

 Giovanna Gonçalves Nova¹

 Thaís de Moura Neves-Gonçalves²

 Semíramis Martins Álvares Domene³

¹ Universidade Federal de São Paulo , Laboratório de Dietética Experimental, Curso de Nutrição. Santos, SP, Brasil.

² Universidade Federal de São Paulo , Escola Paulista de Medicina, Programa de Nutrição. São Paulo, SP, Brasil.

³ Universidade Federal de São Paulo , Laboratório de Dietética Experimental, Departamento de Políticas Públicas e Saúde Coletiva. Santos, SP, Brasil.

Artigo elaborado a partir do trabalho de conclusão de curso, intitulado "Aceitação de carne bovina condimentada com urucum (*Bixa orellana* L.)", de Giovanna Gonçalves Nova, apresentado em novembro de 2019, na Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Financiamento: Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) [processo número 408344/2016-4].

Correspondência
Thaís de Moura Neves-Gonçalves
moura.neves@unifesp.br

Editoras Convidadas

 Lília Zago

 Aline Rissatto Teixeira

 Isabelle Santana

 Betzabeth Slater Villar

Aceitabilidade e intenção de consumo de hambúrgueres de carne bovina assada condimentados com pó de semente de urucum (*Bixa orellana* L.)

Acceptability and consumption intention of roasted beef patties seasoned with annatto seed powder (*Bixa orellana* L.)

Resumo

Introdução: O urucum é um fruto da sociobiodiversidade brasileira; suas sementes, ricas em compostos bioativos com atividade antioxidante, são utilizadas como corante na culinária tradicional latino-americana e mundialmente pela indústria alimentícia. No entanto, a aceitação de hambúrgueres de carne assada condimentados com esse ingrediente é desconhecida. **Objetivo:** Verificar a intenção de consumo e o Índice de Aceitabilidade de hambúrgueres bovinos assados condimentados com pó de semente de urucum e sal. **Métodos:** Os hambúrgueres bovinos foram condimentados com pó de semente de urucum a 0%, 0,5% ou 1%, e sal a 0% ou 0,5%, e posteriormente assados. Foi aplicado teste de aceitação (escala hedônica), calculado Índice de Aceitabilidade e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida do teste *t* de Student, adotando-se 5% de significância. **Resultados:** A análise sensorial teve 160 participantes. As amostras condimentadas com 0,5% de sal receberam notas maiores ($5,7 \pm 1,3$) quando comparadas aos demais tratamentos ($p < 0,05$); as concentrações de 0,5% e 1,0% de pó de semente de urucum resultaram em amostras aceitas, sem diferença estatística e com intenção de consumo ocasional; o Índice de Aceitabilidade para todas as amostras com sal e pó de semente de urucum foi superior a 70%, resultado satisfatório. **Conclusão:** 1% de pó de semente de urucum pode ser usado para condimentação de hambúrgueres de carne assada. Sabendo disso, pesquisas futuras devem explorar os benefícios da reconhecida ação antioxidante desse condimento na inibição de carcinógenos formados durante o processamento térmico da carne bovina.

Palavras-chave: Carne. Bixaceae. Especiarias. Culinária. Análise sensorial. Dietética.

Abstract

Introduction: Annatto is a fruit of Brazilian sociobiodiversity; its seeds, rich in bioactive compounds with antioxidant activity, are used as coloring in traditional Latin American culinary and globally within the food industry. However, the acceptance of roasted beef patties seasoned with this condiment is unknown. **Objective:** Verify the consumption intention and the Acceptability Index (AI) of roasted beef patties seasoned with annatto seed powder and salt. **Methods:** Beef patties were seasoned with the addition of annatto seed powder at 0%, 0.5% or 1%, and salt at 0% or 0.5%, and subsequently prepared by dry cooking. Acceptance test (hedonic scale) was applied, Acceptability Index was calculated and data were submitted to analysis of variance (ANOVA) followed by Student's *t*-test, accepting 5% of significance. **Results:** A total of 160 individuals

participated in the sensory analysis. The samples seasoned with 0.5% of salt received higher scores (5.7 ± 1.3) when compared to other treatments ($p < 0.05$); annatto seed powder concentrations of 0.5% and 1.0% resulted in accepted samples, without statistical difference and with intention of occasional consumption; the Acceptability Index for all samples with salt and annatto seed powder was over 70%, result considered satisfactory. **Conclusion:** 1% of annatto seed powder can be used as seasoning of roasted beef patties. Knowing this, future research should explore the benefits of the recognized antioxidant action of this condiment in inhibiting carcinogens formed during thermal processing of beef.

Keywords: Meat. Bixaceae. Spices. Cooking. Sensory analysis. Dietetics.

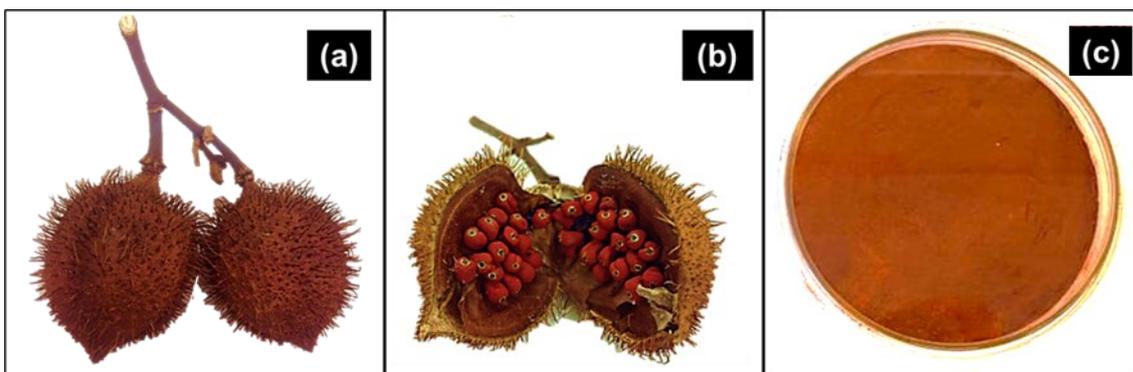
INTRODUÇÃO

O Brasil é o oitavo país com o maior consumo de carne vermelha, notadamente carne bovina, suína e ovina,¹ com um consumo de 38,3 kg/pessoa/ano, inferior apenas ao dos Estados Unidos, Chile, Argentina, Coreia, Vietnã e China, que consomem, respectivamente, 50,2; 49,1; 48,6; 45; 44,4; 42,5 e 38,7 kg/pessoa/ano.² Esse consumo pode ser considerado alto, uma vez que as recomendações de saúde atuais sugerem um consumo entre aproximadamente 5 e 26 kg/pessoa/ano.¹ Esse fato, somado a estudos recentes que comprovam a associação entre o consumo de carne vermelha e o aumento do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), incluindo o câncer colorretal, gera grande preocupação e urgência na tomada de decisões em políticas públicas voltadas à promoção da saúde da população.^{1,3-5}

Entre as possíveis causas que explicam a associação do alto consumo de carne com o surgimento de câncer está a formação de contaminantes do processamento térmico com potencial carcinogênico, como as aminas heterocíclicas (AHs) e os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs) devido à degradação da creatinina e da gordura, respectivamente, durante o cozimento em temperaturas acima de 100°C e sua intensificação conforme o tempo e a temperatura aumentam e a umidade diminui.⁵⁻⁷ Nesse contexto, estratégias têm sido investigadas para mitigar esses compostos, como a incorporação de ingredientes naturais ricos em compostos bioativos.⁷

Condimentos frescos tradicionais da cultura culinária brasileira são fontes alimentares de compostos bioativos com papel modulador do estresse oxidativo e, devido a essa característica, podem ter a capacidade de controlar a produção dos carcinógenos supracitados, ao mesmo tempo em que proporcionam qualidade sensorial.^{8,9} Contudo, os primeiros estudos com a aplicação das sementes de urucum para essa finalidade estão sendo conduzidos por nosso grupo. O urucum (*Bixa orellana* L.), ilustrado na Figura 1, é nativo da América Central e do Sul, mas foi introduzido no Sudeste Asiático, África e Caribe e, desde então, tem sido cultivado em regiões tropicais. Suas sementes foram amplamente utilizadas pelos indígenas americanos para fazer pintura corporal, pigmento labial, artes, artesanato, murais, para fins medicinais, para proteção da pele contra insetos, e como principal agente corante em alimentos; sendo utilizado até hoje como corante e aromatizante na culinária tradicional.¹⁰⁻¹³

Figura 1. (a) urucum, (b) sementes de urucum no fruto e (c) sementes de urucum moídas



A bixina, um apocarotenoide derivado da clivagem oxidativa do licopeno, é o principal carotenoide que compõe as sementes de urucum (80%) e é responsável pela coloração avermelhada.^{10,11} Tal composto apresenta alta estabilidade contra a oxidação.¹⁴ Segundo Mesquita et al.,¹⁵ os carotenoides também possuem mecanismos de ação física ou química que neutralizam os efeitos de agentes oxidantes e

neoplásicos, como AHs e HAPs; assim como os compostos fenólicos, também presentes nas sementes de urucum, e que atuam sinergicamente para promover os benefícios antioxidantes.¹⁶

Considerando o potencial dos compostos bioativos como moduladores do estresse oxidativo, associá-los ao preparo de carnes pode ser uma estratégia para tornar o consumo desse grupo alimentar mais seguro. No entanto, a aceitação de cortes de carne condimentados com sementes de urucum é desconhecida. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a intenção de consumo e a aceitabilidade de hambúrgueres bovinos assados condimentados com diferentes concentrações de pó de semente de urucum e sal, como primeira etapa de um trabalho que avaliou o efeito da condimentação com urucum na mitigação de contaminantes do processamento térmico em carnes.

MÉTODOS

Preparo das amostras

Carne bovina (*Gluteus medius*), utilizada na formulação básica dos hambúrgueres, e o sal refinado foram adquiridos em um mercado local na cidade de Santos, São Paulo, Brasil. Sementes de urucum, da variedade Piave, foram recebidas em embalagens a vácuo e protegidas da luz por doação de um produtor de Monte Castelo, São Paulo.

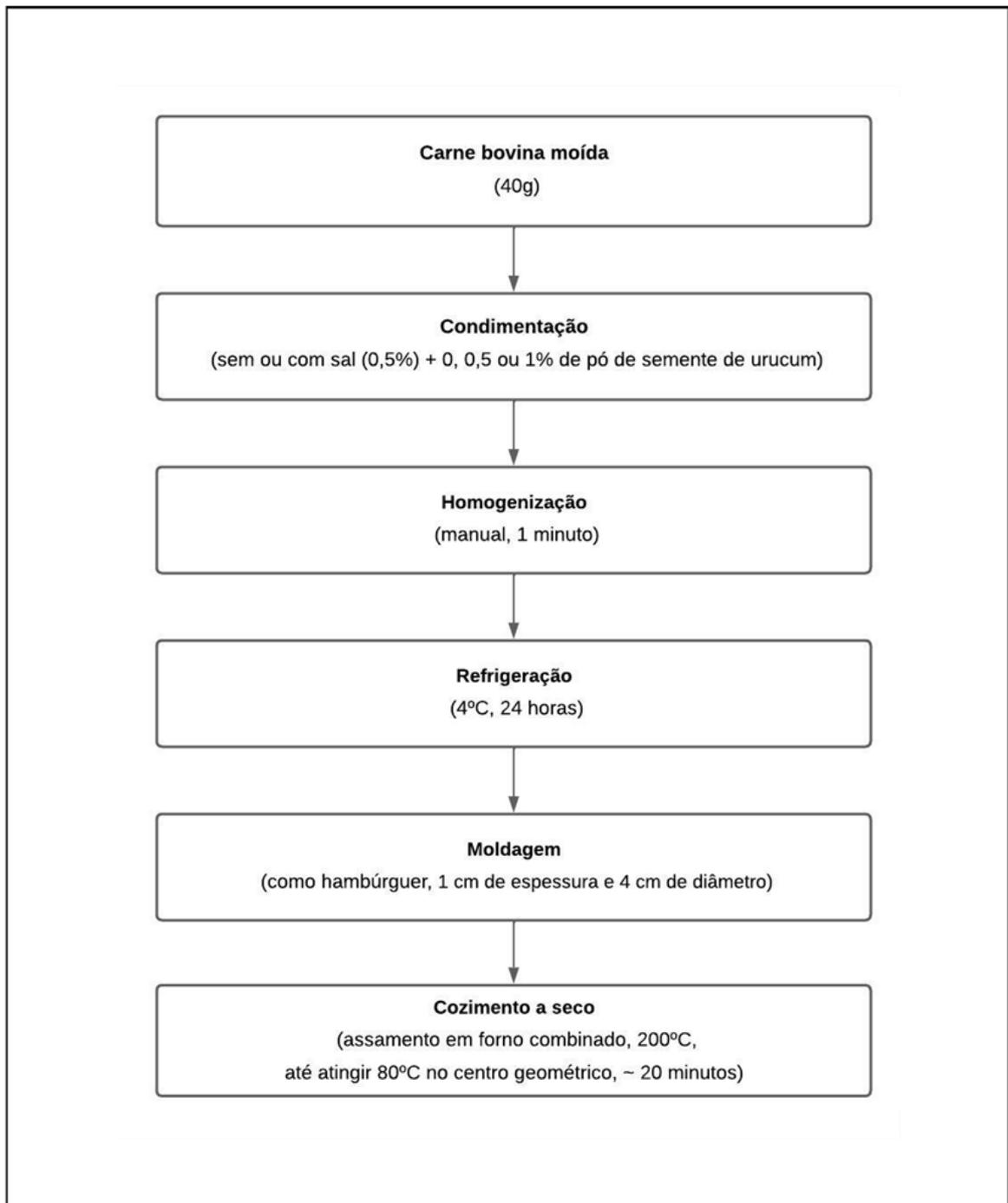
As sementes de urucum foram processadas em um micromoinho homogeneizador (Tecnal, TE-645) e peneiradas em uma peneira de 125 mm. O produto foi armazenado em embalagem opaca e selada a vácuo a -18°C no Laboratório de Dietética Experimental (LaDEx) da Universidade Federal de São Paulo, *campus* Baixada Santista (Unifesp/BS), até sua utilização para condimentação da carne bovina.

A carne bovina foi moída e condimentada com sal e pó de semente de urucum, conforme delineamento experimental apresentado a seguir, e homogeneizada por um minuto; em seguida, foi mantida a 4°C sob refrigeração por aproximadamente 24 horas.

Porções de carne moída (40g) foram acomodadas em moldes (1 cm de espessura, 4 cm de diâmetro) para obtenção de amostras regulares. Os hambúrgueres foram preparados por cozimento a seco a 200°C em forno combinado com nove sensores de temperatura (Prática, EC6/TSC6), em assadeira antiaderente sem adição de gordura, até atingirem 80°C em seu centro geométrico, por um período de aproximadamente 20 minutos, sendo, portanto, considerados bem assados.¹⁷ As etapas do preparo dos hambúrgueres estão ilustradas na Figura 2. Para preservar a temperatura dos hambúrgueres assados entre o cozimento e a análise sensorial, as amostras foram mantidas em forno aquecido.

O preparo seguiu as boas práticas sanitárias para manipulação de alimentos.¹⁸

Figura 2. Fluxograma de preparo dos hambúrgueres de carne bovina.



Delineamento experimental

Os fatores foram estudados em dois ensaios utilizando sal (fator A) em duas concentrações em relação ao peso líquido da carne: 0,5% no ensaio 1 e 0% no ensaio 2, e condimentação com pó de semente de urucum (fator B) em três concentrações, 0%, 0,5% e 1,0% em ambos os ensaios, tendo como variável resposta a “aceitabilidade”. Essas combinações de sal e pó de semente de urucum são representadas no Quadro 1.

Quadro 1. Combinação de sal e pó de semente de urucum para condimentação de hambúrgueres de carne assada.

Sal 0,5%	Pó de semente de urucum		
	0	0,5%	1%
Sim	A1B0	A1B1	A1B2
Não	A0B0	A0B1	A0B2

A adição de 0,5% de sal em relação ao peso líquido da carne teve como referência o valor suficiente para atender às recomendações nutricionais e evitar o consumo excessivo.¹⁹ A escolha dos níveis de condimentação com o pó de semente de urucum (0,5 e 1%) considerou as recomendações da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos quanto à tolerância máxima para ingestão diária de bixina, que é de 6 mg/kg de peso corporal, ou o equivalente a 360 mg para o consumo seguro de um adulto de 60 kg.²⁰ Considerando que a semente é composta por 2% de bixina,²¹ um consumo médio de aproximadamente 100 g de carne bovina condimentada com 1% de pó de semente de urucum por dia resultaria em uma ingestão total de bixina em torno de 20 mg, quantidade compatível com os limites de segurança. Além disso, o uso dessas porcentagens de condimentação foi observado em outros estudos que empregaram condimentos e especiarias com potencial antioxidante para mitigar a formação de contaminantes durante o processamento térmico,⁹ e demonstrou ser eficaz na redução de AHs em um estudo recente conduzido por nosso grupo.²¹

Análise sensorial

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (parecer n.º 3.008.323).

Os testes de aceitação e de sensibilidade ao sabor salgado foram realizados com voluntários não treinados, de ambos os sexos, adultos, onívoros, membros da comunidade acadêmica, recrutados por meio de convite em rede social e nos murais da Universidade, sem critérios de exclusão (n=160), em duas rodadas. As amostras foram apresentadas aleatoriamente. Variáveis sociodemográficas, como sexo e idade, e hábitos de fumar também foram investigadas. Antes da coleta de dados, os voluntários foram informados sobre os objetivos e métodos do estudo e expressaram sua concordância em participar assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os testes foram realizados por uma equipe previamente treinada, composta por alunos de graduação e pós-graduação em Nutrição, que cursaram disciplinas de Técnica Dietética e receberam instruções sobre análise sensorial, além de um treinamento-piloto antes dos testes oficiais. Esses testes foram realizados em cabines individuais para análise sensorial, projetadas para evitar distrações externas, equipadas com cadeira, mesa, cuspideira e janela de comunicação para entrega de amostras, com controle de clima e fluxo de ar, localizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Unifesp/BS.

Por meio da aplicação de um teste triangular, antes da realização do teste 1, foi possível estimar a sensibilidade gustativa para o sabor salgado de todos os provadores que participaram deste primeiro teste. Para isso, foram preparadas soluções em água com cloreto de sódio (0,2% de sal refinado) ou apenas água.²² Para a realização desse teste, três amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos e oferecidas aos provadores randomicamente em copos plásticos, junto ao formulário com a informação de que duas seriam iguais e uma diferente. O participante deveria provar as amostras da esquerda para a direita, identificar e anotar a amostra diferente.²³ Com os resultados desta etapa, foi possível avaliar os



resultados da aceitação dos hambúrgueres de carne assada de acordo com a sensibilidade ao sabor salgado.²⁴

A intenção de consumo das amostras foi estimada nos ensaios 1, para amostras condimentadas com pó de semente de urucum e sal, e 2, para amostras condimentadas com pó de semente de urucum e sem sal, por meio de teste de aceitação que empregou uma escala hedônica estruturada de 7 pontos, com os julgamentos: “Eu comeria sempre” na extremidade superior, “Eu comeria ocasionalmente” no centro e “Eu nunca comeria” na extremidade inferior. Para este teste, os recipientes também foram codificados com combinações aleatórias de três dígitos^{22,25} e apresentados aos provadores com as amostras condimentadas com pó de semente de urucum em ordem crescente da esquerda para a direita, servidas em pratos de porcelana branca, com o formulário que solicitava que classificassem as amostras com base na escala hedônica; o formulário de resposta também possuía espaço para comentários adicionais.²⁵

Para a análise, optou-se por servir 25% da porção assada, o suficiente para repetir o teste. Os provadores receberam água e foram orientados a limpar as papilas gustativas entre as provas, a fim de minimizar os efeitos residuais. Foi empregada iluminação vermelha nas cabines, para anular a diferença de cor entre as amostras e avaliar a aceitação global, já que os provadores eram voluntários não treinados.

Com as médias da pontuação do teste afetivo de aceitação, calculou-se o Índice de Aceitabilidade (IA) de acordo com a fórmula descrita por Bispo et al., sendo:²⁶

$$IA (\%) = \frac{\text{Média das notas atribuídas} \times 100}{\text{Pontuação máxima atribuída}}$$

Amostras com resultados maiores ou iguais a 70% foram consideradas aceitas.^{24,26,27}

Análise estatística

Os dados foram processados no programa Statistical Software for Data Science (STATA), versão 13, e verificados quanto à normalidade da distribuição por medidas de assimetria e curtose. Os resultados do teste de aceitação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida do teste *t* de Student, adotando-se 5% de significância.

RESULTADOS

A análise sensorial foi organizada em quatro sessões: duas para o teste 1, em que também ocorreu o teste triangular de sensibilidade ao sabor salgado; e duas referentes ao teste de aceitação do teste 2.

Participaram 160 adultos, 80 em cada ensaio, com idades entre 18 e 63 anos, sendo 21 anos a idade mais frequente (17,50%, *n* = 28), predominantemente do sexo feminino (78,13%, *n* = 125). Entre os participantes, a minoria era fumante (9,38%, *n* = 15).

A análise da sensibilidade ao sabor salgado, realizada pelo teste triangular, revelou que quase todos os provadores que participaram do primeiro teste foram capazes de percebê-lo (92,50%, *n* = 74).

As médias do teste afetivo de aceitação com a escala hedônica estruturada de 7 pontos foram obtidas a partir da intenção global de consumo de cada provador, sem considerar as propriedades organolépticas individualmente (cor, odor, sabor e textura), uma vez que os provadores eram voluntários não treinados.

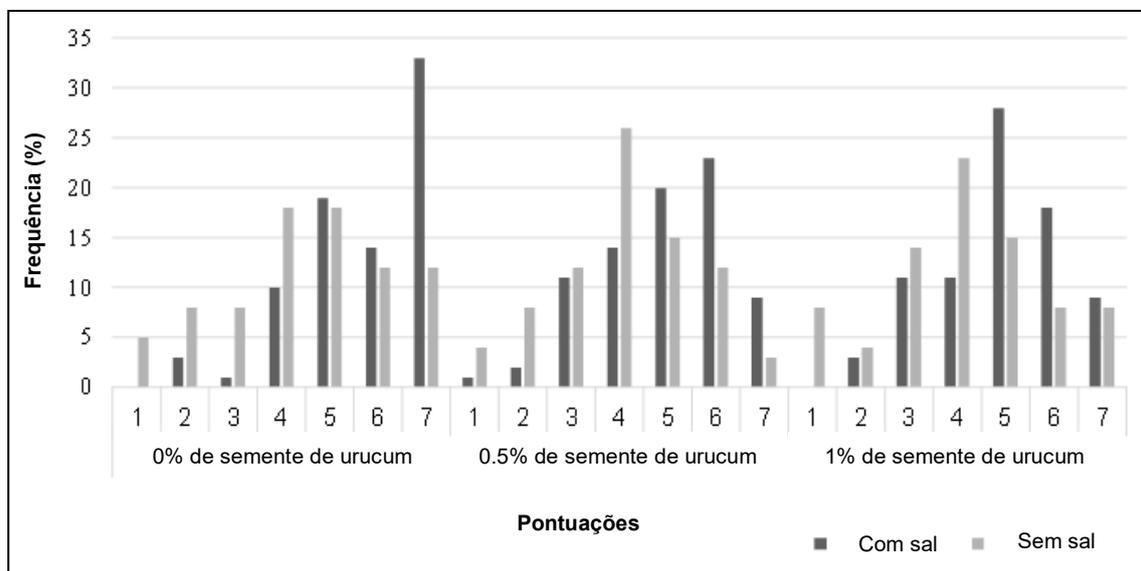
Com base nas informações disponíveis na Tabela 1, foi possível concluir que todas as formulações em estudo são promissoras, pois as médias das pontuações obtidas ($\geq 4,1$) são maiores que a média da escala hedônica de 7 pontos (3,5); por outro lado, a análise dos dados sugere que alguns ajustes podem ser feitos para aumentar a aceitação.

A amostra com sal e sem pó de semente de urucum obteve a maior nota média (5,7), correspondendo a “Eu comeria frequentemente” ($p < 0,05$), seguida pelas amostras com sal e pó de semente de urucum a 0,5% e 1,0%, que obtiveram médias iguais (4,9) e refletiram a intenção de consumo com resultados correspondentes a “Eu comeria ocasionalmente”.

As amostras sem sal e com pó de semente de urucum obtiveram as menores médias (4,1), o que, segundo a escala hedônica utilizada, também classificaria a intenção de consumo em “comeria ocasionalmente”. As amostras sem sal e sem pó de semente de urucum obtiveram a mesma classificação, porém, com média um pouco maior (4,5), mas sem diferença estatística entre os tratamentos.

A distribuição de frequência das pontuações, ilustrada na Figura 3, confirma o exposto acima e demonstra que, para as amostras com sal, as pontuações 5, 6 e 7 apresentaram maior frequência, enquanto para as amostras sem sal, as maiores frequências ocorreram com as pontuações mais baixas (1, 2, 3 e 4).

Figura 3. Distribuição de frequência das pontuações de intenção de consumo de hambúrgueres de carne assada condimentados com sal e/ou pó de semente de urucum.



Em relação ao Índice de Aceitabilidade (Tabela 1), a amostra condimentada somente com sal obteve o maior resultado (81,43%) para aceitação global. As amostras com sal e pó de semente de urucum em diferentes concentrações obtiveram IA igual a 70%, demonstrando um resultado satisfatório e que o produto também pode ser considerado aceito. Para as amostras sem sal, os valores foram menores que 70%, o que indica não aceitação.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão (DP) da intenção de consumo e do Índice de Aceitabilidade (%) de hambúrgueres bovinos assados condimentados com sal e/ou pó de semente de urucum. Santos-SP, 2019.

Urucum	n	Com sal				Sem sal				<i>p</i> -valor ¹	
		IA (%)	Média	DP	IC (%)	n	AI (%)	Média	DP		IC (%)
0	80	81,43	5,7 ^a	1,3	95	80	64,29	4,5 ^a	1,7	95	0,000
0,5%	80	70,00	4,9 ^b	1,4	95	80	58,57	4,1 ^a	1,5	95	0,000
1,0%	80	70,00	4,9 ^b	1,3	95	80	58,57	4,1 ^a	1,7	95	0,001

Índice de Aceitabilidade (IA).

Desvios-padrão (DP).

Intervalo de Confiança (CI).

Letras diferentes na coluna indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$).

¹Teste *t* de Student para amostras com e sem sal.

DISCUSSÃO

O método de assar reproduz as condições usuais de preparo de carnes segundo procedimentos convencionais da culinária brasileira,^{17,19,22} e como o cozimento a seco representa um risco maior à saúde, dado o potencial de formação de AHs e HAPs, tem sido utilizado em estudos dessa natureza.²⁸ O uso de moduladores do estresse oxidativo, como a bixina e os compostos fenólicos presentes nas sementes de urucum, seja no pré-preparo ou preparo, é uma estratégia promissora para reduzir a formação de AHs e HAPs, graças à capacidade de interagir nas reações químicas decorrentes do preparo e inibir a formação desses compostos.^{8,9,29} Nesse contexto, a análise sensorial é uma importante ferramenta para estudar as percepções dos consumidores sobre os alimentos, incluindo sua aceitação ou rejeição,^{19,22,30} sobretudo em estudos que investigam a eficiência dos ingredientes incomuns com potencial para a mitigação de contaminantes do processamento térmico.

As médias obtidas no teste afetivo e a distribuição de frequência das pontuações, apresentadas nos resultados deste estudo, demonstram que as amostras de hambúrgueres de carne assada com sal resultaram em maior intenção de consumo, independentemente da concentração de pó de semente de urucum. O papel do sal na aceitação de preparações culinárias também foi discutido por Otto et al.³¹ que, ao avaliarem a aceitação de sopas com diferentes concentrações de sal, observaram que quanto maior o teor de sal, maiores eram as médias obtidas para a amostra, sendo a formulação sem sal a menos aceita. Borjes et al.,³² em análise sensorial de feijões com redução de sal e uso de ervas e especiarias na preparação, também observaram maiores escores de IA para amostras com aumento do teor de sal, o que os autores associam à prática culturalmente estabelecida de usar sal em abundância.

O sabor salgado é, de fato, um atrativo para o consumo alimentar. O uso do sal refinado é justificado por suas propriedades de conservação, para atender às recomendações nutricionais de sódio, e por sua fortificação com iodo, importante estratégia de combate ao bócio endêmico em muitas regiões do mundo; quando empregado em quantidades moderadas em carnes, pode favorecer não só o sabor, mas também a maciez do alimento.³³ No entanto, o consumo exagerado pode modificar o sabor e é um fator de risco para doenças cardiovasculares.³²

O *Guia Alimentar para a População Brasileira* também inclui o sal no grupo de alimentos que devem ser utilizados em pequenas quantidades para a elaboração de preparações culinárias, e sugere o uso de condimentos naturais para garantir alimentos saborosos, incluindo as carnes, com menores quantidades de sal.³⁴ Especificamente para esse grupo alimentar, a adição de especiarias pode melhorar as características de cor e sabor, e estar associada a maiores pontuações na avaliação sensorial.³⁵

O urucum foi incorporado à cultura europeia pelos colonizadores como forma de substituir o açafrão.³⁶ Atualmente, é amplamente utilizado na culinária tradicional e nas indústrias alimentícia, cosmética, farmacêutica e têxtil,¹¹ sendo o Brasil considerado seu maior produtor,¹⁰ com 12.000 toneladas no ano de 2022.³⁷ Além disso, seu cultivo não causa impacto negativo no meio ambiente,³⁸ e no Brasil o urucum está na lista de espécies nativas da sociobiodiversidade com valor alimentício, ou seja, é um produto da biodiversidade que gera renda, promove a melhoria e a qualidade de vida de comunidades tradicionais e agricultores familiares.³⁹

Neste estudo, a adição de pó de semente de urucum como condimento nas amostras de hambúrgueres bovinos assados que continham sal, independentemente da concentração, resultou em médias correspondentes à intenção de consumo “Eu comeria ocasionalmente”, consideradas aceitas devido ao IA de 70%. Por meio dos comentários que os provadores registraram nos formulários de análise sensorial, foi possível perceber que a textura foi o aspecto que menos os agradou e pode ter interferido no resultado obtido, uma vez que propriedades como suculência e textura são desejáveis em produtos cárneos, e aqueles que não apresentam tais características são comumente rejeitados pelos consumidores.⁴⁰

Silva et al.⁴¹ realizaram um estudo que comparou hambúrgueres produzidos a partir de carne bovina ou de búfalo, e observaram que a preparação com carne bovina apresentou melhores pontuações em termos de suculência, o que é justificado pela maior presença de gordura em sua composição. Sedlacek-Bassani et al.,³⁰ em seu trabalho com hambúrgueres bovinos condimentados com 1% de pó de semente de urucum, obtiveram médias para aroma e sabor que não diferiram da formulação padrão, bem como para textura que não foi influenciada pela adição do condimento. Entretanto, esses resultados podem ter sido obtidos pela maior adição de sal, 2% em relação ao peso líquido da carne, e pela inclusão de gordura, respectivamente. Os autores ainda citam que, em termos de aparência e cor, a formulação com urucum obteve menores pontuações e, nos comentários, os provadores relataram que essas amostras estavam cruas, o que pode estar relacionado à cor proporcionada pela bixina presente no urucum. Em contraste, a adição de 500 ppm de bixina na linguiça fresca aumentou a intensidade da cor e fez com que o sabor do urucum fosse detectado, porém, preferido pelos provadores.⁴² Nossos hambúrgueres de carne bovina também apresentaram cor mais intensa proporcional à quantidade de pó de semente de urucum utilizada; esse aspecto foi controlado em nosso estudo com o uso de luz vermelha nas cabines de análise sensorial, e essa abordagem garantiu que os provadores se concentrassem na experiência sensorial gustativa, olfativa e tátil sem serem influenciados por pistas visuais.

Em pães, a concentração de corante de urucum também afetou o sabor e as pontuações na análise sensorial; os provadores relataram um sabor amargo com a maior porcentagem de corante utilizada (1%), mas mesmo assim, essas amostras receberam notas acima da média e foram consideradas aceitas. Por outro lado, a adição do corante diminuiu significativamente a umidade dos pães, devido à perda de água.⁴³ Efeito semelhante foi observado na carne bovina grelhada condimentada com 1,5% de pimenta de Sichuan, pimenta preta ou vermelha, em que a modificação da textura foi associada ao aumento da pressão osmótica induzida pela condimentação, o que levaria à perda de água e dureza no cozimento.^{35,44}

Em nosso estudo, a percepção dos provadores quanto à textura da carne pode estar relacionada a esse efeito do condimento, mas não só isso; a padronização nas formas também pode ter contribuído para

maior perda de água nas carnes expostas ao calor e, conseqüentemente, tornou-as menos suculentas. Isso sugere que a modificação do molde e a estratégia dietética de adição de gordura podem ser interessantes para pesquisas futuras.

Uma avaliação específica para cada uma das características organolépticas (cor, odor, sabor e textura) também pode levar a uma melhor compreensão da intenção de consumo e favorecer a criação de estratégias mais específicas para aumentar a aceitabilidade da carne bovina condimentada com pó de semente de urucum.

Adicionalmente à avaliação das características sensoriais, a literatura destaca outras vantagens do uso de sementes de urucum, entre elas, a redução da oxidação lipídica e o aumento da vida útil com melhores características sensoriais de carnes, pães e outros produtos alimentícios.^{30,43,45,46} Esse efeito pode ser atribuído à presença de bixina, cuja estrutura química com ligações duplas conjugadas pode fornecer propriedades moduladoras do sistema oxidativo, por meio da supressão de espécies reativas, transferência de elétrons e captura de hidrogênio via molécula funcional do apocarotenoide, que pode quebrar a estrutura dos compostos reativos. Além disso, embora presentes em quantidades menores, os compostos fenólicos encontrados nas sementes de urucum, como ácido clorogênico, hipolaetina,⁴⁷ catequina, crisina, buteína, licochalcona A e xantohumol,¹⁶ contêm grupos hidroxila capazes de capturar elétrons, extinguir o oxigênio singlete e desativar o estado triplete excitado dos sensibilizadores, propriedades associadas à mitigação da fotossensibilização e à eliminação de radicais livres durante seus estados de transição.^{16,48-50}

Em estudo anterior realizado por nosso grupo,²¹ foi apresentada a quantificação de bixina (2,08 (0,44) g/100 g) e compostos fenólicos (8,56 (0,26) mg expressos em equivalentes de ácido gálico (EAG)/g) da amostra de pó de semente de urucum utilizada para condimentar os hambúrgueres bovinos. Esses resultados estão de acordo com a literatura, pois o teor de bixina nesta semente pode variar de 0,75 a 5,5 g/100 g,^{47,48,51-55} enquanto os compostos fenólicos apresentaram variação de 0,30 a 9,65 mg de EAG/g,^{16,47,48,52,56} dependendo da variedade da planta, da localização geográfica da cultura, da altitude da área de colheita, das condições do solo, do clima, dos métodos de colheita, do armazenamento e das técnicas analíticas escolhidas para determinação.^{47,52,54,55}

Esses fatores também podem influenciar a atividade antioxidante, que pode ser proporcional à quantidade de compostos bioativos presentes na matriz alimentar, e que, no caso do estudo citado com nossa amostra de pó de semente de urucum,²¹ foi medida usando três métodos diferentes de eliminação de radicais, resultando em 30,40 (2,62) mg de capacidade antioxidante equivalente a trolox (TEAC)/g de semente, no ensaio ABTS⁺, 18,30 (0,66) mg de TEAC/g de semente, no ensaio DPPH[·] e 17,44 mg de equivalentes de sulfato ferroso (FSE)/g de semente, no ensaio FRAP. Estes valores são de difícil comparação com a literatura, devido à falta de padronização nas unidades de medida do potencial antioxidante.⁴⁹ Apesar disso, outros autores têm relatado a alta atividade antioxidante dos extratos de urucum *in vitro*, que têm capacidade de eliminar espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, geralmente associadas a uma série de distúrbios metabólicos, como peróxido de hidrogênio (H₂O₂), radicais peroxila (ROO[·]), ácido hipocloroso (HOCl), oxigênio singlete (¹O₂), óxido nítrico ([·]NO) e peroxinitrito (ONOO⁻);⁵⁷ o que pode explicar os efeitos *in vivo* da bixina relatados na literatura, como anti-inflamatório e anticancerígeno, por meio da supressão do estresse oxidativo e regulação de vias metabólicas específicas.⁵⁸ Em aplicações alimentícias, o uso do urucum tem demonstrado estabilidade da atividade antioxidante e efeitos benéficos após armazenamento e processamento térmico.^{21,54,59}

Sancho et al.⁵⁹ e Cuong e Chin⁵⁴ aplicaram pó de semente de urucum em almôndegas de peixe (0,1%) e hambúrgueres de porco (0,25 e 0,5%), e observaram a redução da oxidação lipídica ao longo de 120 e 14

dias de armazenamento refrigerado, respectivamente. Essa ação é provavelmente atribuída à doação de elétrons e prótons proporcionada pela bixina e pelos compostos fenólicos, o que poderia impedir a iniciação e propagação da oxidação, inibir reações radicais causadas pela quebra de íons de metais de transição e impedir ataques de oxigênio em cadeias radicais.

No estudo anterior conduzido por nosso grupo, a adição de pó de semente de urucum (0,5% e 1%) demonstrou a manutenção das características antioxidantes após o cozimento usando diferentes tempos e métodos, alcançando uma redução de até 91% no teor total de amins heterocíclicas; o impacto mais pronunciado foi observado no nível de adição de 1%, independentemente do tempo ou método de cozimento, e a eficácia persistiu mesmo em condições mais drásticas de cozimento com maior exposição térmica.²¹ Esse efeito provavelmente ocorreu devido ao potencial dos compostos bioativos presentes no pó de semente de urucum para inibir a oxidação ligada à reação de Maillard por meio da eliminação de espécies reativas e intermediários, e da degradação de aminoácidos necessários para a formação desses carcinógenos.^{9,21}

Por fim, a aceitação de carnes condimentadas com pó de semente de urucum também revela uma boa perspectiva para ampliar as pesquisas com essa matriz alimentar, que demonstra benefícios não apenas culinários e sensoriais, mas também tecnológicos e para a saúde.^{10-12,14,15,21,30,43,45,60} Portanto, pesquisas futuras devem continuar investigando os efeitos da condimentação com urucum na produção dos carcinógenos supracitados - HAs e PAHs - em carne bovina processada termicamente e outros alimentos, pois entender essa relação pode levar a práticas de processamento mais seguras e reduzir os riscos de câncer associados à exposição alimentar. Além disso, incentivar o consumo desse fruto da biodiversidade brasileira contribui para o desenvolvimento da economia local de pequenos e médios produtores, favorecendo o resgate e a manutenção da culinária tradicional.³⁹

Adicionalmente, os níveis de cada fator foram estabelecidos para obter as maiores distâncias entre os valores mínimos e máximos para atender aos critérios de segurança nutricional (ingestão de sódio e bixina). Entretanto, a condimentação exclusiva com urucum não apresentou diferença de aceitabilidade entre os níveis, contrariando a expectativa de linearidade do desfecho em resposta ao efeito das variáveis independentes. Por esse motivo, outros estudos devem incluir o ponto central no delineamento experimental.

CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho permitem concluir que a condimentação com pó de semente de urucum na concentração de 1% pode ser utilizada no preparo de hambúrgueres bovinos assados, uma vez que os provadores indicaram intenção de consumo ocasional, que as amostras foram consideradas aceitas pelo Índice de Aceitabilidade e que a aceitação foi igual à das amostras condimentadas com metade dessa concentração. Além disso, o uso de 0,5% de sal melhora significativamente a aceitação, e a inclusão de gorduras e/ou outras estratégias que possam favorecer a textura da carne devem ser exploradas.

Assim, a condimentação com urucum é sensorialmente aceita em preparações cárneas; a considerar a presença dos compostos bioativos, a bixina e os compostos fenólicos, o uso deste ingrediente assume importância cultural, econômica, biológica e tecnológica. Conhecer a aceitação sensorial é essencial para potencializar sua aplicação na culinária e em pesquisas futuras; para nosso grupo, esse resultado se traduz em um passo importante para a realização de estudos que avaliem o efeito do pó de semente de urucum na mitigação de contaminantes do processamento térmico.



AGRADECIMENTOS

À empresa Urucum do Brasil, pela doação das sementes de urucum. À Profa. Josiane Steluti, pela contribuição no processamento dos dados e análise estatística. Aos colegas que auxiliaram na execução dos testes e aos provadores.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization (WHO). Red and processed meat in the context of health and the environment: many shades of red and green. Geneva: World Health Organization; 2023 [consultado em 25 nov. 2023]. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/370775/9789240074828-eng.pdf?sequence=1>.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTATS Online Database, 2021. [consultado em 25 nov. 2023]. Disponível em: <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>.
3. de Carvalho AM, Selem SSC, Miranda AM, Marchioni DM. Excessive red and processed meat intake: relations with health and environment in Brazil. *Brit J Nut.* 2016;15(1):2011-6. <https://doi.org/10.1017/S0007114516000969>.
4. World Cancer Research Fund. Diet, nutrition, physical activity and colorectal câncer. Washington, 2017 [consultado em 23 jun. 2022]. Disponível em: <https://www.wcrf.org/sites/default/files/Colorectal-Cancer-2017-Report.pdf>.
5. Adeyeye SAO. Heterocyclic Amines and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Cooked Meat Products: A Review. *Polycycl Aromat Comp.* 2018;40(5):1557-67. <https://doi.org/10.1080/10406638.2018.1559208>.
6. International Agency for Research on Cancer. Chemical agents and related occupations: volume 100 F - a review of human carcinogens. Lyon: IARC; 2012. [consultado em 25 ago. 2021]. Disponível em: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F.pdf>.
7. Bulanda S, Janoszka B. Consumption of Thermally Processed Meat Containing Carcinogenic Compounds (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Heterocyclic Aromatic Amines) versus a Risk of Some Cancers in Humans and the Possibility of Reducing Their Formation by Natural Food Additives-A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(8):4781. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084781>.
8. Chen X, Jia W, Zhu L, Mao L, Zhang Y. Recent advances in heterocyclic aromatic amines: An update on food safety and hazardous control from food processing to dietary intake. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2020;19(1):124-48. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12511>.
9. Neves TM, da Cunha DT, de Rosso VV, Domene SMA. Effects of seasoning on the formation of heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in meats: A meta-analysis. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2021;20(1):526-41. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12650>.
10. Ulbricht C, Windsor RC, Brigham A, Bryan JK, Conquer J, Costa D et al. An Evidence-Based Systematic Review of Annatto (*Bixa orellana* L.) by the Natural Standard Research Collaboration. *J Diet Suppl.* 2012;9(1):57-77. <https://doi.org/10.3109/19390211.2012.653530>.
11. Figueirêdo BC, Trad IJ, Mariutti LRB, Bragagnolo N. Effect of annatto powder and sodium erythorbate on lipid oxidation in pork loin during frozen storage. *Food Research International.* 2014;65(1):137-43. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.016>.
12. Kusmita L, Franyoto YD, Mutmainah M, Puspitaningrum I, Nurcahyanti ADR. *Bixa orellana* L. carotenoids: antiproliferative activity on human lung cancer, breast cancer, and cervical cancer cells in vitro. *Natural Product Research* 2022;36(24):6421-27. <https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2036144>.

13. Franklin VA, Bach Hi EM, Wadt NSY, Bach EE. Aqueous extract from urucum (*Bixa orellana* L.): antimicrobial, antioxidant, and healing activity. *Porto Biomed J.* 2023;8(1):e183. <https://doi.org/10.1097/j.pbj.000000000000183>.
14. Demczuk Jr B, Ribani RH. Updates on chemistry and use of annatto (*Bixa orellana* L.). *REBRAPA.* 2015;6(1):37-50. <https://doi.org/10.14685/rebrapa.v6i1.144>.
15. Mesquita SS, Teixeira CMLL, Servulo EFC. Carotenoids: Properties, Applications and Market. *Rev. Virtual Quim.* 2017;9(2):672-88. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20170040>.
16. Quiroz JC, Duran AMN, Garcia MS, Gelmy, Gomez LC, Camargo JJRC. Ultrasound-Assisted Extraction of Bioactive Compounds from Annatto Seeds, Evaluation of Their Antimicrobial and Antioxidant Activity, and Identification of Main Compounds by LC/ESI-MS Analysis. *Int J Food Sci* 2019;3721828. <https://doi.org/10.1155/2019/3721828>.
17. Iwasaki M, Kataoka H, Ishihara J, Takachi R, Hamada GS, Sharma S *et al.* Heterocyclic amines content of meat and fish cooked by Brazilian methods. *J of Food Compost Anal.* 2010;23(1):61-9. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.07.004>.
18. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria CVS 5, de 09 de abril de 2013. Regulamento técnico sobre Boas Práticas para serviços de alimentação, e o roteiro de inspeção. Brasília, 2013 [consultado em 23 jun. 2022]. Disponível em: http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/PORTARIA%20CVS-5_090413.pdf.
19. Domene SMA, Slater B, Mescoloto SB, Neves-Gonçalves TM, Teixeira AR, Pignotti G *et al.* Cooking guidelines for planetary health: A gap between nutrition and sustainability. *International Journal of Gastronomy and Food Science.* 2024;35(1):100897. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100897>.
20. European Food Safety Authority (EFSA). The safety of annatto extracts (E 160b) as a food additive. *EFSA Journal.* 2016;14(8):4544. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4544>.
21. Neves-Gonçalves TM, Pinto E, Viegas O, Braga ARC, Mesquita LMS, Ferreira IMPLVO, García-Jares C, De Rosso VV, Domene SMA. Evaluation of the potential of annatto seed powder to reduce the formation of heterocyclic amines in charcoal-grilled and pan-fried beef patties. *Food Chem.* 2025;462(1):141015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141015>.
22. Domene SMA. Técnica dietética: teoria e aplicações. 2nd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2018.
23. Sampaio CRP, Ferreira SMR, Canniatti-Brazaca SG. Perfil sensorial e aceitabilidade de barras de cereais fortificadas com ferro. *Alim. Nutr Araraquara.* 2009;20(1):95-106.
24. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 2nd ed. Curitiba: Champagnat; 2007.
25. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas – NBR 14141. Rio de Janeiro: ABNT; 1998.
26. Bispo ES, Santana LR, Carvalho RD, Andrade G, Leite CC. Aproveitamento industrial de marisco na produção de linguiça. *Food Sci. Technol.* 2004;24(4):664-8. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000400031>.
27. Ramos SA, Santos BF, Silva FRF, Cirino LM, Goston JL. Desenvolvimento, avaliação sensorial e da composição nutricional de preparações destinadas a esportistas. *Demetra.* 2020;15(1):1-10. <https://doi.org/10.12957/demetra.2020.40996>.
28. Marques AC, Valente TB, Da Rosa CS. Toxin formation during food processing and possible consequences to the human body. *Rev. Nutr.* 2009;22(2):283-93. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732009000200010>.
29. Zhu Q, Zhang S, Wang M, Chen J, Zheng ZP. Inhibitory effects of selected dietary flavonoids on the formation of total heterocyclic amines and 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b] pyridine (PhIP) in roast beef patties and in chemical models. *Food Func.* 2016;7(2):1057-66. <https://doi.org/10.1039/c5fo01055a>.



30. Sedlacek-Bassani J, Grassi TLM, Diniz JCP, Ponsano EHG. Spices as natural additives for beef burger production. *Food Sci Technol*.2020;40(4):817-21. <https://doi.org/10.1590/fst.21019>.
31. Otto SM, Serbai D, Novello D. Aceitabilidade sensorial de sopas elaboradas com diferentes sais substitutos de cloreto de sódio. *RevInst Adolfo Lutz*. 2014;73(2):226-32. <https://doi.org/10.18241/0073-98552014731609>.
32. Borjes LC, Techio SF, De Oliveira MP. Análise sensorial de feijões de restaurantes comerciais com substituição do sal por ervas e especiarias. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. J. Brazilian Soc. Food Nutr*. 2011;36(3):15-26.
33. Shi H, Shahidi F, Wang J, Huang Y, Zou Y, Xu W *et al*. Techniques for postmortem tenderisation in meat processing: effectiveness, application and possible mechanisms. *Food Prod Process and Nutr*. 2021;3(21):2-26. <https://doi.org/10.1186/S43014-021-00062-0>.
34. Brasil. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. 2. nd. Brasília, 2014 [consultado em 23 jun. 2022]. Disponível em: https://bvmsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf
35. Sepahpour S, Jinap S, Khatib A, Mohd Manap AY, Razis AFA. Inhibitory effect of mixture herbs/spices on formation of heterocyclic amines and mutagenic activity of grilled beef. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2018;35(10):1911-27. <https://doi.org/10.1080/19440049.2018.1488085>.
36. Moreira PA, Lins J, Dequigiovanni G, Veasey EA, Clement CR. The Domestication of Annatto (*Bixa orellana*) from *Bixa urucurana* in Amazonia. *Econ Bot*. 2015;69(1):127-35.<https://doi.org/10.1007/s12231-015-9304-0>.
37. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. 2022 [consultado em 10 jan. 2024]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>.
38. Patiño TA, Poveda-Giraldo JA, Salas Moreno MH, Mosquera GR, Alzate CAC. Potential for Sustainable Production of Natural Colorants in the Tropical Forest: A Biorefinery Case of Annatto Seeds. *Sustainability* 2023; 15(1):3079. <https://doi.org/10.3390/su15043079>.
39. Brasil. Ministério do meio ambiente. Portaria interministerial nº 163 de 11 de maio de 2016. Lista, com base em espécies nativas da flora brasileira, as espécies consideradas da sociobiodiversidade. Brasília, 2016 [consultado em 23 jun. 2022]. Disponível em: http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/PORTARIA%20CVS-5_090413.pdf.
40. Trevisan YC, Bis CV, Henck JM, Barreto ACS. Efeito da adição de fibra de aveia sobre as propriedades físico-químicas de hambúrguer cozido e congelado com redução de gordura e sal. *Braz J Food Technol*. 2016; e2015079. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.7915>.
41. Silva FL, Silva T dos S, Vargas FC, Franzolin R, Trindade MA. Nota Científica: Características físico-químicas e aceitação sensorial de hambúrguer de búfalo em comparação com hambúrguer bovino. *Braz. J. Food Technol*. 2014;24(4):340-44. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.2614>.
42. de Carvalho PRDM, Bolognesi VJ, Longhi DA, Garcia CER. Assessment of the lipid oxidation, color and sensorial acceptance of fresh sausage formulated with potassium bixinate as a substitute for sodium nitrite and carmine. *J Food Sci Technol*. 2021;58(1):4524-9. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04934-0>.
43. Najafi MBH, Fatemizadeh SS, Boroojerdi SR, Hoosseini F, Karazhyan R. In Vitro Evaluation of Antimold Activity of Annatto Natural Dye and Its Effects on Microbial, Physicochemical, and Sensory Properties of Bread. *J Food Prot*. 2018;81(10):1598-1604. <https://doi.org/10.4315/0362-028XJFP-17-533>.
44. Turp GY, Icier F, Kor G. Influence of infrared final cooking on color, texture and cooking characteristics of ohmically pre-cooked meatball. *Meat Sci*. 2016;114(1):46-53. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.006>.

45. Garcia CER, Bolognesi VJ, Dias JFG, Miguel OG, Costa CK. Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. *Cienc. Rural*. 2012;42(8):1510-17. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000800029>.
46. Czech-Zaľubská K, Klich D, Jackowska-Tracz A, Didkowska A., Bogdan J, Anusz K. Dyes Used in Processed Meat Products in the Polish Market, and Their Possible Risks and Benefits for Consumer Health. *Foods* 2023;12(1):2610. <https://doi.org/10.3390/foods1213261>.
47. Chisté RC, Benassi MT, Mercadante AZ. Effect of solvent type on the extractability of bioactive compounds, antioxidant capacity and colour properties of natural annatto extracts. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2011;46(1): 1863-70. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02693.x>.
48. Miguel KB, Cardoso VL, Reis MHM. Concentration of Pigments and Health-Promoting Bioactive Compounds from Annatto Seeds by Ultrafiltration. *Waste Biomass Valor.* 2024;15(1):127-37. <https://doi.org/10.1007/s12649-023-02151-2>.
49. Oliveira SSC, Araújo RDC, da Silva GA, Leitão JH, Sousa SABS, Fonseca LP, Carvalho JCT, Cantuária P, Hage-Melim LIS, Ferreira IM. *Bixa orellana* L. from northern Brazil: morphological analysis, phenolic content, antioxidant and antibacterial activities. *Rev. Bras. Bot.* 2022;45(1):883-96. <https://doi.org/10.1007/s40415-022-00832-1>.
50. Viuda-Martos M, Ciro-Gómez GL, Ruiz-Navajas Y, Zapata-Montoya JE, Sendra E, Pérez-Álvarez JA, Fernández-López J. In vitro Antioxidant and Antibacterial Activities of Extracts from Annatto (*Bixa orellana* L.) Leaves and Seeds. *J. Food. Saf.* 2012;32(1):399-406. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2012.00393.x>.
51. Albuquerque CLC, Meireles MAA. Defatting of annatto seeds using supercritical carbon dioxide as a pretreatment for the production of bixin: Experimental, modeling and economic evaluation of the process. *J. Supercrit. Fluid.* 2012;66(1):86-95. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2012.01.004>.
52. Cardarelli CR, Benassi MDT, Mercadante AZ. Characterization of different annatto extracts based on antioxidant and colour properties. *Food Sci. Technol.* 2008;41(9):1689-93. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.10.013>.
53. Chisté RC, Yamashita F, Gozzo FC, Mercadante AZ. Simultaneous extraction and analysis by high performance liquid chromatography coupled to diode array and mass spectrometric detectors of bixin and phenolic compounds from annatto seeds. *J. Chromatogr.* 2011;1218(1):57-63. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2010.10.094>.
54. Cuong TV, Chin KB. Effects of Annatto (*Bixa orellana* L.) Seeds Powder on Physicochemical Properties, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Pork Patties during Refrigerated Storage. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 2016;36(4):476-86. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.4.476>.
55. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa. Coleção plantar - Urucum. 2nd ed. Brasília: Embrapa; 2009 [consultado em 16 jul. 2021]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128282/1/PLANTAR-Urucum-ed02-2009.pdf>.
56. Zarza-García AL, Moo-Huchín VM, Toledo-López VM, Godoy-Hernández G, Rivera-Cabrera F, Aarland RC, Sauri-Duch E, Mendoza-Espinoza JA. Chemical, nutritional, and biological composition of three seed morphotypes of *Bixa orellana* L. *Bixaceae* (Achiote) in the Yucatan peninsula, Mexico. *Pak. J. Bot.* 2021;53(6):2199-205. [https://doi.org/10.30848/PJB2021-6\(12\)](https://doi.org/10.30848/PJB2021-6(12)).
57. Chisté RC, Mercadante AZ, Gomes A, Fernandes E, Lima JL, Bragagnolo N. In vitro scavenging capacity of annatto seed extracts against reactive oxygen and nitrogen species. *Food Chem.* 2011;127(2):419-26. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.139>.
58. Ashraf A, Ijaz MU, Muzammil S, Nazir MM, Zafar S, Zihad SMNK, Uddin SJ, Hasnain MS, Nayak AK. The role of bixin as antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, and skin protecting natural product extracted from *Bixa orellana* L. *Fitoterapia* 2023;169(1):105612. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2023.105612>.



59. Sancho RAS, Lima FA, Costa GG, Mariutti LRB, Bragagnolo N. Effect of Annatto Seed and Coriander Leaves as Natural Antioxidants in Fish Meatballs during Frozen Storage. *J. Food Sci.* 2011;76(6):838-45. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02224.x>.
60. Coelho DS, Silva ADB, Ribeiro JS, Junior SAR, Campos ÂD, Lund RG. *Bixa orellana* L. (Achiote, Annatto) as an antimicrobial agent: A scoping review of its efficiency and technological prospecting. *J Ethnopharmacol.* 2022;287(6):114961. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114961>.

Colaboradores

Novoa GG e Domene SMA trabalharam em todas as etapas, desde a concepção e desenho do estudo até a revisão e aprovação da versão final do artigo; Neves-Gonçalves TM participou da aquisição, análise e interpretação dos dados, redação, revisão e aprovação final do artigo.

Conflito de Interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Recebido: 01 de abril de 2024

Aceito: 14 de novembro de 2024