

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

POTENCIAL ANTIMICROBIANO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE COPAÍBA *Copaifera langsdorffii* E ALHO *Allium sativum*, ÓLEO FUNCIONAL LCC *Anacardium occidentale L*. E EXTRATO VEGETAL DE PIMENTÃO *Capsicum annuum* EM CARNE SUÍNA

MANOEL RODRIGUES PORTO JÚNIOR

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2025

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

POTENCIAL ANTIMICROBIANO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE COPAÍBA *Copaifera langsdorffii* E ALHO *Allium sativum*, ÓLEO FUNCIONAL LCC *Anacardium occidentale L*. E EXTRATO VEGETAL DE PIMENTÃO *Capsicum annuum* EM CARNE SUÍNA

MANOEL RODRIGUES PORTO JÚNIOR

ORIENTADOR: PROF. DR. MÁRCIO ANTÔNIO MENDONÇA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA TÍTULO DE AGRÔNOMO

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2025

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

POTENCIAL ANTIMICROBIANO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE COPAÍBA *Copaifera langsdorffii* E ALHO *Allium sativum,* ÓLEO FUNCIONAL LCC *Anacardium occidentale L*. E EXTRATO VEGETAL DE PIMENTÃO *Capsicum annuum* EM CARNE SUÍNA

MANOEL RODRIGUES PORTO JÚNIOR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO À FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DAS EXIGÊNCIAS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

APROVADO POR:

_____

PRESIDENTE E ORIENTADOR: MÁRCIO ANTÔNIO MENDONÇA (Dr., FAV – UnB)

_____

EXAMINADOR:
JAQUELINE LAMOUNIER RIBEIRO (MCS., – FAV - UnB)

_____

EXAMINADOR:
MARIA CAROLINA MESQUITA DOS SANTOS – (DRA., – NUTRIÇÃO – UnB)

_____

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2025

SUMÁRIO

RESUMO v
ABSTRACT vii
LISTA DE TABELAS ix
1. INTRODUÇÃO 12
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO 14
2.1. Carne suína 14
2.2. Aditivos antimicrobianos sintéticos e naturais 14
2.3. Capacidade antimicrobiana dos compostos fenólicos 15
2.4. Óleos essenciais, óleos funcionais e extratos vegetais 16
2.4.1. Óleo essencial de copaíba 17
2.4.2 Óleo essencial de alho 17
2.4.3. Óleo funcional LCC (Líquido da casca da castanha de caju) 17
2.4.4. Extrato vegetal de pimentão 18
3. OBJETIVO 19
3.1. Objetivo geral 19
3.2. Objetivos específicos 19
4. MATERIAIS E MÉTODOS 20
4.1. Materiais 20
4.2. Caracterização da carne 20
4.3. Preparo da carne 20
4.4. Tratamentos experimentais 20
4.5. Preparo das almôndegas 21
4.6. Determinação da atividade antimicrobiana dos óleos 21
4.7. Enumeração de microrganismos aeróbias mesófilas 21
4.8. Análise Estatística 22
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 23
5.1. Caracterização química da carne de pernil 23
5.2. Enumeração de microrganismos aeróbios mesófilos 23
6. CONCLUSÃO 26
7. REFERÊNCIAS 27

Potencial antimicrobiano dos óleos essenciais de copaíba *Copaifera langsdorffii* e alho A*llium sativum,* óleo funcional LCC *Anacardium occidentale L.* e extrato vegetal de pimentão *Capsicum annuum* em carne suína

Manoel Rodrigues Porto Júnior[1]; Márcio Antônio Mendonça[1]

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

RESUMO

A carne suína, é a principal fonte de proteína animal consumida no mundo, principalmente na Ásia, é altamente valorizada por suas características organolépticas, como sabor, textura e suculência. No entanto, sua composição rica em lipídios, proteínas e água, associada a um pH favorável ao crescimento microbiano, torna-a suscetível à deterioração por microrganismos e processos oxidativos.

A humanidade tem cada vez mais se preocupado com sua alimentação, priorizando alimentos mais naturais e com menos aditivos químicos. Diante disso, a busca por métodos de conservação eficazes e seguros tem ganhado destaque, com ênfase na substituição de aditivos sintéticos, como o butil-hidroxitolueno (BHT), por alternativas naturais. Neste contexto, compostos fenólicos, emergem como opções promissoras devido às suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes.

Este estudo teve como objetivo avaliar a capacidade antimicrobiana desses compostos naturais em almôndegas de carne suína, comparando-os ao BHT. Foram testados sete tratamentos: controle negativo (sem conservante), controle positivo (BHT a 0,015%), COP (óleo essencial de copaíba), óleo funcional LCC (líquido da casca da castanha de caju), CAP (extrato de pimentão), ALH (óleo essencial de alho) e BLE (mistura dos óleos), todos aplicados em concentração de 0,01%. As almôndegas foram armazenadas sob refrigeração (4°C) e analisadas quanto à contagem de microrganismos aeróbios mesófilos nos dias 2 e 8 de armazenamento.

Os resultados demonstraram que, no dia 2, não houve diferença significativa entre os tratamentos, devido ao efeito inibitório da refrigeração. No entanto, no dia 8, o tratamento CAP destacou-se como o mais eficaz, reduzindo significativamente a contagem

microbiana em comparação ao BHT. O LCC, ALH e o BLE, também apresentaram desempenho superior ou comparável ao BHT, enquanto o COP foi menos eficaz. Esses resultados indicam que os compostos naturais, especialmente o CAP, podem ser utilizados como aditivos naturais em substituição a conservantes sintéticos.
No entanto, são necessários estudos complementares para avaliar a estabilidade desses compostos em diferentes tempo e condições de armazenamento, além de investigar seu impacto sensorial e aceitação pelos consumidores. A validação desses aditivos em escala industrial pode consolidar seu uso como alternativas sustentáveis e seguras aos conservantes sintéticos, contribuindo para a produção de alimentos mais saudáveis e com maior vida útil.

Palavras-chave: óleo essencial; óleo funcional; extrato vegetal; antimicrobiano; conservação.

Antimicrobial Potential of Copaiba *Copaifera langsdorffii* and Garlic *Allium sativum* Essential Oils, Functional LCC Oil *Anacardium occidentale L*., and Bell Pepper *Capsicum annuum* Plant Extract in Pork Meat

Manoel Rodrigues Porto Júnior[1]; Márcio Antônio Mendonça[1]

[1]University of Brasília, Faculty of Agronomy and Veterinary Medicine

ABSTRACT

Pork is the primary source of animal protein consumed worldwide, especially in Asia, and is highly valued for its organoleptic properties, such as flavor, texture, and juiciness. However, its composition, rich in lipids, proteins, and water, combined with a pH favorable to microbial growth, makes it susceptible to spoilage caused by microorganisms and oxidative processes.

In recent years, there has been a growing global concern regarding food choices, with a preference for more natural products and fewer synthetic additives. As a result, the search for effective and safe preservation methods has gained prominence, particularly in replacing synthetic additives, such as butylated hydroxytoluene (BHT), with natural alternatives. In this context, phenolic compounds have emerged as promising options due to their antimicrobial and antioxidant properties.

This study aimed to evaluate the antimicrobial capacity of these natural compounds in pork meatballs, comparing them to BHT. Seven treatments were tested: negative control (no preservative), positive control (BHT at 0.015%), COP (copaiba essential oil), LCC (cashew nut shell liquid), CAP (bell pepper extract), ALH (garlic essential oil), and BLE (a blend of all oils), all applied at a concentration of 0.01%. The meatballs were stored under refrigeration (4°C) and analyzed for mesophilic aerobic microorganism counts on days 2 and 8 of storage.

The results showed that, on day 2, there was no significant difference between treatments due to the inhibitory effect of refrigeration. However, by day 8, the CAP treatment proved to be the most effective, significantly reducing microbial counts compared

to BHT. LCC, ALH, and BLE also exhibited performance equal to or superior to BHT, whereas COP was less effective. These findings suggest that natural compounds, particularly CAP, may be viable alternatives to synthetic preservatives in meat products. However, further studies are needed to assess the stability of these compounds over different storage periods and conditions, as well as to investigate their sensory impact and consumer acceptance. The validation of these additives on an industrial scale could establish their use as sustainable and safe alternatives to synthetic preservatives, contributing to the production of healthier foods with extended shelf life.

Keywords: essential oil; functional oil; plant extract; antimicrobial; conservation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química da carne de pernil.....24

Tabela 2. Enumeração de microrganismos aeróbios mesófilos.....25

1. INTRODUÇÃO

Em razão de suas características organolépticas, incluindo sabor, textura, maciez e suculência, a carne suína configura-se como a principal fonte de proteína animal consumida globalmente em volume. Esse destaque é ainda mais evidente no mercado chinês, onde sua valorização é significativa (Bridi & Silva, 2009; OECD-FAO, 2024).

Segundo Domínguez *et al.,* (2019), as características organolépticas da carne suína, como seu sabor suave e o teor considerável de lipídios, contribuem para que ela seja amplamente utilizada na produção de derivados cárneos, especialmente na elaboração de embutidos. A carne suína distingue-se por seu elevado teor de gordura, alta atividade de água, pH favorável ao crescimento microbiano e significativo conteúdo de proteínas, além de apresentar uma composição rica em minerais e vitaminas. Esses fatores combinados tornam-na um substrato altamente suscetível à proliferação de microrganismos deteriorantes, bem como à ocorrência de processos de oxidação lipídica e proteica. (Cardoso & Araújo, 2003;).

As propriedades inibitórias comprovadas de óleos essenciais e extratos de plantas, incluindo suas ações antimicrobianas, antioxidantes e antissépticas, têm evidenciado novas possibilidades de aplicação. Esses compostos vêm sendo utilizados na indústria alimentícia como conservantes em alimentos sólidos, como a carne, além de atuarem na higienização de superfícies e utensílios. (Pereira *et al.* 2008; JU, J. 2023).

O óleo essencial de copaíba, em função de seu elevado teor de compostos fenólicos, tem sido amplamente empregado em formulações de cosméticos e produtos terapêuticos naturais. Sua aplicação em cosméticos destaca-se especialmente devido às propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e antissépticas atribuídas a esses compostos. Além dos benefícios terapêuticos, os compostos fenólicos presentes no óleo de copaíba apresentam potencial para utilização como aditivos naturais, ampliando suas possibilidades de aplicação em diferentes áreas industriais. (Pieri *et al.,* 2009; Pieri *et al.,* 2010).

O óleo essencial de alho é amplamente reconhecido por suas expressivas propriedades antioxidantes e antimicrobianas, atribuídas à presença de compostos fenólicos em sua composição (Šojić *et al.,* 2023). Um estudo realizado por Verma *et al.,*

(2023) mostrou que o uso do óleo essencial de alho tem sido evidenciado como uma alternativa promissora aos antioxidantes sintéticos em carnes processadas, devido ao seu potencial para inibir a oxidação lipídica e aumentar a durabilidade dos produtos cárneos, resultado de sua eficaz ação antimicrobiana. O óleo funcional do líquido da casca da castanha de caju (LCC) é amplamente reconhecido por sua elevada concentração de compostos fenólicos, destacando-se o ácido anacárdico, o cardol e o cardanol. A atividade antimicrobiana desses compostos está associada à sua capacidade de interagir com a membrana celular, promovendo danos na estrutura fosfolipídica da membrana plasmática, o que resulta em ruptura e lise celular (Paula *et al.,* 2012; Shinkai *et al.,* 2012; Diaz *et al.,* 2015).

De acordo com Hossain *et al.,* (2008), o extrato de pimentão possui propriedades antimicrobianas que podem ajudar a prolongar a vida útil dos alimentos. Outras pesquisas demonstraram que, além dos flavonoides, compostos fenólicos com reconhecida atividade antioxidante, os capsaicinoides (responsáveis pela ardência característica do pimentão e de pimentas) também apresentam propriedades antimicrobianas. Esses compostos pertencem ao grupo dos alcaloides, especificamente à classe dos capsaicinoides (Periferakis *et al.,* 2023).

Logo, objetivou-se com este trabalho, avaliar a capacidade antimicrobiana dos óleos essenciais de copaíba e alho, óleo funcional LCC, do extrato vegetal de pimentão e uma mistura de todos os óleos (blend) em almondegas à base de carne suína em substituição total do conservante sintético hidroxitolueno butilado (BHT).

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. Carne suína

A carne suína representa a proteína de origem animal mais consumida globalmente (OECD/FAO, 2024). No entanto, essa posição foi temporariamente comprometida em 2018, quando a carne de frango assumiu a liderança em decorrência de um surto de peste suína africana (PSA) na China. Esse evento epidemiológico resultou na redução significativa do plantel suíno chinês, estimando-se que aproximadamente 40% da produção nacional tenha sido comprometida. Considerando que a China se configura como o maior produtor e consumidor mundial de carne suína, os impactos dessa epidemia repercutiram diretamente no mercado global da proteína (OECD/FAO, 2023).

Devido ao seu pH moderado (na faixa de 5,7 a 5,9), atividade de água, alto teor de lipídios e composição nutricional, a carne suína apresenta alta susceptibilidade à contaminação microbiana, fator que compromete sua vida útil de prateleira, resultando em perdas econômicas e riscos à segurança alimentar. Além disso, durante o armazenamento e processamento, a exposição à luz e ao oxigênio, cataboliza a ação microbiana e os processos oxidativos, acelerando sua degradação e encurtando sua vida de prateleira. Diante desses desafios, torna-se essencial o desenvolvimento de estratégias eficazes para a conservação do produto, visando prolongar sua estabilidade e qualidade. (Wei *et al.,* 2023; Schone, F. *et al.,* 2018; Pradhan, 2000; Hong *et al.,* 2009; Sarcinelli, 2007).

2.2. Aditivos antimicrobianos sintéticos e naturais

Ao longo do tempo, diversos métodos de conservação foram desenvolvidos com o objetivo de preservar e prolongar a vida útil da carne. Dentre esses, a adição de aditivos conservantes destaca-se como uma das estratégias mais amplamente empregadas na indústria alimentícia. Esses aditivos, em sua maioria de origem sintética, desempenham um papel fundamental na inibição do crescimento microbiano e na redução dos processos oxidativos, contribuindo para a manutenção da qualidade e segurança do produto (Jeong *et al.*, 2020; Neha *et al.,* 2019; Lorenzo *et al.,* 2019).

De acordo com Hadid *et al.* (2022); Bouayed e Bohn (2010) dentre os compostos sintéticos mais utilizados pela indústria estão o hidroxianisol butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT), galato de octila (OG), galato de propila (PG) e terc-butilhidroquinona (TBHQ). No Brasil, a regulamentação sobre o uso de aditivos alimentares em carnes e produtos cárneos é estabelecida pelo Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Essa regulamentação define quais substâncias são permitidas e suas respectivas concentrações máximas. De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 272, de 14 de março de 2019, a quantidade máxima permitida de hidroxitolueno butilado (BHT) é de 100 mg/kg, correspondendo a 0,01% do peso total do produto ou 100 ppm. (ANVISA, 2019).

O consumo de conservantes sintéticos a médio e longo prazo tem sido associado a potenciais efeitos adversos à saúde, incluindo risco aumentado de câncer, asma, hipersensibilidade, hiperatividade, intoxicação e danos neurológicos (Ullah *et al.,* 2022). Embora esses aditivos tenham sido amplamente utilizados na conservação de carnes e produtos cárneos, observa-se atualmente um crescimento na preocupação da população em relação à qualidade dos alimentos consumidos. Esse cenário tem impulsionado uma tendência contemporânea em direção à busca por produtos mais saudáveis e isentos de aditivos sintéticos, visando minimizar os potenciais riscos à saúde associados ao seu consumo (Muhoza *et al.,* 2021).

De acordo com Lorenzo *et al.,* (2018), o crescimento da demanda por alimentos mais saudáveis tem impulsionado a indústria a substituir aditivos sintéticos por conservantes naturais. Nesse contexto, torna-se essencial a realização de pesquisas voltadas à identificação de novos extratos naturais com potencial aplicação na conservação de carnes e produtos cárneos. Entre as alternativas estudadas, os óleos essenciais destacam-se devido à presença de compostos antimicrobianos e antioxidantes, conferindo-lhes potencial para substituir conservantes tradicionais que apresentam as mesmas características (Friedman, 2017).

2.3. Capacidade antimicrobiana dos compostos fenólicos

Segundo Brandolini *et al.,* (2022), polifenóis, carotenoides e tocoferóis são compostos bioativos encontrados em fontes vegetais e são classificados pela Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos como aditivos alimentares

“geralmente reconhecidos como seguros” (GRAS – Generally Recognized As Safe) para o consumo humano. Além disso, os aditivos alimentares são substâncias intencionalmente incorporadas aos alimentos com a finalidade de modificar características organolépticas, aprimorar a conservação, facilitar o processamento ou garantir a estabilidade do produto. Esses compostos podem ser de origem natural ou sintética e são regulamentados por órgãos de saúde e segurança alimentar para assegurar seu uso em níveis seguros para a ingestão humana.

Dentre esses compostos, os fenólicos representam o maior grupo do metabolismo secundário vegetal, sendo classificados em diversas subclasses químicas, como ácidos fenólicos, flavonoides, taninos, ligninas e estilbenos. Essas moléculas apresentam ampla diversidade de reatividades e bioatividades nutricionais, conferindo propriedades antifúngicas, antibacterianas, antioxidantes e anti-inflamatórias, além de potenciais benefícios à saúde cardiovascular (Ullah *et al.,* 2020; X. Ding *et al.,* 2022).

2.4. Óleos essenciais, óleos funcionais e extratos vegetais

Os óleos essenciais são misturas complexas de compostos voláteis e aromáticos, extraídos de diferentes partes das plantas. Sua obtenção ocorre predominantemente por destilação a vapor ou prensagem de frutos cítricos. Quimicamente, esses óleos diferem das gorduras e óleos vegetais convencionais, pois apresentam uma composição lipofílica, em contraste com a estrutura glicerídica característica dos óleos comuns (Ahmad *et al.,* 2021; Sadgrove *et al.,* 2022).

Os óleos funcionais, por sua vez, possuem propriedades que vão além da função energética, sendo amplamente utilizados devido às suas características aromáticas e potenciais efeitos terapêuticos. Evidências indicam que esses óleos apresentam atividade antimicrobiana, atuando na inibição de enzimas envolvidas na resistência bacteriana. Além disso, demonstram propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, como exemplificado pelo composto LCC (Torrent, 2023).

A principal distinção entre óleos essenciais e extratos vegetais reside no método de obtenção. Enquanto os óleos essenciais são extraídos por processos como destilação e prensagem, os extratos vegetais resultam da extração por solventes, seguida de um processo de concentração por evaporação (Bolouri *et al.,* 2022).

2.4.1. Óleo essencial de copaíba

O óleo extraído da Copaíba (*Copaifera langsdorffii*) é composto por diterpenos e sesquiterpenos, conforme descrito por Pieri *et al.,* (2009). Dentre os sesquiterpenos presentes, destaca-se o β-cariofileno, cuja eficácia em atividades antibacterianas, antifúngicas, anti-inflamatórias, e antiedêmicas já foi comprovada (Pieri *et al.,* 2010). Além disso, Gilbert et al. (1972) ressaltam que esse óleo demonstra ação protetora contra cercárias do *Schistosoma mansoni*.

Maia e Freire (2017) apontam que a demanda por produtos florestais tem aumentado globalmente, o que evidencia o potencial comercial da Copaíba (*Copaifera langsdorffii*). Atualmente, seu óleo é amplamente utilizado na medicina popular, desempenhando funções como antisséptico, cicatrizante, expectorante, diurético, laxativo, estimulante, emoliente e tônico, entre outras. Além de suas propriedades terapêuticas, a comercialização do óleo de Copaíba representa uma relevante fonte de sustento para comunidades que dependem da floresta.

2.4.2 Óleo essencial de alho

O alho é uma planta de ampla distribuição global, sendo empregado tanto como condimento na culinária quanto no tratamento de diversas enfermidades. Seu óleo essencial contém compostos bioativos que exercem efeitos variados, incluindo ação vasodilatadora periférica, inibição da síntese de colesterol e triacilgliceróis, além de propriedades bactericidas, antifúngicas, antimicrobianas e anticancerígenas (Fernández *et al.,* 2005; Harris *et al.,* 2001; Barros & Bragagnolo, 2009).

Entre os componentes ativos responsáveis por essas propriedades, destacam-se os ácidos fenólicos, flavonoides, aliina, alicina, ajoene, esteróis e outros compostos bioativos (Vlase *et al.,* 2013).

2.4.3. Óleo funcional LCC (Líquido da casca da castanha de caju)

Os principais componentes do LCC são lipídios fenólicos naturais, como o ácido anacárdico, cardol e cardanol. Esses compostos bioativos apresentam diversas propriedades benéficas, incluindo ações antioxidantes, fungicidas, antimicrobianas e antitumorais (Diaz *et al.,* 2015). Pesquisas conduzidas por Osmari et al. (2015)

indicam que a inclusão do LCC na alimentação animal pode favorecer a fermentação ruminal, melhorar a qualidade da carne e atuar como um substituto para rações convencionais, contribuindo para a redução dos custos com a nutrição.

Embora não existam estudos específicos sobre a aplicação do LCC na alimentação humana, pesquisas como a de Góes (2017) sugerem que seus compostos bioativos não são considerados tóxicos com base no teste da LD50 (Dose Letal 50). No entanto, o autor destaca a necessidade de cautela e de investigações mais aprofundadas para avaliar sua segurança para consumo humano. O teste LD50 é um método utilizado para determinar a toxicidade de uma substância, estabelecendo a dose capaz de levar à morte 50% dos organismos expostos, sendo um parâmetro essencial para a análise de riscos tanto para seres humanos quanto para outros organismos.

2.4.4. Extrato vegetal de pimentão

De acordo com Charlo *et al.,* (2007), O pimentão (*Capsicum annuum*) ocupa um papel significativo na olericultura brasileira, tanto do ponto de vista econômico quanto nutricional. Seu cultivo demanda um alto investimento em insumos e exige considerável quantidade de mão de obra.

A pesquisa conduzida por França K. et al. (2019) avaliou o efeito antifúngico do extrato de pimentão sobre *Colletotrichum gloeosporioides* em condições laboratoriais, demonstrando que o extrato foi altamente eficaz na inibição do crescimento micelial. Além disso, óleos essenciais são amplamente empregados em diversos setores, como na indústria farmacêutica para a formulação de perfumes, na agropecuária como agentes inseticidas e na medicina devido às suas propriedades terapêuticas. Por suas ações antimicrobianas e antioxidantes, esses compostos também desempenham um papel essencial na preservação de alimentos, ajudando a prevenir e retardar seu processo de deterioração (Preedy, 2014).

Segundo Antonio *et al.,* (2018), a composição química dos extratos de pimentão inclui capsaicinoides, carotenoides e polifenóis, substâncias que vêm sendo amplamente estudadas por suas propriedades biológicas. Pesquisas indicam que esses compostos apresentam atividades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, antihiperglicêmicas e antitumorais, o que reforça seu potencial de aplicação em diferentes áreas da ciência e da saúde.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo geral

Avaliar a capacidade antimicrobiana dos óleos essenciais de copaíba e alho, óleo funcional LCC, do extrato vegetal de pimentão e uma mistura de todos os óleos (blend) em almondegas à base de carne suína em substituição total do conservante sintético hidroxitolueno butilado (BHT).

3.2. Objetivos específicos

- Determinar a composição química centesimal da carne de pernil suíno.

- Determinar a ação antimicrobiana contra microrganismos aeróbios mesófilos dos óleos naturais em comparação ao aditivo sintético.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Materiais

Os óleos de copaíba (*Copaifera langsdorffii*), pimentão (*Capsicum annuum*), alho (*Allium sativum*), LCC (*Anacardium occidentale L*) e o blend foram doados pela empresa Phytus Feed Agroindustrial S.A..

Todos os reagentes foram de grau analítico.

A carne de pernil suíno sob refrigeração (4 ºC), foi adquirida no comércio local, em Brasília/DF.

4.2. Caracterização da carne

Foram realizadas as seguintes análises de composição química centesimal: umidade (UM), cinzas (CZ), lipídeos totais (LT), proteína bruta (PB) e carboidrato por diferença, em triplicata, conforme descrito por Zenebon *et al.,* (2008).

4.3. Preparo da carne

Foi adquirido um corte de pernil suíno de aproximadamente 3,5 kg, onde foi feito a toalete, com retirada da pele, o excesso de gordura e desossado, este processamento resultou em aproximadamente 2 kg de carne. A carne foi moída utilizando um moedor de carne.

Após o processamento, foi adicionado 0,5% de cloreto de sódio (sal de cozinha) e homogeneizada. Posteriormente, foi fracionada em 7 porções iguais para a aplicação dos tratamentos experimentais.

4.4. Tratamentos experimentais

O ensaio de atividade antimicrobiana da carne foi realizado com base em um delineamento experimental inteiramente casualizado contendo 7 tratamentos (com 3 repetições cada) como estão descritos a seguir:

1. T1 – Controle negativo: Almôndega com 0,5% de cloreto de sódio sem adição de conservantes;
2. T2 – Controle positivo: Almôndega com 0,5% de cloreto de sódio e adição de 0,015% de Butil Hidróxi Tolueno - BHT®;
3. T3 – Almôndega com 0,5% de cloreto de sódio e adição de 0,01% de óleo essencial de copaíba;
4. T4 – Almôndega com 0,5% de cloreto de sódio e adição de 0,01% de LCC;
5. T5 – Almôndega com 0,5% de cloreto de sódio e adição de 0,01% de óleo essencial de capsicum;
6. T6 – Almôndega com 0,5% de cloreto de sódio e adição de 0,01% de óleo essencial de alho;
7. T7 – Almôndega com 0,5% de cloreto de sódio e adição de 0,01% de blend.

4.5. Preparo das almôndegas

Para cada um dos 7 tratamentos foram preparadas 2 almôndegas de 30 g, totalizando 14 unidades. As almôndegas de cada tratamento foram embaladas individualmente, em saco plástico estéril devidamente identificado. Por fim, foram separadas aleatoriamente em ambiente sob refrigeração (4º C).

4.6. Determinação da atividade antimicrobiana dos óleos

A determinação da atividade antimicrobiana, foi realizada, por meio da enumeração de bactérias aeróbias mesófilas, onde aos dias 2 e 8 de armazenamento, foram feitas a contagem manual das colônias bacterianas, para comparação entre os tratamentos.

4.7. Enumeração de microrganismos aeróbias mesófilas

Foi realizada enumeração de bactérias aeróbias mesófilas pelo método de espalhamento por superfície. Para isto, foi retirado 5 g de cada almôndega por

tratamento, onde foram homogeneizados com 45 mL de solução salina (com concentração de 0,85%) estéril, este processo foi feito em triplicata. Em seguida, foram realizadas diluições seriadas em solução salina estéril até 1:100000 (10^{-5}), que foram respectivamente: 1:10 (10^{-1}); 1:100 (10^{-2}); 1:1000 (10^{-3}); 1:10000 (10^{-4}); 1:100000 (10^{-5}).

Após a diluição foram retirados 0,1 mL da solução e transferidas para placas de Petri contendo Plate Count Agar (PCA), espalhadas com auxílio de uma alça de Drigalski e incubadas a 37 °C. A contagem manual das colônias bacterianas foi realizada após 48 h de incubação e os resultados expressos em UFC/g (Unidades formadoras de colônias por grama). A média do número de colônias contadas nas placas em triplicata foi multiplicada pelo respectivo fator de diluição, permitindo a determinação da concentração de microrganismos mesófilos por grama da amostra analisada (Silva et al., 2010).

4.8. Análise Estatística

Para a análise estatística, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com comparação entre tratamentos e aplicação do teste de Tukey a 5% de significância. O software empregado para as análises estatísticas foi o AgroEstat, versão 1.1.0.712 rev 77 (Barbosa e Maldonado, 2015).

As médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas na coluna, conforme o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Caracterização química da carne de pernil

A tabela 1 a seguir, apresenta a caracterização química da carne de pernil suíno utilizada, onde exibe os valores da umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral.

Tabela 1 – Composição química da carne de pernil.

	Pernil (%)
Umidade	75,12
Proteína bruta	19,36
Extrato etéreo	4,40
Matéria mineral	0,99
Carboidratos	0,13

*Resultados médios expressos em matéria natural.

Van Heerden e Smith (2013) obteve resultados semelhantes em seu trabalho de composição nutricional de três cortes obtidos de carcaças de suínos. Em um dos cortes analisados de pernil suíno, obtiveram os valores de 74,4 % de umidade, 19,8 % de proteína, 4,3% de extrato etéreo, 1,12 % de matéria mineral e 0,13% de carboidratos.

Fatores como o peso da carcaça, diferenças no clima, tipos de ração e métodos de processamento exercem uma influência direta no teor nutricional da carne (Van Heerden; Smith, 2013).

5.2. Enumeração de microrganismos aeróbios mesófilos

A tabela 2 a seguir, exibe os valores médios da enumeração de microrganismos aeróbios mesófilos, com intuito de aferir se os aditivos naturais possuem capacidade antimicrobiana frente a um aditivo sintético. As médias foram obtidas após análise das almôndegas nos dias 2 e 8 de armazenamento sob refrigeração. Vale salientar que, todos os aditivos naturais estavam em uma concentração inferior (0,01%) ao aditivo sintético BHT (0,015%). E que, quanto menor o número de microrganismos encontrados, corresponde a maior capacidade de supressão microbiana dos aditivos.

Tabela 2 – Enumeração de microrganismos aeróbios mesófilos.

Amostra	Dia 2 (UFC/g)	Dia 8 (UFC/g)
C-	$1,83 \times 10^{4}$ a	$6,33 \times 10^{5}$ a
C+	$6,00 \times 10^{3}$ a	$1,83 \times 10^{5}$ c
COP	$1,60 \times 10^{3}$ a	$4,70 \times 10^{5}$ b
LCC	$4,17 \times 10^{3}$ a	$1,30 \times 10^{5}$ cd
CAP	$1,36 \times 10^{4}$ a	$1,10 \times 10^{5}$ d
ALH	$2,10 \times 10^{4}$ a	$1,38 \times 10^{5}$ cd
BLE	$4,94 \times 10^{4}$ a	$1,20 \times 10^{5}$ cd

* a, b, c, cd, d 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 (cloreto de sódio); C+: Controle positivo (BHT-butilato de hidroxitolueno); COP: Óleo essencial de copaíba *Copaifera langsdorffii*; LCC: Óleo funcional do Líquido da casca da castanha de caju *Anacardium occidentale L*; CAP: Extrato vegetal de *Capsicum annuum*; ALH: Óleo essencial de Alho *Allium sativum;* BLE: Mistura dos óleos; UFC/g: Unidades Formadora de Colônias por grama.

No dia 2, podemos notar que não houve diferença significativa entre os aditivos, algo esperado, por conta da carga microbiana aos primeiros dias ser decorrente da própria carne e de sua manipulação, também por conta do binômio tempo x temperatura, onde a temperatura baixa é um método de conservação utilizado para postergar a proliferação de microrganismos e oxidação de produtos cárneos, e o tempo de armazenamento nestas condições, não foi suficiente para uma considerável proliferação de microrganismos.

De acordo com Hazelwood (1994), a refrigeração em temperaturas até 4°C desacelera o crescimento das bactérias mais associadas à intoxicação alimentar, pois essas têm dificuldade em se multiplicar nessas condições. No entanto, esse método não é capaz de eliminá-las, apenas desaceleram seu metabolismo, visto que foi observado o crescimento exponencial de aeróbios mesófilos.

Apesar de não haver diferença significativa entre as análises, podemos observar que o tratamento BLE foi o que obteve maior número de microrganismos presentes em sua amostra, diferente do COP, que foi o que apresentou menor quantidade de microrganismos em sua contagem. Temos em ordem, de maior contenção microbiana para menor: COP ($1,60 \times 10^{3}$ UFC/g), LCC ($4,17 \times 10^{3}$ UFC/g), C+ ($6,00 \times 10^{3}$ UFC/g), CAP ($1,36 \times 10^{4}$ UFC/g), C- ($1,83 \times 10^{4}$ UFC/g), ALH ($2,10 \times 10^{4}$ UFC/g) e BLE ($4,94 \times 10^{4}$ UFC/g).

Já no dia 8, nota-se uma diferença significativa entre as análises, o C- demonstrou a maior concentração de microrganismos, o que era esperado, por não possuir nenhum aditivo além do sal de cozinha (cloreto de sódio). Apesar disso, o sal de cozinha é considerado o agente antimicrobiano mais antigo utilizado pela humanidade (Insumos LTDA, 2013).

Temos em ordem, de maior contenção microbiana para menor: CAP (1,10 x 10^5 UFC/g), BLE (1,20 x 10^5 UFC/g), LCC (1,30 x 10^5 UFC/g), ALH (1,38 x 10^5 UFC/g), C+ (1,83 x 10^5 UFC/g), COP (4,70 x 10^5 UFC/g) e C- (6,33 x 10^5 UFC/g).

O tratamento CAP, demonstrou a maior atividade antimicrobiana, sendo 44% mais eficaz que o C+ em conter o crescimento de micorganismos. Isso se dá por conta da capsaicina, presente no gênero de pimentas vermelhas *Capsicum spp.*, que se trata de um alcalóide fenólico (8-metil-N-vanilil-6 nonenamida), e sua atividade antimicrobiana se dá justamente por conta deste composto fenólico presente em sua composição química (Manaia, 2011).

O COP se sobressaiu em comparação ao C-, contudo foi menos eficaz em conter o crescimento microbiano que o C+. O C+, ALH, LCC e BLE não apresentaram diferença significativa, apesar disso, o tratamento ALH foi 25% mais eficaz em conter o crescimento microbiano, quando comparado ao C+.

Em um estudo anterior, Vasconcelos *et al.* (2021), a partir da inclusão de 1% de LCC em um biofilme contra bactérias, comprovou a ação antimicrobiana com o controle de seu crescimento, com maior eficiência para bactérias gram-positivas.

Segundo Silva, (2015), o alho é quimicamente composto principalmente por alicina, um composto metabólito com comprovada atividade biológica antimicrobiana. Fonseca, (2014) a partir de seus estudos, demonstrou que o alho possui substâncias com uma ampla gama de ações, incluindo a antibacteriana e a antifúngica, atribuindo isso ao efeito da alicina.

De acordo com Franco e Landgraf (2001), quando a contagem microbiana ultrapassa 10^6, ocorrem alterações físico-químicas que impactam diretamente as características sensoriais dos alimentos, incluindo cor, odor e sabor. Essas modificações comprometem sua qualidade e reduzem significativamente sua vida útil. Logo, todos os tratamentos do presente estudo apresentaram contagem inferior a esta faixa mencionada por Franco e Landgraf (2001).

6. CONCLUSÃO

Os óleos analisados neste estudo demonstraram poderosa ação antimicrobiana em produtos cárneos à base de carne suína mantidos sob refrigeração. Entre os tratamentos testados, o CAP apresentou a maior eficácia durante o período de armazenamento, superando o desempenho do aditivo sintético BHT (C+). Os demais óleos avaliados também exibiram atividade antimicrobiana significativa, com resultados semelhantes ou superiores ao BHT.

Vale ressaltar que a concentração aplicada dos óleos naturais foi de 100 ppm, inferior à concentração de 150 ppm utilizada para o BHT. Esses achados indicam que esses compostos naturais podem ser considerados alternativas promissoras para a substituição de antimicrobianos sintéticos na conservação de produtos cárneos.

No entanto, foram identificadas algumas limitações no estudo, como a necessidade de investigações adicionais sobre a estabilidade dos óleos em diferentes condições e períodos de armazenamento. Além disso, é fundamental avaliar o impacto sensorial dos produtos tratados com esses óleos, bem como a aceitação por parte dos consumidores. Portanto, pesquisas complementares são essenciais para validar a aplicação desses compostos em escala industrial. Tais avanços poderão consolidar o uso de óleos naturais como aditivos antimicrobianos, oferecendo uma alternativa sustentável e segura aos conservantes sintéticos na indústria alimentícia.

7. REFERÊNCIAS

AHMAD, A.; ELISHA, I. L.; VAN VUUREN, S.; VILJOEN, A. Volatile phenolics: a comprehensive review of the anti-infective properties of an important class of essen tial oil constituents. **Phytochemistry**. v. 190, p. 112864, 2021. DOI: 10.1016/j.phytochem.2021.112864

ANTONIO, A. S.; WIEDEMANN, L. S. M.; VEIGA JUNIOR, V. F. The genus Capsicum: a phytochemical review of bioactive secondary metabolites. **RSC Advances**, v. 8, n. 45, p. 25767-25784, 2018. DOI:10.1039/C8RA02067A

ANVISA. **AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA**. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 272, de 14 de março de 2019.

BARBOSA JC, MALDONADO JUNIOR W. **AgroEstat**. Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. 2015, Jaboticabal, Brasil.

BARROS & BRAGAGNOLO. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (Salvia officinalis, L.) e de alho (Allium sativum, L.) como antioxidantes naturais. 2009. Artigo de revisão, **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, 2009.

BOLOURI, P.; SALAMI, R.; KOUHI, S.; KORDI, M.; ASGARI LAJAYER, B.; HADIAN, J.; ASTATKIE, T. Applications of essential oils and plant extracts in different indus tries. **Molecules.** v. 27, p. 8999, 2022. DOI: doi.org/10.3390/molecules27248999

BOUAYED, JAOUAD; BOHN, TORSTEN. Exogenous Antioxidants—Double-Edged Swords in Cellular Redox State: Health Beneficial Effects at Physiologic Doses versus Deleterious Effects at High Doses. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, [S. l.], v. 3, p. 228-237, 1 jul. 2010. DOI: https://doi.org/10.4161/oxim.3.4.12858

BRANDOLINI, ANDREA. P. GLORIO PAULET; L. ESTIVI; N. LOCATELLI; J.S. CORDOVA-RAMOS; A. HIDALGO. To copherols, carotenoids and phenolics changes during Andean lupin (Lupinus mutabi lis Sweet) seeds processing. **Journal of Food**

Composition and Analysis, [S. l.], v. 106, p. 104335, 1 mar. 2022. DOI https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104335

BRIDI, A. M., SILVA, C. A., (2009). In: Ana Maria Bridi; Caio Abércio da Silva. Avaliação da carcaça Suína. 1 ed**. Londrina: Midiograf**, volume 1, 17-30.

CARDOSO, L & ARAÚJO, WMC. Parâmetros de qualidade em carnes comercializadas no Distrito Federal no período de 1997-2001**. Hig. Aliment**. 2003; 17:12-18.

CHARLO, H. C. O et al. Análise de crescimento, partição de matéria seca e produção da cultura do pimentão cultivado em fibra de coco com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, 2007.

DIAZ, TATIANA GARCIA et al. Líquido da casca da castanha de caju em dietas para ruminantes. **Campo Digit@l: Revista de Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**. v. 10, n. 1, p. 1-10, ago. 2015. ISSN 1981-092X.

DIAZ, TATIANA GARCIA et al. Líquido da casca da castanha de caju em dietas para ruminantes. **Campo Digit@l: Revista de Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**. v. 10, n. 1, p. 1-10, ago. 2015. ISSN 1981-092X. Disponível em: https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/1870/688. Acesso em: 10 jan. 2025.

DOMÍNGUEZ, R.; PATEIRO, M.; GAGAOUA, M.; BARBA, F. J.; ZHANG, W.; LO RENZO, J. M. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. **Antioxidants**, v. 8, n. 10, p. 429, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/antiox8100429.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; ZHI N.; ALESON-CARBONELL L.; PÉREZ-ALVAREZ JA.; KURI V.. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs**. Meat Sci** 2005. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.08.004

FONSECA, G. M. et al.. Avaliação da atividade antimicrobiana do alho (Allium sativum Liliaceae) e de seu extrato aquoso. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3, p. 679–684, 2014.

FRANCO, B. D. G. M., LANDGRAF, M., Microbiologia dos Alimentos. **São Paulo: Atheneu**, 2023.

FRANÇA, K. R. S.; PAIVA, Y. F.; AZEVEDO, P. T. M.; NÓBREGA, L. P.; SILVA, E. V.; CARDOSO, T. A. L. Extratos de pimentão vermelho (Capsicum annuum) sobre Colletotrichum gloeosporioides in vitro. **Revista Verde**, v.14, n.3, p.382-388, 2019.

GILBERT, B.; MORS, W. B.; BAKER, P. M.; TOMASSI, T. C.; PELLEGRINO, J.; Na. **Acad. Bras. Ciências** 44, 423, 1972.

GÓES, AMANDA TAVARES DE. Tendências tecnológicas das aplicações do líquido da casca da castanha de caju. 2017. Projeto de Final de Curso (Engenharia Química) – **Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2017. Orientadores: Estevão Freire e Peter Rudolf Seidl.

HADIDI, M.; JOSE C. ORELLANA-PALACIOS; FATEMEH AGHABABAEI; DIEGO J. GONZALEZ-SERRANO; ANDRES MORENO; JOSE M. LORENZO. Antioxidantes de subprodutos vegetais: Controle da oxidação protéico-lipídica em carnes e produtos cárneos. LWT - **Food Science and Technology**, [S. l.], v. 169, p. 114003, 1 nov. 2022. DOI https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114003

HARRIS, J. C. et al. Antimicrobial properties of Allium sativum (garlic). **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 57, p. 282–286, 2001. DOI: https://doi.org/10.1007/s002530100722

HAZELWOOD, H. D. Manual de higiene para manipuladores de alimentos. **São Paulo: Varela**, 1994. 140 p.

HONG Y.H., G.O. LIM, K. SONG. Physical properties of Gelidium corneum – Gelatin blend films containing grapefruit seed extract or green tea extract and its application in the the Packaging of Pork Loins. **Journal of Food of Science**, [S. l.], v. 74, n. 1, p. C6-C10, 21 jan. 2009. DOI https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00987.x

HOSSAIN, M.; BRUNTON, N.; BARRY-RYAN, C.; MARTIN-DIANA, A.; WILKINSON, M. Atividade antioxidante de extratos de especiarias e fenólicos em comparação com antioxidantes sintéticos. **Rasayan Journal of Chemistry**. vol.1 (4), 2008, pp.751-756. doi:10.21427/D7105D.

INSUMOS LTDA. O sal: o mais antigo agente antimicrobiano. **Aditivos Ingredientes**. 2013. Disponível em:<http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/490.pdf>. Acesso em 22 de Janeiro de 2025.

JEONG E.J., K.N. PEREIRA, A.; CHOI, Y. JEONG, Y.-S. KIM. A Survey on the Appli cation of Preservatives to Processed Food Types. **Journal of Food Hygiene and Safety**, l.], v. 35, n. 3, p. https://doi.org/10.13103/JFHS.2020.35.3.261.

JU, J. Essential oils as antimicrobial agents in food preservation. 1. ed. **Boca Raton: CRC Press**, 2023. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003329268.

LORENZO, JOSE MANUEL; MARCO ANTONIO TRINDADE; DONG UK AHN; FRAN CISCO J. BARBA. Natural antioxidants to reduce the oxidation process of meat and meat products. **Food Research International,** [S. l.], v. 155, p. 377-378, 7 jan. 2019. DOI https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.015

LORENZO, JOSE MANUEL; MIRIAN PATEIRO; RUBÉN DOMÍNGUEZ; FRANCISCO J. BARBA; PREDRAG PUTNIK; DANIJELA BURSAĆ KOVAČEVIĆ; AVISHPI em: GELMAN; DANIEL GRANATO; DANIEL FRANCO. Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. **Food Research International,** [S. l.], v. 106, p. 1095-1104, 1 abr. 2018. DOI https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.005

FRIEDMAN, MENDEL. Chemistry, Antimicrobial Mechanisms, and Antibiotic Activities of Cinnamaldehyde against Pathogenic Bacteria in Animal Feeds and Human Foods. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S. l.], p. 10406-10423, 20 nov. 2017. DOI https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04344

MAIA, G.D., FREIRE, J.T. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SEMENTES DE COPAÍBA NA UMIDADE DE LOTE E DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM. **XXXVIII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados** 22 a 25 de outubro de 2017.

MANAIA, M. A. N. Mecanismos redox relativos à actividade antioxidante de sistemas fenólicos. **(Dissertação) Universidade de Coimbra**, 2011.

MUHOZA, B.; QI; J.D. HARINDINTWALI; M.Y.F. KOKO; S. ZHANG; Y. LI. Encapsu lation of cinnamaldehyde: an insight on delivery systems and food applica tions**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [S. l.], v. 63, n. 15, p. 2521 2543, 13 set. 2021.

NEHA, KUMARI; MD RAFI HAIDER; ANKITA PATHAK; M. SHAHAR YAR. Medicinal prospects of antioxidants: A review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, [S. l.], v. 178, p. 687-704, 15 set. 2019.

OECD/FAO (2023), OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032, **OECD Publishing, Paris**, https://doi.org/10.1787/08801ab7-en.

OECD/FAO (2024), "Meat", in OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033, **OECD Publishing**, Paris, https://doi.org/10.1787/dd01d109-en.

OECD/FAO (2024), "Meat", in OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033, **OECD Publishing, Paris**, https://doi.org/10.1787/dd01d109-en.

PAULA, E.F.E.; MAIA, F. P.; CHEN, R.F.F. Óleos vegetais na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, p.2075–2103, 2012.

PEREIRA, A. S. et al. Caracterização química e efeito inibitório de óleos essenciais sobre o crescimento de Staphylococcus aureus e Escherichia coli. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 887-893, 2008.

PERIFERAKIS. AT. et al.. Antimicrobial Properties of Capsaicin: Available Data and Future Research Perspectives. **Nutrients.** 2023, Sep 22;15(19):4097. doi: 10.3390/nu15194097.

PIERI, F.A.; MUSSI, M.C.M.; FIORINI, J.E.; SCHNEEDORF, J.M. Efeitos clínicos e microbiológicos do óleo de copaíba (Copaifera officinalis) sobre bactérias formadoras de placa dental em cães. **Arq. Bras. Med.V. Zootec**. vol.62 no.3 Belo Horizonte, junho 2010.

PIERI, F.A.; MUSSI, M.C.M.; FIORINI, J.E.; SCHNEEDORF, J.M. Efeitos clínicos e microbiológicos do óleo de copaíba (Copaifera officinalis) sobre bactérias formadoras de placa dental em cães. **Arq. Bras. Med.V. Zootec**. vol.62 no.3 Belo Horizonte, June 2010.

PIERI, F.A.; MUSSI, M.C.M.; MOREIRA, M.A.S. Óleo de copaiba (Copaifera sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Rev. Bras. Plant. Med**., v.11, p.465-472, 2009.

PIERI, F.A.; MUSSI, M.C.M.; MOREIRA, M.A.S. Óleo de copaiba (Copaifera sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Rev. Bras. Plant. Med**., v.11, p.465-472, 2009.

PRADHAN, A.A.; RHEE, KS,;HERNANDEZ,P. Stability of catalase and its potential role in lipid oxidation in meat. Meat Science. 2000, V. 54, p. 385-390.

PREEDY, V. R. Essential oils in food preservation, flavor and safety. **Editora AP**, 2014.

SADGROVE, N. J.; PADILLA-GONZÁLEZ, G. F.; PHUMTHUM, M. Fundamental chemistry of essential oils and volatile organic compounds, methods of analysis and authentication. **Plants.** v. 11, p. 789, 2022. DOI: 10.3390/plants11060789

SARCINELLI, M. F. Características da carne suína, Armazenamento de Grãos, Agroindústria e Simulação, 2007.

SCHONE, FRIEDRICH; ANTONIA IBEL; STEFAN LORKOWSKI; MARCUS IHLING; SARA RAMMINGER; RITA KIRMSE; KATHRIN SPÖRL; GÜNTER KIEßLING;

MICHAEL GLEI. Composition of pork and German meat products with a focus on iron, selenium and iodine. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S. l.], Volume 119, 2023, 105246, 22, February 2023.

SHINKAI, T.; ENISHI, O.; MITSUMORI, M. et al. Mitigation of methane production from cattle by feeding cashew nutshell. **Liquid.Journal of Dairy Science**, v. 95 p 5308–531, 2012.

SILVA N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed., 2010.

SILVA, Denise Abatti Kasper; CHAVES, C.; GERN, M. I. Estudo da atividade antibacteriana de duas soluções extrativas de Allium sativum L., uma obtida por método popular e outra na forma de suco, manipuladas em gel. Departamento de Farmácia – Núcleo de Pesquisa em Produtos Naturais Ricardo Alessandro Vieira (NUPRAV**). Revista Saúde Ambiente**, v. 6, n 2, p. 14-18, 2015.

ŠOJIĆ, B.; MILOŠEVIĆ, S.; SAVANOVIĆ, D.; ZEKOVIĆ, Z.; TOMOVIĆ, V.; PAVLIĆ, B. Isolation, bioactive potential, and application of essential oils and terpenoid-rich extracts as effective antioxidant and antimicrobial agents in meat and meat products. **Molecules.** v. 28, p. 2293, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules28052293.

TORRENT, JOAN. Óleos funcionais: uma alternativa como promotor de crescimento. **Boletim APAMVET**, v. 5, n. 5, 2014.

ULLAH, H; Y. HUSSAIN; C. SANTARCANGELO; A. BALDI; A. DIMINNO; H. KHAN; J. XI AO; M. DAGLIA. Natural polyphenols for the preservation of meat and dairy prod ucts. **Molecules**, [S. l.], p. https://doi.org/10.3390/molecules27061906

ULLAH, HAMMAD; DE FILIPPIS, A.; SANTARCANGELO, C.; DAGLIA, M. Epigenet ic regulation by polyphenols in diabetes and related complications. **Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 289-310, 7 dez. 2020.

VAN HEERDEN, S. M.; SMITH, M. F. The nutrient composition of three cuts obtained from P-class South African pork carcasses. **Food Chemistry**, v. 140, n. 3, p. 458–465, out. 2013.

VERMA, et. al. Medicinal and therapeu tic properties of garlic, garlic essential oil, and garlic-based snack food: An updated review. **Frontiers in Nutrition**, https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1120377.

VASCONCELOS, L. et al.,. Elaboration and Characterization of Bioactive Films Obtained from the Incorporation of Cashew Nut Shell Liquid into a Matrix of Sodium Alginate. **Antioxidants** 2021, *10*, 1378. https://doi.org/10.3390/antiox10091378

VLASE, L.; PARVU, M.; PARVU, E.A.; TOIU, A. Chemical Constituents of Three Allium Species from Romania. **Molecules.** [S.l.], v. 18, p. 114-127, 2013. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules18010114

WEI, ZE; HUANG, LINGLI; GUO, JUN; FENG, XINYU. Development of functional, sustainable pullulan-sodium alginate-based films by incorporating essential oil microemul sion for chilled pork preservation. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], page 127257 5 out. 2023.

X. DING, L. ZHAO, I.M. KHAN, L. YUE, Y. ZHANG, Z. WANG. Emerging chitosan grafted essential oil components: A review on synthesis, characterization, and poten tial application. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 297, p. 120011, 1 dez. 2022. DOI https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120011

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.