



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SALSICHAS ADICIONADAS DE EXTRATOS DE ALECRIM, ACEROLA E MIX DE TOCOFERÓIS COMO ANTIOXIDANTES

SANDRA C. BALLE^{1*}, HENRIQUE HOELSCHER¹, EVILYN L. FELL¹, ROSICLER COLET¹,
ILIZANDRA A. FERNANDES¹, LUCAS H. DO NASCIMENTO¹, CLARICE STEFFENS¹,
EUNICE VALDUGA¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos
*e-mail: sandra-ballen@live.com

RESUMO – Salsicha, um produto cárneo emulsionado, o qual sofre alterações físico-químicas, durante o armazenamento, devido a sua composição. Desta forma, sendo necessário o uso de aditivos para sua conservação. O objetivo deste estudo foi caracterizar salsichas adicionadas de extratos naturais de alecrim, acerola e mix de tocoferóis como antioxidantes. Inicialmente os extratos naturais e o eritorbato de sódio foram avaliados quanto à atividade antioxidante (IC₅₀) *in vitro*, tendo o alecrim o melhor resultado dentre os extratos naturais. Elaborou-se diferentes formulações de salsichas associadas ao eritorbato de sódio. O Tratamento 1 possuía o extrato de alecrim, Tratamento 2 o extrato de acerola, Tratamento 3 o extrato de mix de tocoferóis e o Controle apenas eritorbato de sódio. As formulações foram avaliadas em relação a umidade, proteína, lipídios, amido, carboidratos totais e textura: dureza, elasticidade, mastigabilidade, firmeza e tensão de cisalhamento. Dessa forma, os extratos naturais associados ao eritorbato de sódio contribuíram para ação antioxidantes em salsicha resfriada a 8°C embaladas sem extração de vácuo durante 23 dias de armazenamento, sendo uma alternativa viável para o uso industrial.

Palavras-chave – Salsicha. Antioxidantes Naturais. Caracterização.

ABSTRACT - Sausage, an emulsified meat product, which undergoes physicochemical changes during storage, due to its composition. Thus, it is necessary to use additives for its conservation. The aim of this study was to characterize sausages added with natural extracts of rosemary, acerola and tocopherol mix as antioxidants. Initially, natural extracts and sodium erythorbate were evaluated for *in vitro* antioxidant activity (IC₅₀), with rosemary having the best result among natural extracts. Different formulations of sausages associated with sodium erythorbate were elaborated. Treatment 1 had rosemary extract, Treatment 2 acerola extract, Treatment 3 mixed tocopherol extract and Control only sodium erythorbate. The formulations were evaluated for moisture, protein, lipids, starch, total carbohydrates and texture: hardness, elasticity, chewiness, firmness and shear stress. Thus, the natural extracts associated with sodium erythorbate contributed to the antioxidant action in sausage cooled at 8°C packed without vacuum extraction for 23 days of storage, being a viable alternative for industrial use.

Keywords - Sausage. Natural Antioxidants. Description.



INTRODUÇÃO

No início do século XXI, observou-se que a categoria de alimentos frios e embutidos expandiu-se muito no mercado em função do aumento da demanda por alimentos de preparo rápido. Dentre essa categoria, mortadelas, linguiças e salsichas representam 81% das vendas. A partir disso, a produção de embutidos cárneos tem recebido grande atenção das indústrias alimentícias, por ser uma forma de suprir as necessidades dos consumidores de formas variadas e também devido ao seu valor agregado (ARAÚJO, 2021).

Neste aspecto, a salsicha vem se popularizando, cada vez mais, graças às suas características sensoriais, facilidade e rapidez de preparo e sua boa aceitação pelo consumidor (HENCK, 2016).

Para conseguir suprir essa crescente demanda de mercado, as indústrias alimentícias enfrentam desafios para garantir a segurança e qualidade da salsicha, pois a mesma apresenta condições favoráveis à multiplicação microbiana. Dentre elas estão a atividade de água elevada, a disponibilidade de nutrientes e pH próximo da neutralidade (LEAL, 2018). Esses fatores somados às condições de processamento, manipulação, estocagem e embalagem são consideravelmente críticos para a garantia de qualidade do produto, podendo resultar em alterações de cor, textura, aroma e sabor.

Embora existam diversos antioxidantes sintéticos utilizados na indústria de proteína animal como butil-hidroxianisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), tercbutil hidroquinona (TBHQ) e galato de propila (PG), as concentrações indicadas são relativamente baixas, levando em consideração os aspectos legais vigentes e a segurança de seu consumo (ALVARADO-MARTINEZ, 2020). A adição de antioxidantes de fontes naturais tem apresentado potencial interessante no controle microbiológico e da oxidação de lipídios e proteínas da salsicha (ALVARADO-MARTINEZ, 2020), principalmente por apresentarem compostos ricos em fenóis,

flavonoides, ácido ascórbico e tocoferóis (VILLALOBOS-DELGADO *et al.*, 2019; TEIXEIRA; DE SOUZA VIEIRA, 2022).

Pesquisas têm buscado alternativas para a substituição dos aditivos, uma vez que os compostos naturais são amplamente aceitos, apresentam baixa toxicidade e trazem benefícios à saúde humana. Dentre as possibilidades seguras e eficazes, têm-se os óleos essenciais, os extratos aquosos e/ou em pó de plantas (RIBEIRO *et al.*, 2019; CHOE *et al.*, 2020).

A salsicha é um produto muito comercializado de forma fracionada, fora de sua embalagem original, o que acaba por acelerar os processos oxidativos e degradantes que prejudicam a sua vida de prateleira. Por isso, para a realização deste trabalho foi criada uma condição adversa de armazenamento, sem extração de vácuo nas embalagens, com o intuito de minimizar os efeitos oxidativos causados pela exposição do produto.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi caracterizar salsichas adicionadas de antioxidantes naturais (extrato de alecrim, extrato de acerola e mix de tocoferóis) quanto aos parâmetros físicos-químicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração e Formulação das salsichas

Nas formulações de salsicha foram empregados os extratos de antioxidantes comerciais, extrato líquido de alecrim, acerola em pó e mix de tocoferóis líquido em base oleosa. O fabricante dos referidos extratos não autorizou a divulgação da marca.

Nas formulações foram utilizados os seguintes constituintes: carne mecanicamente separada de ave, pele de frango, gordura suína, carne suína, miúdos suínos (fígado e rim), proteína de soja, água, regulador de acidez (lactato de sódio), sal, fécula de mandioca, estabilizante (tripolifosfato de sódio, pirofosfato dissódico, hexametáfosfato de sódio), antioxidante (eritorbato de sódio), corante natural carmim de cochonilha, conservante (nitrito de sódio), aroma natural (fumaça) e aromas sintéticos idênticos aos



naturais (pimenta-vermelha, cravo e noz-moscada). As quantidades não foram declaradas em função de se tratar de uma formulação padrão utilizada pela indústria. Todas as formulações contêm o antioxidante sintético eritorbato de sódio e somente foram especificadas as quantidades dos antioxidantes naturais utilizados.

Dessa forma, foram desenvolvidas quatro formulações de salsicha (Tabela 1), que foram designadas como Controle - sem adição de antioxidantes naturais contendo somente eritorbato de sódio, Tratamento 1 - extrato natural de alecrim associado ao eritorbato de sódio, Tratamento 2 - extrato natural de acerola associado ao eritorbato de sódio; Tratamento 3 - extrato natural de mix de tocoferóis associado ao eritorbato de sódio. As quantidades adicionadas dos antioxidantes naturais foram de acordo com orientação do fabricante (não divulgado) dos mesmos e ensaios preliminares realizados na indústria. Em todos os tratamentos foi utilizada uma concentração de eritorbato de sódio de 0,15%. antioxidantes naturais, contendo somente eritorbato de sódio (0,15%) e Tratamento 1 - extrato natural de alecrim (0,25 %) associado ao eritorbato de sódio (0,15%).

Tabela 1 - Formulações de salsicha e percentual de antioxidantes adicionados.

Tratamentos	Antioxidantes Naturais	Concentração (% , m/m)
Controle	Sem adição de antioxidantes naturais	-
Tratamento 1 (T1)	Extrato de alecrim	0,25
Tratamento 2 (T2)	Extrato de acerola	0,25
Tratamento 3 (T3)	Mix de tocoferóis	0,05

A salsicha foi produzida em planta piloto de uma agroindústria situada no sul do Brasil, com inspeção federal. Os equipamentos e utensílios foram previamente limpos e sanitizados, seguindo as diretrizes do Regulamento Técnico de Identidade e

Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha.

As formulações foram preparadas em cutter (Seydelmann, modelo K20Ras), onde primeiramente foram adicionadas as matérias primas cárneas, onde estas foram então cominuídas até adquirirem o aspecto de uma emulsão cárnea. Após, foram adicionados os demais ingredientes e misturado até garantir a homogeneidade da massa. A temperatura final do preparo foi de no máximo 10 °C.

Após preparo da massa, a mesma seguiu para o embutimento (Embutideira Incomaf, modelo IV-15) com tripa celulósica de calibre nominal de 25 mm. Em seguida, a tripa foi submetida à torção para definir o comprimento das salsichas (aproximadamente 11 cm).

A seguir, as salsichas foram dispostas em varas de alumínio e acondicionadas em carros de cozimento específicos, seguindo então para a estufa de cozimento Maurer, modelo AG D-78479. O cozimento foi realizado por 1 h e 8 min, atendendo temperatura mínima de +72 °C no centro térmico do gomo. Após o cozimento, as salsichas ainda na estufa foram resfriadas até atingirem 3,5 °C. Em seguida, a tripa celulósica foi removida e o produto foi embalado em embalagens de polietileno e nylon com espessura de 180 micras.

No presente estudo, com o intuito de forçar e acelerar o processo oxidativo das mesmas, as salsichas foram embaladas sem extração de vácuo, ou seja, saindo das condições de controle padrão. Essas condições de aceleração da oxidação foram impostas, pois esse produto, apesar de ser fabricado e embalado com extração de vácuo em embalagens de 3,5 kg, quando comercializado o produto é usualmente retirado de sua embalagem original, exposto e vendido a granel ou fracionado em supermercados ou pontos de venda. Com isso o produto fica exposto ao oxigênio presente no ambiente que é essencial para a ocorrência e desenvolvimento das reações oxidativas.

Atividade antioxidante

O extrato natural de alecrim e o eritorbato de sódio foram caracterizados



quanto a atividade antioxidante, utilizando o método do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH), adaptado de Kulisic *et al.* (2004), em triplicata. Foram feitas diluições do extrato em etanol (99,3%) para 1 mg/mL (v/v). Na sequência, em tubos de ensaios foram preparadas soluções do extrato de: 1,0; 0,75; 0,50; 0,25; 0,20; 0,15; 0,10; 0,075; 0,05; 0,025 e 0,020 mg/mL. Posteriormente, foi pipetado em outro tubo de ensaio 1 mL de cada diluição e, posteriormente, adicionou-se 1 mL de DPPH, esta mistura foi agitada e deixada em repouso por 30 min em ambiente protegido da luz. A preparação da solução “controle”, procedeu-se da mesma forma substituindo 500 µL da solução dos extratos por 500 µL de etanol puro. As soluções denominadas “branco” foram preparadas usando as mesmas concentrações de extratos usados para a análise em etanol, sem a adição da solução de DPPH. A leitura da atividade antioxidante foi realizada em espectro em comprimento de onda de 515 nm. O percentual de captação do radical DPPH foi calculado em termos da porcentagem de atividade antioxidante (AA%), de acordo com a Equação 1.

$$AA(\%) = \frac{(100 - (Abs\ amostra\ ou\ curva - Abs\ branco))}{Abs\ controle} * 100$$

Após a avaliação da faixa de concentração ideal, calculou-se a concentração de extrato necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (IC₅₀) por análise de regressão linear (SILVESTRI *et al.*, 2010).

Caracterizações Físico-químicas

As amostras após o processamento (1^o dia) foram caracterizadas quanto a umidade, proteína, lipídios, amidos, carboidratos totais, características de textura (dureza, mastigabilidade e elasticidade), bem como a firmeza e força de cisalhamento.

Umidade

A umidade foi determinada de acordo com Brasil (2019), que consiste na dessecação em estufa com recirculação de ar (Marca Ethik Technology, modelo 500-5TS) a 105 °C até a massa constante.

Proteína

A determinação de proteína foi realizada de acordo com metodologia analítica proposta por Brasil (2019), que consiste na determinação do nitrogênio que foi realizada pelo método de Kjeldahl (Marca Gerhardt, modelo VAP 450) e convertida em proteína pela multiplicação do fator de 6,25.

Lipídios

Os lipídios foram analisados de acordo com Brasil (2019), utilizando o método de Soxhlet empregando como solvente orgânico éter de petróleo, após recuperação do solvente submeteu-se a secagem e quantificação por gravimetria.

Amidos e carboidratos totais

As determinações de amido e carboidratos totais foram realizadas de acordo com metodologia analítica de Brasil (2019), que se baseia na quantificação via espectrofotometria a 620 nm (Espectrofotômetro UV/Vis Marca Hitachi, Modelo U-5100) de compostos provenientes da hidrólise dos carboidratos presentes.

Perfil de textura (TPA)

O perfil de textura (TPA) das amostras de salsicha foram avaliados quanto aos parâmetros de dureza, elasticidade e mastigabilidade. Para análise de textura foi utilizado o equipamento Stable Micro Systems modelo TA XT. As amostras foram avaliadas em temperatura de 7 ± 1 °C. O dinamômetro foi calibrado com célula de carga de 2,0 kg. A amostra foi colocada no centro da plataforma do aparelho e comprimida duas vezes até 50% de seu tamanho sob pressão de 1,0 N/m² com velocidade de compressão de 50 mm/min utilizando-se a probe de alumínio cilíndrico de 45 mm XT Express+. A distância da amostra para a probe foi de 40 mm e não houve tempo de repouso entre os ciclos de compressão foi de 5 s.

Firmeza e força de cisalhamento



Para análise de firmeza e força de cisalhamento foi utilizado o equipamento Stable Micro Systems modelo TA XT e a probe Warner-Bratzler. No método em questão a probe que consiste em uma lâmina de aço com 1,016 mm de espessura é conduzida através das amostras cilíndricas. Os resultados de firmeza são expressos em Newtons (N) e a força de cisalhamento em Newtons por segundos (N/s).

Análise estatística

Os resultados foram tratados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA), com nível de significância de 95% de confiança ($p \leq 0,05$), usado para verificar as diferenças significativas entre as médias das amostras, com auxílio do software SAS M, versão 4 (CANTERI *et al.*, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Bioatividade dos antioxidantes *in vitro*

A Tabela 2 apresenta os resultados da atividade antioxidante dos extratos naturais de alecrim e do eritorbato de sódio, que é um agente antioxidante sintético muito utilizado pelas indústrias cárneas e que possui uma atividade antioxidante 11 vezes maior que a encontrada nos antioxidantes naturais. Os resultados foram expressos em termos da concentração mínima necessária para obter a inibição da atividade antioxidante do DPPH em 50% (IC_{50}).

Tabela 2: Atividade antioxidante (IC_{50}) *in vitro* dos extratos naturais (alecrim, acerola e mix de tocoferóis) e do eritorbato de sódio.

Amostras	IC_{50} *(mg/mL)
Eritorbato de sódio	0,043 ^b ±0,004
Alecrim	0,489 ^a ±0,025
Acerola	0,494 ^a ±0,021
Mix de tocoferóis	0,509 ^a ±0,028

*Médias ± desvio padrão seguidas de letras iguais minúsculas não diferem significativamente ($p > 0,05$), Teste de Tukey.

Os resultados indicam que não há diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os extratos naturais avaliados, porém o extrato de alecrim foi o que apresentou o melhor resultado para atividade antioxidante, seguido pelo extrato de acerola e por fim o mix de tocoferóis. A atividade antioxidante do extrato de acerola se deve a sua composição que é rica em compostos fenólicos, flavonoides, tais como carotenoides, antocianinas e ácido ascórbico, que são conhecidos por apresentar potencial antioxidante (TEIXEIRA; ARANHA; DE SOUZA VIEIRA, 2022). Da mesma maneira o extrato de alecrim comercial apresenta na sua composição compostos fenólicos totais como o ácido rosmarínico, ácido carnosol e carnósico que possuem atividade antioxidante (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007).

Desse modo, estes antioxidantes podem ser utilizados na indústria de carnes de forma isolada ou preferencialmente associada com antioxidantes comerciais como o BHA (butil-hidroxianisol), BHT (butil-hidroxitolueno) e eritorbato de sódio, a fim de fornecer proteção contra a oxidação.



Características físico-químicas das formulações da salsicha

A Tabela 3 apresenta a caracterização físico química das formulações de salsichas

elaboradas com diferentes antioxidantes naturais.

Tabela 3: Características físico-químicas das formulações de salsicha.

Tratamento	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Amido (%)	Carboidratos Totais (%)
Controle	60,16 ^c ±0,156	13,88 ^a ±0,025	18,69 ^a ±0,128	1,98 ^a ±0,010	2,65 ^a ±0,023
T1	60,54 ^{ab} ±0,190	14,01 ^a ±0,070	18,03 ^b ±0,110	1,95 ^a ±0,006	2,65 ^a ±0,015
T2	60,62 ^a ±0,162	13,91 ^a ±0,138	17,46 ^c ±0,230	1,98 ^a ±0,034	2,71 ^a ±0,029
T3	60,28 ^{bc} ±0,126	13,86 ^a ±0,050	17,88 ^{bc} ±0,202	1,92 ^a ±0,099	2,66 ^a ±0,087

*Médias ± desvio padrão seguidas de letras iguais minúsculas/coluna não diferem significativamente ($p > 0,05$) de acordo com o Teste de Tukey.

A umidade é um parâmetro importante para a manutenção da qualidade de produtos cárneos durante sua vida útil. Para os tratamentos realizados os percentuais das amostras avaliadas variaram entre 60,16% e 60,62% (Tabela 3), com pequena diferença estatística entre os tratamentos. Essas diferenças podem ser explicadas pela variabilidade do processo deste a etapa de cozimento até o resfriamento, sendo estas as etapas onde ocorrem as principais quebras de processo devido às perdas de água livre no produto pelo efeito da aplicação de temperaturas altas para o cozimento e baixas para o resfriamento.

Ao comparar resultados de umidade dos quatro tratamentos com a legislação, todas atendem a legislação e estão abaixo dos 65,0% conforme Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) da Salsicha (BRASIL, 2000).

A carne e os produtos cárneos são compostos por nutrientes essenciais com alto valor biológico, minerais, vitaminas e principalmente proteínas que são necessárias para diversas funções fisiológicas no corpo humano. A proteína ingerida através do consumo de carne fornece boa parte das

proteínas consumidas em nossa dieta e contém micronutrientes, ácidos graxos e todos os aminoácidos essenciais para a alimentação (LEE, 2020).

Os valores de proteína encontrados nas formulações de salsicha não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre si. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) determina para esse tipo de produto o limite mínimo de 12% de proteína, sendo assim, todas as formulações estão de acordo com o estabelecido pela Instrução Normativa N° 4/2000.

Dos componentes que integram os alimentos, os lipídios são os que conferem maior quantidade energética por grama e, portanto, estão relacionados com o valor energético dos alimentos. Assim sendo, a legislação brasileira (BRASIL, 2000) estabelece que para o produto salsicha o teor máximo de gordura não pode ser superior a 30%. Neste estudo, os valores variaram de 17,46% a 18,69% em todos os tratamentos, e dessa forma estando de acordo com a legislação.

Dentre as formulações desenvolvidas, as mesmas apresentaram diferenças significativas entre si ($p < 0,05$), sendo a T4

(controle) foi a que apresentou maior teor de gordura (18,69%). Essas diferenças podem ser explicadas devido às possíveis variações da matéria-prima e/ou variações no processo de mistura (MOURA *et al*, 2015).

estabilizante, além de seu baixo custo e boas características sensoriais. Normalmente é a quantidade de amido permitido pela legislação brasileira em salsichas (BRASIL, 2000) é de no máximo 2%. Pelos dados apresentados na Tabela 3, nota-se que variaram de 1,92% a 1,98% e não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre si. A adição de carboidratos contribui para melhoria das características tecnológicas de produtos cárneos, aumentando a retenção de água, melhorando a estabilidade da emulsão e reduzindo a liberação de gordura.

Essa adição pode ocorrer na forma de gomas e amidos, ainda segundo a legislação vigente (BRASIL, 2000), o somatório de amidos e carboidratos totais adicionados não pode ultrapassar 7%. Todos os tratamentos

Amido é um polissacarídeo comumente utilizado na indústria de alimentos cárneos embutidos, pois contribui para a retenção de água no produto, tem efeito espessante e

utilizado em produtos emulsionados como salsichas e mortadelas (WEBER *et al*, 2022). elaborados neste trabalho apresentaram-se em conformidade ao Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade vigente (BRASIL, 2000) e não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre si, na faixa de 2,65% a 2,71%.

Características de textura e viscosidade

Os resultados da análise de algumas características de textura instrumental (dureza, elasticidade, mastigabilidade, e firmeza) e de viscosidade (tensão de cisalhamento) das amostras de salsicha estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Características de textura e tensão de cisalhamento das formulações de salsicha.

Tratamento	Dureza (N)	Elasticidade (mm)	Mastigabilidade (N.mm)	Firmeza (N/mm)	Tensão de Cisalhamento (N.s)
Controle	1525,03 ^b ±32,46	0,958 ^c ±0,012	1142,13 ^c ±28,07	15,31 ^{ab} ±1,570	125,23 ^{a,b} ±5,64
T1	1603,68 ^a ±38,07	1,021 ^{b,c} ±0,125	1313,29 ^b ±38,48	13,64 ^b ±1,275	125,86 ^{a,b} ±3,49
T2	1559,93 ^{ab} ±47,35	1,111 ^b ±0,059	1349,30 ^b ±53,18	13,22 ^b ±0,990	120,71 ^b ±3,86
T3	1622,84 ^a ±46,30	1,232 ^a ±0,022	1546,54 ^a ±11,83	16,58 ^a ±0,743	130,27 ^a ±4,79

*Médias ± desvio padrão seguidas de letras iguais minúsculas/coluna não diferem significativamente ($p>0,05$) de acordo com o Teste de Tukey.

Textura refere-se à resposta da deformação que um alimento apresenta quando cortado, mordido ou prensado. De acordo com a estrutura do produto, são conhecidas suas propriedades de elasticidade, mastigabilidade, dureza, entre outros, sendo estes parâmetros dependentes das características mecânicas, geométricas, de umidade e gordura desde a primeira mordida até a mastigação completa, influenciando na aceitação deste alimento pelo consumidor (TEIXEIRA, 2009).

Dureza é a força necessária para produzir certa deformação nos alimentos (SZCZESNIAK, 2002). Ela está relacionada

diretamente com a habilidade de penetração dos dentes para fragmentar o alimento (ORDOÑEZ *et al.*, 2005). A força aplicada é maior quanto maior for a dureza do produto avaliado. Dentre as amostras avaliadas não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) em termos de dureza para os tratamentos em relação à amostra controle. Entretanto, nota-se que as amostras com aplicação de mix de tocoferóis (T3) teve um leve aumento na dureza (1622,84 N), quando comparado ao controle (1525 N) e também aos demais tratamentos. As mudanças significativas nos atributos texturais no

tratamento T3 com adição de mix de tocoferóis pode ser devido à pequena extensão de alterações microestruturais de proteínas, que está associada a alterações nas interações inter e intramoleculares de cadeias peptídicas (FENG, FU e YANG, 2017).

Elasticidade em alimentos é definida como o grau de retorno no qual um alimento deformado retorna às suas condições de forma e tamanho iniciais após a compressão/deformação ser removida (SZCZESNIAK, 2002). Esse parâmetro indica a qualidade das ligações entre as partículas nos produtos cárneos, pois quanto maior for o valor de elasticidade melhor é a qualidade das ligações (TOTOSAUS, 2002). No presente estudo o tratamento T3 apresentou maior valor, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais tratamentos para os valores de elasticidade.

Em termos de elasticidade, Santos (2019), ao analisar formulações de salsicha com reduzido teor de gordura e sódio obteve resultados de elasticidade entre 0,81 mm e 0,89 mm. Os autores verificaram um aumento de elasticidade com o aumento do teor de sal nas amostras. Essa relação pode ser justificada uma vez que a concentração de sal em produtos cárneos aumenta a solubilidade das proteínas melhorando suas ligações estruturais.

A mastigabilidade é o tempo necessário para mastigar um alimento, com uma força constante, para reduzir a mesma a uma consistência adequada para a deglutição (NOVAKOVIĆ; TOMAŠEVIĆ, 2017). Das amostras de salsicha estudadas, o tratamento 3 teve um valor de mastigabilidade, apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação às demais amostras.

Da mesma forma que a mastigabilidade é estabelecida como o tempo necessário para mastigar um alimento, a firmeza indica a energia gasta para a realização de uma única mordida (OLIVEIRA FILHO, 2009). Também pode-se relacionar a firmeza de salsichas como um fator importante em seu armazenamento, pois quanto mais firme, menor o risco de esmagamento do produto final (ORDÓÑES, 2005). Examinando os resultados obtidos para a característica firmeza, percebe-se que o teste 1 e 2 apresentaram resultados semelhantes, mas estes apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação ao teste 3 e

ao controle, sendo que estes também diferenciam-se entre si. O teste 3 foi a formulação testada que obteve maior índice de firmeza, com resultado de 16,58 N.

Cisalhamento é a força que um plano exerce sobre outro plano por unidade de área de contato provocando deformação na direção relacionada à direção da força aplicada. As forças de cisalhamento são aplicadas durante o processamento dos alimentos e afetam a textura do produto final. O cisalhamento também ocorre durante a mastigação dos alimentos (MERRYWEATHER, 2009). A força de cisalhamento determina a resistência das fibras presentes nos alimentos ao serem submetidas a um corte perpendicular (VAZ, 2007). O tratamento T3 apresentou maior resistência ao cisalhamento.

CONCLUSÕES

A avaliação da atividade oxidante in vitro dos extratos naturais indicou que o extrato de alecrim foi o que apresentou melhor atividade antioxidante dentre as amostras, seguido pelo extrato de acerola e posteriormente pela mistura de tocoferóis.

Todas as formulações de salsicha mostraram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação em relação aos seus parâmetros físico-químicos.

Para as análises de textura (dureza, elasticidade, mastigabilidade, firmeza, tensão de cisalhamento), a formulação com uso do mix de tocoferóis foi a que apresentou melhores resultados.

NOMENCLATURA

% - Percentual
 °C – Graus Celsius
 µL- microlitros
 AA – Atividade Antioxidante
 BHA - butil-hidroxianisol
 BHT - butil-hidroxitolueno
 DPPH – 2,2-difenil-1-picrilhidrazil
 kg – quilograma
 mg - miligrama
 m/m – massa/massa
 mm – milímetro
 mL - mililitro
 N - Nêwton
 PG – galato de propila

RTIQ - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
 s - segundo
 T1 – Tratamento 1
 T2- Tratamento 2
 T3 – Tratamento 3
 T4 - Controle
 TBHQ - tercbutil hidroquinona
 TPA- Perfil de textura
 v/v – volume/volume

REFERÊNCIAS

- ALVARADO-MARTINEZ, Z.; ADITYA, A.; BISWAS, D. (2020), Plant antioxidants, extraction strategies, and their application in meat. In: *Meat Quality Analysis*. Academic Press, p. 241-264.
- ARAÚJO, H. L.; VEIGA, S. M. O. M.; SILVA, D.; VILLAS BOAS, A. F.; SILVA, M. L. R. (2021), Características físicas, químicas e microbiológicas de salsicha processada com farinha de bagaço de malte de cevada. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, p. e22610312069.
- BRASIL. (2000), Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- BRASIL. (2019), Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; FILHO, J. S. V.; GIGLIOTTI, É. A.; GODOY, C. V. (2001), SASM-AGRI-Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan, *Revista Brasileira de Agrocomputação*, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-24.
- CHOE, J.; PARK, B.; LEE, H. J.; JO, C. (2020), Potential antioxidant and angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity in crust of dry-aged beef. *Scientific reports*, v. 10, n. 1, p. 1-8.
- HENCK, J. M. M. (2016), Influência da adição de fibras alimentares em salsicha de frango com redução de gordura sobre as propriedades tecnológicas e sensoriais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, (dissertação de mestrado).
- KULISIC, T.; RADONICB, A.; KATALINICC, V.; MILOS, M. (2004), Use of different methods for testing antioxidative activity of orégano essential oil, *Food Chemistry*, v. 85, p. 633-640.
- LEAL, D. A. (2018), Efeito da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e microbiológicas de salsichas embaladas a vácuo, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, (dissertação de mestrado).
- LEE, H. J.; YONG, H. I.; KIM, M.; CHOI, Y.S.; JO, C. (2020), Status of meat alternatives and their potential role in the future meat market—A review, *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v. 33, n. 10, p. 1533.
- MARIUTTI, L. R.B.; BRAGAGNOLO, N. (2007), Revisão: Antioxidantes naturais da família Lamiaceae-Aplicação em produtos alimentícios, *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 10, n. 2, p. 96-103.
- MERRYWEATHER, L. M. (2009), *Dicionário de Ciência e Tecnologia dos Alimentos*. 1a Edição. São Paulo: Roca.
- MOURA, J. W. F.; MEDEIROS, F. M.; ALVES, M. G. M.; BATISTA, A. S. M. (2015), Fatores influenciadores na qualidade da carne suína, *Revista Científica de Produção Animal*, v. 17, n. 1, p. 18-29.
- NOVAKOVIĆ, S.; TOMAŠEVIĆ, I. (2017), A comparison between Warner-Bratzler shear force measurement and texture profile analysis of meat and meat products: A review. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2017. p. 012063.

- OLIVEIRA FILHO, P. R. C. (2009), Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo, Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura (tese de doutorado).
- ORDÓÑEZ, J. A. (2005), Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed. v. 1.
- RIBEIRO, J. S.; SANTOS, M. J. M. C.; SILVA, L. K. R.; PEREIRA, L. C. L.; SANTOS, I. A.; LANNES, S. C. S.; SILVA, M. V. (2019), Natural antioxidants used in meat products: A brief review, *Meat science*, v. 148, p. 181-188.
- SANTOS, I. R. (2019), Irradiação e redução de sódio em salsicha: segurança, saudabilidade e percepção do consumidor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo (tese de doutorado).
- SILVESTRI, J. D. F.; PAROUL, N.; CZYEWski, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. (2010), Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata Thunb.*), *Revista Ceres*, Viçosa, v. 57, n. 5, p. 589-594.
- SZCZESNIAK, A. S. (2001), Texture is a sensory property. *Food quality and preference*, v. 13, n. 4, p. 215-225.
- TEIXEIRA, B. F.; ARANHA, J. B.; DE SOUZA VIEIRA, T. M. F. (2022) Replacing synthetic antioxidants in food emulsions with microparticles from green acerola (*Malpighia emarginata*), *Future Foods*, v. 5, p. 100130.
- TEIXEIRA, L. V. (2009), Análise Sensorial na Indústria de Alimentos, *Rev. Inst. Latic.* “Cândido Tostes”, Juiz de Fora, vol. 64, nº 366, 12-21p.
- TOTOSAUS, A.; MONTEJANO, J. G.; SALAZAR, J. A.; GUERRERO, I. (2002), A review of physical and chemical protein-gel induction, *International journal of food science & technology*, v. 37, n. 6, p. 589-601.
- VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PADUA, J. T.; METZ, P. A. M.; MOLLETA, J. L.; FERNANDES, J. J. R. (2007), Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação, *Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 1, p. 31-40.
- VILLALOBOS-DELGADO, L. H.; MATEO, J.; CARO, I.; RAMOS, M.Y. L.; MENDEZ, N. G.; CANSINO, R. G.; MONDRAGÓN, E. G. G. (2019), Natural antioxidants in fresh and processed meat. In: *Sustainable meat production and processing*. Academic Press, 2019. p. 207-236.
- WEBER, A. C.; COSTA, B.; HERBER, J. (2022), Análise de acidez titulável, verificação da presença de amido e quantificação de fosfatos em linguças coloniais comercializadas no município de Lajeado-RS, *Revista Destaques Acadêmicos*, v. 13, n. 4.