, diminui os valores de b^* . Prommachart et al. (2020) também observaram que o aumento da concentração de extrato de arroz preto em hambúrgueres bovinos, foi inversamente proporcional à redução da intensidade da cromaticidade amarela, ou seja, quanto maior a quantidade de extrato aplicada, menor foi a taxa de b^* . No presente estudo, quando se comparou os tratamentos em cada período, pode-se observar que as menores médias de intensidade da cromaticidade amarela, foram observadas no tratamento que continha carne e extrato de açaí (CEA). A coloração naturalmente violeta ou púrpura escuro do extrato de açaí, pode ser um explicativo para o resultado.

Cada tratamento não apresentou diferença estatística significativa ($p > 0,50$) durante todo o período de estocagem.

A Figura 4 apresenta os hambúrgueres antes do tratamento térmico.

FIGURA 4 - Fotografia dos hambúrgueres antes do tratamento térmico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

C- controle contendo carne bovina e sem adição de antioxidante; **CE** – carne bovina e eritorbato de sódio; **CEP** – carne bovina e extrato de pitaya; **CEA** - carne bovina e extrato de açaí; **C50** – redução de 50% de carne bovina, sem antioxidante; **C50E** - redução de 50% de carne bovina, e eritorbato de sódio; **C50EP** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de pitaya; **C50EA** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de açaí.

5.4 Oxidação lipídica (TBARS)

A tabela 6 apresenta os resultados de oxidação lipídica.

Tabela 6 - Oxidação lipídica dos tratamentos de hambúrgueres ao longo do período de estocagem.

Tratamentos	0	30	60	90	SEM	<i>p-value</i>
C	0,245 ^{Bab}	0,476 ^{AB}	0,658 ^{Aab}	0,699 ^{Ab}	0,049	0,000
CE	0,180 ^{Cb}	0,288 ^{BC}	0,388 ^{ABbc}	0,483 ^{Abc}	0,033	0,002
CEP	0,172 ^{Cb}	0,354 ^{BC}	0,588 ^{ABabc}	0,669 ^{Ab}	0,050	0,000
CEA	0,208 ^{Cb}	0,565 ^{BC}	0,735 ^{ABa}	1,170 ^{Aa}	0,080	0,000
C50	0,223 ^b	0,466	0,321 ^c	0,368 ^c	0,032	0,060
C50E	0,295 ^{ab}	0,497	0,355 ^c	0,360 ^c	0,033	0,255
C50EP	0,279 ^{ab}	0,540	0,348 ^c	0,315 ^c	0,048	0,336
C50EA	0,362 ^a	0,375	0,375 ^{bc}	0,373 ^c	0,017	0,993
SEM	0,013	0,034	0,030	0,044	-	-
<i>p-value</i>	0,001	0,386	0,000	0,000	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

a, b, c Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, analisados em um mesmo tempo. A, B, C Letras maiúsculas diferentes em uma mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) de um mesmo tratamento, ao longo dos tempos de análise. SEM: Erro padrão da média. *p-value*: valor de significância.

C- controle contendo carne bovina e sem adição de antioxidante; **CE** – carne bovina e eritorbato de sódio; **CEP** – carne bovina e extrato de pitaya; **CEA** - carne bovina e extrato de açaí; **C50** – redução de 50% de carne bovina, sem antioxidante; **C50E** - redução de 50% de carne bovina, e eritorbato de sódio; **C50EP** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de pitaya; **C50EA** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de açaí.

A adição de proteína concentrada de soja contribuiu para reduzir a oxidação lipídica, mostrando potencial antioxidante. No dia 0, os tratamentos C50E, C50EP e C50EA apresentaram o maior valor de oxidação lipídica, juntamente com o C. No entanto, no dia 60, os tratamentos com adição de proteína de soja, juntamente com CE e CEP, apresentaram os menores valores de oxidação. Tal comportamento pode sugerir que a proteína de soja retardou a oxidação lipídica. Os tratamentos com proteína de soja não apresentaram diferença significativa entre os tempos de análise, o que reforça a ideia de que a proteína de soja, na concentração utilizada, mostrou-se um ingrediente capaz de retardar a oxidação lipídica.

No dia 30, os tratamentos não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$). Segundo Pateiro et al. (2018), o valor máximo de oxidação aceito é de 2,0 mg MDA/kg. Portanto, após 90 dias de armazenamento, os valores não ultrapassaram o descrito pela literatura.

O extrato de pitaya, que também teve sua capacidade de estabilidade oxidativa avaliada neste trabalho, mostrou-se eficaz em inibir a oxidação lipídica no tratamento que continha redução de carne bovina e adição de proteína de soja (C50EP), porém apresentou maiores

valores de oxidação no tratamento sem redução de carne bovina (CEP). Belucci et al. (2021) avaliando 3 concentrações (250 mg/kg; 500 mg/kg e 1000 mg/kg) de extrato de pitaya aplicado em hambúrguer suíno, concluíram que as 3 concentrações foram eficazes em retardar a oxidação lipídica.

Ao analisar a capacidade antioxidante do extrato de açaí nos hambúrgueres híbridos, foi possível observar que no dia 0, o C50EA apresentou o maior valor de oxidação juntamente com C, C50E e C50EP, mas nos últimos pontos de armazenamento essa situação foi invertida. No dia 60, CEA teve a maior oxidação lipídica, assim como C e CEP. No último dia de armazenamento CEA foi o tratamento mais oxidado, enquanto C50EA juntamente com os demais tratamentos com proteína de soja e CE apresentaram os menores valores de oxidação. Diante dessa análise detalhada, foi possível verificar que, no hambúrguer bovino, o extrato de açaí não retardou a oxidação lipídica, mas em combinação com a proteína concentrada de soja, pode ser considerado um antioxidante eficaz.

5.5 Análise de Perfil de Textura (TPA)

A tabela 7 apresenta os resultados dos parâmetros de textura dos diferentes tratamentos de hambúrgueres.

Tabela 7 – Parâmetros de textura de hambúrgueres.

Tratamentos	Dureza (N)	Coesividade	Elasticidade	Mastigabilidade (N)
C	19,11 ^a	0,60 ^b	0,62	7,66
CE	17,86 ^{ab}	0,61 ^{ab}	0,61	7,15
CEP	14,64 ^{bc}	0,60 ^b	0,58	4,84
CEA	14,63 ^{bc}	0,62 ^{ab}	0,59	4,87
C50	13,92 ^c	0,63 ^{ab}	0,65	5,37
C50E	14,35 ^{bc}	0,64 ^{ab}	0,63	5,74
C50EP	16,73 ^{abc}	0,64 ^{ab}	0,62	7,02
C50EA	13,84 ^c	0,65 ^a	0,62	5,42
SEM	0,363	0,004	0,007	-
<i>p-value</i>	0,000	0,003	0,269	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

a, b, c Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, analisados em um mesmo tempo. SEM: Erro padrão da média. p-value: valor de significância.

C- controle contendo carne bovina e sem adição de antioxidante; **CE** – carne bovina e eritorbato de sódio; **CEP** – carne bovina e extrato de pitaya; **CEA** - carne bovina e extrato de açaí; **C50** – redução de 50% de carne bovina, sem antioxidante; **C50E** - redução de 50% de carne bovina, e eritorbato de sódio; **C50EP** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de pitaya; **C50EA** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de açaí.

Os parâmetros de textura em produtos cárneos são influenciados por variáveis como umidade e teor de gordura (KIM et al., 2018).

Os tratamentos C, CE e C50EP foram os que apresentaram maiores valores de dureza.

De acordo com Sun e Holley (2011), o calor oriundo do cozimento promove a gelificação das proteínas miofibrilares, o que é importante para os aspectos de textura do hambúrguer.

Os valores de coesividade ficaram em torno de 0,62. Os tratamentos com proteína de soja obtiveram resultados semelhantes ($p > 0,05$), comparados aos tratamentos sem redução de carne, para coesividade, sendo que os tratamentos que diferiram estatisticamente foram os tratamentos C e CEP, com relação ao tratamento C50EA.

Os tratamentos não apresentaram diferença significativa ($p > 0,50$) entre si, no parâmetro elasticidade.

5.6 Rendimento e encolhimento após tratamento térmico

A Tabela 8 mostra os resultados de rendimento e encolhimento após tratamento térmico dos diferentes tratamentos de hambúrgueres.

Tabela 8 - Rendimento e encolhimento após tratamento térmico de hambúrgueres.

Tratamentos	Rendimento (%)	Encolhimento (%)
C	76,25 ^{bc}	17,17 ^a
CE	73,50 ^c	18,07 ^a
CEP	76,14 ^{bc}	20,11 ^a
CEA	80,63 ^b	12,72 ^{ab}
C50	91,64 ^a	6,68 ^{bc}
C50E	89,07 ^a	7,38 ^{bc}
C50EP	89,03 ^a	6,63 ^{bc}
C50EA	90,95 ^a	3,46 ^c
SEM	1,330	1,171
<i>p-value</i>	0,000	0,000

Fonte: Elaborado pelo autor.

^{a, b, c} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, analisados em um mesmo tempo. SEM: Erro padrão da média. *p-value*: valor de significância.

C- controle contendo carne bovina e sem adição de antioxidante; **CE** – carne bovina e eritorbato de sódio; **CEP** – carne bovina e extrato de pitaya; **CEA** - carne bovina e extrato de açaí; **C50** – redução de 50% de carne bovina, sem antioxidante; **C50E** - redução de 50% de carne bovina, e eritorbato de sódio; **C50EP** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de pitaya; **C50EA** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de açaí.

Ao analisar o encolhimento todos os tratamentos que continham somente carne bovina diferiram estatisticamente ($p \leq 0,50$) de todos os hambúrgueres híbridos, exceto o tratamento CEA. Os tratamentos C, CE, CEP e CEA não continham proteína de soja e foram considerados estatisticamente iguais ($p < 0,05$), enquanto os tratamentos C50, C50E, C50EP e C50EA, continham proteína de soja e foram considerados iguais estatisticamente ($p > 0,05$).

Os tratamentos com substituição parcial de carne por proteína de soja obtiveram médias de redução de diâmetro menores do que os tratamentos sem redução da carne. Uma hipótese que pode explicar esse fato é a absorção de água pela proteína de soja, e consequente diminuição de perda de água durante o cozimento.

Kilincceker (2018) percebeu que a redução do diâmetro foi reduzida, ao adicionar 5% de amidos de milho, batata e ervilha em hambúrgueres.

Resultados semelhantes estatisticamente aos descritos sobre a taxa de encolhimento, foram observados ao avaliar rendimento após cozimento. Os 4 tratamentos que continham somente carne bovina não obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$), quanto ao rendimento após tratamento térmico, exceto o tratamento CE, que diferiu do tratamento CEA. Os 4 tratamentos sem redução de carne foram estatisticamente diferentes ($p \leq 0,05$) dos tratamentos que continham proteína de soja, que por sua vez apresentaram as maiores médias de rendimento após cozimento e não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre si.

Osman et al. (2022) também perceberam que a adição de amido de milho acetilado como substituto parcial de gordura animal em hambúrgueres fez com que eles tivessem menor perda de peso por cozimento, quando foram comparados ao tratamento controle (sem redução de gordura animal).

Sánchez - Zapata et al. (2010) referiram que a absorção de umidade e gordura em produtos cárneos foi determinada pela matriz proteica do produto. Comparando os resultados do atual estudo com a citação desses autores, pode-se dizer que a proteína concentrada de soja colaborou com a absorção de água e gordura e, por isso, a perda de peso por cocção foi menor nos tratamentos que continham proteína concentrada de soja, do que nos tratamentos sem redução de carne bovina (C, CE, CEP e CEA).

Bakhsh et al. (2021), também observaram maior rendimento após cozimento em hambúrgueres com substituição de carne bovina por várias concentrações de proteína de soja, comparados ao tratamento controle.

5.7 Análise Sensorial

5.7.1 Avaliação da aceitação

A Tabela 9 apresenta os valores médios de cada atributo sensorial dos diferentes tratamentos de hambúrguer.

Tabela 9 - Atributos sensoriais de hambúrgueres.

Tratamentos	Cor	Sabor	Textura	Aceitação Global
C	7,09 ^{ab}	7,00	6,49 ^c	6,79
CE	7,15 ^a	7,12	6,51 ^{bc}	6,85
CEP	7,16 ^a	7,09	6,87 ^{abc}	6,99
CEA	7,10 ^{ab}	6,93	6,72 ^{abc}	6,82
C50	5,66 ^c	6,65	7,01 ^{abc}	6,79
C50E	6,00 ^c	6,49	7,37 ^a	6,78
C50EP	6,21 ^{bc}	6,56	7,31 ^{ab}	6,68
C50EA	6,25 ^{abc}	6,44	7,09 ^{abc}	6,60
<i>p-value</i>	0,000	0,116	0,003	0,937

Fonte: Elaborado pelo autor.

a, b, c Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos. SEM: Erro padrão da média. p-value: valor de significância.

C- controle contendo carne bovina e sem adição de antioxidante; **CE** – carne bovina e eritorbato de sódio; **CEP** – carne bovina e extrato de pitaya; **CEA** - carne bovina e extrato de açaí; **C50** – redução de 50% de carne bovina, sem antioxidante; **C50E** - redução de 50% de carne bovina, e eritorbato de sódio; **C50EP** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de pitaya; **C50EA** - redução de 50% de carne bovina, e extrato de açaí.

Para o parâmetro de cor foi possível observar que os tratamentos sem redução de carne (C, CE, CEP e CEA) e o tratamento com redução de carne e adição de proteína concentrada de soja e extrato de açaí (C50EA) apresentaram as maiores médias de aceitação. Uma hipótese para esse fato é que os consumidores estão familiarizados com hambúrgueres de cor escura, pois a carne adquire essa cor quando cozida. O tratamento C50EA, mesmo reduzido de carne, apresentou coloração escurecida devido à coloração escura do açaí, o que favoreceu a aceitação dos consumidores.

Quanto ao atributo textura, CEP, CEA e os tratamentos com adição de proteína concentrada de soja, apresentaram os maiores valores de aceitação, enquanto o tratamento controle (C) apresentou uma das menores médias de aceitação. Esses resultados diferem dos apresentados por Santos et al. (2021). Neste estudo, os autores adicionaram banana verde e biomassa de maracujá, nas concentrações de 5% e 10% em hambúrgueres de frango. Observaram que os hambúrgueres adicionados com a biomassa tiveram menor aceitação no atributo textura, quando comparados ao tratamento controle. Para os atributos de sabor e aceitação global, não houve diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos mostrando que os consumidores aceitaram sensorialmente os hambúrgueres híbridos.

Argel et al. (2020), estudaram a substituição nos percentuais de 10% - 44% de carne suína por farinhas de lentilha, grão de bico, ervilha e feijão e, após análise sensorial com 60 consumidores não treinados, observaram que esses hambúrgueres foram sensorialmente aceitos, pois obtiveram notas acima de 5, na escala hedônica de 9 pontos. Porém, diferente do atual estudo, um tratamento controle não foi incluído na análise sensorial.

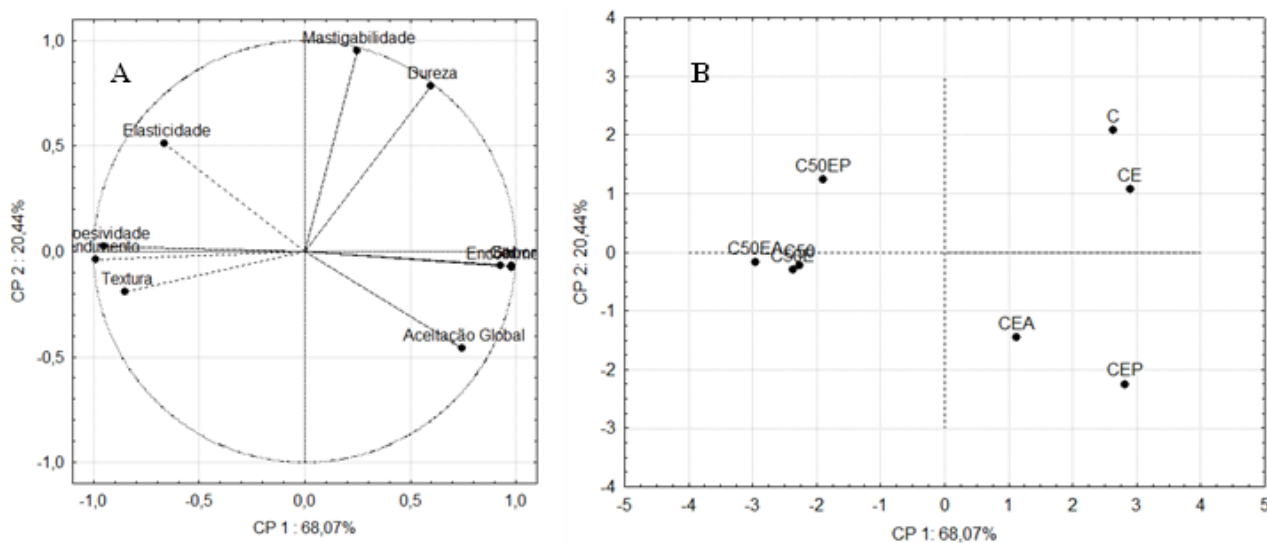
Lang (2020) realizou um estudo em que avaliou o grau de instrução dos consumidores sobre alimentos vegetais e a aceitação de hambúrguer híbrido de carne com cogumelos. O autor concluiu que os hambúrgueres híbridos foram altamente aceitos pelos consumidores e que estes relataram acreditar que os produtos híbridos são menos agressivos para o meio ambiente, mais saudáveis e despertam curiosidade, por serem novidade, comparados aos produtos cárneos tradicionais. Esse mesmo autor ainda refere que a aceitação do consumidor por um produto tradicional como o hambúrguer, misturado a ingredientes vegetais, é influenciada pelos conceitos de sabor, saudabilidade, impacto positivo no meio ambiente, custo e novidade.

Sogari et al. (2022), avaliaram a aceitação de um hambúrguer – híbrido de carne com cogumelos, por estudantes frequentadores de uma cantina universitária e concluíram que chamadas relacionadas à redução de impactos ambientais ao escolher um produto reduzido em carne, favorece a aceitação.

5.7.2 Análise de componentes principais (ACP)

A figura 5 apresenta a análise de componentes principais correlacionando características tecnológicas e sensoriais de hambúrgueres.

Figura 5 – Análise de componentes principais correlacionando características tecnológicas e sensoriais de hambúrgueres.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de componentes principais mostrou que o primeiro e o segundo componentes principais explicaram, respectivamente, 68,07% e 20,44% da variação dos dados (88,51% no total).

O primeiro componente principal foi explicado por “sabor, taxa de encurtamento e aceitação global (cargas fatoriais $\geq 0,7$ no componente principal 1) e “textura e rendimento” (cargas fatoriais $-0,7$ no componente principal 1) (Figura 5). A textura foi correlacionada positivamente com o rendimento, mas foi correlacionada negativamente com a aceitação global, encolhimento e sabor.

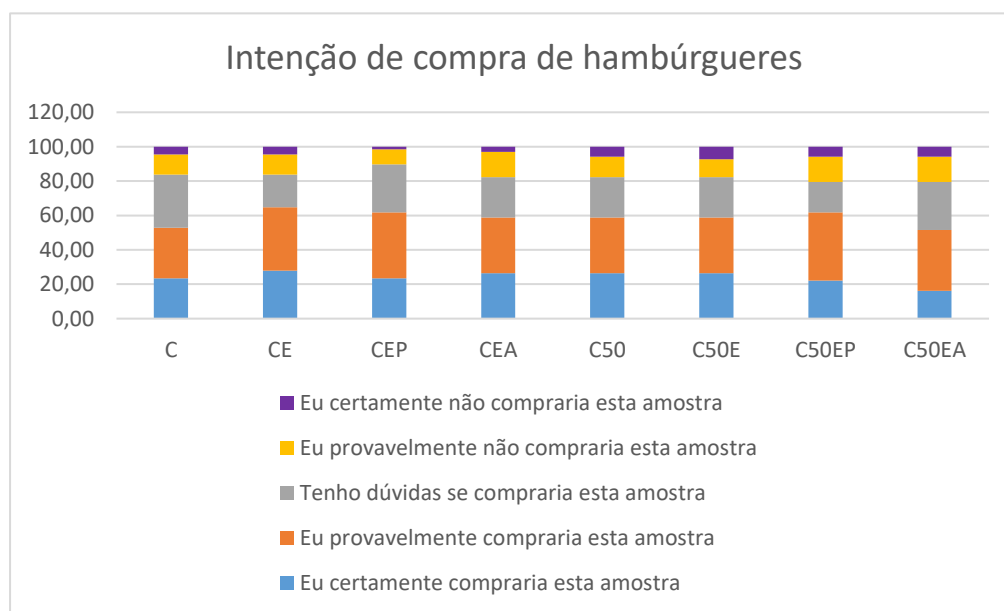
As amostras CEP e CEA foram descritas pelo sabor, encolhimento e aceitação global e apresentaram intensidades baixas de textura e rendimento. Da mesma forma, as amostras C50, C50E e C50EA, foram descritas por altas intensidades de textura e rendimento, porém apresentaram baixas intensidades de sabor, encolhimento e aceitação global.

O princípio do segundo componente é explicado pela “mastigabilidade e dureza” (cargas fatoriais $\geq 0,7$ no componente principal 2) e descrevem as amostras C e CE, que são tratamentos que apresentaram as maiores médias de dureza instrumental.

5.7.3 Intenção de compra

A Figura 6 mostra a intenção de compra de cada amostra de hambúrgueres.

Figura 6 - Intenção de compra de hambúrgueres.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio da Figura 6, foi possível identificar que a resposta “Eu certamente compraria esta amostra” apareceram em maior frequência nos tratamentos CE, CEA, C50 e C50E. Os consumidores também referiram dúvidas sobre a intenção de compra, principalmente quanto aos tratamentos C, CEP e C50EA, porém essa opção de resposta apareceu com menos frequência nos tratamentos CE e C50EP. A opção “Eu certamente não compraria esta amostra” apareceu com maior frequência nos tratamentos C50E, C50, C50EP e C50EA.

6. CONCLUSÃO

O extrato de pitaya, na concentração utilizada neste estudo, mostrou-se uma alternativa para melhorar a coloração vermelha em produtos cárneos híbridos. Quanto à propriedade antioxidante dos extratos de pitaya e açaí, ambos não apresentaram efeitos positivos quando adicionados em hambúrgueres bovinos, entretanto, quando adicionados em hambúrgueres híbridos, tanto o extrato de pitaya quanto o extrato de açaí mostraram efeito em retardar a oxidação lipídica neste tipo de produto, juntamente com a adição de proteína de soja concentrada. Os hambúrgueres híbridos foram sensorialmente aceitos pelos consumidores mostrando uma boa alternativa para reduzir a carne bovina nos produtos cárneos e na rotina alimentar dos consumidores que desejam reduzir o consumo de carne.

7. REFERÊNCIAS

- AKDOGAN, H. High moisture food extrusion. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 34, p. 195-207, 1999.
- AKSU, M.I., TURAN, E. Effects of lyophilized black carrot (*Daucus carota* L.) water extract on the shelf life, physico-chemical and microbiological quality of high-oxygen modified atmosphere packaged (HiOx-MAP) ground beef. **Journal of Food Science and Technology**, p. 1-11, 2021.
- AMARAL, A. B., DA SILVA, M. V., DA LANNES, S. C. S. Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors – A review. **Food Science and Technology**, v.38 (Suppl. 1), p.1–15, 2018.
- AOAC 2007.Official methods of analysis of AOAC International. **Association of Official Analysis Chemists International**. 2007.
- ARGEL, N. S.; RANALLI, N.; CALIFANO, A. N.; ANDRÉS, S. C. Influence of partial pork meat replacement by pulse flour on physicochemical and sensory characteristics of low-fat burgers. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 10, p. 3932-3941, 2020.
- BAGCHI, D., BAGCHI, M., STOHS, S. J., DAS, D. K., RAY, S. D., KUSZYNSKI, C. A., JOSHI, S. S., PRUESS, H. G. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. **Toxicology**, v. 148, n.2, p.187–197, 2000.
- BAKHSH, A., LEE, S.-J., LEE, E.-Y., HWANG, Y.-H., JOO, S.-T. Characteristics of beef patties substituted by different levels of textured vegetable protein and taste traits assessed by electronic tongue system. **Foods**, v.10, n. 11, p. 2811, 2021.
- BARONE, A. M., BANOVIC, M., ASIOLI, D., WALLACE, E., RUIZ – CAPILLAS, C., GRASSO, S. The usual suspect: How to co-create healthier meat products. **Food Research International**, v.143, p.110304, 2021.
- BELLUCCI, E. R. B., DOS SANTOS, J. M., CARVALHO, L. T., BORGONOV, T. F., LORENZO, J. M., BARRETTO, A. C. S. Açaí extract powder as natural antioxidant on pork patties during the refrigerated storage. **Meat Science**, p.184, 2021.
- BELLUCCI, E. R. B.; MUNEKATA, P. E. S.; PATEIRO, M.; LORENZO, J. M.; BARRETTO, A. C. S.Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. **Meat Science**, p.171, 2021.
- BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking and chemical properties of ground beef patties. **Journal of Food Science**, v. 57, n. 3, p. 537-540, 1992.
- BESSADA, S. M., BARREIRA, J. C., OLIVEIRA, M. B. P. Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. **Trends in Food Science & Technology**, v. 93, p. 53–68, 2019.
- BETORET, E. et al. Functional foods development: Trends and technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 9, p. 498-508, 2011.

BLIGH, E. G., DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911 – 917, 1959.

BONNY, S.P., GARDNER, G.E., PETHICK, D.W., HOCQUETTE J.-F. Artificial meat and the future of the meat industry. **Animal Production Science**, v. 57, n. 11, p. 2216-2223, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Edição 126, 06 jul. 2022. Seção 1.

CAVALCANTI, R. N., SANTOS, D. T., MEIRELES, M. A. A. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems - an overview. **Food Research International**, v. 44, n. 2, p. 499 – 509, 2011.

CHANDLER, S. L.; MCSWEENEY, M. B. Characterizing the properties of hybrid meat burgers made with pulse and Chicken. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 27, 2022.

CLARK, B., STEWART, G.B., PANZONE, L.A., KYRIAZAKIS, I., FREWER, L.J.. Citizens, consumers and farm animal welfare: A meta-analysis of willingness-to-pay studies. **Food Policy**, v. 68, p. 112-127, 2017.

DAY, L., SWANSON, B.G. Functionality of protein-fortified extrudates. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.12, p. 546-564, 2013.

DE LIMA GUTERRES, L., PINTON, M. B., DOS SANTOS, B.A., CORREA, L.P., CORDEIRO, M. W. S., WAGNER, R., CICHOSKI, A. J., LORENZO, J. M., CAMPAGNOL, P. C. B. Hydrogelled emulsion from linseed oil and pea protein as a strategy to produce healthier pork burgers with high technological and sensory quality. **Meat Science**, v. 195, 2023.

DESUGARI, H.; PANDEY, M. C.; RADHAKRISHNA, K. Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. **Meat Science**, v. 98, n.1, p. 47 – 57, 2014.

ELZERMAN, J. E.; HOEK, A. C.; VAN BOEKEL, M. A. J. S., LUNING, P. A. Consumer acceptance and appropriateness of meat substitutes in a meal context. **Food Quality and Preference**, v. 22, p. 233 – 240, 2011.

[FAO/WHO] food and agriculture organization; World Health Organization. Protein quality evaluation. Report of Joint FAO/WHO, **Expert consultation committee on protein quality evaluation**. Paper 51, Roma, 1989.

FEUZ, R., NORWOOD, F. B., RAMANATHAN, R. Do consumers have an appetite for discolored beef? **Agribusiness**, v. 36, n. 4, p. 631 – 652, 2020.

GALLEGO, M. G., GORDON, M. H., SEGOVIA, F. J., ALMAJANO, M. P. *Caesalpinia decapetala* extracts as inhibitors of lipid oxidation in beef patties. **Molecules**, v. 20, n. 8, p. 13913 – 13926, 2015.

GAO, Y., QIU, Y., NAN, H., WANG, L., YANG, D., ZHANG, L., YU, Q. Ultra-high pressure-assisted preparation of cowhide gelatin as a promising fat substitute: Improve the nutrition ratio and antioxidant capacity of beef patties. **Food Research International**, v. 157, 2022.

GARZÓN, G. A., NARVÁEZ – CUENCA, C. E., VINCKEN, J. P., GRUPPEN, H. Polyphenolic composition and antioxidant activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. **Food Chemistry**, v.217, p.364–372, 2017.

GRASSO, S.; GOKSEN, G. The best of both worlds? Challenges and opportunities in the development of hybrid meat products from the last 3 years. **LWT**, v. 173, 2023.

GRASSO, S.; JAWORSKA, S. Part Meat and Part Plant: Are hybrid meat products fad or future. **Foods**, v. 9, n. 12, p. 1888, 2020.

HAUTRIVE, T. P.; PICCOLO, J.; RODRIGUES, A. S.; CAMPAGNOL, P. C. B.; KUBOTA, E. H. Effect of fat replacement by chitosan and golden flaxseed flour (wholemeal and defatted) on the quality of hamburgers. **LWT**, v. 102, p. 403-410, 2019.

HE, J., EVANS, N.M., LIU, H., SHAO, S. A review of research on plant-based meat alternatives: Driving forces, history, manufacturing, and consumer attitudes. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.19, p. 2639-2656, 2020.

HENCHION, M., HAYES, M., MULLEN, A. M., FENELON, M., TIWARI, B. Future protein supply and demand: Strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. **Foods**, v. 6, n. 7, 2017.

HENLEY, E. C.; KUSTER, J. M. Protein quality evaluation by protein digestibility – corrected amino acid scoring. **Food Technol.**, v. 48, p. 74-7, 1994.

HUANG, S.Q., WANG, L. M., SIVENDIRAN, T., BOHRER, B. M. Review: Amino acid concentration of high protein food products and an overview of the current methods used to determine protein quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 58, n. 15, p. 2673- 2678, 2018.

JIA, N., KONG, B., LIU, Q., DIAO, X., XIA, X. Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. **Meat Science**, v.91, n.4, p.533–539, 2012.

KANG, J., LI, Z., WU, T., JENSEN, G. S., SCHAUSS, A. G., WU, X. Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from acai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, v.122, n.3, p.610–617, 2010.

KILINCCEKER, O. Effects of different starches on some of the frying and storage properties of meat patties. **Advances in Food Sciences**, v. 40, n. 1, p. 35 – 41, 2018.

KIM, H. W.; SETYABRATA, D.; LEE, Y.; JONES, O. G.; KIM, Y. H. B. Effect of house cricket (*Acheta domesticus*) flour addition on physicochemical and textural properties of meat emulsion under various formulations. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 12, p. 2787 – 2793, 2017.

KIM, T. K., SHIM, J. Y., HWANG, K. E., KIM, Y. B., SUNG, J. M., PAIK, H. D., et al. Effect of hydrocolloids on the quality of restructured hams with duck skin. **Poultry Science**, v. 97, n. 12, p. 4442-4449, 2018.

KREPPER, G.; ROMEO, F.; SOUSA, D. D. F. de, DINIZ, P. H. G. D.; ARAÚJO, M. C. U.; DI NEZIO, M. S.; PISTONESI, M. F.; CENTURIÓN, M.E. Determination of Fat Content in Chicken Hamburgers Using NIR Spectroscopy and the Successive Projections Algorithm for Interval Selection in PLS Regression (iSPA-PLS) Spectrochim. Acta A Mol. **Biomol. Spectrosc**, v. 189, p. 300-306, 2018.

KUMAR, P.; CHATLI, M.; MEHTA, N.; SINGH, P.; MALAY, O.; VERMA, A. K. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. **Crit. Rev. Food Sci. nutr.**, v. 57, n. 5, p. 923–932, 2017.

LAN, T., DONG, Y., ZHENG, M., JIANG, L., ZHANG, Y., SUI, X. Complexation between soy peptides and epigallocatechin-3-gallate (EGCG): Formation mechanism and morphological characterization. **LWT-Food Science and Technology**, v.134, p. 109990, 2020.

LANG, M. Consumer acceptance of blending plant-based ingredients into traditional meat-based foods: Evidence from the meat-mushroom blend. **Food Quality and Preference**, v. 79, 2020.

LORENZO, J. M., TRINDADE, M. A., AHN, D. U., BARBA, F. J. Natural antioxidants to reduce the oxidation process of meat and meat products. **Food Research International**, v.115, p.377–378, 2019.

MANDARINO, J. M. G.; PANIZZI, M. C. C. Soja na alimentação. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pos-producao/soja-naalimentacao#:~:text=A%20soja%20n%C3%A3o%20possui%20amido,diabetes%2C%20principalmente%20do%20Tipo%20II>. Acesso em: 27/12/2022.

McAFEE, A. J., McSORLEY, E. M., CUSKELLY, G. J., MOSS, B. W., WALLACE, J.M., BONHAM, M. P., FEARON, A. M. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. **Meat Science**, v. 84, n. 1, p. 1 – 13, 2010.

MELENDREZ – RUIZ, J.; CHAMBARON, S.; BUATOIS, Q.; MONNERY – PATRIS, S.; ARVISENET, G. A central place for meat, but what about pulses? Studying French consumers' representations of main dish structure, using an indirect approach. **Food Research International**, v. 123, p. 790 – 800, 2019.

MUNEKATA, P. E. S., ROCCHETTI, G., PATEIRO, M., LUCINI, L., DOMÍNGUEZ, R., LORENZO, J. M. Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes: An overview. *Current Opinion*. **Food Science**, v.31, p.81–87, 2020.

NEPA - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. NEPA - Unicamp, pp. 46, 52 e 54, 2011.

OSMAN, M. F. E., MOHAMED, A. A., AHMED, I. A. M., ALAMRI, M. S., JUHAIMI, F. Y. A., HUSSAIN, S., IBRAHEEM, M. A., QASEM, A. A. Acetylated corn starch as a fat replacer: Effect on physiochemical, textural, and sensory attributes of beef patties during frozen storage. **Food Chemistry**, v. 388, 2022.

PATEIRO, M.; GÓMEZ-SALAZAR, J.A.; JAIME – PATLÁN, M.; SOSA – MORALES, M. E.; LORENZO, J. M. Plant Extracts Obtained with Green Solvents as Natural Antioxidants in Fresh Meat Products. **Antioxidants**, v. 10, p. 181, 2021.

PATEIRO, M., VARGAS, F. C., CHINCHA, A. A. I. A., SANT'ANA, A. S., STROZZI, I., ROCCHETTI, G., BARBA, F. J., DOMÍNGUEZ, R., LUCINI, L., SOBRAL, P. J. A., LORENZO, J. M. Guarana seed extracts as a useful strategy to extend the shelf life of pork patties: UHPLC-ESI/QTOF phenolic profile and impact on microbial inactivation, lipid and protein oxidation and antioxidant capacity. **Food Research International**, v. 114, p. 55 – 63, 2018.

PEMATILLEKE, N., KAUR, M., WAI, C. T. R., ADHIKARI, B., TORLEY, P. J. Effect of the addition of hydrocolloids on beef texture: Targeted to the needs of people with dysphagia. **Food Hydrocolloids**, v. 113, 2021

PHILIPPI, Sonia Tucunduva. Leguminosas. In: PHILIPPI, Sonia Tucunduva. **Nutrição e Técnica Dietética**. 3ª ed. Barueri: 2014, cap. 12.

PHILLIPS, R. D. Nutritional quality of cereal and legume storage proteins. **Food Technol.**, v. 51, p. 62-6, 1997.

PROMMACHART, R., BELEM, T. S., URIYAPONGSON, S., RAYAS – DUARTE, P., URIYAPONGSON, J., RAMANATHAN, R. The effect of black rice water extract on surface color, lipid oxidation, microbial growth, and antioxidant activity of beef patties during chilled storage. **Meat Science**, v. 164, p. 108091, 2020.

RAMLI, N. S., ISMAIL, P., RAHMAT, A. Influence of conventional and ultrasonicassisted extraction on phenolic contents, betacyanin contents, and antioxidant capacity of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **The Scientific World Journal**, 2014.

REBELLATO, A. P.; CARAMÊS, E.T.; DOS, S.; MORAES, P. P. de; PALLONE, J. A. L. Minerals assessment and sodium control in hamburger by fast and green method and chemometric tools. **LWT**, p. 109438, 2020.

SADEGHINEJAD, N., SARTESHNIZI, R. A., GAVLIGHI, H. A., BARZEGAR, M. Pistachio green hull extract as a natural antioxidant in beef patties: Effect on lipid and protein oxidation, color deterioration, and microbial stability during chilled storage. **LWT- Food Science and Technology**, v. 102, p. 393 – 402, 2019.

SALTER, A.M. The effects of meat consumption on global health. **Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties**, v. 37, n.1, p. 47-55, 2018.

SÁNCHEZ – ZAPATA, E., MUÑOZ, C. M., FUENTES, E., FERNÁNDEZ – LÓPEZ, J., SENDRA, E., SAYAS, E., ..., PÉREZ – ALVAREZ, J.A. Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. **Meat Science**, v. 85, n. 1, p. 70 -76, 2010.

SANTOS, K. L.; ALVES, C. A. N.; SOUSA, F. M.; GUSMÃO, T. A. S.; FILHO, E. G. A.; VASCONCELOS, L. B. Chemometrics applied to physical, physicochemical and sensorial attributes of chicken hamburgers blended with green banana and passion fruit epicarp biomasses. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 24, 2021.

SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. **Brasilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 1–14, 2012.

SARWAR, G.; MCDONOUGH, F. E. Evaluation of protein digestibility – corrected amino acid score method for assessing protein quality of foods. *J. Assoc. Off Anal. Chem.*, v. 73, p. 347-56, 1990.

SCHOLLIERS, J., STEEN, L., FRAEYE, I. Partial replacement of meat by superworm (*Zophobas morio* larvae) in cooked sausages: Effect of heating temperature and insect:Meat ratio on structure and physical stability. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 66, 2020.

SHA, L., XIONG, Y. L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. **Trends in food science & Technology**, 2020.

SILVA, M. P., CUNHA, V. M. B., SOUSA, S. H. B., MENEZES, E. G. O., BEZERRA, P. D. N., DE FARIAS NETO, J. T., DE CARVALHO, R. N., Jr. Supercritical CO₂ extraction of lyophilized Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp oil from three municipalities in the state of Pará, Brazil. **Journal of CO₂ Utilization**, v.31, p. 226–234, 2019.

SOGARI, G.; LI, J.; WANG, Q., LEFEBVRE, M.; HUANG, S.; MORA, C.; GÓMEZ, M. I. Toward a reduced meat diet: University North American students' acceptance of a blended meat-mushroom burger. **Meat Science**, v. 187, 2022.

SUMAN, S. P., HUNT, M. C., NAIR, M. N., RENTFROW, G. Improving beef color stability: Practical strategies and underlying mechanisms. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 490 – 504, 2014.

SUN, X.D., HOLLEY, R. A. Factors influencing gel formation by myofibrillar proteins in muscle foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, n. 1, p. 33 -51, 2011.

TEIXEIRA, A., RODRIGUES, S. Consumer perceptions towards healthier meat products. Current Opinion. **Food Science**, v.38, p.147–154, 2021.

TIRAPAGUI, Julio; CASTRO, Inar Alves de; ROSSI, Luciana. Biodisponibilidade de proteínas. In: COZZOLINO, Silvia Maria Franciscato. (Org). **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 5ª ed. Barueri: 2016, cap. 6, p. 138.

TURAN, E., SIMSEK, A. Effects of lyophilized black mulberry water extract on lipid oxidation, metmyoglobin formation, color stability, microbial quality and sensory properties

of beef patties stored under aerobic and vacuum packaging conditions. **Meat Science**, v. 178, 2021.

TURGUT, S. S., ISIKÇI, F., SOYER, A. Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. **Meat Science**, v.129, p.111–119, 2017.

VYNCHÉ, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichmittel**, v. 72, n. 12, p. 1084 – 1087, 1970.

WALKOWIAK, K. Effect of cricket powder addition on ¹H NMR Mobility and texture of pork pâté. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 9, n. 2, p. 191 – 194, 2019.

WEN, C.; ZHANG, J.; YAO, H.; ZHOU, J.; DUAN, Y.; ZHANG, H.; *et al.* Advances in renewable plant-derived protein source: The structure, physicochemical properties affected by ultrasonication. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 53, p. 83-98, 2019.

WU, L. C., HSU, H. W., CHEN, Y. C., CHIU, C. C., LIN, Y. I., HO, J. A. A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, v. 95, n.2, p.319–327, 2006.

ZAMUZ, S., LÓPEZ - PEDROUSO, M., BARBA, F. J., LORENZO, J. M., DOMÍNGUEZ, H., FRANCO, D. Application of hull, bur and leaf chestnut extracts on the shelf-life of beef patties stored under MAP: Evaluation of their impact on physicochemical properties, lipid oxidation, antioxidant, and antimicrobial potential. **Food Research International**, v. 112, p.263–273, 2018.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012/Resolução 510/2016)

Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa “Extrato de pitaya e açaí como antioxidantes naturais em hambúrguer híbrido: efeito nas propriedades físico-químicas e sensoriais” sob responsabilidade da pesquisadora Danubia Perpetua Maioto de Souza. O estudo será realizado com hambúrgueres, cujas formulações contêm: carne bovina, toucinho suíno, proteína concentrada texturizada de soja, sal, alho em pó, cebola em pó, noz moscada, pimenta branca, eritorbato de sódio, extrato de açaí e extrato de pitaya, os quais você deverá provar e expressar sua opinião, por meio da ficha que será entregue no momento da análise. Você receberá 2 fichas: uma de caracterização onde deverá responder alguns dados pessoais como nome, sexo e idade, se possui alguma dificuldade para mastigação e/ou deglutição e alergia ou intolerância a algum dos ingredientes do produto, e outros relacionados ao produto, como frequência de consumo e grau de gostar. Em seguida, você receberá a ficha de avaliação, para que o faça o teste de aceitação e expresse sua intenção de compra. Os riscos físicos à sua saúde são mínimos, pois esses produtos são consumidos habitualmente além de serem manipulados utilizando-se as Boas Práticas de Fabricação. No momento da análise sensorial serão aplicadas as orientações sanitárias para prevenção da contaminação pelo Covid – 19, como higienização das cabines entre cada avaliação. Você poderá consultar a pesquisadora responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone (17) 99127-9762, para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e estes últimos só serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de estes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. Este estudo é importante porque seus resultados fornecerão informações para reformular produtos cárneos, com o objetivo de torná-los mais saudáveis.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, forneça os dados solicitados e coloque sua assinatura a seguir.

Nome: _____ R.G. _____

Endereço: _____ Fone: _____

_____, _____ de _____ de 20__

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador(a) responsável

Nome Pesquisador(a): Danubia Perpetua Maioto de Souza	Cargo/Função: Mestranda sob orientação da Profa. Dra Andrea Carla da Silva Barretto.
Instituição: Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos/Ibilce/Unesp	
Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 - Jd. Nazareth – São José do Rio Preto/SP.	
Telefone: (17)3221- 2261	
Projeto submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP	
Rua Cristóvão Colombo, 2265. Bairro: Jardim Nazareth.	
São José do Rio Preto/SP – Fone 17-3221.2480 e 3221.2545	

OBS.: Termo apresenta duas vias, uma destinada ao participante e a outra ao pesquisador.

ANEXO 1 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS LETRAS E
CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS
DE SÃO JOSÉ DO RIO
PRETO/IBILCE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito da adição de proteína vegetal e extratos de pitaya e açaí nas propriedades físico-químicas, sensoriais e estabilidade oxidativa de hambúrguer híbrido durante estocagem sob congelamento

Pesquisador: Danubia Perpetua Maioto De Souza

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 58978522.6.0000.5466

Instituição Proponente: UNESP - CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.627.747

Apresentação do Projeto:

Trata-se o presente do atendimento das pendencias referentes ao projeto de pesquisa intitulado “Efeito da adição de proteína vegetal e extratos de pitaya e açaí nas propriedades físico-químicas, sensoriais e estabilidade oxidativa de hambúrguer híbrido durante estocagem sob congelamento” sob responsabilidade da pesquisadora Danubia Perpetua Maioto de Souza.

1) Apresentar no projeto de forma clara em que momento do estudo será realizada a análise sensorial, uma vez que há previsão de avaliação dos hambúrgueres durante 90 dias de armazenamento sob congelamento. Foi inserido no projeto o texto “Os hambúrgueres serão preparados seguindo as Boas Práticas de Fabricação (BPFs) na primeira quinzena do mês de setembro, e serão armazenados sob congelamento. Uma semana antes da análise sensorial, será realizada a análise microbiológica dos hambúrgueres, seguindo os padrões microbiológicos vigentes (Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro).”

2) Esclarecer se a análise sensorial será em uma ou mais sessões, levando em consideração a

Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 - Prédio principal, Ala 1, 1º andar, sala 9.

Bairro: JARDIM NAZARETH

CEP: 15.054-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DO RIO PRETO

Telefone: (17)3221-2480

E-mail: cep.ibilce@unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS LETRAS E
CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS
DE SÃO JOSÉ DO RIO
PRETO/IBILCE



Continuação do Parecer: 5.627.747

fadiga sensorial devido ao grande número de amostras.

Foi inserido no texto do projeto que a análise sensorial será realizada em 2 dias, para evitar fadiga sensorial, devido ao grande número de amostras.

3) No projeto de pesquisa está descrito que será entregue aos participantes uma ficha de caracterização de consumidor, onde ele deverá responder alguns dados pessoais como nome, sexo e idade, se possui alguma dificuldade para mastigação e/ou deglutição e alergia ou intolerância a algum dos ingredientes do produto, e outros relacionados ao produto, como frequência de consumo e grau de gostar. Porém, no TCLE não está descrito que os participantes receberão esta ficha. Verificar esta contradição nos documentos.

Foi inserido no TCLE o texto “Você receberá 2 fichas: uma de caracterização onde deverá responder alguns dados pessoais como nome, sexo e idade, se possui alguma dificuldade para mastigação e/ou deglutição e alergia ou intolerância a algum dos ingredientes do produto, e outros relacionados ao produto, como frequência de consumo e grau de gostar. Em seguida, você receberá a ficha de avaliação, para que o faça o teste de aceitação e expresse sua intenção de compra.”

4) Indicar no TCLE os ingredientes dos hambúrgueres para que o participante possa avaliar se tem ou não alergia ou intolerância a algum dos ingredientes do produto, já que estas informações constam dos documentos e também se referem a critério de inclusão ou exclusão.

Foi inserido no TCLE o texto “O estudo será realizado com hambúrgueres, cujas formulações contêm: carne bovina, toucinho suíno, proteína concentrada texturizada de soja, sal, alho em pó, cebola em pó, noz moscada, pimenta branca, eritorbato de sódio, extrato de açaí e extrato de pitaya...”

Todas as pendências foram atendidas pela pesquisadora.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar as propriedades físico-químicas, estabilidade oxidativa e sensorial sobre o efeito da adição de proteína vegetal e extratos de pitaya e açaí em hambúrguer híbrido durante estocagem sob congelamento.

Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 - Prédio principal, Ala 1, 1º andar, sala 9.

Bairro: JARDIM NAZARETH

CEP: 15.054-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DO RIO PRETO

Telefone: (17)3221-2480

E-mail: cep.ibilce@unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS LETRAS E
CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS
DE SÃO JOSÉ DO RIO
PRETO/IBILCE



Continuação do Parecer: 5.627.747

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos à saúde serão mínimos para os participantes pois, além de serem produtos consumidos habitualmente, eles serão preparados seguindo as Boas Práticas de Fabricação (BPFs). Além disso, antes da análise sensorial será realizada análise microbiológica dos hambúrgueres, seguindo os padrões microbiológicos da legislação brasileira vigente. Serão excluídos avaliadores menores de 18 anos, que não pertença à comunidade do Ibilce, não consumidores de hambúrguer, que apresentem dificuldades para mastigação e/ou deglutição e alergia ou intolerância alimentar ao produto estudado ou a carne bovina, proteína concentrada texturizada de soja, açaí, pitaya e temperos. Também serão aplicadas as orientações sanitárias para prevenção da contaminação pelo Covid – 19, como higienização das cabines entre cada avaliação

Os benefícios da pesquisa referem-se às informações físico-químicas e sensorial para reformular produtos cárneos utilizando proteína concentrada texturizada de soja, açaí e pitaya, com o objetivo de torná-los mais saudáveis.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este projeto visa avaliar sensorialmente hambúrgueres híbridos produzidos a partir de carne bovina e proteína concentrada texturizada de soja como ingredientes principais, e também extratos de pitaya e açaí liofilizados como antioxidantes naturais, em substituição ao antioxidante sintético (eritorbato de sódio). Os hambúrgueres serão produzidos na sala limpa do Departamento de Engenharia e Ciência de Alimentos (DETA), do IBILCE/UNESP, seguindo as Boas Práticas para Fabricação de Alimentos. A análise sensorial dos hambúrgueres será realizada no laboratório de Análise Sensorial do DETA por 120 consumidores de hambúrguer. Para a realização da análise, o participante receberá inicialmente o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, para que ele leia e assine, caso concorde. Em seguida, será entregue a ficha de caracterização de consumidor, onde ele deverá responder alguns dados pessoais como nome, sexo e idade, se possui alguma dificuldade para mastigação e/ou deglutição e alergia ou intolerância a algum dos ingredientes do produto, e outros relacionados ao produto, como frequência de consumo e grau de gostar. Em seguida, as amostras serão apresentadas, de forma monádica, junto com a ficha de avaliação, para que o consumidor faça o teste de aceitação e intenção de compra. Os resultados serão submetidos a análise de variância (ANOVA) seguida de teste de media de Tukey, a um nível de confiança de 5%.

Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 - Prédio principal, Ala 1, 1º andar, sala 9.

Bairro: JARDIM NAZARETH

CEP: 15.054-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DO RIO PRETO

Telefone: (17)3221-2480

E-mail: cep.ibilce@unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS LETRAS E
CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS
DE SÃO JOSÉ DO RIO
PRETO/IBILCE



Continuação do Parecer: 5.627.747

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE é apresentado de forma adequada e com todos os itens obrigatórios. A pesquisadora indica que o participante poderá cancelar sua participação a qualquer momento, além de poder entrar em contato com o pesquisador responsável para maiores esclarecimentos.

Recomendações:

Corrigir o título do projeto no TCLE, está diferente do descrito nos demais documentos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Deliberação ad referendum do Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP, de 06 de setembro de 2022.

Dispõe sobre a análise do Projeto de Pesquisa CAAE: 58978522.6.0000.5466, "Efeito da adição de proteína vegetal e extratos de pitaya e açaí nas propriedades físico-químicas, sensoriais e estabilidade oxidativa de hambúrguer híbrido durante a estocagem sob congelamento"

Tendo em vista a urgência que o assunto requer e a manifestação da relatora, manifesto pela aprovação, ad referendum do Comitê de Ética em Pesquisa, do Projeto de Pesquisa CAAE: 58978522.6.0000.5466, "Efeito da adição de proteína vegetal e extratos de pitaya e açaí nas propriedades físico-químicas, sensoriais e estabilidade oxidativa de hambúrguer híbrido durante a estocagem sob congelamento", pesquisadora Danubia Perpetua Maioto de Souza.

Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas do Câmpus de São José do Rio Preto, 06 de setembro de 2022.

Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 - Prédio principal, Ala 1, 1º andar, sala 9.

Bairro: JARDIM NAZARETH

CEP: 15.054-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DO RIO PRETO

Telefone: (17)3221-2480

E-mail: cep.ibilce@unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS LETRAS E
CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS
DE SÃO JOSÉ DO RIO
PRETO/IBILCE



Continuação do Parecer: 5.627.747

Prof. Dr. Lauro Maia Amorim

Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa - IBILCE/UNESP

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1949309.pdf	11/08/2022 10:11:08		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_hamburguer_danubia_com_alteracoes.doc	11/08/2022 10:10:11	Danubia Perpetua Maioto De Souza	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_de_Pesquisa_sensorial_com_alteracoes.docx	11/08/2022 10:09:50	Danubia Perpetua Maioto De Souza	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_Danubia.pdf	24/05/2022 09:59:18	Danubia Perpetua Maioto De Souza	Aceito
Outros	Ficha_de_caracterizacao_do_consumidor_analise_sensorial.docx	16/05/2022 16:41:21	Danubia Perpetua Maioto De Souza	Aceito
Outros	Ficha_de_avaliacao_analise_sensorial.docx	16/05/2022 16:40:14	Danubia Perpetua Maioto De Souza	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO JOSE DO RIO PRETO, 06 de Setembro de 2022

Assinado por:
LAURO MAIA AMORIM
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 - Prédio principal, Ala 1, 1º andar, sala 9.

Bairro: JARDIM NAZARETH

CEP: 15.054-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DO RIO PRETO

Telefone: (17)3221-2480

E-mail: cep.ibilce@unesp.br