



---

## OXIDAÇÃO LÍPIDICA DE SALSICHAS ESTOCADAS A 8 °C ADICIONADAS DE ANTIOXIDANTES NATURAIS

SANDRA C. BALLE<sup>1\*</sup>, HENRIQUE HOELSCHER<sup>1</sup>, EVILYN L. FELL<sup>1</sup>, ROSICLER COLET<sup>1</sup>,  
ILIZANDRA A. FERNANDES<sup>1</sup>, LUCAS H. DO NASCIMENTO<sup>1</sup>, CLARICE STEFFENS<sup>1</sup>,  
EUNICE VALDUGA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos

\*e-mail: sandra-ballen@live.com

**RESUMO** - A baixa na renda do consumidor fez a salsicha se tornar uma alternativa de consumo de proteínas de menor valor agregado. Entretanto, devido a sua composição, sofre oxidação lipídica durante o armazenamento. Sendo necessário o uso de antioxidantes para retardar este processo. O objetivo deste estudo foi elaborar salsichas com extratos naturais de alecrim, acerola e mix de tocoferóis como antioxidantes e avaliar a oxidação. Diferentes formulações de salsichas, foram elaboradas, associadas ao eritorbato de sódio: 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 quanto a oxidação lipídica (TBARs e o índice de peróxidos), acidez, pH e cor (L\*, a\* e b\*) durante 23 dias de armazenamento. Os valores de pH e acidez ficaram estáveis. Os Tratamentos 1 e 3 foram os que apresentaram os melhores resultados frente a oxidação lipídica (TBARs), sendo que os hidroperóxidos só foram encontrados a partir do 12º dia de armazenamento e consequentemente reduzindo a formação de malonaldeídos. Estes resultados demonstram a potencialidade de uso industrial dos extratos naturais em salsicha resfriada a 8°C durante o armazenamento.

Palavras-chave – Oxidação lipídica. Antioxidantes. Estocagem. Salsicha.

**ABSTRACT** - The drop in consumer income made sausages an alternative for consuming proteins with lower added value. However, due to its composition, it undergoes lipid oxidation during storage. It is necessary to use antioxidants to delay this process. The aim of this study was to prepare sausages with natural extracts of rosemary, acerola and a mix of tocopherols as antioxidants and to evaluate oxidation. Different sausage formulations were prepared associated with sodium erythorbate: Treatment 1 had rosemary extract, Treatment 2 acerola extract, Treatment 3 mixed tocopherol extract and Control only sodium erythorbate. The formulations were evaluated for lipid oxidation (TBARs and the peroxide value), acidity, pH and color (L\*, a\* and b\*) during 23 days of storage. The pH and acidity values were stable. Treatments 1 and 3 were the ones that presented the best results against lipid oxidation (TBARs), and hydroperoxides were only found after the 12th day of storage and consequently reduced the formation of malonaldehydes. These results demonstrate the potential for industrial use of natural extracts in sausage cooled at 8°C during storage.

Keywords - Lipid oxidation. Antioxidants. Storage. Sausage.



## INTRODUÇÃO

No mercado da carne existe uma vasta diversidade de produtos e subprodutos derivados da mesma, como defumados, embutidos, pré-cozidos, prontos e semiprontos para consumo, com variações de marcas, qualidades e preços, com intuito de alcançar consumidores de todas as classes sociais e econômicas (SOUZA *et al.*, 2021).

Com a baixa na renda do consumidor, ele se volta para alternativas de consumo como proteínas de menor valor agregado, industrializados como hambúrgueres e salsichas. Além de serem acessíveis, esses produtos têm um grande apelo sensorial e são de fácil preparo, aumentando ainda mais o interesse da população (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Neste contexto, 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).

A Instrução Normativa N<sup>o</sup> 4, de 31 de março de 2000 (BRASIL, 2000), que aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha, define a salsicha como “um produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural, ou artificial ou por processo de extrusão, e submetido a um processo térmico adequado”. A normativa ainda classifica a salsicha como um produto cozido e diferencia a mesma conforme a composição da matéria-prima e técnicas de fabricação, sendo classificadas em: salsicha, salsicha tipo Viena, salsicha tipo Frankfurt, salsicha Viena, salsicha Frankfurt e salsicha de carne de ave. Sendo que a salsicha ‘comum’ pode conter carnes de diferentes espécies, com até 60 % de carne mecanicamente separada (CMS), miúdos diversos, tendões, peles e gordura.

Produtos industrializados, como a salsicha, tendem a ter carga microbiana menor

do que os produtos in natura, mesmo assim o controle do processo produtivo deve ser feito ao longo de toda a cadeia (LOZANO, 2021), mas devido ao teor de gordura são suscetíveis a oxidação. Para minimizar esses riscos algumas estratégias podem ser consideradas como a manutenção do produto sob refrigeração constante e/ou empregar antioxidantes que inibam os riscos oxidativos.

Os antioxidantes são definidos como substâncias que retardam o aparecimento da alteração oxidativa nos alimentos (BRASIL, 1997). Esses compostos são largamente utilizados com o objetivo de estabilizar as propriedades funcionais da carne e derivados, pois estes reduzem a peroxidação lipídica, o que promove um aumento da vida útil dos produtos. Contudo, quando antioxidantes são utilizados deve-se observar cautelosamente a legislação vigente no que se diz respeito a limites e concentrações, visando sempre à segurança dos alimentos (PASCHOAL *et al.*, 2019).

A utilização dos antioxidantes naturais tem como vantagens a aceitação do consumidor e sua utilização não é limitada pela legislação, os quais podem apresentar modos de ação ainda há serem elucidados, geralmente eles atuam como aceptores de radicais livres, como quelantes ou sequestradores do oxigênio singlete e como desativadores de metais pró-oxidantes (PIEIDADE, 2007).

Os antioxidantes naturais contribuem no aumento do prazo de validade, qualidade e preservação das características sensoriais do alimento. Por isso, diferentes compostos de origem vegetal vêm sendo avaliados para que possam ser aplicados em produtos cárneos, com o objetivo de garantir a qualidade e reduzir a deterioração do alimento. O papel do antioxidante está na prevenção da autooxidação e inibição da formação dos radicais livres. O mecanismo mais eficaz é aquele capaz de interromper a cadeia de reação dos radicais livres, atuando na captura e eliminação desses radicais, e agindo sobre o processo de autooxidação (AZIZ; KARBOUNE, 2018).

Os radicais livres são instáveis e responsáveis pelas reações de oxidação, criando espécies reativas de oxigênio que interagem, principalmente, com lipídios e proteínas da carne (RIBEIRO *et al.*, 2019). A oxidação de proteínas, mioglobina e hemoglobina, e a formação de metamioglobina causam a alteração na cor da carne fresca, do vermelho para o marrom. Enquanto, a oxidação lipídica ocorre, sobretudo, em produtos cárneos após o cozimento, pois as altas temperaturas promovem a aceleração das reações de oxidação que se mantêm mesmo após o resfriamento (YU; AHMEDNA; GOKTEPE, 2010). O processo de oxidação é influenciado tanto por fatores intrínsecos como saturação lipídica, atividade enzimática, concentração de antioxidantes e pigmentos do grupo heme, quanto por fatores extrínsecos como tempo, pH, armazenamento, temperatura, luminosidade e embalagem (WÓJCIAK *et al.*, 2018; PROMMACHART; SAKOMOTO; URIYAPONGSON, 2020).

Os extratos obtidos de frutas, legumes, ervas e especiarias são ricos em compostos fenólicos, como ácidos fenólicos, flavonóides e taninos (RIBEIRO *et al.*, 2019). Estes compostos podem ser extraídos das folhas, raízes, caules, frutas, sementes e cascas, em geral, subprodutos da indústria agrícola. Há relatos do uso de antioxidantes naturais como o fruto de acerola, das folhas e talos de alecrim e mix de tocoferóis de diferentes plantas com ação antimicrobiana e antioxidante em produtos cárneos.

Desta forma este trabalho tem como objetivo elaborar salsichas com adição de antioxidantes naturais de alecrim, acerola e mix de tocoferóis e avaliar a estabilidade ao armazenamento sob refrigeração (8 °C) quanto a oxidação lipídica (TBARs e o índice de peróxidos), acidez, pH e cor (L\*, a\* e b\*).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Formulação e elaboração das salsichas

As salsichas foram formuladas empregando extratos 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.

Paras as formulações foram utilizados os seguintes ingredientes: 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 carmin 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, que foram designadas como Controle - sem adição de antioxidantes naturais contendo somente eritorbato de sódio (0,15 %), Tratamento 1 - extrato natural de alecrim (0,25 %) associado ao eritorbato de sódio (0,15 %), Tratamento 2 - extrato natural de acerola (0,25 %) associado ao eritorbato de sódio (0,15 %); Tratamento 3 - extrato natural de mix de tocoferóis (0,05 %) associado ao eritorbato de sódio (0,15%). As quantidades adicionadas dos antioxidantes naturais foram de acordo com orientação do fabricante (não divulgado) dos mesmos e ensaios preliminares realizados na indústria.

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.

A Figura 1 apresenta um esquema do processo de elaboração das formulações de salsichas. 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.

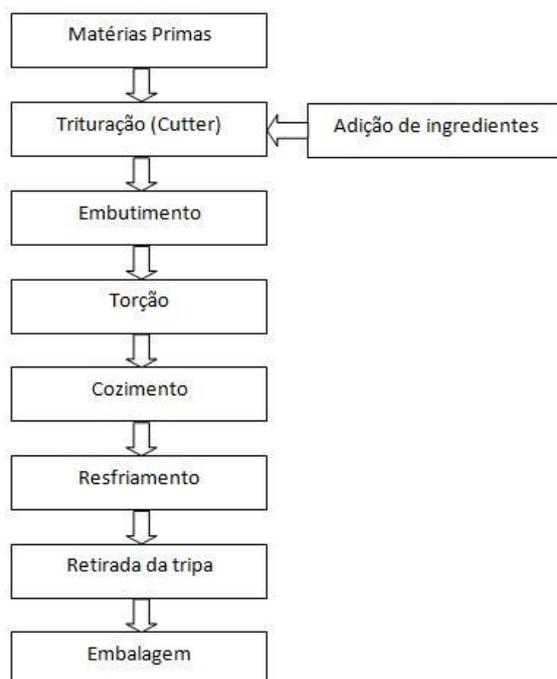


Figura 1: Esquema de produção de salsicha.

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.

Foi realizado um teste preliminar a fim de verificar qual seria a vida de prateleira da salsicha sem adição de antioxidantes naturais e armazenada nas condições propostas no presente trabalho, mantidas resfriadas a 8 °C e embaladas sem extração de vácuo. Neste teste preliminar a vida de prateleira foi de 13 dias, sendo que no 14° dia as amostras estavam inaptas microbiologicamente, sendo encontrado mofo aparente nas amostras de salsicha. A partir disso, determinou-se que as análises das formulações de salsicha com aplicação de antioxidantes naturais seriam realizadas durante 23 dias.

Para cada tratamento foram subdivididas 84 embalagens contendo 5 unidades de salsicha cada, sendo produzidas no total uma batelada de 10 kg para cada formulação. As amostras foram armazenadas a temperatura de 8 °C sob refrigeração e submetidas às análises físico-químicas e microbiológicas durante 1, 5, 8, 10, 12, 14, 16 e 23 dias de estocagem.

## pH

Os valores de pH foram mensurados com o pHmetro (Testo, modelo 205) para leitura direta em sólidos seguindo metodologia descrita por Brasil (2019).

## Acidez

A determinação da acidez total foi realizada segundo metodologia descrita por Brasil (2019). A análise foi realizada por titulometria empregando uma solução de NaOH 0,1N, e a acidez total foi expressa em g de ácido oléico por 100 g de amostra.

## Índice de peróxidos

O índice de peróxido foi determinado segundo metodologia descrita pelo AOAC

(2002) (*Association of Official Analytical Chemists*) com adaptações. A amostra (5 g) foi ressuspensa em 30 mL de solução de ácido acético clorofórmio (3:2) sob agitação, em seguida adicionou-se 0,5 mL de uma solução saturada de iodeto de potássio e deixado em repouso por 1 min, e adicionou-se 30 mL de água destilada e 0,5 mL de uma solução de amido como indicador, titulado a com solução padrão de tiosulfato de sódio a 0,01 N. O resultado foi expresso em mEq de peróxido por kg de amostra.

### Substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBARs)

Para avaliar a oxidação lipídica realizou-se o teste das substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBARs) de acordo com Raharjo, Sofos e Schmidt (1992), modificado por Wang *et al.* (2002) em relação a interferência do açúcar na reação e seguindo recomendações de Shahidi *et al.* (1997) no que se refere a adição de sulfanilamida para as amostras que contem nitrito. A concentração foi calculada por espectrofotometria (Parkin Elmer modelo Lambda EZ150) a 531 nm usando uma curva padrão com TEP ( $1 \times 10^{-8}$  a  $1 \times 10^{-7}$  mol/mL). Os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (MDA mg/ Kg de amostra).

### Índices de Cor

A cor objetiva foi analisada utilizando colorímetro (HunterLab modelo MINISCAN EZ), as coordenadas avaliadas foram L\* (luminosidade), a\* (intensidade de vermelho/verde) e b\* (intensidade de amarelo e azul).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### pH e Acidez

Os resultados das análises de pH e acidez realizadas nas formulações de salsicha são apresentados na Figura 2a e a acidez na Figura 2b.

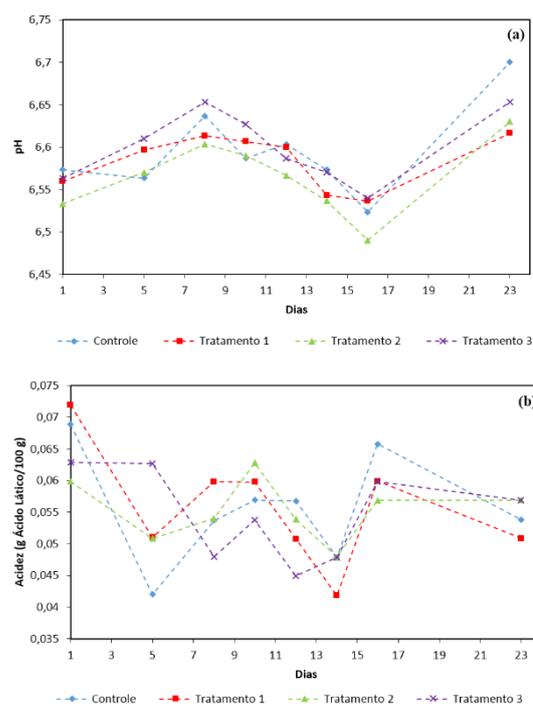


Figura 2: Comportamento de pH (a) e da acidez (b) das formulações de salsicha durante 23 dias de armazenamento

Na Figura 2 verifica-se um aumento do pH até 8 dias de armazenamento para todas as formulações, seguida de uma acidificação até 16 dias, e novamente um incremento até 23 dias. Nota-se que o tratamento 2 apresentou valores levemente abaixo das demais formulações durante todo o período de armazenamento, no entanto sem diferir estatisticamente.

A salsicha normalmente é distribuída para comercialização a temperatura de no máximo 8 °C em embalagem a vácuo de polietileno e nylon, contudo nesta pesquisa foi avaliada sem a presença de vácuo, simulando condições adversas como amostra a granel fracionada em gôndolas de supermercado, que dificulta manter a estabilidade do produto. Dessa forma, verifica-se que a eficácia dos antioxidantes naturais depende do pH.

O aumento gradual da acidez e diminuição do pH em produtos cárneos é resultado do metabolismo bacteriano, onde as bactérias presentes se utilizam dos carboidratos e nutrientes dispostos na matriz do alimento para se multiplicarem e como resultado dessa multiplicação, produzem

metabólitos como o ácido acético e succínico (GÄNZLE, 2015).

### Oxidação lipídica: índice de peróxido e TBARs

A Figura 3 apresenta os valores de índice de peróxidos e TBARs das formulações de salsicha durante o armazenamento.

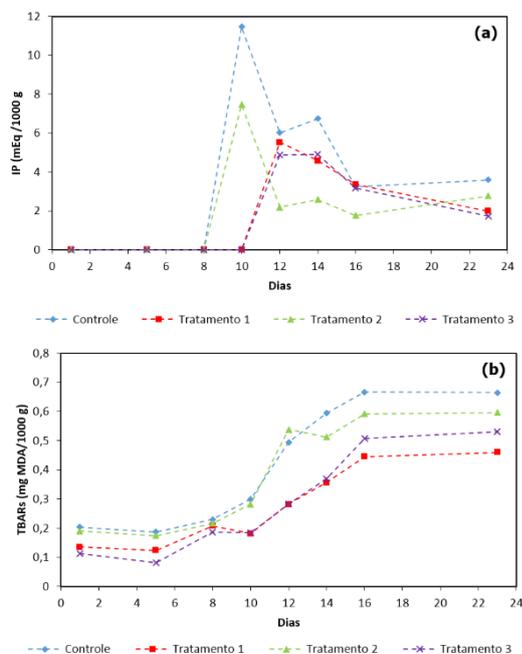


Figura 3: Comportamento da oxidação lipídica em relação ao (a) de índice peróxidos (IP) e (b) TBARs durante a estocagem das salsichas.

De acordo com a Figura 3 (a e b), de forma geral, durante o período de armazenamento a amostra controle apresentou maiores índices de peróxido e TBARs. Também verificou-se que a adição dos antioxidantes naturais, principalmente o alecrim e mix de tocoferóis contribuíram para a diminuição da oxidação lipídica.

O alfa-tocoferol protege os ácidos graxos poliinsaturados altamente oxidáveis da peroxidação por espécies reativas de oxigênio produzidas por enzimas adjacentes ligadas à membrana (MCCAY, 1980). O extrato de alecrim tem um alto teor fenólico, contendo alguns diterpenos fenólicos, como ácido carnósico, carnosol, rosmanol, rosmariquinona e rosmaridifenol, que quebram as cadeias de radicais livres doando átomos de hidrogênio, apresentando atividade antioxidante (ARUOMA *et al.*, 1992).

A redução dos índices de peróxido a partir da metade do período de armazenamento está relacionada ao aumento dos valores de TBARs. O índice de peróxidos é um parâmetro sensível no estágio inicial do processo oxidativo e sua presença indica que a deterioração do odor e sabor em função da estabilidade do produto estão por acontecer. Quando a concentração atinge níveis limitantes, alterações complexas acontecem no produto devido a sua degradação, formando compostos de baixo peso molecular, como aldeídos, cetonas, ácidos, entre outros, sendo estes compostos responsáveis pelo sabor e odor característico de ranço (ARAÚJO, 1999; BRUSTOLIN, 2017).

Em salsichas cozidas, há um aumento da oxidação lipídica (produtos primários e secundários) ao romper as membranas celulares e liberar mais pró-oxidantes (SAMPAIO *et al.*, 2012). Onde o cozimento desnatura as enzimas antioxidantes, liberando o ferro livre para o fluido extracelular, rompe a bicamada fosfolipídica na membrana celular, tornando a célula interna mais suscetível ao oxigênio e aos catalisadores (AHN; LEE, 2002). Desse modo, a adição dos antioxidantes naturais apresentou efeito sinérgico junto ao eritorbato de sódio, contribuindo para o retardamento da oxidação.

Ao final do período de armazenamento poderá ocorrer um aumento da oxidação lipídica, pode estar relacionado ao decréscimo na concentração dos compostos com efeito antioxidantes (fenólicos, tocoferóis e flavonoides), devido ao consumo/oxidação dos mesmos, como ressaltado por Liu *et al.* (2009) que verificaram este comportamento durante o armazenamento de linguças frescas de frango com adição de alecrim, ou seja, a diminuição na concentração dos compostos fenólicos e aumento do TBARs.

Nos tratamentos há também a presença do eritorbato de sódio, que é um forte agente redutor com a função de prevenir ou minimizar as reações oxidativas, e quando usado na forma associada ocorre o sinergismo aumentando a ação protetora como observado nos tratamentos com adição dos antioxidantes naturais.

**Cor**

A adição de antioxidantes naturais também teve como objetivo manter a qualidade da cor do produto por um período maior de tempo e assim, submeteu-se as salsichas a análise de cor superficial, que caracteriza as cores utilizando as coordenadas  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade de vermelho (+)/ verde (-)) e  $b^*$  (intensidade de amarelo (+) e azul (-)). Estes parâmetros de cor estão demonstrados na Figura 4.

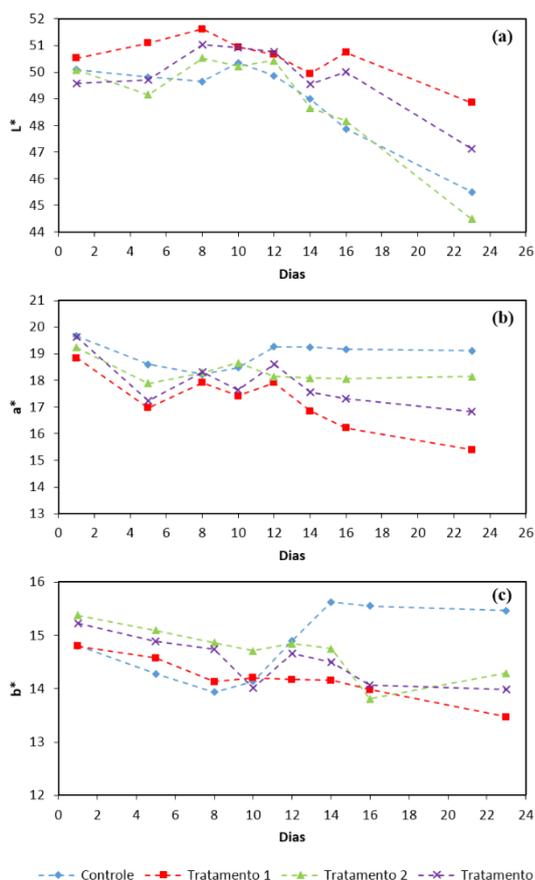


Figura 4: Comportamento do índice de cor  $L^*$  (a),  $a^*$  (b) e  $b^*$  (c) das formulações de salsicha durante o período de armazenamento.

De acordo com a Figura 4a, é possível visualizar que a partir do 14º dia as formulações tendem seus valores de luminosidade para uma coloração mais clara.

As formulações apresentaram valores tendendo para a coloração vermelha (Figura 4b), pois todos os valores de  $a^*$  são positivos. Essa tendência é esperada e desejável em produtos cárneos, pois contribui para a aceitação sensorial do produto, uma vez que a atratividade do comprador está relacionada à cor e sabor (KUMAR *et al.*, 2015). Todas as

formulações com adição de antioxidantes naturais apresentaram menores valores de  $a^*$  quando comparado ao controle durante a estocagem. Assim, a adição dos antioxidantes alterou os atributos de cor das salsichas diminuindo a vermelhidão do produto.

Em relação à vermelhidão, ela não é afetada apenas pelo teor de proteína, mas também pelo pH. Como pode ser observado na Figura 4b, os tratamentos tornam-se significativamente mais vermelhos após 10 dias de armazenamento, mesmo período em que o pH começou a cair até o 16º dia de armazenamento (Figura 2a), e após esse período o pH teve um aumento, que também foi observada na coordenada  $a^*$  e  $b^*$ . Como o ambiente ácido promove a geração de óxido de nitrogênio a partir da produção de nitrito, ele produz a típica cor rosada da salsicha com mioglobina (Paula *et al.*, 2011).

Os resultados obtidos para a coordenada  $b^*$  (Figura 4c) indicam a tendência dos mesmos a coloração amarela, considerando que os valores medidos são positivos. Essa propensão também é esperada e desejada, uma vez que resultados negativos que indicariam à tonalidade azul podem apontar um produto inadequado para consumo (ROHLIK *et al.*, 2013).

Ambos os tratamentos apresentaram comportamento semelhantes durante a vida de prateleira das amostras até o 16º de avaliação, onde a partir deste, os tratamentos 1 e 3 mantiveram os valores mais baixos na última análises, 12,47 e 13,25 respectivamente e a amostra controle e o tratamento 2 apresentaram um aumento dos valores, sendo estes 15,46 e 15,29 respectivamente, como pode se verificar pelas curvas apresentadas na Figura 4c.

## CONCLUSÕES

Para as avaliações de índice de peróxidos e oxidação lipídica, apesar de não terem apresentado diferenças significativas, observou-se que todos os tratamentos com uso de antioxidantes naturais apresentaram melhoras em relação à amostra controle.

Após avaliar todos os resultados, pode-se concluir que ambas as formulações com uso de antioxidantes naturais apresentaram

resultados melhores que o controle. Porém, dentre os antioxidantes testados o que apresentou, de forma geral, resultados melhores entre eles foi o mix de tocoferóis seguido pelo extrato de alecrim.

Em termos comerciais e industriais, o extrato de alecrim apresenta maiores facilidades para seu uso, uma vez que este é mais acessível possuindo maior disponibilidade de produto para comercialização, facilitando sua compra, uma possível negociação de custo do mesmo e também pelo ganho sensorial apresentado no produto final.

## REFERÊNCIAS

- AHN, D. U.; LEE, E. J. (2002), Production of off-odor volatiles from liposome-containing amino acid homopolymers by irradiation. *Journal of Food Science*, v. 67, n. 7, p. 2659-2665.
- ARAÚJO, J. M. A. (1999) *Química de Alimentos: Teoria e Prática*. Editora Universidade Federal de Viçosa, MG, 2ª edição, p. 45 1999.
- ARUOMA, O. I.; HALLIWELL, B.; AESCHBACH, R.; LÖLIGERS, J. (1992), Antioxidant and pro-oxidant properties of active rosemary constituents: carnosol and carnosic acid. *Xenobiotica*, v. 22, n. 2, p. 257-268.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2002. *Official Methods of Analysis of the Association of the Analytical Chemists*. In: Horwitz W., editor. 17th edition. Washington: AOAC
- AZIZ, M.; KARBOUNE, S. (2018), Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 58, n. 3, p. 486-511.
- BRASIL (1997), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria Nº 540, de 27 de outubro de 1997. Brasília, DF.
- 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.
- BRUSTOLIN, A. P. (2017), Validação da vida útil de mortadela tipo Bologna e avaliação da estabilidade a 22°C em Unidade Industrial. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
- GÄNZLE, M. G. (2015), Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*, v. 2, p. 106-117.
- 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).
- KUMAR, Y.; YADAY, D. N.; NARSAIAH, T. A. K. (2015), Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 14, n. 6, p. 796-812.
- LIU, D. C.; TSAU, R. T; LIN, Y. C.; JAN, S. S.; TAN, F. J. (2009), Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. *Food chemistry*, v. 117, n. 1, p. 106-113.
- LOZANO, C., de PAULA CASTANIA, V., de REZENDE-LAGO, N. C. M., de MARCHI, P. G. F., Silva, L. A., de Amorim, G. C., & Messias, C. T. (2021). Qualidade microbiológica de alimentos. *Research, Society and Development*, 10(14), e572101422344-e572101422344.
- MCCAY, P.B.; KING, M.M. (1980), Biochemical function, section I. Vitamin E: its role as a biologic free radical scavenger and its relationship on the

- microsomal mixed function oxidase system. In: Machlin, L. (Ed.), *Vitamin E: A Comprehensive Treatise*. Marcel Dekker, New York, p.289.
- OLIVEIRA, C. D. (2018), Utilização de sálvia (*Salvia officinalis*) como substituto de cloreto de sódio em reestruturado de frango. 2018.
- PASCHOAL, E. C., BELTRAMI, J. M., SANTOS, I. C. DOS, GERMANO, R. DE M., SOARES, A. A., DIAS, J. C. P., ALMADA, A. F. B., SÁ, T. C. DE, GONÇALVES, D. D., OTUTUMI, L. K. (2019). Estabilidade oxidativa da carne e derivados cárneos com o uso de antioxidantes naturais ou sintéticos em artigos publicados na base de dados da Scielo: revisão de literatura. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, v. 13, n. 1, p. 136-142, 2019.
- PAULA, R.; SOARES, J. M.; DA SILVA, P. F.; BACKES, G.T.; CANSIAN, R. L.; TREICHEL, H.; VALDUGA, E. (2011), Assessment of different packaging structures in the stability of frozen fresh Brazilian toscana sausage. *Food and Bioprocess Technology*, v. 4, n. 3, p. 481-485.
- PIEIDADE, K. R. (2007). Uso de ervas aromáticas na estabilidade oxidativa de filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) processados. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- PROMMACHART, R.; BELEM, T. S.; URIYAPONGSON, S.; DUARTE, P. R.; URIYAPONGSON, J.; RAMANATHAN, R. (2020), The effect of black rice water extract on surface color, lipid oxidation, microbial growth, and antioxidant activity of beef patties during chilled storage. *Meat science*, v. 164, p. 108091.
- ROHLIK, B.; PIPEK, P.; PANEK, J. (2013), Effect of natural antioxidants on the colour and lipid stability of paprika salami. *Czech Journal of Food Sciences*, v. 31, n. 4, p. 307-312.
- 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.
- SAMPAIO, G. R.; SALDANHA, T.; SOARES, R. A. M.; TORRES, E. A. F. S. (2012), Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. *Food chemistry*, v. 135, n. 3, p. 1383-1390.
- SHAHIDI, F.; SYNOWIECKI, J. (1997), Protein hydrolyzates from seal meat as phosphate alternatives in food processing applications. *Food Chemistry*, v. 60, n. 1, p. 29-32.
- SOUZA, M. C. M.; PALENCIA, J. Y. P.; LEMES, M. A. G.; GONÇALVES, A. C. S.; PIZA, P. C.; FONSECA, L. S. (2021), Consumo de carne suína e derivados pela população de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 4, n. 3, p. 4436-4449.
- WANG, B.; PACE, R. D.; DESSAI, R. D.; BOVELL-BENJAMIN, A.; PHILLIPS, B. (2001), Modified extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity. *Journal of Food Science*, v. 67, n. 8, p. 2833-2836.
- WÓJCIAK, K. M. et al. (2018). The influence of acid whey on the antioxidant peptides generated to reduce oxidation and improve colour stability in uncured roast beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 98, n. 10, p. 3728-3734.
- YU, J.; AHMEDNA, M.; GOKTEPE, I. (2010), Potential of peanut skin phenolic extract as antioxidative and antibacterial agent in cooked and raw ground beef. *International journal of food science & technology*, v. 45, n. 7, p. 1337-1344.