

Revista
Ciência, Tecnologia & Ambiente

Antioxidantes naturais e aceitação sensorial em produtos cárneos: revisão da evidência científica

Natural antioxidants and sensory acceptance in meat products: review of scientific evidence

Renata de Araújo Alves¹ , Virgínia Kelly Gonçalves Abreu¹ , Adriana Gomes Nogueira Ferreira¹ ,
Marcelino Santos Neto¹ , Richard Pereira Dutra¹ , Ana Lúcia Fernandes Pereira^{1*} 

¹ Centro de Ciências de Imperatriz, Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Imperatriz, MA, Brasil. *Autor para correspondência: ana.fernandes@ufma.br

Como citar: ALVES, R.A.; ABREU, V.K.G.; FERREIRA, A.G.N.; SANTOS NETO, M.; DUTRA, R.P.; PEREIRA, A.L.F., 2024. Antioxidantes naturais e aceitação sensorial em produtos cárneos: revisão da evidência científica. *Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente*, vol. 14, e14267. <https://doi.org/10.4322/2359-6643.14267>

RESUMO

O uso de antioxidantes é uma alternativa para prevenir a oxidação lipídica durante o processamento e a estocagem de produtos cárneos. Contudo, os antioxidantes sintéticos podem ser prejudiciais à saúde o que tem contribuído para o aumento da procura por antioxidantes naturais. Para usar esses antioxidantes, é importante conhecer os impactos nas características sensoriais. O objetivo dessa revisão foi analisar a produção científica sobre a aceitação sensorial de produtos cárneos contendo antioxidantes naturais a fim de entender seu uso. A revisão integrativa foi realizada em passos da análise sistemática, usando as bases de dados *ScienceDirect*, *Web of Science*, *Pubmed*, *Embase* e *Scopus*. Após busca nas bases de dados e etapas de seleção, foram analisados 34 artigos. A maioria (61,76%) utilizou a escala hedônica de nove pontos como metodologia para avaliar a aceitação sensorial. Dentre os atributos sensoriais, sabor (82,35%), aroma (73,52%), impressão global (67,64%), textura (64,70%) e cor (64,70%) foram os mais avaliados para a oxidação dos lipídios. As publicações utilizaram diferentes tipos de antioxidantes naturais e 55,88% dos produtos avaliados tiveram boa aceitação sensorial. Assim, a utilização de antioxidantes naturais em produtos cárneos é uma alternativa para o desenvolvimento de produtos mais saudáveis e com boa aceitabilidade.

Palavras-chave: oxidação lipídica, produtos de origem animal, escala hedônica.

ABSTRACT

The use of antioxidants is an alternative to prevent lipid oxidation during processing and storage of meat products. However, synthetic antioxidants can be harmful to health, which has contributed to the increased interest in natural antioxidants. For the use of these antioxidants, it is important to know the impacts on sensory characteristics. The aim of this review was to analyze the scientific information on the sensory acceptance of meat products containing natural antioxidants in order to comprehend better its use. The integrative review was based on systematic steps, using publications available in the *ScienceDirect*, *Web of Science*, *Pubmed*, *Embase* and *Scopus* databases. After searching the databases and applying the selection steps, 34 articles were analyzed. Most publications (61.76%) used the nine points hedonic scale as a methodology to assess sensory acceptance. Among the sensory attributes evaluated, flavor (82.35%), aroma (73.52%), overall acceptance (67.64%), texture (64.70%), and color (64.70%) were the most evaluated in lipid oxidation studies. The publications used different natural antioxidant types and 55.88% of the evaluated products had good sensory acceptance. Thus, the use of natural antioxidants in meat products is an alternative for the development of healthier products with good acceptability.

Keywords: lipid oxidation, animal products, hedonic scale.



INTRODUÇÃO

Os produtos cárneos são alimentos bastante consumidos devido em sua composição apresentar quantidades consideráveis de proteínas, minerais e outros nutrientes importantes para a saúde (Hawashin et al., 2016). No entanto, a elaboração dos produtos cárneos é realizada a partir da matéria-prima cominuída, o que aumenta sua exposição durante a produção, além de passarem por um maior tempo de armazenamento, o que pode contribuir para a ocorrência da oxidação lipídica, podendo influenciar a formação de ranço, alteração da cor e do sabor, resultando em menor qualidade e aceitabilidade (Rahman et al., 2021).

Dessa forma, a indústria vem desenvolvendo estratégias para prevenir e retardar a ocorrência da oxidação lipídica durante o processamento e o armazenamento de produtos cárneos, entre elas, destaca-se o uso dos antioxidantes (Lavado et al., 2021). Além disso, colaboram com a preservação de características sensoriais de cor, sabor e aparência, que são atributos associados à qualidade pelos consumidores (Pujol et al., 2023). Quimicamente, os antioxidantes são compostos químicos que possuem a função de doar hidrogênio aos radicais livres, resultando na retardação da oxidação lipídica (Simonetti et al., 2019).

Dentre os antioxidantes sintéticos, os mais comuns são butilhidroxitolueno, butilhidroxianisol e terc-butilhidroquinona os quais têm sido utilizados na indústria alimentícia há muitos anos devido à sua eficiência em retardar o processo de oxidação e por seu baixo custo (Choe et al., 2017). Contudo, embora apresentem vários benefícios aos produtos, podem ser prejudiciais à saúde, pois estão diretamente ligados à expansão de doenças, como a incidência de doenças cancerígenas. Tal pressuposto tem colaborado para o aumento da busca por produtos naturais como potenciais antioxidantes (Liang et al., 2021).

Assim, estratégias para substituição de antioxidantes sintéticos vêm sendo adotadas, como avaliações da capacidade antioxidante de várias espécies de frutas, hortaliças, cereais e especiarias (Das et al., 2012; Echegaray et al., 2018). Além disso, estudos já relataram também a utilização de óleos essenciais como o de cravo-da Índia (Sharma et al., 2020) e de gergelim (Sallam et al., 2021). Esses produtos são fontes de compostos fenólicos,

tocoferóis, flavonoides, vitaminas e podem ser utilizados como antioxidantes naturais em produtos cárneos, pois evidenciaram resultados positivos com relação a inibição da oxidação lipídica e a preservação dos atributos sensoriais (Banerjee et al., 2012).

A adição de novos ingredientes a produtos já consumidos pode causar alterações das características desejadas pelos consumidores. Portanto, é imprescindível que se realize testes de aceitação sensorial de novos produtos e/ou produtos reformulados. A aceitação de um produto depende das características sensoriais apresentadas, inclusive, as informações prévias sobre o produto podem afetar essa análise, seja pela expectativa dos consumidores ou pela não preferência por um determinado ingrediente (Mauricio et al., 2022).

Com base no exposto, o objetivo desta revisão é analisar a produção científica sobre a aceitação sensorial dos produtos cárneos contendo antioxidantes naturais a fim de estabelecer uma melhor compreensão sobre sua utilização.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, a qual é definida como método de pesquisa com a finalidade de sintetizar os resultados a partir de uma questão-problema. Assim, a revisão integrativa é caracterizada como uma fonte de conhecimento científico recomendada para a definição, a revisão de conceitos e a análises de estudos. Para a realização da investigação, seguiu-se as seguintes etapas: escolha do tema e formulação da questão norteadora; definição dos critérios de seleção e extração dos dados; pesquisa detalhada e ampla da literatura; análise dos dados; síntese e exposição dos resultados (Linares-Espinós et al., 2018).

Para a elaboração da questão norteadora da pesquisa, utilizou-se a estratégia PICO, onde “P” refere-se à população do estudo (produtos cárneos); “I” à variável de interesse (antioxidantes naturais) e “Co” ao contexto da pesquisa (aceitação sensorial). Dessa forma, a questão norteadora da revisão integrativa foi: “Quais as evidências científicas acerca dos antioxidantes naturais e a aceitação sensorial em produtos cárneos?”

A etapa seguinte da revisão ocorreu através da busca nas bases de dados *ScienceDirect*, *Web of Science*,

Pubmed, Embase e Scopus, por meio dos Descritores no idioma inglês dos termos da língua portuguesa: “*natural antioxidant*” AND “*meat OR meat products*” AND “*sensory OR sensory acceptance*” utilizando critérios de inclusão: estudos que abordassem a aceitação sensorial de produtos cárneos contendo antioxidantes naturais, disponíveis na íntegra, nos idiomas inglês, português e espanhol, sem período de publicação delimitado. Foram excluídos capítulos de livros, índices, informações de conferências, enciclopédias, revisões integrativas, narrativas e sistemáticas, e artigo de opinião e editoriais. Inicialmente, foram encontrados 3.506 artigos. A seleção e exclusão dos artigos realizou-se seguindo a metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) adaptada de Page et al. (2021).

A ferramenta utilizada para a coleta e análise dos dados contemplou os seguintes itens: título da publicação, autor(es), objetivos, ano de publicação, periódico, tipo de antioxidante, metodologias e resultados referentes à atividade antioxidante e aceitação sensorial dos produtos cárneos

elaborados com antioxidantes naturais. Após a etapa de elegibilidade, realizou-se a coleta de dados selecionando-os de cada estudo de acordo com os objetivos da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa dos descritores, foram selecionados 153 artigos para leitura na íntegra e, ao final, 43 artigos responderam à questão norteadora (Figura 1). Todos os artigos tratavam-se de pesquisas experimentais, e estavam no idioma inglês.

As características dos artigos selecionados para o estudo estão expostas na Tabela 1, onde são descritos os dados de autor/ano, o tipo de antioxidante natural, as concentrações dos antioxidantes, e o produto cárneo. Na Tabela 2 estão descrição dos estudos selecionados agrupados de acordo o efeito na aceitação sensorial dos produtos cárneos (se não houve diferença em relação ao tratamento controle; se houve efeito positivo ou negativo), metodologia/ número de avaliadores, atributos avaliados e principais conclusões.

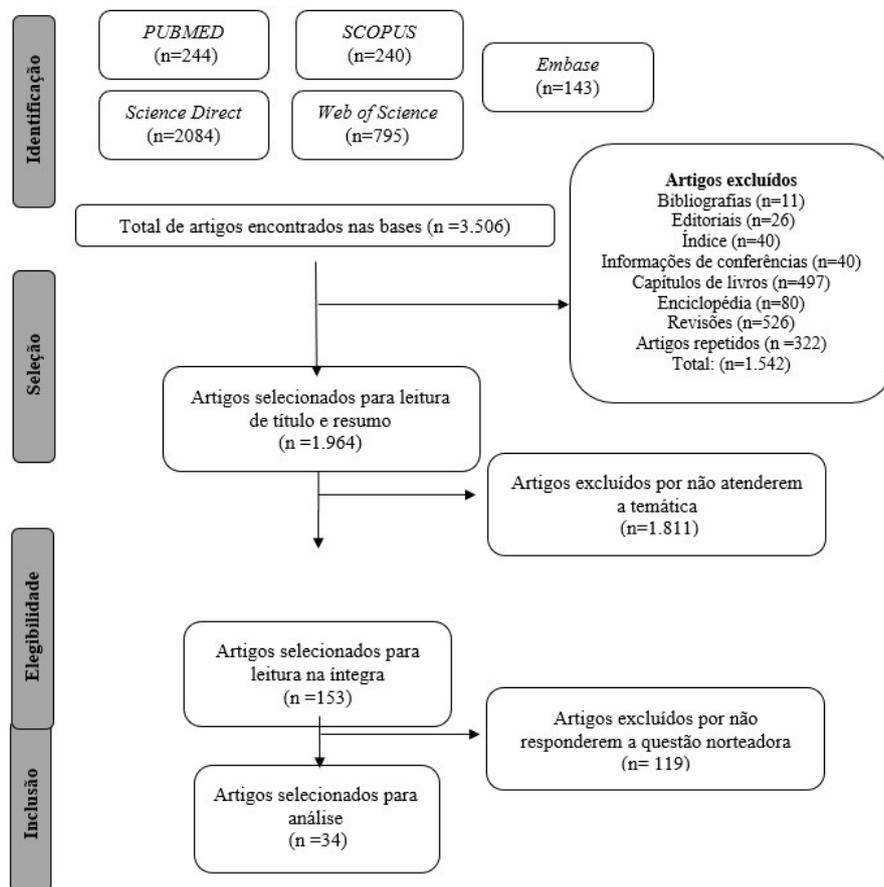


Figura 1. Fluxograma de seleção dos artigos incluídos no estudo. Fonte: adaptado do PRISMA de Page et al. (2021).

Tabela 1. Estudos selecionados organizados em ordem alfabética para autor, e informações sobre tipo de antioxidante natural testado, concentração utilizada e produto cárneo.

Número	Referência	Antioxidante natural	Concentração	Produto cárneo
1	Antonini et al. (2020)	Sementes de chia e purê de goji <i>berry</i>	2,5 e/ou 5%	Hambúrguer bovino
2	Barbosa et al. (2014)	Óleo essencial de <i>Ocimum basilicum</i>	0,3 ou 0,03%	Linguiça frescal de frango
3	Beal et al. (2011)	Folhas de erva-mate	0,3 e 0,4%	Linguiça tipo italiana
4	Bellucci et al. (2021)	Extrato de pitaia vermelha	0,025; 0,05 e 0,1%	Hambúrguer suíno
5	Boeira et al. (2020)	Capim -limão	0,5 e 1,0%	Linguiça frescal de frango
6	Cristobal et al. (2022)	Extratos de especiarias	4,5%	Hambúrguer suíno
7	De Alencar et al. (2022)	Farinha de casca de uva	0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%	Hambúrguer bovino
8	De Almeida et al. (2015)	Extrato da casca de jabuticaba	0,25; 0,5; 0,75 e 1%	Mortadela
9	De Paiva et al. (2021)	Acerola em pó, alecrim e alcaçuz	0,05%	Nuggets de carne de jacaré
10	Ding et al. (2015)	Inflorescência de lichia	0,5; 1,0 e 1,5%	Almôndega suína
11	Ghobadi et al. (2018)	Cogumelo (<i>Ganoderma luciduma</i>)	0,5 e 1,0%	Salsicha
12	Hashimoto et al. (2019)	Café liofilizado	0,1%	Hamburguer suíno
13	Heck et al. (2018)	Alecrim adicionado ao óleo de chia	0,25%	Hambúrguer bovino
14	Heck et al. (2021)	Ácidos clorogênicos de resíduos da erva mate	0,75%	Hambúrguer de carne de búfala
15	Horita et al. (2016)	Alho	0,06; 0,2; 0,3 e 1%	Salsicha
16	Jayawardana et al. (2019)	Chá preto e verde (<i>Camellia sinensis</i> L.)	0,05; 0,10; 0,20 e 0,30%	Salsicha não curada suína
17	Muraoka Júnior et al. (2019)	Microcristais de curcumina	0,002%	Mortadela
18	Kerner et al. (2021)	Semente de cânhamo (SC) e extrato de erva doce (ED)	SC: 1,5–2,0% e ED: 0,5%	Hambúrguer suíno
19	Khomola et al. (2021)	<i>Moringa oleifera</i>	0,3, 0,6 e 0,9%	Hambúrguer ovino
20	Lee et al. (2014)	Erva-cidreira	0,1; 0,5 e 1,0%	Hambúrguer bovino
21	Ozaki et al. (2020)	Quitosana e rabanete	0,25%, e 0,5%	Linguiça fermentada
22	Ozaki et al. (2021)	Rabanete em pó e óleo essencial de orégano (OEO)	Rabanete (0,5 e 1,0%) e OEO (0,01%)	Linguiça fermentada
23	Pires et al. (2017)	Extratos de alecrim (EA) e chá verde (CV)	EA: 0,002 e 0,048% CV: 0,001 e 0,0038%	Hambúrguer de frango
24	Reis et al. (2017)	Extrato de coproduto de própolis	0,03%	Hambúrguer bovino
25	Rodrigues et al. (2020)	Inflorescências de bananeira	0,5; 1,0; 1,5 e 2%	Linguiça frescal
26	Saldaña et al. (2020)	Extrato de resíduo de pimenta rosa	0,009%	Hambúrguer de frango
27	Sallam et al. (2021)	Óleo de Gergelim (OG) e sesamol	OG: 1, 3 e 5% e sesamol: 0,1, 0,03 e 0,05%	Almôndega
28	Schmidt et al. (2016)	Extrato de inflorescência de bananeira	1,0 e 2,0%	Hambúrguer suíno
29	Sedlacek-Bassani et al. (2020)	Especiarias	1%	Hambúrguer bovino
30	Šojić et al. (2018)	Óleo essencial de extrato de sálvia	0,05; 0,075 e 0,1µL/g	Linguiça frescal suína
31	Suniati & Purnomo (2019)	Farinha de banana	5 e 10%	Almôndega
32	Vargas-Ramella et al. (2021)	Extrato de <i>berry</i> colombiana (<i>Vaccinium meridionale</i>)	0,025; 0,05 e 0,075%	Hambúrguer suíno
33	Villalobos-Delgado et al. (2020)	Epazote (<i>Chenopodium ambrosioides</i>)	50 mL/kg	Carne moída
34	Wojtasik-Kalinowska et al. (2017)	Óleo de sementes de <i>Nigella sativa</i>	1,88-3,76%	Carne suína moída

Tabela 2. Descrição dos estudos selecionados agrupados de acordo o efeito na aceitação sensorial dos produtos cárneos (se não houve diferença em relação ao tratamento controle; se houve efeito positivo ou negativo), metodologia/ número de avaliadores, atributos avaliados e principais conclusões.

Metodologia/Número de avaliadores	Atributos avaliados	Principais conclusões	Referência
Aceitação sensorial similar ao grupo controle			
Escala hedônica (9 Pontos) 40 avaliadores	Sabor, textura e impressão global	Sabor, textura e aceitação global não foram afetadas pelo extrato.	Beal et al. (2011)
Escala hedônica (9 pontos) 113 avaliadores	Cor, aroma, sabor e textura, impressão global	Os tratamentos não diferiram do controle para os atributos avaliados, apresentando boa aceitabilidade.	De Paiva et al. (2021)
Escala hedônica (9 pontos) 90 avaliadores	Sabor, maciez, suculência e impressão global	A adição de café não afetou a aceitação sensorial, a qual foi mantida durante a estocagem.	Hashimoto et al. (2019)
Escala hedônica (9 pontos) 100 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global	A qualidade sensorial dos hambúrgueres com baixo teor de gordura não foi afetada pela adição dos extratos antioxidantes.	Heck et al. (2021)
Escala hedônica (9 pontos) 100 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global	Todos os atributos tiveram mesma aceitação que o controle. A impressão global teve médias entre 7 e 7,62, estando na região de aceitação da escala.	Muraoka Júnior et al. (2019)
Escala hedônica (9 pontos) 60 avaliadores	Impressão global	A adição de extratos naturais não afetou a aceitação sensorial.	Pires et al. (2017)
Escala hedônica (9 pontos) 96 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global	A quantidade máxima de extrato (2%) não afetou a aceitação sensorial dos produtos.	Rodrigues et al. (2020)
Escala hedônica (10 pontos) 81 avaliadores	Cor, aparência, aroma, sabor	A aceitação sensorial foi semelhante aos hambúrgueres comerciais.	Saldaña et al. (2020)
Escala hedônica (9 pontos) 28 avaliadores	Impressão global	Não foram detectadas diferenças entre aceitação da impressão global e o controle.	Sallam et al. (2021)
Escala hedônica (7 pontos) 70 avaliadores	Aroma e sabor intenso de Sálvia.	A intensidade de aroma e sabor de amostras produzidas com 0,05 µL/g de extrato de sálvia não diferiram do controle.	Šojić et al. (2018)
Aceitação sensorial superior ao grupo controle			
Escala hedônica (7 pontos) 67 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global.	O extrato de pitaia vermelha melhorou a cor e a aceitação sensorial desse atributo.	Bellucci et al. (2021)
Escala hedônica (9 pontos) 100 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global.	O extrato de Capim -limão melhorou a aceitação de cor, aroma, sabor e impressão global, como também a estabilidade da linguiça de frango.	Boeira et al. (2020)
Escala hedônica (7 pontos) 35 avaliadores	Cor, aroma, sabor e textura	O sabor das amostras com extrato teve maior aceitação. Cor, aroma e textura não variaram.	Cristobal et al. (2022)
Escala hedônica (5 pontos) 20 avaliadores	Suculência, elasticidade e impressão global	Almondégas com 0,5% de inflorescência de lichia apresentaram a maior aceitação de suculência e impressão global quando comparadas as do controle.	Ding et al. (2015)
Escala hedônica (9 pontos) 100 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global	A incorporação de alecrim ao óleo de chia permitiu fazer a substituição da gordura de hambúrgueres com maior aceitação para os atributos aroma e impressão global com 120 dias de estocagem.	Heck et al. (2018)
Escala hedônica (5 pontos) 10 avaliadores	Cor, sabor, elasticidade, suculência e Impressão global	Hambúrgueres com erva-cidreira tiveram maior aceitação para cor, sabor e impressão global tendo um efeito positivo nos hambúrgueres.	Lee et al. (2014)
Escala hedônica (9 pontos) 124 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global	A adição de óleo essencial de orégano aumentou a aceitação do atributo aroma. Os atributos cor, sabor, textura e impressão global não foram alterados.	Ozaki et al. (2021)
Escala hedônica (7 pontos) 100 avaliadores	Cor, aparência, aroma, sabor	Cor e aroma tiveram maior aceitação com a inclusão do extrato. Todos os atributos avaliados receberam notas médias de 5, na categoria gostei moderadamente, indicando boa aceitação.	Schmidt et al. (2016)
Escala hedônica (9 pontos) 35 avaliadores	Cor, aparência e aroma	No final da estocagem o extrato alcoólico proporcionou maior aceitação sensorial em todos os atributos.	Villalobos-Delgado et al. (2020)
Aceitação sensorial inferior ao grupo controle			
Escala hedônica (9 pontos) Número de avaliadores não informado	Aparência, aroma, sabor, textura	Redução da aceitação da aparência. Contudo, a aceitabilidade foi alcançada em todos os grupos etários avaliados (jovens, adultos e idosos).	Antonini et al. (2020)
Escala hedônica (9 pontos) 60 avaliadores	Impressão global	As amostras com altos teores de óleo essencial foram rejeitadas, com médias de 2,9 e 3,1.	Barbosa et al. (2014)

Tabela 2. Continuação...

Metodologia/Número de avaliadores	Atributos avaliados	Principais conclusões	Referência
Escala hedônica (9 pontos) 80 avaliadores	Aparência, aroma, sabor, maciez e impressão global	Níveis mais altos de farinha diminuíram a aceitação sensorial. A farinha pode ser usada até o nível de 1%.	De Alencar et al. (2022)
Escala hedônica (9 pontos) 100 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global	A inclusão de até 0,5% não afetou a aceitação sensorial.	De Almeida et al. (2015)
Escala hedônica (9 pontos) 20 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global	As amostras do controle foram mais aceitas para cor e impressão global. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para aroma, sabor e textura.	Ghobadi et al. (2018)
Escala hedônica (9 pontos) 106 avaliadores	Aparência, aroma, sabor, textura e impressão global	Os atributos aparência, aroma, sabor e textura não diferiram do controle. Contudo, a impressão global das amostras adicionadas de óleo de alho reduziu.	Horita et al. (2016)
Escala hedônica (5 pontos) 32 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura, suculência e impressão global	O chá verde só manteve a similaridade com o controle até 0,05%. O uso do chá preto não proporcionou diferenças na aceitação.	Jayawardana et al. (2019)
Escala hedônica (9 pontos) 8 avaliadores	Aparência, aroma, sabor, textura e suculência	Médias variando de 6 a 7, estando na região de aceitação da escala. Contudo, o extrato de erva doce reduziu a aceitação.	Kerner et al. (2021)
Escala hedônica (9 pontos) 80 avaliadores	Cor, sabor, suculência, maciez e impressão global	A inclusão dos extratos não alterou a aceitabilidade sensorial até o nível de 0,3%. Em níveis maiores, houve redução da aceitação.	Khomola et al. (2021)
Escala hedônica (9 pontos) 124 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e impressão global	Houve uma redução da aceitação com a inclusão dos extratos. Contudo 80% dos consumidores aceitaram bem as linguiças fermentadas.	Ozaki et al. (2020)
Escala do ideal (5 pontos)/ Escala hedônica (9 pontos) 100 avaliadores	Cor, aparência, aroma, sabor e textura/ Impressão global.	Os hambúrgueres com coproduto da própolis, tiveram notas mais próximas ao ideal para cor e aparência. A impressão global foi reduzida, contudo foi observada uma aceitação de 63,80%.	Reis et al. (2017)
Escala hedônica (5 pontos) 43 avaliadores	Aparência, cor, aroma, sabor e textura	Os hambúrgueres com açafrão reduziram aparência, cor e textura. Àqueles com gengibre não diferiram do controle, com intenção de compra de 55%.	Sedlacek-Bassani et al. (2020)
Escala hedônica (5 pontos) 30 avaliadores	Cor, aroma, sabor, textura e sabor residual.	A maior quantidade de farinha reduziu a aceitação da cor. O uso de 5% foi o mais indicado para elaboração das almôndegas por não alterar a aceitação sensorial.	Suniati e Purnomo (2019)
Escala hedônica (5 e 7 pontos) 51 avaliadores	Aparência, aroma, sabor, textura e impressão global	O maior nível do extrato reduziu a aceitação da aparência. Contudo, todos os tratamentos tiveram médias na região de aceitação.	Vargas-Ramella et al. (2021)
Escala hedônica (8 pontos) 10 avaliadores	Aparência, cor, sabor, textura e impressão global	A cor teve menor aceitação em relação ao controle. Com a estocagem, não foram observados efeitos negativos na aceitação sensorial.	Wojtasik-Kalinowska et al. (2017)

Os principais antioxidantes naturais utilizados foram de resíduos e subprodutos (25,64%), de frutas e hortaliças (17,94%), de plantas medicinais (23,07%), de especiarias (15,38%) e óleos essenciais (12,82%) (Tabela 1).

A categoria de matérias-primas mais avaliadas como alternativa de antioxidantes foi a dos resíduos e subprodutos. Al-Juhaimi et al. (2020) relataram haver uma tendência global de usar coprodutos da indústria como antioxidantes naturais em alimentos, os quais são matérias-primas de baixo custo. Além disso, esses resíduos, tais como sementes, cascas, carapaças de crustáceos, entre outros, são ricos em compostos fenólicos, como antocianinas e flavonóis que possuem alta atividade antioxidante e podem retardar ou prevenir as reações de oxidação lipídica nos alimentos. Portanto,

esse resultado pode ter sido motivado pela vertente financeira, ambiental e funcional.

Outra categoria bastante encontrada nos estudos foi a das especiarias, as quais são tradicionalmente utilizadas para agregar sabor ou aroma aos alimentos. Contudo, estudos tem relatado que estas apresentam potencial aplicação para inibir a oxidação lipídica de alimentos. Essa ação deve-se principalmente aos compostos fenólicos e aos carotenoides presentes nas especiarias. Sedlacek-Bassani et al. (2020), avaliando o efeito da adição de extratos de açafrão, gengibre e urucum em hambúrgueres bovinos, observaram que as especiarias retardaram a oxidação lipídica. Esses autores atribuíram os resultados a presença de compostos fenólicos no açafrão e gengibre e de carotenoides no urucum.

Com relação a concentração de antioxidante natural utilizada, estas variaram desde 0,001% até 10% nos estudos avaliados (Tabela 1). Khomola et al. (2021), avaliando os efeitos de folhas de *Moringa oleifera* em hambúrgueres ovinos nas concentrações de 0,3; 0,6 e 0,9%, observaram que a aceitabilidade sensorial não foi afetada até o nível de 0,3%. De acordo com esses autores, a incorporação de ingredientes funcionais como folhas de *Moringa oleifera* e farinha de linhaça em concentrações que melhoram a qualidade nutricional e reduzem a oxidação lipídica em produtos cárneos está relacionada à baixa aceitabilidade dos mesmos, principalmente pelo sabor do produto final.

Suniati e Purnomo (2019), ao investigarem a inclusão de farinha de banana em almôndegas utilizando concentrações maiores (5 e 10%), reportaram que o uso de 5% não modificou significativamente ($p > 0,05$) a aceitação sensorial dos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global. Esses autores indicaram a concentração de 5% para a elaboração desses produtos cárneos. Desta forma, é importante conhecer para cada antioxidante qual a melhor concentração que inibe a oxidação dos lipídios e não afeta a aceitação sensorial.

Embora a maioria dos produtos avaliados tenham obtido bons resultados de aceitação, é importante ressaltar que em geral, as concentrações utilizadas de antioxidantes naturais diferiram entre si e foram mais altas que as de antioxidantes sintéticos. Essas variações são necessárias devido às diferentes composições dos produtos naturais utilizados.

Os principais produtos cárneos estudados foram hambúrgueres (47,05%) e linguiças (20,58%). Os demais produtos avaliados foram salsichas, almôndegas, carne moída e *nuggets* (Tabela 1). Por se tratarem de produtos altamente populares, os hambúrgueres apresentam elevado consumo. No entanto, a elaboração desses produtos é realizada a partir da carne cominuída, o que aumenta sua exposição durante a produção, além de passarem por um maior tempo de armazenamento, o que pode contribuir para a ocorrência da oxidação lipídica, podendo influenciar a formação da característica de ranço, alteração da cor e do sabor do produto final, resultando em menor qualidade, aceitabilidade e consumo desses produtos (Rahman et al., 2021). Portanto, estudos avaliando antioxidantes em sua

formulação são importantes para retardar a oxidação e a redução da qualidade sensorial.

Dos 34 trabalhos avaliados, 10 relataram ausência de diferença significativa entre os tratamentos elaborados com antioxidantes naturais e os tratamentos controle (Tabela 2). Por exemplo, Hashimoto et al. (2019) utilizaram café em grãos em carne suína e observaram que os consumidores não perceberam diferenças significativas quando comparado ao tratamento controle. De forma semelhante, Saldaña et al. (2020) também reportaram a similaridade entre os atributos sensoriais em produtos contendo ou não extrato de resíduo de pimenta rosa como antioxidante natural em hambúrgueres de frango.

Houve estudos que reportaram diferenças significativas dos tratamentos adicionados de antioxidantes naturais em comparação com o controle. Contudo essas diferenças foram positivas (9 artigos), tendo aumento da aceitação sensorial em diversos atributos tais como cor, aroma, sabor, suculência, textura e impressão global (Tabela 2). Uma dessas pesquisas foi a de Cristobal et al. (2022) que observaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para o atributo sabor, tendo os extratos de especiarias proporcionado maior aceitação quando comparado com o hambúrguer suíno sem extrato. Esses autores salientaram que o efeito dos extratos de especiarias proporcionou efeito positivo, uma vez que as médias dos atributos estiveram na zona de aceitação da escala hedônica. Lee et al. (2014), por sua vez, avaliaram

o efeito de extrato de erva-cidreira em hambúrgueres, tendo maior aceitação ($p < 0,05$) para cor, sabor e impressão global. Esses autores destacaram que o extrato propiciou uma coloração vermelho escura aos produtos cárneos, a qual foi mais aceita pelo consumidor. Portanto, contabilizando os estudos que não tiveram efeito e àqueles em que a adição foi positiva, observa-se que a maioria demonstrou resultados positivos na aceitação sensorial para os produtos cárneos contendo antioxidantes naturais.

Além disso, 15 estudos reportaram redução significativa da aceitação entre os atributos sensoriais de produtos com adição de antioxidantes naturais quando comparados ao tratamento controle (Tabela 2). De Alencar et al. (2022), utilizando farinha casca de uva obtiveram redução ($p < 0,001$) da aceitação sensorial em todos os atributos avaliados (aparência, aroma,

sabor, maciez e impressão global) de hambúrgueres. De acordo com os autores, as causas da rejeição podem estar relacionadas a um escurecimento desses produtos cárneos, como também a redução dos níveis de gordura com a adição da farinha. Ozaki et al. (2020) tiveram uma redução ($p < 0,05$) na cor, sabor, textura e impressão global de linguças fermentadas adicionadas de quitosana e rabanete. Esses autores também realizaram a avaliação sensorial de *Check-all-that-apply*, observando que os tratamentos contendo os antioxidantes naturais ficaram próximos de termos como textura esfarelada, aroma ácido e apimentado. Assim, os autores concluíram que a textura esfarelada foi proporcionada pela quitosana adicionada e o rabanete afetou o aroma das amostras reduzindo sua aceitação.

Com relação as metodologias utilizadas, a escala hedônica foi utilizada em 33 dos trabalhos, sendo a escala do ideal utilizada somente em 1 artigo (Tabela 2). Minim (2018) reportou que existem várias escalas para medir a aceitação, sendo as mais utilizadas a hedônica, a do ideal e a de atitude. De acordo com esse autor, a escala hedônica é usada quando o objetivo é avaliar se os consumidores gostam ou desgostam do produto, sendo a de 9 nove pontos a mais amplamente utilizada. Tal fato foi corroborado na presente revisão, visto 61,76% dos estudos utilizaram esse tipo de escala. A escala do ideal, por sua vez, permite obter informações sobre qual seria a intensidade de determinado atributo sensorial considerado ideal para o consumidor.

Os estudos utilizaram número de avaliadores variando de 8 a 124. Dutcosky (2013) reportou que é recomendado um número de 60 a 100 consumidores para os testes de aceitação. Portanto, a maioria (55,88%) dos artigos avaliados atendiam a essa recomendação (Tabela 2). Os principais atributos sensoriais utilizados para avaliar a oxidação lipídica durante o armazenamento dos produtos cárneos foram sabor (82,35%), aroma (73,52%), impressão global (67,64%), textura (64,70%) e cor (64,70%). Outros atributos que também foram mencionados foram: aparência (32,35%), elasticidade (23,52%), suculência (17,64%), maciez (8,82%) e sabor residual (2,94%) (Tabela 2). Boeira et al. (2020), avaliando o efeito do extrato de Capim-limão em linguças de frango obtiveram uma maior aceitação cor, aroma, sabor

e impressão global. Ao realizarem a análise de *Check-all-that-apply*, observaram que os tratamentos contendo Capim-limão ficaram próximos de termos positivos tais como agradável, cor uniforme, textura ideal, suculento e sabor de ervas. Esses autores concluíram que a presença do componente fitoquímico citral, que possui forte odor de limão proporcionou maior aceitação de aroma e sabor. Bellucci et al. (2021), por sua vez, reportaram que a adição de extrato de pitaia vermelha em hambúrguer suíno melhorou a aceitação sensorial do atributo cor, que foi relacionada a um aumento na intensidade de vermelho proporcionado pelo extrato. Desta forma, a adição de antioxidantes naturais pode ter efeito sobre diferentes atributos sensoriais dos produtos cárneos.

CONCLUSÃO

Os resultados desta revisão sugerem que os produtos cárneos produzidos com antioxidantes naturais são sensorialmente aceitos ou não diferem daqueles sem adição. Os atributos sensoriais analisados tiveram uma boa avaliação de forma geral, o que contribuiu para a aceitação geral dos produtos cárneos com antioxidantes naturais. Assim, a utilização de antioxidantes naturais em produtos cárneos consiste em uma alternativa ímpar para a elaboração de um produto mais saudável e com boa aceitabilidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Frutas Tropicais (INCT-CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES, Código Financeiro 001).

REFERÊNCIAS

Al-Juhaimi, F., Babbain, I.A., Ahmed, I.A.M., Alsawmahi, O.N., Ghafoor, K., Adiamo, O.Q. & Babiker, E.E., 2020. Assessment of oxidative stability and physicochemical, microbiological, and sensory properties of beef patties formulated with baobab seed (*Adansonia digitata*) extract. *Meat Science*, vol. 162, pp. 108044. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108044>. PMID:31911340.

- Antonini, E., Torri, L., Piochi, M., Cabrino, G., Meli, M.A. & De Bellis, R., 2020. Nutritional, antioxidant and sensory properties of functional beef burgers formulated with chia seeds and goji puree, before and after in vitro digestion. *Meat Science*, vol. 161, pp. 108021. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108021>. PMID:31809915.
- Banerjee, R., Verma, A.K., Das, A.K., Rajkumar, V., Shewalkar, A.A. & Narkhede, H.P., 2012. Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets. *Meat Science*, vol. 91, no. 2, pp. 179-184. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.016>. PMID:22330944.
- Barbosa, L.N., Alves, F.C.B., Andrade, B.F.M.T., Albano, M., Castilho, I.G., Rall, V.L.M., Athayde, N.B., Delbem, N.L.C., Roça, R.D.O. & FERNANDES Júnior, A., 2014. Effects of *Ocimum basilicum* Linn essential oil and sodium hexametaphosphate on the shelf life of fresh chicken sausage. *Journal of Food Protection*, vol. 77, no. 6, pp. 981-986. <http://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-13-498>. PMID:24853522.
- Beal, P., Faion, A.M., Cichoski, A.J., Cansian, R.L., Valduga, A.T., De Oliveira, D. & Valduga, E., 2011. Oxidative stability of fermented Italian-type sausages using mate leaves (*Ilex paraguariensis* St. Hil) extract as natural antioxidant. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 62, no. 7, pp. 703-710. <http://doi.org/10.3109/09637486.2011.579089>. PMID:21591987.
- Bellucci, E.R.B., Munekata, P.E.S., Pateiro, M., Lorenzo, J.M. & Da Silva Barretto, A.C., 2021. Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. *Meat Science*, vol. 171, pp. 108284. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108284>. PMID:32866833.
- Boeira, C.P., Piovesan, N., Flores, D.C.B., Soquetta, M.B., Lucas, B.N., Heck, R.T., Alves, J.S., Campagnol, P.C.B., Dos Santos, D., Flores, E.M.M., Da Rosa, C.S. & Terra, N.N., 2020. Phytochemical characterization and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* extract for application as natural antioxidant in fresh sausage. *Food Chemistry*, vol. 319, pp. 126553. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126553>. PMID:32197214.
- Choe, J., Kim, Y.H.B., Kim, H.-Y. & Kim, C.-J., 2017. Evaluations of physicochemical and anti-oxidant properties of powdered leaves from lotus, shepherd's purse and goldenrod in restructured duck/pork patties. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 54, no. 8, pp. 2494-2502. <http://doi.org/10.1007/s13197-017-2693-6>. PMID:28740307.
- Cristobal, M.J.G., Carpena, J.G.R., Martinez, M.T.S., Morales, R.B., Ruiz, E.I.J. & Rosales, P.U.B., 2022. Efecto de extractos naturales sobre la estabilidad oxidativa de hamburguesas de carne de cerdo durante el almacenamiento refrigerado. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 13, no. 2, pp. 323-339. <http://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5759>.
- Das, A.K., Rajkumar, V., Verma, A.K. & Swarup, D., 2012. *Moringa oleifera* leaves extract: a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in cooked goat meat patties. *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 47, no. 3, pp. 585-591. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02881.x>.
- De Alencar, M.G., Quadros, C.P., Luna, A.L.L.P., Neto, A.F., Costa, M.M., Queiroz, M.A.Á., Carvalho, F.A.L., Araújo, D.H.S., Gois, G.C., Santos, V.L.A., Silva Filho, J.R.V. & Rodrigues, R.S.T., 2022. Grape skin flour obtained from wine processing as an antioxidant in beef burgers. *Meat Science*, vol. 194, pp. 108963. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108963>. PMID:36084488.
- De Almeida, P.L., Lima, S.N., Costa, L.L., Oliveira, C.C., Damasceno, K.A., Santos, B.A. & Campagnol, P.C.B., 2015. Effect of jabuticaba peel extract on lipid oxidation, microbial stability and sensory properties of Bologna-type sausages during refrigerated storage. *Meat Science*, vol. 110, pp. 9-14. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.06.012>. PMID:26156583.
- De Paiva, G.B., Trindade, M.A., Romero, J.T. & Da Silva-Barretto, A.C., 2021. Antioxidant effect of acerola fruit powder, rosemary and licorice extract in caiman meat nuggets containing mechanically separated caiman meat. *Meat Science*, vol. 173, pp. 108406. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108406>. PMID:33338780.
- Ding, Y., Wang, S.-Y., Yang, D.-J., Chang, M.-H. & Chen, Y.-C., 2015. Alleviative effects of litchi (*Litchi chinensis* Sonn) flower on lipid peroxidation and protein degradation in emulsified pork meatballs. *Yao Wu Shi Pin Fen Xi*, vol. 23, no. 3, pp. 501-508. PMID:28911709.
- Dutcosky, S.D., 2013. *Análise sensorial de alimentos*. 4 ed. Curitiba: Editora PUCPRESS. 531 p.

- Echegaray, N., Gómez, B., Barba, F.J., Franco, D., Estévez, M., Carballo, J., Marszałek, K. & Lorenzo, J.M., 2018. Chestnuts and by-products as source of natural antioxidants in meat and meat products: a review. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 82, pp. 110-121. <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.005>.
- Ghobadi, R., Mohammadi, R., Chabavizade, J. & Sami, M., 2018. Effect of *Ganoderma lucidum* powder on oxidative stability, microbial and sensory properties of emulsion type sausage. *Advanced Biomedical Research*, vol. 7, no. 1, pp. 24. <http://doi.org/10.4103/2277-9175.225595>. PMID:29531922.
- Hashimoto, T.A., Caporaso, F., Toto, C. & Were, L., 2019. Antioxidant capacity and sensory impact of coffee added to ground pork. *European Food Research and Technology*, vol. 245, no. 5, pp. 977-986. <http://doi.org/10.1007/s00217-018-3200-7>.
- Hawashin, M.D., Al-Juhaimi, F., Ahmed, I.A.M., Ghafoor, K. & Babiker, E.E., 2016. Physicochemical, microbiological and sensory evaluation of beef patties incorporated with destoned olive cake powder. *Meat Science*, vol. 122, pp. 32-39. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.07.017>. PMID:27471795.
- Heck, R.T., Lucas, B.N., Santos, D.J.P., Pinton, M.B., Fagundes, M.B., De Araújo Etchepare, M., Cichoski, A.J., De Menezes, C.R., Barin, J.S., Wagner, R. & Campagnol, P.C.B., 2021. Lipid oxidation and sensory characterization of Omega-3 rich buffalo burgers enriched with chlorogenic acids from the mate (*Ilex paraguariensis*) tree harvesting residues. *Meat Science*, vol. 179, pp. 108534. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108534>. PMID:33975259.
- Heck, R.T., Rosa, J.L., Vendruscolo, R.G., Cichoski, A.J., Meinhart, A.D., Lorini, A., Paim, B.T., Galli, V., Robalo, S.S., Santos, B.A., Pellegrin, L.F.V., Menezes, C.R., Wagner, R. & Campagnol, P.C.B., 2018. Oxidative stability of burgers containing chia oil microparticles enriched with rosemary by green-extraction techniques. *Meat Science*, vol. 146, pp. 147-153. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.009>. PMID:30145411.
- Horita, C.N., Farias-Campomanes, A.M., Barbosa, T.S., Esmerino, E.A., Da Cruz, A.G., Bolini, H.M.A., Meireles, M.A.A. & Pollonio, M.A.R., 2016. The antimicrobial, antioxidant and sensory properties of garlic and its derivatives in Brazilian low-sodium frankfurters along shelf-life. *Food Research International*, vol. 84, pp. 1-8. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.02.006>.
- Jayawardana, B.C., Warnasooriya, V.B., Thotawattage, G.H., Dharmasena, V.A.K.I. & Liyanage, R., 2019. Black and green tea (*Camellia sinensis* L.) extracts as natural antioxidants in uncured pork sausages. *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 43, no. 2, pp. e13870. <http://doi.org/10.1111/jfpp.13870>.
- Kerner, K., Jõudu, I., Tänavots, A. & Venskutonis, P.R., 2021. Application of raw and defatted by supercritical CO₂ hemp seed press-cake and sweet grass antioxidant extract in pork burger patties. *Foods*, vol. 10, no. 8, pp. 1904. <http://doi.org/10.3390/foods10081904>. PMID:34441680.
- Khomola, G.T., Ramatsetse, K.E., Ramashia, S.E. & Mashau, M.E., 2021. The incorporation of *Moringa oleifera* leaves powder in mutton patties: Influence on nutritional value, technological quality, and sensory acceptability. *Open Agriculture*, vol. 6, no. 1, pp. 738-748. <http://doi.org/10.1515/opag-2021-0043>.
- Lavado, G., Ladero, L. & Cava, R., 2021. Cork oak (*Quercus suber* L.) leaf extracts potential use as natural antioxidants in cooked meat. *Industrial Crops and Products*, vol. 160, pp. 113086. <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113086>.
- Lee, H.-J., Choi, Y.-J., Choi, Y.-I. & Lee, J.-J., 2014. Effects of lemon balm on the oxidative stability and the quality properties of hamburger patties during refrigerated storage. *Han-gug Chugsan Siggum Haghoeji*, vol. 34, no. 4, pp. 533-542. <http://doi.org/10.5851/kosfa.2014.34.4.533>. PMID:26761292.
- Liang, Z., Han, D., Han, F., Wu, Z., Zhao, X., Fu, W., Wang, W., Han, D. & Niu, L., 2021. Novel strategy of natural antioxidant nutrition quality evaluation in food: oxidation resistance mechanism and synergistic effects investigation. *Food Chemistry*, vol. 359, pp. 129768. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129768>. PMID:33957329.
- Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J.L., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., Padilla-Fernández, B. & Ribal, M.J., 2018. Metodología de una revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas*,

- vol. 42, no. 8, pp. 499-506. <http://doi.org/10.1016/j.acuro.2018.01.010>. PMID:29731270.
- Mauricio, R.A., Campos, J.A.D.B. & Nassu, R.T., 2022. Meat with edible coating: acceptance, purchase intention and neophobia. *Food Research International*, vol. 154, pp. 111002. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111002>. PMID:35337565.
- Minim, V.P.R., 2018. *Análise sensorial: estudo com consumidores*. 4 ed. Viçosa: Editora UFV. 334 p.
- Muraoka Júnior, M.M., Oliveira, T.P., Gonçalves, O.H., Leimann, F.V., Medeiros Marques, L.L., Fuchs, R.H.B., Cardoso, F.A.R. & Droval, A.A., 2019. Substitution of synthetic antioxidant by curcumin microcrystals in mortadella formulations. *Food Chemistry*, vol. 300, pp. 125231. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125231>. PMID:31374430.
- Ozaki, M.M., Munekata, P.E.S., Lopes, A.S., Nascimento, M.S., Pateiro, M., Lorenzo, J.M. & Pollonio, M.A.R., 2020. Using chitosan and radish powder to improve stability of fermented cooked sausages. *Meat Science*, vol. 167, pp. 108165. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108165>. PMID:32413692.
- Ozaki, M.M., Santos, M., Ribeiro, W.O., Azambuja Ferreira, N.C., Picone, C.S.F., Domínguez, R., Lorenzo, J.M. & Pollonio, M.A.R., 2021. Radish powder and oregano essential oil as nitrite substitutes in fermented cooked sausages. *Food Research International*, vol. 140, pp. 109855. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109855>. PMID:33648173.
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., Stewart, L.A., Thomas, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P. & Moher, D., 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, vol. 372, pp. n71. PMID:33782057.
- Pires, M.A., Munekata, P.E.S., Villanueva, N.D.M., Tonin, F.G., Baldin, J.C., Rocha, Y.J.P., Carvalho, L.T., Rodrigues, I. & Trindade, M.A., 2017. The antioxidant capacity of rosemary and green tea extracts to replace the Carcinogenic Antioxidant (BHA) in Chicken Burgers. *Journal of Food Quality*, vol. 2017, pp. 1-6. <http://doi.org/10.1155/2017/2409527>.
- Pujol, A., OSPINA-E, J.C., ALVAREZ, H. & MUÑOZ, D.A., 2023. Myoglobin content and oxidative status to understand meat products' color: phenomenological based model. *Journal of Food Engineering*, vol. 348, pp. 111439. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111439>.
- Rahman, M.H., Alam, M.S., Monir, M.M. & Ahmed, K., 2021. Comprehensive effects of black cumin (*Nigella sativa*) and synthetic antioxidant on sensory and physicochemical quality of beef patties during refrigerant storage. *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 4, pp. 100145. <http://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100145>.
- Reis, A.S., Diedrich, C., Moura, C., Pereira, D., Almeida, J.F., Silva, L.D., Plata-Oviedo, M.S.V., Tavares, R.A.W. & Carpes, S.T., 2017. Physico-chemical characteristics of microencapsulated propolis co-product extract and its effect on storage stability of burger meat during storage at -15 °C. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, vol. 76, pp. 306-313. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.033>.
- Rodrigues, A.S., Kubota, E.H., Da Silva, C.G., Dos Santos Alves, J., Hautrive, T.P., Rodrigues, G.S. & Campagnol, P.C.B., 2020. Banana inflorescences: a cheap raw material with great potential to be used as a natural antioxidant in meat products. *Meat Science*, vol. 161, pp. 107991. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107991>. PMID:31710885.
- Saldaña, E., Serrano-León, J., Selani, M.M. & Contreras-Castillo, C.J., 2020. Sensory and hedonic impact of the replacement of synthetic antioxidant for pink pepper residue extract in chicken burger. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 57, no. 2, pp. 617-627. <http://doi.org/10.1007/s13197-019-04093-x>. PMID:32116371.
- Sallam, K.I., Abd-Elghany, S.M., Imre, K., Morar, A., Herman, V., Hussein, M.A. & Mahros, M.A., 2021. Ensuring safety and improving keeping quality of meatballs by addition of sesame oil and sesamol as natural antimicrobial and antioxidant agents. *Food Microbiology*, vol. 99, pp. 103834. <http://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103834>. PMID:34119118.

- Schmidt, M.M., Kubota, E.H., Prestes, R.C., Mello, R.O., Rosa, C.S., Scapin, G. & Ferreira, S., 2016. Development and evaluation of pork burger with added natural antioxidant based on extract of banana inflorescence (*Musa cavendishii*). *CYTA: Journal of Food*, vol. 14, no. 2, pp. 280-288. <http://doi.org/10.1080/19476337.2015.1099118>.
- Sedlacek-Bassani, J., Grassi, T.L.M., Diniz, J.C.P. & Ponsano, E.H.G., 2020. Spices as natural additives for beef burger production. *Food Science and Technology (Campinas)*, vol. 40, no. 4, pp. 817-821. <http://doi.org/10.1590/fst.21019>.
- Sharma, K., Guleria, S., Razdan, V.K. & Babu, V., 2020. Synergistic antioxidant and antimicrobial activities of essential oils of some selected medicinal plants in combination and with synthetic compounds. *Industrial Crops and Products*, vol. 154, pp. 112569. <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112569>.
- Simonetti, A., Perna, A. & Gambacorta, E., 2019. Comparison of antioxidant compounds in pig meat from Italian autochthonous pig Suino Nero Lucano and a modern crossbred pig before and after cooking. *Food Chemistry*, vol. 292, pp. 108-112. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.057>. PMID:31054652.
- Šojić, B., Pavlić, B., Zeković, Z., Tomović, V., Ikonić, P., Kocić-Tanackov, S. & Džinić, N., 2018. The effect of essential oil and extract from sage (*Salvia officinalis* L.) herbal dust (food industry by-product) on the oxidative and microbiological stability of fresh pork sausages. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, vol. 89, pp. 749-755. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.055>.
- Suniati, F.R.T. & Purnomo, H., 2019. Goroho (*Musa acuminata* sp) banana flour as natural antioxidant source in Indonesian meatball production. *Food Research*, vol. 3, pp. 678-683. [http://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(6\).302](http://doi.org/10.26656/fr.2017.3(6).302).
- Vargas-Ramella, M., Lorenzo, J.M., Zamuz, S., Valdés, M.E., Moreno, D., Balcázar, M.C.G., Fernández-Arias, J.M., Reyes, J.F. & Franco, D., 2021. The antioxidant effect of colombian berry (*Vaccinium meridionale* Sw.) extracts to prevent lipid oxidation during pork patties shelf-life. *Antioxidants*, vol. 10, no. 8, pp. 1290. <http://doi.org/10.3390/antiox10081290>. PMID:34439538.
- Villalobos-Delgado, L.H., González-Mondragón, E.G., Ramírez-Andrade, J., Salazar-Govea, A.Y. & Santiago-Castro, J.T., 2020. Oxidative stability in raw, cooked, and frozen ground beef using Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.). *Meat Science*, vol. 168, pp. 108187. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108187>. PMID:32442827.
- Wojtasik-Kalinowska, I., Guzek, D., Brodowska, M., Godziszewska, J., Górska-Horczyzak, E., Pogorzelska, E., Sakowska, A., Gantner, M. & Wierzbicka, A., 2017. The effect of addition of *Nigella sativa* L. oil on the quality and shelf life of pork patties. *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 41, no. 6, pp. e13294. <http://doi.org/10.1111/jfpp.13294>.