



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Programa de Pós-graduação em Saúde Animal

CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ALFAVACÃO
(*Ocimum Gratissimum L*) E TOMILHO (*Thymus Vulgaris*) EM CARNE SUÍNA

KAROLYNE MOURA NASCIMENTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SAÚDE ANIMAL

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2023



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Programa de Pós-graduação em Saúde Animal

**CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ALFAVACÃO
(*Ocimum Gratissimum L*) E TOMILHO (*Thymus Vulgaris*) EM CARNE SUÍNA**

KAROLYNE MOURA NASCIMENTO

ORIENTADORA: ALINE MONDINI CALIL RACANICCI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SAÚDE ANIMAL

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha irmã Gabrielle, que sempre me apoiou e nunca me deixou desistir mesmo quando tudo parecia difícil, obrigada por sempre estar ao meu lado e espero um dia te orgulhar como você me orgulha.

Agradeço ao Guilherme Parreiras, meu antigo chefe, pelos conselhos, pela compreensão e que me permitiu sair em dias de trabalho para realizar o experimento, sem isso, não teria conseguido.

Ao meu amigo, Frederico Lopes que me ajudou durante o mestrado e sempre me aconselhou.

A minha orientadora Aline Mondini, que além de ter me ajudado a dar mais um passo na minha trajetória profissional, teve muita paciência, e sempre me apoiou e compartilhou seus conhecimentos comigo.

Ao professor Márcio Mendonça, pela amizade, conselhos e ajuda durante o experimento.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
MATERIAIS E MÉTODOS.....	2
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	5
Capacidade antioxidante dos óleos essenciais	5
Caracterização química da carne de pernil e lombo.....	6
Estabilidade oxidativa após cozimento.....	7
Oxidação lipídica das almôndegas de pernil e lombo refrigeradas	8
Oxidação lipídica das almôndegas pernil e lombo congelados.....	12
CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS.....	16

Capacidade antioxidante de óleos essenciais de alfavacão (*Ocimum gratissimum L*) e tomilho (*Thymus vulgaris*) em carne suína

Karolyne Moura Nascimento¹; Aline Mondini Calil Racanicci¹

1-Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária

RESUMO

Os produtos da oxidação são indesejáveis, pois além de modificarem as características organolépticas nos óleos e gorduras, por conferirem propriedades antioxidante, antimicrobiana e antifúngica, os óleos essenciais de plantas têm sido utilizados para retardar a oxidação e preservar as propriedades químicas dos alimentos. Assim o objetivo deste estudo foi avaliar a utilização dos óleos essenciais de alfavacão e tomilho em mistura em diferentes proporções, assim como o alfavacão puro, como antioxidante na carne suína. Foram utilizados almôndegas de carne de pernil e lombo suíno, nas quais foram adicionados 0,5% de sal comum e 100 ppm dos óleos essenciais ou 150 ppm de BHT (Butil Hidróxi Tolueno – BHT®), segundo os tratamentos: Controle negativo (carne adicionada de sal, sem antioxidantes); Tratamento 1:3 (carne adicionada de sal contendo a mistura de 1:3 partes de tomilho:alfavacão, g:g); Tratamento 2:1 (carne adicionada de sal contendo a mistura de 2:1 partes de tomilho:alfavacão, g:g); Alfavacão: carne adicionada de sal contendo óleo essencial de alfavacão e Controle positivo ou BHT (carne adicionada de sal contendo BHT). Metade das almôndegas foram armazenadas em refrigeração a 4 graus por 10 dias e a outra metade foram armazenadas sob congelamento por 120 dias, com acompanhamento periódico da oxidação lipídica. Além disso, as amostras dos óleos essenciais e suas misturas foram analisadas quanto à atividade antioxidante e composição fenólica. Os dados foram analisados e comparados utilizando-se do procedimento General Linear Model (GLM) do programa estatístico SAS. Os óleos essenciais de tomilho e alfavacão mostraram capacidade antioxidante pelo método ABTS de 97,54 e 72,29 µM/g, respectivamente, pois contém níveis considerados de eugenol (60%) e timol (46,5%) em sua composição, compostos conhecidos pela atividade antioxidante. A partir do segundo dia de armazenamento das almôndegas refrigeradas, a adição das proporções 1:3 e 2:1 dos óleos essenciais reduziram a

produção de malonaldeído tanto para o corte de pernil (20,36 $\mu\text{mol MDA/kg}$), como para o lombo (21,39 $\mu\text{mol MDA/kg}$), em relação ao Controle negativo (32,25 $\mu\text{mol MDA/kg}$) e prosseguiram com valores menores comparados ao controle negativo e ao positivo (BHT) até o último dia do armazenamento. Nas amostras congeladas, a adição das duas proporções de óleos essenciais teve efeito semelhante ao observado no armazenamento refrigerado. Aos 120 dias de armazenamento congelado, a adição dos óleos essenciais promoveu melhor proteção antioxidante que o controle negativo e ao controle positivo (BHT), independente do corte de carne usado. Neste estudo, pode-se concluir que os óleos essenciais de tomilho e alfavacão nas proporções 1:3 e 2:1 (tomilho:alfavacão, g:g), tem potencial para utilização como antioxidantes em substituição ao antioxidante sintético BHT, pois apresentam maior capacidade antioxidante, comparado ao produto sintético.

Palavras-chave: oxidação lipídica, lombo suíno, pernil suíno, armazenamento

INTRODUÇÃO

A fração lipídica dos alimentos está relacionada às propriedades organolépticas, como cor, sabor, textura, estabilidade das proteínas, vida de prateleira, entre outros. Esta fração é formada a partir de moléculas constituídas por ácidos graxos, que estão sujeitos à oxidação, que é um dos fatores responsáveis pela perda da qualidade e de suas características nutricionais. A oxidação pode ocorrer nos tecidos dos vegetais, animais e em produtos de origem animal e vegetal, como gorduras e óleos (LAGUERRE *et al.*, 2007).

A oxidação lipídica é uma reação espontânea entre o oxigênio atmosférico e os lipídeos. Os radicais livres de oxigênio contêm elétrons não-pareados que atacam qualquer molécula, quando ativados ligam-se a vários compostos em segundos, assim entregam seu elétron não-pareado ou capturam elétrons de outras moléculas, formando pares e tornando-se estáveis (WEBER; ANTIPATIS, 2001). As moléculas que perderam seus elétrons se transformam em radicais, iniciando uma reação em cadeia. Os radicais livres de ácidos graxos formados reagem entre si, resultando nos hidroperóxidos (SOARES *et al.*, 2009).

A ocorrência de oxidação dos lipídios depende de mecanismos diversos e complexos, os quais estão correlacionados com o tipo de estrutura lipídica e o meio onde se encontra, além de substâncias presentes nos alimentos, como íons metálicos e enzimas. Os íons, por exemplo, acabam contribuindo para a formação dos radicais livres por serem pró-oxidantes. Podem ser oxidados por diferentes caminhos: reações hidrolíticas, oxidação enzimática, fotoxidação e autooxidação (TORRES *et al.*, 1998). Outros fatores também influenciam a iniciação das reações de oxidação, como luz, processamento da carne, calor e radiação. A carne suína, dependendo do corte, contém um alto teor lipídico, em sua grande maioria sendo insaturado, justamente os mais suscetíveis à oxidação. Por esse motivo, os lipídios insaturados se tornam rançosos, sendo essa rancidez a principal razão da deterioração da carne (SILVA *et al.*, 1999).

Os produtos da oxidação são indesejáveis, pois além de modificarem as características organolépticas nos óleos e gorduras, alterações na coloração da carne e produção de odores, causam destruição em seus constituintes essenciais. Isso leva à diminuição no valor nutricional dos alimentos e produção de compostos tóxicos para o organismo humano, tornando-os impróprios para o consumo, consequentemente

diminuindo a sua segurança e qualidade nutricional, ou seja, a prevenção da oxidação lipídica é fundamental para a proteção da saúde humana (JORGE, 2012; ORTEGA, 2015).

Os antioxidantes são definidos como substâncias, que, em pequenas quantidades, são capazes de impedir ou retardar o início da oxidação lipídica, além de preservar ou estender o tempo de prateleira dos alimentos que contenham lipídios oxidáveis. O mecanismo de ação mais importante é o da interação com radicais livres, no qual essas moléculas atuam como doadoras de elétrons, estabilizando-os (BIANCHI; ANTUNES, 1999; BECKER *et al.*, 2004; LIMA-JUNIOR *et al.*, 2013). Os antioxidantes são compostos encontrados em plantas e animais, estão dentre eles, os polifenóis, flavonóides, proteínas hidrolisadas e derivados de ácido cinâmico (FERNANDES, 2019). Na indústria, são classificados como antioxidantes sintéticos e naturais (FILHO; VASCONCELOS, 2011). O butilato de hidroxianisol (BHA), butilato de hidroxitolueno (BHT), propil-galato (PG) e terc-butil-hidroquinona (TBHQ) são os antioxidantes sintéticos mais utilizados pela indústria alimentícia. Porém podem causar danos à saúde quando usados em doses altas e, devido à esta possível toxicidade e a preferência atual dos consumidores por produtos saudáveis, os antioxidantes naturais são considerados uma alternativa para prevenir a oxidação (VIANA; ARENARI, 2019).

Por conferirem propriedades antioxidante, antimicrobiana e antifúngica, os óleos essenciais de plantas vêm sendo bastante utilizados na conservação e no aumento da vida de prateleira de alimentos como pão, hambúrgueres, suco de laranja, queijo, linguiça de porco, suco de vegetais, frango, salsicha de carne de cavalo defumada e salsicha cozida fermentada (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Desta forma, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a utilização dos óleos essenciais de alfavacão e tomilho em misturas, e alfavacão individualmente na substituição de antioxidantes sintéticos utilizados na indústria alimentícia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os óleos essenciais puros de Alfavacão (*Ocimum gratissimum L.*) e Tomilho (*Thymus vulgaris L.*), bem como a mistura de ambos foram patenteadas pela INOVA/UNICAMP e oferecidas pela empresa Terpenia Desenvolvimento de Bioinsumos Ltda, localizada em Piracicaba/SP, que licenciou os produtos, cujo

desenvolvimento complementar foi realizado pela mesma empresa com recursos próprios e com apoio do programa PIFE/FAPESP.

As análises da composição fenólica dos componentes dos óleos essenciais foram fornecidas pela empresa e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Compostos fenólicos majoritários de óleos essenciais de tomilho e alfavacão.

Constituintes	Tomilho (mg/mL)	(área%)	Alfavacão (mg/mL)	(área%)
1,8-cineol	-	-	0,797	13,2
Alloaromadendreno	-	-	0,012	0,2
Carvacrol	0,290	3,0	-	-
Eugenol	-	-	3,624	60,0
E- β -ocimeno	-	-	0,018	0,3
γ -cadineno	-	-	0,018	0,3
γ -terpineno	0,578	6,0	0,024	0,4
Germacreno	-	-	0,018	0,3
Linalol	0,511	5,4	0,024	0,4
Metilchavicol	-	-	0,018	0,3
Metileugenol	-	-	0,066	1,1
p-cimeno	2,483	26,0	-	-
Sabineno	-	-	0,024	0,4
4-terpinenol	-	-	0,030	0,5
Timol	4,435	46,5	-	-
Trans- α -bergamoteno	-	-	0,018	0,3
Z- β -ocimeno	-	-	0,052	0,8
α -cariofileno	-	-	0,030	0,5
α -copaeno	-	-	0,157	2,6
α -humuleno	-	-	0,018	0,3
α -pineno	0,135	1,4	-	-
α -terpineno	0,117	1,2	-	-
α -terpineol	-	-	0,012	0,2
β -bisaboleno	-	-	0,579	9,6
β -bourboneno	-	-	0,108	1,8
β -cariofileno	0,156	1,6	0,187	3,1
β -elemeno	-	-	0,042	0,7
β -mirceno	0,138	1,5	0,018	0,3
δ -cadineno	-	-	0,036	0,6

A extração dos fenólicos totais nas amostras de óleos essenciais puros e das misturas foi realizada por meio do método padrão microextração líquido-líquido de

fenólicos totais adaptado por Hrncirk e Fristsche (2004). As análises nos óleos essenciais para estimar a atividade antioxidante e teor de fenólicos totais foram feitas em triplicata utilizando os métodos DPPH (MENSOR *et al.*, 2001), ABTS (RUFINO *et al.*, 2007) e Folin-Ciocalteu (SINGLETON *et al.*, 1999).

Os cortes de carnes de pernil e lombo suíno foram obtidos em um açougue localizado em Formosa/GO, desossados e moídos separadamente após a retirada do excesso de gordura usando um moedor de carne da marca C.A.F (modelo 8 inox). As análises da composição química (umidade, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral) dos cortes de carne foram feitas utilizando as metodologias descritas por ZENEBON *et al.* (2008).

Na carne moída (cerca de 4,0 kg para cada corte) foram adicionados 5% de sal comum e após a homogeneização, foram adicionados ainda 100 ppm dos óleos essenciais em mistura ou individualmente, ou 150 ppm de BHT, conforme os tratamentos experimentais descritos a seguir.

Os tratamentos experimentais foram: Controle negativo (carne adicionada de sal, sem antioxidantes); Tratamento 1:3 (carne adicionada de sal contendo a mistura de 1:3 tomilho:alfavacão, g:g); Tratamento 2:1 (carne adicionada de sal contendo a mistura de 2:1 tomilho:alfavacão, g:g); Alfavacão: carne adicionada de sal contendo óleo essencial de alfavacão e Controle positivo ou BHT (carne adicionada de sal contendo Butil Hidróxi Tolueno - BHT®).

Foram preparadas 40 almôndegas de aproximadamente 30g, sendo metade das almôndegas de carne de pernil e a outra metade de carne de lombo, que foram embaladas a vácuo e pré-cozidas em banho maria em temperatura média de 97°C por 8 minutos. Após o pré-cozimento, as almôndegas de cada corte de carne e de cada tratamento foram separadas, reembaladas em sacos plásticos permeáveis ao oxigênio e armazenadas em câmara fria em 4°C ou congeladas em *freezer* doméstico (-20°C), distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado. Para a avaliação de oxidação lipídica foram utilizadas amostras cruas (antes do cozimento) bem como almôndegas pré-cozidas analisadas em quadruplicata dos dias 0; 2; 4; 6; 8 e 10 dias de armazenamento refrigerado e 30; 60; 90 e 120 dias de armazenamento congelado. O acompanhamento do progresso da oxidação lipídica foi efetuado pela metodologia de TBARs modificada por Vyncke (1970 e 1975) e Sørensen & Jørgensen (1996).

Os resultados foram analisados utilizando-se do procedimento General Linear Model (GLM) do programa estatístico SAS e foi utilizado o teste de Tukey para comparação das médias entre os tratamentos, considerando significativo $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Capacidade antioxidante dos óleos essenciais

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos para a atividade antioxidante *in vitro* dos óleos essenciais estudados individualmente e em misturas. Como pode ser observado, o óleo essencial de alfavacão apresentou a maior concentração de fenólicos em relação aos demais (39,16 mg/mL), seguido pela proporção 1:3 (37,64 mg/mL), do óleo essencial de tomilho (29,88 mg/mL) e da proporção 2:1 (28,31 mg/mL).

De forma complementar, a composição fenólica dos óleos utilizados neste experimento apresentada na Tabela 1 indica que no óleo essencial de tomilho predominou o composto timol (46,5%) e do p-cimeno (26,0%). Os principais compostos encontrados no óleo de alfavacão foram o eugenol (60%) e 1,8-cineol (13,3%). Em estudos de *screening* fitoquímicos, foi observado que os compostos fenólicos são predominantes nas espécies de alfavacão e tomilho (VILANOVA; MOURA; MORAES, 2018), principalmente o eugenol, com teores variando de 21% a 90,5% em diferentes regiões brasileiras (PEREIRA & MAIA, 2007; SARTORATTO *et al.*, 2004), o que está de acordo com a composição dos óleos empregados neste estudo.

Tabela 2 – Valores médios de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante nos métodos de DPPH e ABTS.

	Fenólicos (mg/mL)	DPPH (mg/mL)	ABTS (μ M/g)
Alfavacão	39,16 ^a \pm 0,18	7,01 ^c \pm 1,27	97,54 ^a \pm 3,15
Tomilho	29,88 ^c \pm 0,27	21,60 ^a \pm 0,31	72,29 ^b \pm 2,65
1:3	37,64 ^b \pm 0,23	8,90 ^{bc} \pm 0,41	14,22 ^d \pm 5,26
2:1	28,31 ^d \pm 0,28	10,61 ^b \pm 0,94	38,94 ^c \pm 1,49

^{A,b,c} Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Em relação à capacidade antioxidante utilizando o método de captura dos radicais de DPPH, o óleo de tomilho individualmente (21,60 mg/mL) e a mistura na proporção 2:1 (10,61 mg/mL) apresentaram maiores resultados de atividade

antioxidante. Entretanto, no método de captura do radical ABTS, os óleos essenciais de alfavacão e tomilho individualmente mostraram maiores atividades (97,54 e 72,29 $\mu\text{M/g}$, respectivamente). Em um estudo comparando a atividade antioxidante dos extratos de tomilho utilizando as mesmas metodologias (DPPH e ABTS) evidenciou que em ambos os métodos, a atividade antioxidante foi similar (0,389 mg/mL e 29,87 μmol de trolox/g, respectivamente) (TOMÉ *et al.*, 2019). Porém, de acordo com Reis (2016), o método DPPH sofreu muitas mudanças em seu protocolo ao longo dos anos, não possuindo mais um único procedimento padrão, o que dificulta a comparação entre os resultados devido às diferentes formas de medição e solventes utilizados. Além disso, em alguns estudos, é considerado baixa atividade antioxidante valores menores que 0,5 e alta atividade antioxidante valores próximos a 2,0 (OLIVEIRA, 2015). Para facilidade de comparação, os resultados médios dos compostos fenólicos e capacidade antioxidantes nos métodos de DPPH e ABTS estão apresentados no Gráfico 1.

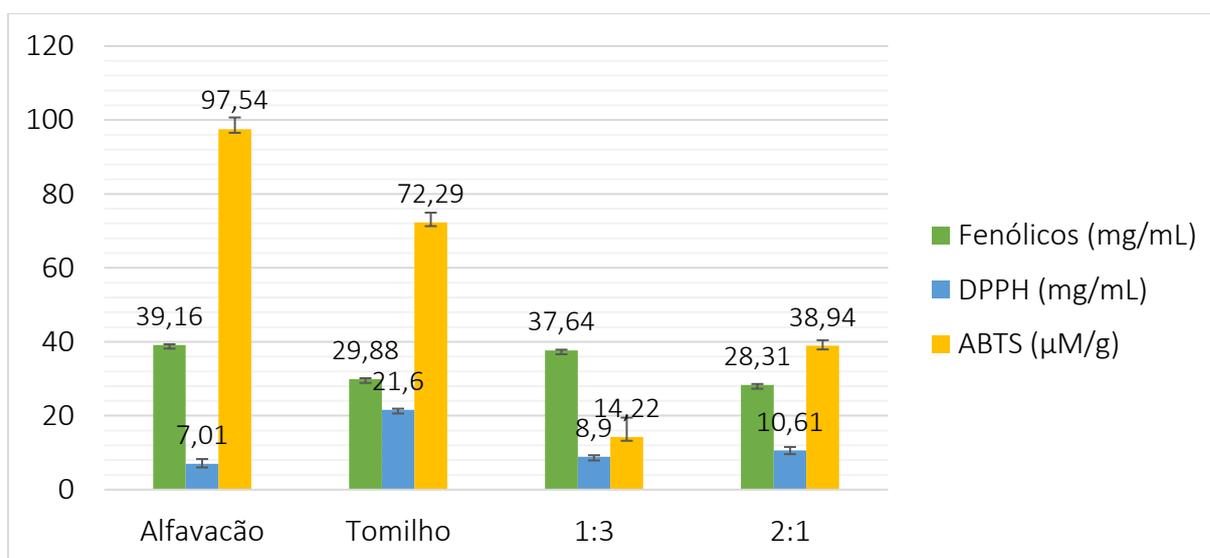


Gráfico 1 – Valores médios dos compostos fenólicos e capacidade antioxidante dos óleos essenciais avaliados individualmente ou em misturas. Legenda: 1:3 – mistura de 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavacão (g:g), 2:1 – mistura 2 partes de tomilho para 1 de alfavacão (g:g).

Caracterização química da carne de pernil e lombo

Considerando que os óleos foram adicionados diretamente na carne e não aplicados na alimentação dos animais, não foi necessário realizar a análise de

caracterização química por tratamento, já que não é esperado ação dos óleos sobre as carnes.

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios da composição química dos cortes de carnes utilizados no experimento.

Tabela 3 – Composição química da carne de pernil e lombo.

Composição*	Pernil (%)	Lombo (%)
Umidade (%)	78,72 ^a ± 1,01	71,15 ^b ± 0,59
Matéria mineral (%)	0,92 ^b ± 0,07	1,75 ^a ± 0,08
Extrato etéreo (%)	4,39 ^b ± 0,04	6,20 ^a ± 0,06
Proteína bruta (%)	15,93 ^b ± 1,19	20,90 ^a ± 1,20

*Resultados médios expressos em matéria natural.

^{a,b,c} Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Segundo Melo (2012) a carne suína possui 76,7% de água, 2,9% de gordura intramuscular, 19% de proteínas e 1% apenas de minerais e vitaminas. Em um estudo realizado acerca da composição físico-química do corte de pernil foi evidenciado uma média de 2,03% de lipídios, 21,79% de proteínas e 75,93% de umidade (MACHADO, 2009). Já a carne de lombo possui 73,62 de água, 21,99 de proteínas, 3,71% de gordura e 2% de matéria mineral (USDA, 2018).

A carne de lombo suíno utilizada apresentou maior quantidade de proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral, enquanto o pernil apresentou maior quantidade de água. Os valores de umidade foram elevados, enquanto a proteína bruta e o extrato etéreo foram superiores aos dados encontrados em estudos de análise bromatológica. Vale ressaltar que existem fatores que podem afetar a composição da carne, como o transporte, nutrição, sexo, idade, raça, entre outros (SANTOS & AMARAL, 2022; DUNSHEA, 2005).

Estabilidade oxidativa após cozimento

Ao comparar os valores de TBARs nas amostras cruas e cozidas dos cortes pernil e lombo, verificou-se um aumento nos valores médios de TBARs em todos os tratamentos, sendo mais expressivo o aumento no controle negativo, o que já era esperado (Gráfico 1), pois com o calor do aquecimento ocorre alteração da permeabilidade das membranas celulares, facilitando assim a interação entre os agentes oxidantes com os ácidos graxos insaturados da membrana celular. Assim como, a penetração de oxigênio no músculo também ocorre mais rapidamente a temperaturas mais elevadas (ROÇA, 2010).

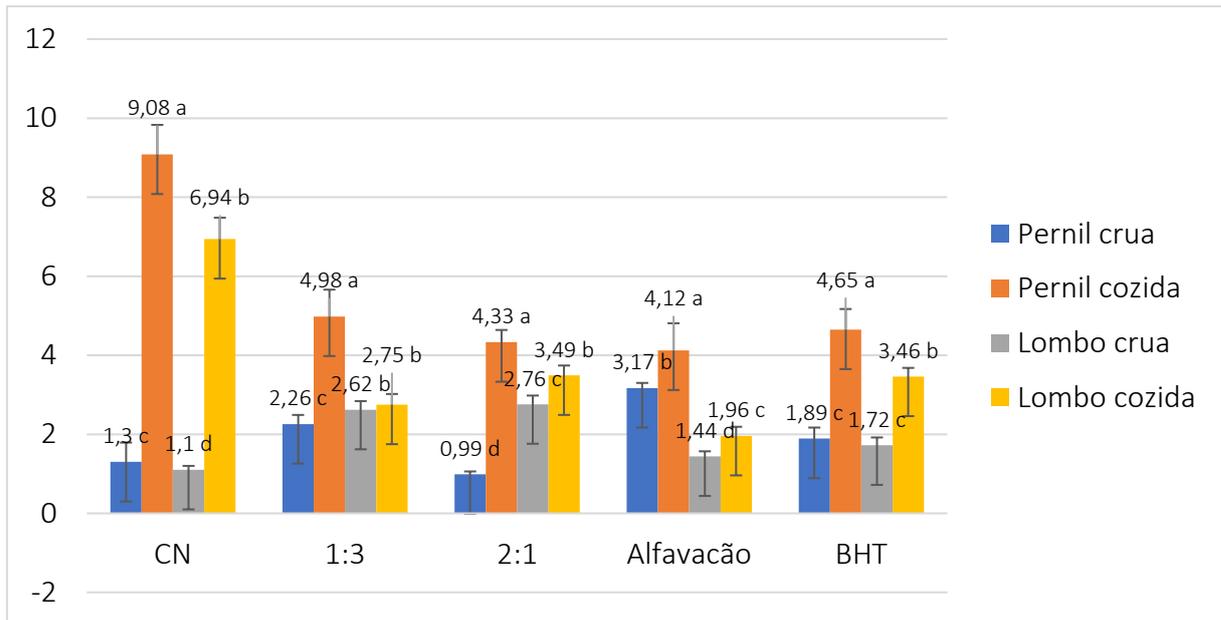


Gráfico 2 – Produção de malonaldeído em almôndegas de carne de pernil e lombo cruas e cozidas expressos em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne.

Legenda: CN – Controle negativo, 1:3 – proporção 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavação (g:g), 2:1 – proporção 2 partes de tomilho para 1 de alfavação (g:g), BHT – butilato de hidroxitolueno.

^{a,b,c} Médias seguidas de letras são diferentes entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Também é possível notar que a oxidação lipídica foi maior no corte de pernil. De acordo com alguns estudos, os cortes de carnes apresentam valores maiores de TBARs comparado a pedaços inteiros, isso ocorre no momento do processamento, ocasionando a ruptura das membranas e conseqüentemente a liberação de ácidos graxos insaturados livres, com aceleração da oxidação (PEREIRA *et al.*, 2006; ZIAUDDIN *et al.*, 1993). O que é justificável nesse caso, uma vez que foi usada carne moída na confecção das almôndegas.

Oxidação lipídica das almôndegas de pernil e lombo refrigeradas

Durante os dias 0, 2, 4, 6, 8 e 10 de armazenamento refrigerado foram avaliados os valores de TBARs com o propósito de monitorar a produção de malonaldeídos. Os resultados obtidos para as almôndegas de pernil estão apresentados na Tabela 4 e no Gráfico 3, e nota-se que a partir do dia zero (0) de armazenamento já foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) no controle negativo ($32,45 \mu\text{mol MDA/kg}$), decorrentes do cozimento. No quarto dia (4) a adição

das proporções 1:3 e 2:1 dos óleos essenciais e do óleo essencial de alfavacão na carne (32,63; 32,74 e 30,89 $\mu\text{mol MDA/kg}$, respectivamente) produziu menos malonaldeído comparado ao uso do BHT (47,87 $\mu\text{mol MDA/kg}$), que foi semelhante estatisticamente ao controle negativo (42,36 $\mu\text{mol MDA/kg}$).

Segundo Lima-Júnior *et al.* (2013), altas temperaturas aceleram as reações de deterioração da carne, liberando íons de ferro que intensificam o processo de oxidação. O ferro e o cobre metálico apresentam atividade pró-oxidante na carne crua e cozida, desta forma, explica-se o aumento gradativo da oxidação na carne cozida diferente dos outros tratamentos. Ainda deve-se considerar que os processos de tratamento térmico e cozimento são um dos principais fatores responsáveis pela produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) (SILVA, 2016).

Tabela 4 – Valores médios de TBARs em almôndegas de carne de pernil suíno cozidas e armazenadas sob refrigeração, expressos em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne.

Trat*	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
CN	9,08 ^a \pm 0,75	32,25 ^a \pm 0,42	47,87 ^a \pm 4,34	43,15 ^b \pm 9,17	55,06 ^a \pm 3,07	53,10 ^a \pm 1,28
1:3	4,98 ^b \pm 0,68	20,36 ^b \pm 0,39	32,63 ^b \pm 3,63	38,04 ^b \pm 0,51	42,59 ^{bc} \pm 8,17	43,54 ^b \pm 2,05 ^b
2:1	4,33 ^b \pm 0,31	21,39 ^b \pm 2,11	32,74 ^b \pm 2,95	40,21 ^b \pm 3,25	37,61 ^c \pm 1,16	42,43 ^b \pm 3,75 ^b
ALF	4,12 ^b \pm 0,59	18,36 ^b \pm 1,07	30,89 ^b \pm 2,93	37,53 ^b \pm 3,11	51,12 ^{ab} \pm 2,73	46,22 ^{ab} \pm 2,80
BHT	4,65 ^b \pm 0,52	22,06 ^b \pm 3,43	42,36 ^a \pm 3,30	47,13 ^a \pm 4,93	53,04 ^a \pm 3,61	47,91 ^{ab} \pm 5,87

^{a,b,c} Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. *Trat: tratamentos, CN: Controle negativo, 1:3: proporção 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavacão (g:g), 2:1: proporção 2 partes de tomilho para 1 de alfavacão (g:g), ALF: alfavacão, BHT: butilato de hidroxitolueno.

No oitavo dia (8) de armazenamento, a adição da proporção 2:1 de óleos essenciais reduziu significativamente ($P < 0,05$) a oxidação lipídica, mostrando-se eficiente na proteção dos lipídios. No último dia de avaliação, os valores de TBARs obtidos demonstraram que os óleos essenciais utilizados se mostraram mais eficientes que o BHT para reduzir a oxidação lipídica, dentre eles, a proporção de 1:3 e 2:1 foram mais eficientes que o alfavacão analisado individualmente. Vale lembrar que alguns antioxidantes são sinergistas, como por exemplo o BHA, que é responsável pela supressão da oxidação em gordura animal, atua como sequestrante de radicais peróxidos e o BHT como regenerador de radicais BHA (VIANA; ARENARI, 2019).

Pereira e Maia (2007) utilizando o método de Mitsuda *et al.* (1967) observaram no extrato bruto e no óleo essencial de alfavaca os valores de 96,39% e 92,44%,

respectivamente, de inibição da oxidação lipídica *in vitro*. Em recentes estudos, tem sido mostrado que o eugenol e timol que são encontrados tanto no alfavacão quanto no tomilho, têm sido utilizados de forma isolada, pois estes compostos têm alta ação antioxidante (RESENDE *et al.*, 2017). A aplicação destes compostos tem sido realizada em forma de microencapsulados para preservar suas propriedades funcionais quando aplicadas nos alimentos (SANTANA *et al.*, 2021).

Não há trabalhos na literatura com o uso de óleos essenciais na carne suína após o abate, somente na dieta em fases de crescimento e terminação dos animais, o qual apresentaram bom desempenho zootécnico (SILVA; NASCIMENTO; SILVA, 2010).

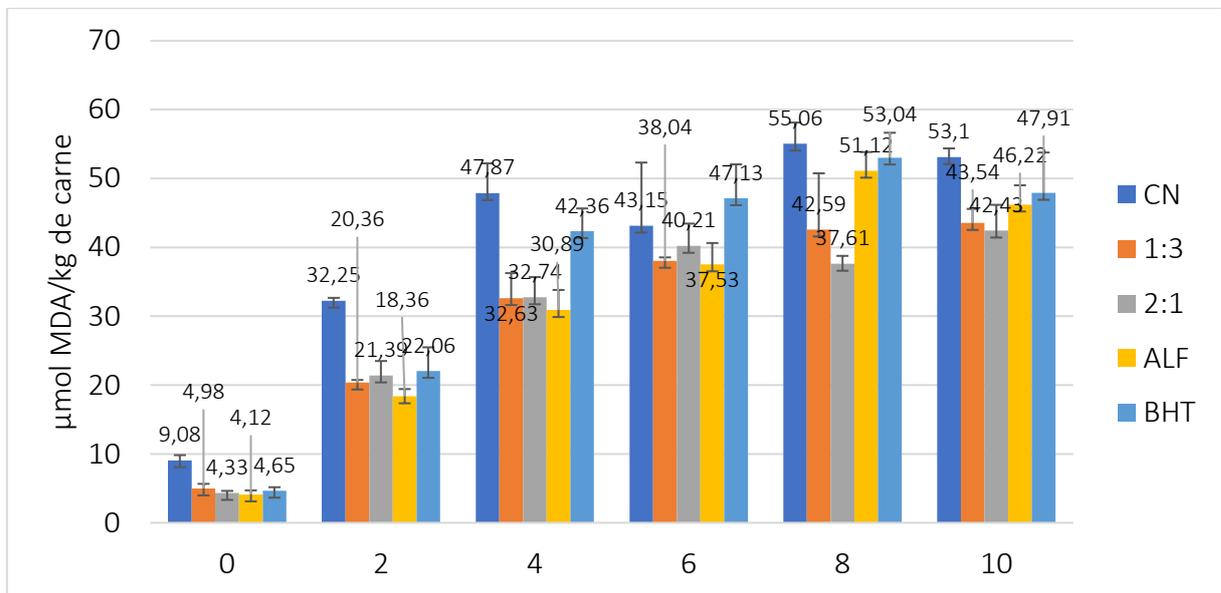


Gráfico 3 – Produção de malonaldeído em almôndegas de carne de pernil suíno cozidas e armazenadas sob refrigeração, expressos em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne.

Legenda: CN – Controle negativo, 1:3 – proporção 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavacão (g:g), 2:1 – proporção 2 partes de tomilho para 1 de alfavacão (g:g), ALF – Alfavacão, BHT – butilato de hidroxitolueno.

Na Tabela 5 e no gráfico 4, estão expressos os valores médios dos resultados da análise TBARs nas almôndegas de lombo suíno armazenadas sob refrigeração. Em todas as avaliações foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$) da aplicação dos tratamentos na produção de produtos secundários de oxidação. A partir do segundo dia (2) foi possível notar a preservação dos lipídios com o uso da proporção 2:1 e alfavacão individualmente. No quarto dia (4) adição do alfavacão e das proporções 2:1 e 1:3 dos óleos essenciais na carne produziram resultados

semelhantes aos demais tratamentos. Até o último dia de armazenamento, a adição do alfavacão e das proporções 1:3 e 2:1 nas almôndegas de carne de lombo continuaram apresentando um efeito antioxidante significativo, ao contrário do BHT, que mostrou níveis crescentes na concentração de malonaldeído nas amostras durante o armazenamento.

Tabela 5 – Valores médios de TBARs em almôndegas de carne de lombo suíno cozidas e armazenadas sob refrigeração, expressos em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne.

Trat*	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
CN	6,94 ^a ± 0,54	21,07 ^a ± 1,33	25,93 ^a ± 1,97	38,25 ^a ± 1,89	46,15 ^a ± 0,50	41,69 ^a ± 3,45
1:3	2,75 ^b ± 0,27	14,32 ^b ± 0,23	21,87 ^b ± 0,37	32,04 ^b ± 2,70	30,29 ^b ± 1,62	30,34 ^b ± 1,65
2:1	3,49 ^c ± 0,25	12,35 ^b ± 0,91	17,88 ^{bc} ± 0,94	31,33 ^b ± 3,83	34,97 ^b ± 3,12	32,83 ^b ± 0,70
ALF	1,96 ^c ± 0,23	17,09 ^{bc} ± 1,72	19,73 ^c ± 0,15	35 ^b ± 2,42	37,88 ^{bc} ± 2,37	37,98 ^b ± 1,85
BHT	3,46 ± 0,22 ^d	22,50 ^a ± 2,03	24,19 ^c ± 0,20	46,40 ^{ab} ± 6,62	47,86 ^a ± 2,32	47,08 ^a ± 3,98

^{a,b,c} Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. *Trat: tratamentos, CN: Controle negativo, 1:3: proporção 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavacão (g:g), 2:1: proporção 2 partes de tomilho para 1 de alfavacão (g:g), ALF: alfavacão, BHT: butilato de hidroxitolueno.

O uso da refrigeração como método de conservação de produtos cárneos possui o principal objetivo de retardar a atividade microbiana, reações químicas e enzimáticas que causam alterações no alimento, sendo a rancidez oxidativa a principal alteração em carnes suínas, pois elas possuem uma grande quantidade de ácidos graxos insaturados. Além disso, carnes picadas ou moídas tem sua vida de prateleira reduzida devido à difusão da população microbiana por toda massa cárnea, sendo a alteração de cor o primeiro indício de alteração e a medida mais indicada para o aumento da vida na prateleira é uso de temperaturas mais baixas de refrigeração (ROÇA, 2020).

Segundo Matumoto-Pintro e Rosa (2021), a oxidação lipídica ocorre principalmente em produtos cárneos após o cozimento, pois as altas temperaturas ocasionam a aceleração das reações de oxidação que se mantêm mesmo após a refrigeração e com isto, os antioxidantes são empregados para reduzir ou inibir a oxidação e preservar a qualidade dos produtos, garantindo a segurança do consumidor, sobretudo, antioxidantes naturais de óleos essenciais que apresentam baixa toxicidade e enriquecem os produtos à base de carne.

Extratos naturais de plantas usados como antioxidantes tem se popularizado, podendo ser mais eficientes quando comparados aos antioxidantes sintéticos, como exemplo disto, o extrato de cravo-da-Índia (*Syzygium aromactium*) demonstrou ser

mais potente dos que os antioxidantes BHT e BHA. Devido a isso, a mistura de óleos essenciais provenientes de plantas, principalmente tomilho e alfavacão, tem mostrado bons resultados para o controle de salmonela e oxidação lipídica em carnes de frango de corte, pois apresentam mais de uma atividade comprovada (LEÃO *et al.*, 2017; NETO, 2018).

A eficiência dos antioxidantes bioativos depende da sua estrutura e concentração no alimento, e essa concentração pode ser influenciada por fatores ambientais e genéticos, como nas plantas, que dependem do grau de sua maturação. A capacidade antioxidante também pode ser influenciada pelo método utilizado para a extração desse princípio (HALLIWELL *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2009). Cichoski *et al.* (2011), avaliando óleo essencial de *Ocimum basilicum* adicionados em salame italiano em concentrações de 0,19; 0,38; 0,75; 1,87; 3,75 e 6 mg/g mostraram que o óleo na concentração de 0,75 mg/g apresentou atividade antioxidante durante o processamento e armazenamento do salame.

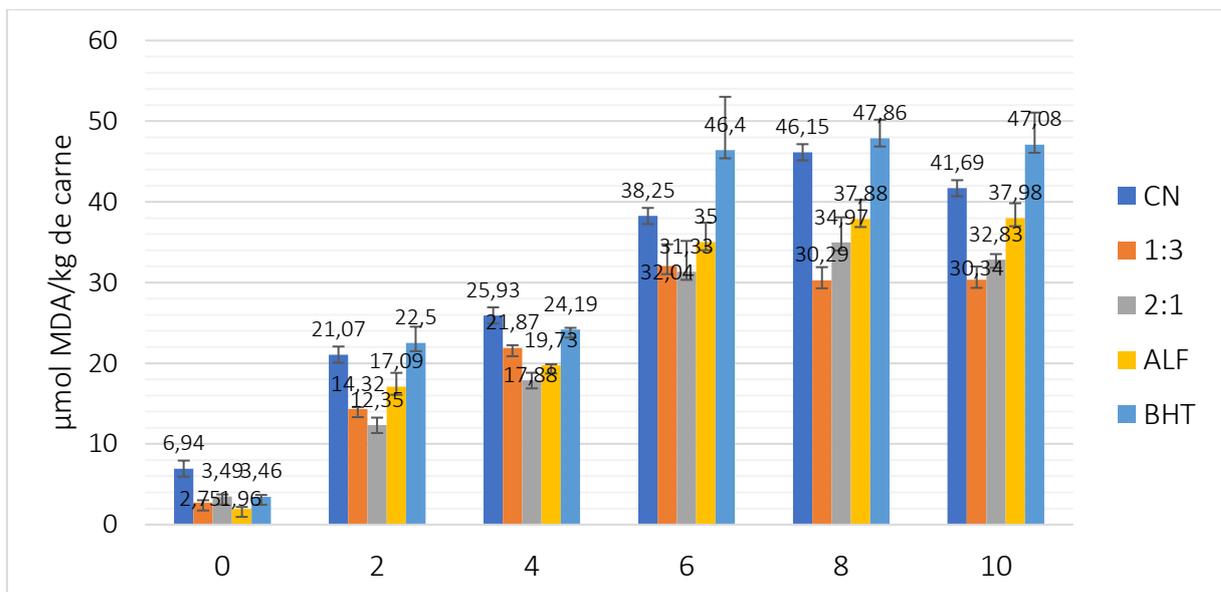


Gráfico 4 – Produção de malonaldeído em almôndegas de carne de lombo suíno cozidas e armazenadas sob refrigeração, expressos em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne.

Legenda: CN – Controle negativo, 1:3 – proporção 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavacão (g:g), 2:1 – proporção 2 partes de tomilho para 1 de alfavacão (g:g), ALF: Alfavacão, BHT: butilato de hidroxitolueno.

Oxidação lipídica das almôndegas pernil e lombo congelados

Na Tabela 6 e no gráfico 5, estão expressos os valores médios dos resultados das análises de TBARs em almôndegas do corte de pernil suíno armazenados sob

congelamento. Em todos os dias de análises houve efeito significativo ($P < 0,05$) da aplicação dos tratamentos com antioxidantes. Após 30 dias de congelamento, as proporções 1:3, 2:1 e o óleo essencial de alfavacão adicionadas na carne reduziram os valores de TBARs, em comparação aos demais tratamentos (12,78; 13,70 e 13 $\mu\text{mol MDA/kg}$). A partir dos 120 dias, o BHT se sobressaiu sobre óleo de alfavacão tendo uma baixa produção de malonaldeídos comparado ao mês anterior (46,21 e 49,78 $\mu\text{mol MDA/kg}$, respectivamente), e foi similar à proporção 2:1 (43,36 $\mu\text{mol MDA/kg}$), enquanto a proporção 1:3 se manteve estável (39,82 $\mu\text{mol MDA/kg}$) e foi o tratamento mais eficiente na proteção dos lipídios

Tabela 6 – Valores médios de TBARs em almôndegas de carne de pernil suíno cozidas e armazenadas congeladas, expressos em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
CN	9,08 ^a ± 0,75	16,36 ^a ± 0,22	41,20 ^a ± 0,35	49,35 ^a ± 0,18	50,48 ^a ± 1,91
1:3	4,98 ^b ± 0,68	12,78 ^b ± 0,58	33,44 ^b ± 0,36	37,25 ^b ± 4,51	39,82 ^b ± 1,57
2:1	4,33 ^b ± 0,31	13,70 ^c ± 0,19	37,68 ^c ± 0,57	41,02 ^b ± 0,52	43,46 ^{bc} ± 2,96
Alfavacão	4,12 ^b ± 0,59	13 ^b ± 0,04	42,54 ^d ± 0,21	41,94 ^{bc} ± 0,62	49,78 ^a ± 1
BHT	4,65 ^b ± 0,52	13,89 ^c ± 0,14	43,89 ^e ± 0,08	47,69 ^a ± 0,23	46,21 ^{ac} ± 2,22

^{a,b,c} Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. CN: Controle negativo, 1:3: proporção 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavacão (g:g), 2:1: proporção 2 partes de tomilho para 1 de alfavacão (g:g), BHT: butilato de hidroxitolueno.

O congelamento é um dos métodos mais eficazes para manter a carne fresca durante algum tempo. Porém, altera a qualidade e o teor de umidade devido à formação de cristais de gelo. Quando a carne é congelada, ocorre um aumento na concentração de proteína, carboidratos, lipídios, vitaminas e minerais e, em seguida o sistema bioquímico é paralisado. O descongelamento também ocasiona alterações na carne, pois as fibras musculares são rompidas e água não consegue ser absorvida, resultando em sua perda e da concentração de solutos (CUSTÓDIO, 2017).

Um estudo sobre o descongelamento de diferentes cortes suínos, como pernil e lombo, verificou que os cortes possuem uma diferença na perda de água devido a quantidade gordura presentes nos cortes, em que o lombo, geralmente com maior teor de gordura teve uma menor diminuição do conteúdo de água, porém excedeu o limite previsto pelo Conselho Nacional de Produtores de Carne Suína (NPPC) (SANTOS; AMARAL, 2022).

Mesmo que seja um antioxidante eficaz na indústria, o BHT pode conferir odor em alimentos somente quando aplicado em altas temperaturas na condição de frituras, além de ocasionar danos à saúde quando usados em doses altas. Em estudos realizados em animais foi evidenciado efeitos carcinogênicos, alterações hepáticas, desenvolvimento de hiperplasia gastrointestinal e redução do nível de hemoglobina. Com isto, o uso destes antioxidantes tem sido proibido em alguns países como no Canadá e na Comunidade Econômica Europeia. No Brasil, o seu uso é controlado pelo Ministério da Saúde, sendo que as concentrações permitidas para o BHA e TBHQ são de 200 mg/kg e para o BHT de 100 mg/g (VIANA; ARENARI, 2019).

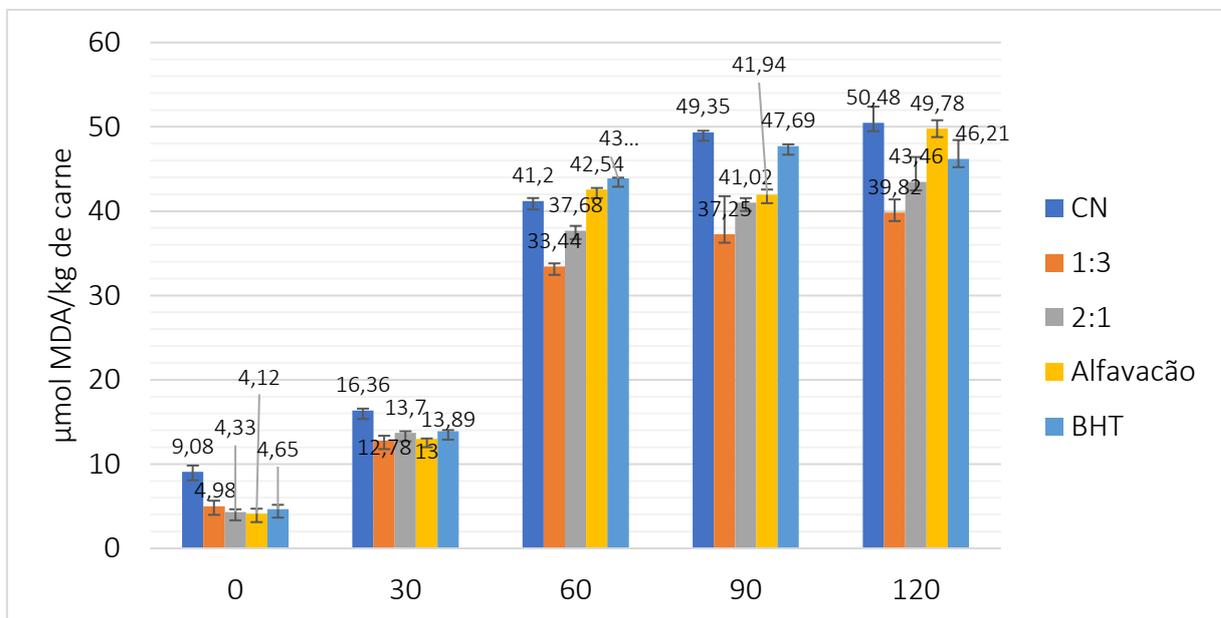


Gráfico 5 – Produção de malonaldeído em almôndegas de carne de pernil suíno cozidas e armazenadas sob congelamento, expressos em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne.

Legenda: CN – Controle negativo, 1:3 – proporção 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavacão (g:g), 2:1 – proporção 2 partes de tomilho para 1 de alfavacão (g:g), BHT: butilato de hidroxitolueno.

Na Tabela 7 e no gráfico 5, estão expressos os valores médios dos resultados da análise TBARs em almôndegas do corte de lombo armazenadas sob congelamento. Após 120 dias de armazenamento houve efeito significativo do armazenamento das almôndegas sob congelamento ($P < 0,05$), uma vez que foi observado aumento na oxidação dos lipídios em todos os tratamentos, além disso, o BHT não foi eficiente em preservar a estabilidade oxidativa em relação ao controle negativo (51,15 e 51,21 $\mu\text{mol MDA/kg}$). Por outro lado, a adição das proporções 1:3 e 2:1 dos óleos essenciais resultou em maior estabilidade, reduzindo significativamente

os níveis de oxidação lipídica (35,27 e 33,16 $\mu\text{mol MDA/kg}$) mesmo após 120 de armazenamento. Vale ressaltar que estatisticamente, o óleo essencial de alfavacão foi similar à proporção 1:3 na proteção dos lipídeos (41,23 $\mu\text{mol MDA/kg}$).

Tabela 7 – Valores médios de TBARs em almôndegas de carne de lombo suíno cozidas e armazenadas congeladas, expressos em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne.

Tratamentos*	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
CN	6,94 ^a \pm 0,54	9,63 ^{ad} \pm 0,41	16,27 ^a \pm 0,12	22,83 ^a \pm 0,15	51,21 ^a \pm 3,80
1:3	2,75 ^b \pm 0,27	8,21 ^b \pm 0,07	14,01 ^b \pm 0,23	19,33 ^b \pm 0,61	35,27 ^{bc} \pm 1,66
2:1	3,49 ^c \pm 0,25	9,26 ^a \pm 0,13	13,99 ^b \pm 0,27	19,27 ^b \pm 0,05	33,16 ^b \pm 1,53
Alfavacão	1,96 ^d \pm 0,23	6,26 ^c \pm 0,19	16,06 ^a \pm 0,17	20,13 ^c \pm 0,38	41,23 ^c \pm 3,09
BHT	3,46 ^{bc} \pm 0,22	9,84 ^d \pm 0,14	15,73 ^a \pm 0,53	21,59 ^d \pm 0,18	51,15 ^a \pm 3,91

^{a,b,c} Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. CN: Controle negativo, 1:3: proporção 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavacão (g:g), 2:1: proporção 2 partes de tomilho para 1 de alfavacão (g:g), BHT: butilato de hidroxitolueno.

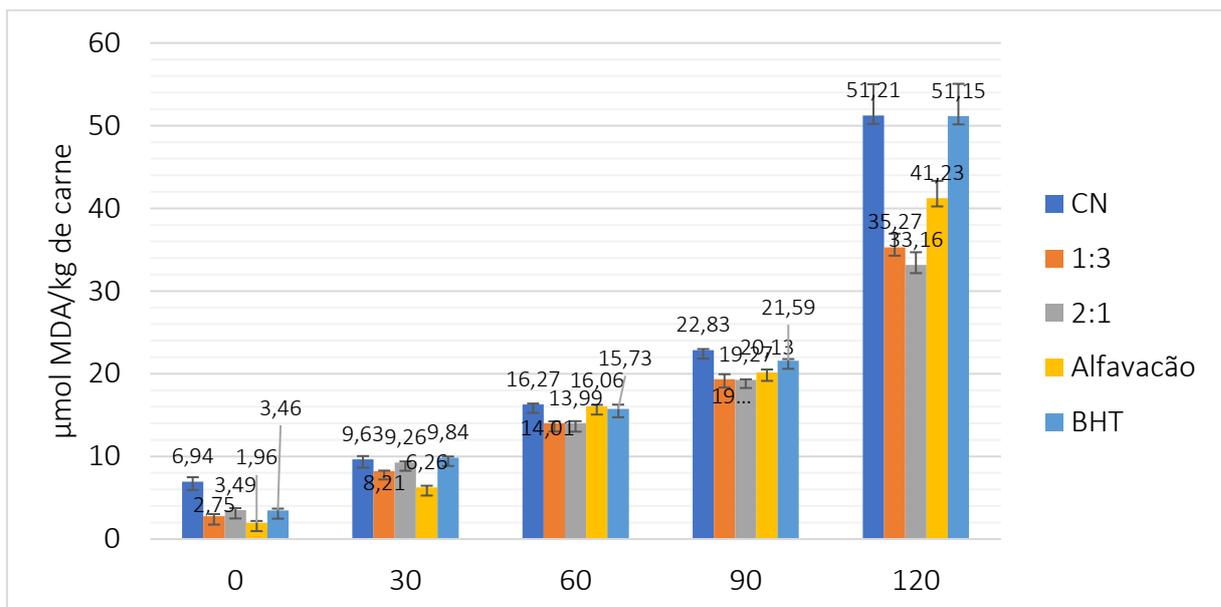


Gráfico 5 – Produção de malonaldeído em almôndegas de carne de lombo suíno cozidas e armazenadas sob congelamento, expressos em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne.

Legenda: CN – Controle negativo, 1:3 – proporção 1 parte de tomilho para 3 partes de alfavacão (g:g), 2:1 – proporção 2 partes de tomilho para 1 de alfavacão (g:g), BHT: butilato de hidroxitolueno.

CONCLUSÃO

A mistura dos óleos essenciais de tomilho e alfavacão nas proporções 1:3 e 2:1 (g:g) apresentam alta capacidade antioxidante quando adicionadas em almôndegas de carne suínas armazenadas sob refrigeração ou congelamento nas condições deste estudo, pois são ricos em compostos fenólicos com ações antioxidantes e, dessa

forma, podem ser promissores como substitutos de antioxidantes sintéticos utilizados na indústria alimentícia.

REFERÊNCIAS

BECKER, E.M.; NISSEN, L.R.; SKIBSTED, L.H. Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. *Eur Food Res Technol.*, v.219, p.561–571, 2004.

BENZAQUEM, Tovani. Antioxidantes. *Food Ingredients Brasil*, n.6 p.30, 2009.

BIANCHI, Maria de Lourdes Pires; ANTUNES, Lusânia Maria Gregg. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Rev. Nutr.*, v.12, n.2, 1999.

CICHOSKI, Alexandre José; CANSIAN, Rogério Luis; OLIVEIRA, Débora de; GAIO, Iloir; SAGGIRATO, Adriana Galon. Oxidação dos lipídios e das proteínas na parte interna do salame tipo italiano contendo óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). *Food Sci. Technol.*, v.31, n.2, 2011.

CUSTÓDIO, Laís Gomes. Influência do congelamento, temperatura e tempo de estocagem na qualidade da carne bovina. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

DUNSHEA, F. R.; D’SOUZA, D. N.; PETHICK, D. W.; HARPER, G. S.; WARNER, R. D. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*, v.71, n.1, p.8-38, 2005.

FERNANDES, Lucas de Almeida. Antioxidantes naturais para aplicação em alimentos. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.

FILHO, M. B. A; VASCONCELOS, S. A. M. Química de Alimentos. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, p. 68, 2011.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C.; *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press - Oxford, 4th ed. 2007.

HRNCIRIK, Karel; FRITSCHÉ, Sonja. Comparability and reliability of different techniques for the determination of phenolic compounds in virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v.106, n.8, p.540-549, 2004.

JORGE, N.; DEL RÉ, P. V. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. *Rev. Bras. Plantas Med.*, v.14, n.2, 2012.

LEÃO, Luana Lemos; OLIVEIRA, Francielly Soares; SOUZA, Renatta Soares; FARIAS, Paula Karoline Soares; FONSECA, Francine Souza Alves da; MARTINS,

Ernane Ronie; SOUZA, Rogério Marcos de. Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos. *Cad. Ciênc. Agra.*, v.9, n.1, p. 94-100, 2017.

LIMA-JÚNIOR, Dorgival Moraes; RANGEL, Adriano Henrique do Nascimento; URBANO, Stela Antas; MORENO, Greicy Mitzi Bezerra. Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.7, n.1, 2013.

MACHADO, Andréa Rosa. Aspectos físico-químicos de pernis suínos submetidos a tratamentos com ácidos orgânicos e vapor. 2009. Dissertação de Mestrado (Ciência Animal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2009.

MATUMOTO-PINTRO, Paula Toshimi; ROSA, Luana Carolina Martins. Antioxidantes naturais aplicados em produtos à base de carne bovina: uma alternativa promissora. *Revista Principia*, v.59, n.4, 2021.

MELO, Diane Santos. Viabilidade da glicerina bruta na alimentação de suínos em terminação. 2012. Dissertação de Pós-Graduação (Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytother Res.*, v.15, n.2, p.127-130, 2001

NETO, Carmo Gallo. Mistura de óleos essenciais revela ação anti-salmonela e antioxidante. UNICAMP, Campinas, 18 abr. 2018.

OLIVEIRA, Bernar; CAMARGO, Antonio Cleber da Silva; STEFANELLO, Cristiano Miguel; KURODA, Caroline Naomi; ROSA, Guilherme Masteloto da; PRETTO, Alexandra. Aplicação do óleo essencial de alecrim na conservação da carne de *Cyprinus carpio*. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 11., Fronteira da Paz. Anais [...]. Fronteira da Paz: Universidade Federal do Pampa, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/103887>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

OLIVEIRA, Cássia Duarte; ALVARENGA, Gabriela Fontes; VENÂNCIO, Anderson Henrique; BALDUINO, Bruna Azevedo; CARDOSO, Maria das Graças. Utilização dos óleos essenciais nos alimentos: uma revisão. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 2., Recife. Anais [...]. Recife: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2021. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro2021/uploads/703.pdf>. Acesso: 10 de novembro de 2022.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH: estudo de revisão. *Rev. Bras. Plantas Med.*, v.17, n.1, 2015.

OLIVEIRA, Larissa; SALES, Sabrina de Souza. Efeito inibitório e atividade antisséptica de óleos essenciais de *Syzygium aromactium* L. e *Ocimum gratissimum*

L. contra *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* isolados de carcaça de ovinos. Caderno de Ciências Agrárias, v.11, p.01-12, 2019.

OLIVEIRA, R.A.; REIS, T.V.; SACRAMENTO, C.K.; DUARTE, L.P.; OLIVEIRA, F.F. Constituintes químicos voláteis de especiarias ricas em eugenol. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.19, n.771, 2009.

ORTEGA, J. A rancidez oxidativa em alimentos. 2015.

PEREIRA, Cíntia; PEREIRA, Amanda. Estudo de estabilidade sob armazenamento da carne de ema (*Rhea americana*). Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v.26, n. 2, p. 283-289, 2006.

PEREIRA, Alessandra Matiucci; MAIA, June Ferreira. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). Ciênc. Tecnol. Aliment., v.27, n.3, 2007.

REIS, Elaine Chamorro. Avaliação da atividade antioxidante dos extratos etanólicos dos frutos de *Eugenia moraviana* e *Eugenia blastantha*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Literatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS⁰⁺. Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.

ROÇA, Roberto de Oliveira. Cor. 2010. Disciplina de Métodos de Avaliação da Qualidade de Carnes (Curso de Pós-Graduação em Zootecnia - Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária, Unesp, Botucatu, 2010.

ROÇA, Roberto de Oliveira. Refrigeração. Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial. FCA/Unesp, 2020.

SANTANA, Marielly Saeli de; MACHADO, Erilane Castro de Lima; STAMFORD, Thayza Christina Montenegro; STAMFORD, Tânia Lúcia Montenegro. Propriedades funcionais do eugenol e sua aplicação em alimentos. In: VERRUCK, Silvani (org.). Avanços em ciência e tecnologia de alimentos. Guarujá: Editora Científica, 2021. p.60-73. ISBN 9786587196954.

SANTOS, Bruna da Silva dos; AMARAL, Letícia G. de M. Comparação de cor e perda por gotejamento em diferentes tipos de cortes suínos. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA. 14., Inconfidentes. Anais [...]. Inconfidentes: IF Sul de Minas, 2022. Disponível em: <https://josif.ifsuldeminas.edu.br/ojs/index.php/anais/article/download/315/239>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

SILVA, Fábio Anderson Pereira da. Carne de frango e de galinhas de postura para elaboração de charque. 2016. 218 p. Universidade Federal da Paraíba. Centro de Tecnologia, [S. l.], 2016.

SILVA, Natalia Pires da. Atividade antimicrobiana em óleos essenciais e suas aplicações na indústria de alimentos. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Farmácia), Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2021.

SILVA, Taisa Rocha Gomes da; NASCIMENTO, Márcia Cristina Oliveira do; SILVA, Nelson Carlos da. Uso de óleos essenciais na dieta de suínos em substituição aos antimicrobianos. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.4, n.2, p.70-73, 2010.

SILVA, M. A. F.; BORGES, M. M. F.; FERREIRA, A. M. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Quím, Nova*. v.22, p.94-103, 1999.

SOARES, Adriana Lourenço; MARCHI, Denis Fabrício; MATSUSHITA, Makoto; GUARNIERI, Paulo Donizete; DROVAL, Adriana Aparecida; IDA, Elza louko; SHIMOKOMAKI, Massami. Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. *Food/Feed Science and Technology, Braz. Arch. Biol. Technol.*, v.52, n.6, 2009.

SØRENSEN, Gitte; JØRGENSEN, Søren Storgaard. A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, v.202, p.205-210, 1996.

TOMÉ, A. C.; AUGUSTINHO, B. F.; SILVA, F. A.; BERNARDES NETO, J. F. Avaliação dos teores de compostos fenólicos e o potencial antioxidante do tomilho (*Thymus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA. 59., Tambaú. Anais [...]. Tambaú: Universidade Federal de Goiás, 2019. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2019/trabalhos/10/1365-27990.html>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

TORRES, E. A. F. S.; RIMOLIR, C. D.; OLIVO, R.; HATANO, M. K.; SHIMOKOMAKI, M. Papel do sai iodado na oxidação lipídica em hambúrgueres bovino e suíno (misto) ou de frango. *Food Sci. Technol.* 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/hSrQn4scvThnbKxqXdhNSYR/?lang=pt>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

USDA. Department of Agriculture. United States USDA national nutrient database for standard reference. Release 28. Washington, DC, 2018.

VIANA, Mariana Vieira; ARENARI; Vivian Silva. Antioxidantes sintéticos utilizados em indústrias alimentícias e a possível substituição por antioxidantes naturais. *Revista Universo*, n.12, p.1-9, 2019.

VILANOVA, Crisálida Machado; MOURA, Emanuel Gomes de; MORAES, Denise Fernandes Coutinho. Composição química de *Ocimum gratissimum* L. *Scientia Amazonia*, v.7, n.2, 2018.

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

ZENEBON, Odair; PASCUET, Neus Sadocco; TIGLEA, Paulo. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. In: Instituto Adolfo Lutz (org.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ZIAUDDIN, K.S. Effect of freezing, thawing and frozen storage on physico-chemical and sensory characteristics of buffalo meat. *Meat Science*, v. 35, n. 3, p. 331-340, 1993.

WEBER, G. M.; ANTIPATIS, C. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. 2.*, Concordia. Anais [...]. Concórdia: EMBRAPA, 2001.
http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_weber_pt.pdf.
Acesso em: 21 de dezembro de 2022.