

## Efeitos dos antioxidantes na produção da carne suína

### Effects of antioxidants on pork production

### Efectos de los antioxidantes en la producción de carne de cerdo

Recebido: 11/02/2022 | Revisado: 18/02/2022 | Aceito: 08/04/2022 | Publicado: 18/04/2022

#### **Vítor Magalhães de Mendonça Cunha Miranda**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7473-4398>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [vitor.zootec01@gmail.com](mailto:vitor.zootec01@gmail.com)

#### **Leticia Aline Lima da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4758-9890>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [leticiaalinezoo@gmail.com](mailto:leticiaalinezoo@gmail.com)

#### **Sílvio Mayke Leite**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1803-2698>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [silviomaykeleite@gmail.com](mailto:silviomaykeleite@gmail.com)

#### **José Matheus de Moura Andrade**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5469-5942>  
Universidade de São Paulo, Brasil  
E-mail: [josematheus@usp.br](mailto:josematheus@usp.br)

#### **Dayane Albuquerque da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6243-3969>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: [dayane.albuquerque.ds@gmail.com](mailto:dayane.albuquerque.ds@gmail.com)

#### **Apolônio Gomes Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6730-0209>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: [apoloniogomes962@gmail.com](mailto:apoloniogomes962@gmail.com)

#### **Resumo**

A suinocultura brasileira tem sido reconhecida com um dos maiores produtores mundiais, onde atualmente ocupa a quarta posição de maior produtor e exportador de carne suína. A carne suína é conhecida devido à presença principalmente de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs), sendo assim mais susceptível a oxidação e a rancificação, assim diminuindo o tempo de prateleira. Para minimizar essa oxidação tem se adotada a prática de incluir aditivos antioxidantes na ração, sendo os principais o ácido ascórbico (vitamina C) e o tocoferol (vitamina E). As principais ações dos antioxidantes podem ser a interceptação e diminuição do oxigênio livre, sequestrando os radicais hidroxil, quelando íons metálicos e decompondo compostos. O objetivo desta revisão é abordar sobre os antioxidantes na alimentação de suínos e seus efeitos nos produtos cárneos oriundos do processo de industrialização. A metodologia empregada nessa revisão foi um estudo descritivo, com base em artigos científicos publicados em diferentes periódicos.

**Palavras-chave:** Ácido ascórbico; Tocoferol; Radicais livres; Suinocultura.

#### **Abstract**

The Brazilian pork industry has been recognized as one of the world's largest producers, currently holding the fourth position as the largest producer and exporter of pork. Pork is known for its presence of mainly polyunsaturated fatty acids (PUFAs), which makes it more susceptible to oxidation and rancidation, thus decreasing its shelf life. To minimize this oxidation, the practice of including antioxidant additives in the feed has been adopted, the main ones being ascorbic acid (vitamin C) and tocopherol (vitamin E). The main actions of antioxidants can be the interception and reduction of free oxygen, sequestering hydroxyl radicals, chelating metal ions, and decomposing compounds. The objective of this review is to approach the antioxidants in swine feeding and their effects on meat products from the industrialization process. The methodology employed in this review was a descriptive study, based on scientific articles published in different journals.

**Keywords:** Ascorbic acid; Tocopherol; Free radicals; Pig farming.

#### **Resumen**

La porcicultura brasileña ha sido reconocida como una de las mayores productoras del mundo, donde actualmente ocupa el cuarto lugar como mayor productor y exportador de carne de cerdo. La carne de cerdo es conocida por su presencia de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) principalmente, lo que la hace más susceptible a la oxidación y al enranciamiento, reduciendo así su vida útil. Para minimizar esta oxidación, se ha adoptado la práctica de incluir

aditivos antioxidantes en los piensos, siendo los principales el ácido ascórbico (vitamina C) y el tocoferol (vitamina E). Las principales acciones de los antioxidantes pueden ser la interceptación y reducción del oxígeno libre, el secuestro de los radicales hidroxilo, la quelación de los iones metálicos y la descomposición de los compuestos. El objetivo de esta revisión es abordar los antioxidantes en la alimentación porcina y sus efectos en los productos cárnicos procedentes del proceso de industrialización. La metodología empleada en esta revisión fue un estudio descriptivo, basado en artículos científicos publicados en diferentes revistas.

**Palabras clave:** Ácido ascórbico; Tocoferol; Radicales libres; Cría de cerdos.

## 1. Introdução

A suinocultura brasileira vem conquistando espaços na produção nacional e mundial, onde atualmente ocupa a quarta posição de maior produtor e exportador de carne suína, tendo um consumo per capita de 15,3 kg/habitante ano (ABPA, 2020). Apesar de ser a carne mais consumida mundialmente, enfrenta problemas como a disseminação de informações errôneas relacionadas à doenças cardiovasculares, verminoses, entre outros, que culminam na redução do consumo interno.

O Brasil no ano de 2019 obteve os maiores índices, até então, de exportações de carne suína (750 mil toneladas), desse montante 85,71% foi exportado na forma de cortes, 9,72% de miúdos, 1,53% de preparações, 1,41% de embutidos, 0,84% de carcaças, 0,51% de gordura, 0,26% de tripas, 0,02% de salgados e 0,001% de couros e peles (ABPA, 2020). Quando comparados com os resultados apresentados no ano anterior, apenas salgados, couros e peles tiveram queda nos valores exportados enquanto que os demais tiveram aumento na exportação. Mesmo com valores altos de exportação isso só representou 19% da produção anual, sendo assim o mercado interno absorveu a maior quantidade da produção com 81% (ABPA, 2020).

A carne suína possui alto valor proteico e sua gordura segue, em sua maioria, insaturada. Este tipo de gordura tem maior propensão a ser catalisado no organismo, aumentando os processos de oxidação da carne (Weber & Antipatis, 2001). Devido a presença de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) na carne suína a inclusão de aditivos antioxidantes nas rações minimiza as reações de oxidação na mesma, aumentando o tempo de prateleira. Os principais antioxidantes utilizados na nutrição são o ácido ascórbico (vitamina C) e o tocoferol (vitamina E) (Silva et al., 2015).

Os antioxidantes são conhecidos pela ação que promove em diferentes níveis no processo de proteção contra a oxidação. Essas ações podem ser interceptando e diminuindo o oxigênio livre, sequestrando os radicais hidroxil, quelando íons metálicos e decompondo compostos (Shahidi et al., 1986). São classificados também segundo a função que exercem, eles podem ser quelantes, redutores ou sequestrantes de oxigênio (Cava, 2007). Além dessa classificação, podem receber a denominação de primários (são consumidos no meio reacional durante a fase de iniciação) ou de secundários (atuam de forma indireta. Exemplo: reduzindo o oxigênio, convertendo hidroperóxidos e absorvendo ultravioleta) segundo Pokorny (2001). Dessa forma o objetivo desta revisão é abordar sobre os antioxidantes na alimentação de suínos e seus efeitos nos produtos.

## 2. Metodologia

Para esta revisão foi realizada uma pesquisa do tipo qualitativa segundo Pereira et al. (2018), os artigos selecionados foram extraídos de diferentes bases de dados, sendo: Google Scholar, Scielo, periódicos Capes, Science Direct, Scopus, Elsevier e Pubmed. Com recorte temporal até 2021. Os artigos foram classificados utilizando como tema principal o uso de antioxidantes em subprodutos de carne suína. Como critério de seleção para idioma, foram utilizados os artigos em português e inglês, que abordassem a relevância do tema em questão, além da utilização de livros e leis para o embasamento dos conceitos.

Os critérios de elegibilidade para a construção desta revisão se basearam em artigos, revisões, leis, teses e dissertações que abordassem profundamente os assuntos para elaboração, discussão e conclusões. No processo de pré-seleção foram coletados 99 artigos, entretanto alguns deles apresentavam objetivos diferentes, então como critérios de exclusão foram

retirados 18 destes artigos. Portanto, foram utilizados para a realização desta revisão 78 artigos e 3 leis cujas informações eram pertinentes sobre o assunto abordado neste material.

### 3. Suínos

Nos últimos anos a suinocultura apresentou avanços na produção, isto se deu devido aos investimentos feitos na cadeia produtiva, genética, bem-estar, nutrição e principalmente nas pesquisas realizadas em empresas e universidades que promovem cada vez mais resultados, abrindo portas para que mais pesquisas sejam realizadas visando a maximização de produção.

Segundo dados da ABPA (2020), o Brasil se encontra na quarta posição em termos de produção (3983 mil toneladas), ficando atrás da China (42550 mil toneladas), União Europeia (23935 mil toneladas) e dos Estados Unidos (12542 mil toneladas), juntos detém a produção mundial de 81,4% de carne suína. No ano de 2019 foi registrado pelo IBGE (Tabela 1) um quantitativo de 46,29 milhões de cabeças abatidas de suínos, um valor 4,73% superior ao ano de 2018. A Região Sul é responsável por 65,14% do abate nacional de suínos, seguida pelas Regiões Sudeste (19,18%), Centro-Oeste (14,55%), Nordeste (0,98%) e Norte (0,1%).

**Tabela 1.** Quantitativo médio de Suínos abatidos por região em 2019.

Regiões	Jan-Mar	Abr-Jun	Jul-Set	Out-Dez	Total por Região
Norte	11.310	11.390	11.700	11.890	46.290
Nordeste	101.790	102.510	117.000	130.790	452.090
Sul	7.487.220	7.426.280	7.628.400	7.609.600	30.151.500
Sudeste	2.103.660	2.186.880	2.211.300	2.378.000	8.879.840
Centro Oeste	1.606.020	1.651.550	1.719.900	1.759.720	6.737.190
<b>Total por Trimestre</b>	<b>11.310.000</b>	<b>11.390.000</b>	<b>11.700.000</b>	<b>11.890.000</b>	<b>46.290.000</b>

Adaptado de IBGE (2019).

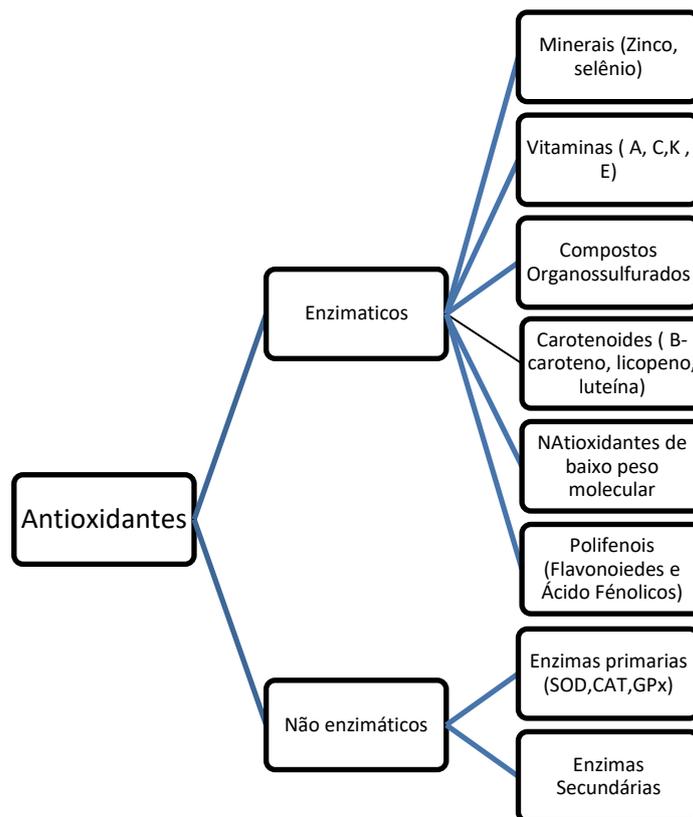
Com relação aos abates de suíno por estado, o ranking brasileiro é liderado por Santa Catarina com 29,59%, seguido de Paraná com 19,85%, Rio Grande do Sul 19,26%, Minas Gerais 11,16%, Mato Grosso 6,71%, São Paulo 4,9%, Mato Grosso do Sul 4,85%, Goiás 3,54%, Acre 0,11%, Bahia com 0,01% e Sergipe com 0,01%, os quatro maiores produtores abatem cerca de 80% de toda a produção brasileira (ABPA, 2020).

### 4. Antioxidantes

As formas atuais encontradas na produção de alimentos são através da inclusão de antioxidantes nas dietas dos animais. Os antioxidantes podem atuar de diferentes formas no organismo dos animais: Inibição da geração e sequestro de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio; capacidade de redução e quelante de mineral; inibição de enzimas oxidativas e pela ativação de enzimas antioxidantes (Huang et al., 2005; Shah et al., 2014).

Os antioxidantes podem ser encontrados de diversas formas nos alimentos, e são divididos em subgrupos denominados antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos como é mostrado na Figura 1 abaixo.

**Figura 1.** Distribuição e classificação dos antioxidantes.



Fonte: Adaptado de Miranda et al. (2014)

Um dos antioxidantes utilizado para suínos é a vitamina E, a exigência de vitamina E para suínos no final da fase de crescimento é de  $11\text{mg kg}^{-1}$  de ração segundo o NRC (1998), em níveis maiores de vitamina E 100 a  $200\text{mg kg}^{-1}$  de ração é verificado um efeito antioxidante, aumentando o tempo de vida útil da carne (Souza, 2001). Sendo assim a vitamina E como antioxidante protege os ácidos graxos mono e polinsaturados o que resulta em um aumento no tempo de vida útil da carne (Souza & Silva, 2006).

Segundo You et al. (2010), Samaranayaka e Li-Chan (2011) existem alguns peptídeos, não identificados, que ao serem hidrolisados após o processo de digestão das proteínas são capazes de realizar efeitos antioxidantes como por exemplo no sequestro de radicais de oxigênio e quelantes de metais pró-oxidantes. Os peptídeos mencionados detêm esse efeito na presença de histidina, prolina, metionina, cisteína, valina, tirosina, triptofano e fenilalanina.

Os compostos fenólicos fazem parte dos compostos antioxidantes atuando como sequestradores de radicais livres (Brewer, 2011). Algumas subclasses de compostos são os flavonoides (maior quantidade encontrada em frutas), ácidos fenólicos e taninos. Os carotenóides são outro grupo com potencial antioxidante, estes compostos são doadores de elétrons ou de hidrogênio para os radicais livres (Brewer, 2011), além disso, são capazes de atuar sobre a permeabilidade das membranas celulares, impedindo a entrada de espécies reativas no interior (Boroski et al., 2015).

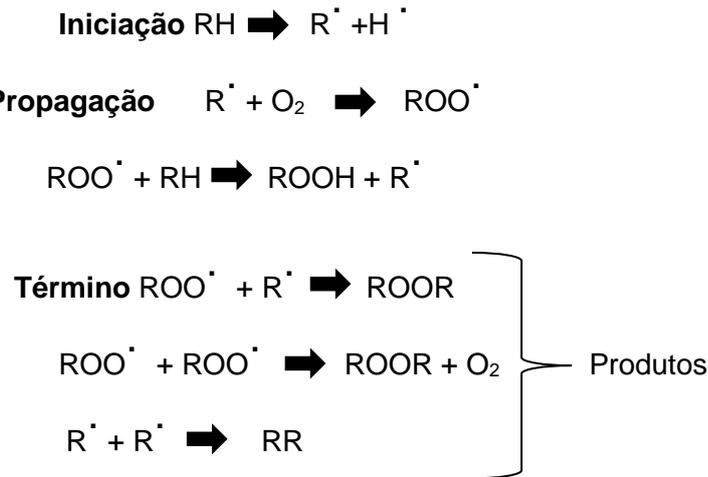
A utilização de antioxidantes na alimentação animal visa diminuir, bloquear ou cessar o efeito progressivo da oxidação lipídica que influencia negativamente no decorrer do tempo de vida útil da carne. A oxidação dos lipídios acontece de forma natural e ocorre por reações de oxirredução, promovendo alterações estruturais sobre os PUFA. Os resíduos formados oriundos dessa oxidação podem gerar aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois, hidrocarbonetos, produtos voláteis e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (Estévez & Cava, 2006). Estes produtos podem ser considerados tóxicos a depender

da quantidade de resíduo formado, mas em qualquer quantidade são indesejáveis, pois ocasiona odores relacionados à decomposição, além de diminuir a qualidade nutricional inerente ao alimento.

Os radicais livres que são formados a partir das reações de oxidação lipídica são o produto da ação direta de luz, calor, radiação e qualquer outra fonte de energia. Além disso, são estruturas com um par de elétrons desemparelhados e além de possuir uma alta instabilidade é capaz de se ligar a outras estruturas podendo até destruir células.

A Figura 2 abaixo exemplifica a sequência de reações que ocorrem com as três fases da oxidação lipídica.

**Figura 2.** Esquema Geral do mecanismo de Oxidação Lipídica.



Onde: RH – Ácido graxo insaturado; R<sup>·</sup> – Radical livre; ROO<sup>·</sup> – Radical peróxido e ROOH – Hidroperóxido. Fonte. Extraído de Farmer et al. (1942)

Na primeira etapa (Iniciação), a formação deste radical pode ocorrer de diferentes formas. O RH na equação de Iniciação é o ácido graxo insaturado que gera o R e o H como radicais livres. A fase de propagação é caracterizada pelo alto consumo de O<sub>2</sub>, Peróxidos e Hidroperóxidos nas reações além das mudanças nas características sensoriais dos alimentos. Já na fase de terminação, existe uma grande formação de peroxila que originam compostos não radicais (Zago, 2018). A partir deste ponto reações em cadeia ocorrem e geram radicais livres com formação de *off flavours* (Hamilton, 2003), resultando assim em um produto que já não pode mais ser consumido (Brasil, 2016).

Os processos de oxidação podem ser catalisados com elevação de temperatura, presença de oxigênio, enzimas, pigmentos, luz, alta atividade de água e presença de metais de transição livres. Alguns desses fatores participam dos processos que ocorrem entre a oxidação lipídica e a alteração da cor da carne, de forma que podem oxidar a molécula de ferro ou desnaturar a molécula de mioglobina (Carpenter et al., 2007).

## 5. Carne

A carne suína apresenta baixos níveis de calorias e ácidos graxos saturados, o que resulta em baixos níveis de colesterol, que garante que a qualidade desta carne seja considerada como saudável para o consumo humano (Fávero, 2001).

Segundo Moura et al. (2015), a dieta é um dos principais fatores que afeta a qualidade da carne suína, pois a inclusão de um determinado produto pode aumentar ou diminuir as quantidades dos nutrientes, com isso alterando os valores nutricionais da carne. A utilização de diferentes ingredientes na alimentação dos suínos, independente de nível ou dieta, altera significativamente a composição de cortes através da diminuição ou aumento de ácidos graxos, perfil lipídico e colesterol (Abreu et al., 2014).

Um dos exemplos disso é a utilização em excesso de rações a base de milho e soja para animais de terminação, onde podem apresentar na composição da carne um maior teor de gordura e uma baixa deposição de proteína nas carcaças (Rosa et al., 2008; Bertol et al., 2015).

Segundo Pinto (2018), atualmente houve uma inversão na forma de produzir, visto que o mercado consumidor tem exigido das empresas carnes mais magras, e estes resultados tem sido obtido com a inclusão de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e PUFA que resultaram em um aumento no tempo de prateleira da carne, garantindo mais saúde ao consumidor, além de atribuírem uma qualidade funcional ao produto.

A ação destes ácidos graxos se dá através da forma como são absorvidos, pois sua absorção é regida pelo tamanho de cadeia, ou seja, o número de carbonos do ácido graxo. Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e cadeia média (AGCM) utilizam a albumina para absorção ao atravessar o sistema portal, isto ocorre também por não serem dependentes da carnitina palmitoiltransferase (CPT-1), esta enzima é responsável pela conversão de acil-Coa em acilcarnitina (Gao et al., 2013), dessa forma o ácido é metabolizado no fígado e não adiciona peso ao animal (Figueiredo-Silva, 2012).

Já os ácidos graxos de cadeia longa (AGCL) são absorvidos através de quilomicrons. Os quilomicrons são carreados através da linfa pelo HDL e metabolizados pela Lipase Lipoproteína (LPL), que armazena gordura no tecido adiposo e fornece energia (Ladu et al., 1991), entretanto na presença de ácido linoleico (n-6) esta enzima diminui a atuação, de forma que a CPT age no organismo enviando a gordura para o interior das mitocôndrias (Park et al., 1999), gerando assim produção de energia e aumentando a lipólise no organismo (Delshad et al., 2018).

O perfil lipídico dos alimentos podem causar oxidações dos processos naturais que ocorrem na carne, de forma que são capazes de afetar as propriedades nutricionais e sensoriais da carne, reduzindo assim a *Shelf Life* e resultando também em perdas econômicas. Além de poder causar problemas relacionados a doenças através da ingestão de alimentos oxidados (Girgih et al., 2015; Bernardi et al., 2016).

Tendo em vista a importância dos antioxidantes na produção de alimentos tem se buscado produtos com esse efeito que pudessem conferir características funcionais, dentre estes alguns dos principais utilizados têm sido alho, bagaços de uva e maçã.

Rojas e Brewer (2007), utilizando diferentes produtos com potencial antioxidante para carne suína (Oleoresina de Rosemary, Sementes de Uva e Extrato de Orégano) observaram que os diferentes níveis de sementes de uva detiveram os menores valores de TBARS e não foi observado efeito sobre a cor para a\*, b\* e L, sendo o tratamento com maior inclusão (0,02%) com resultados mais significativos. Mairesse et al. (2011), ao utilizarem extrato de uva, observaram que o alto teor de polifenóis presentes na fruta foi capaz de reduzir de forma significativa os níveis malonaldeído (MDA). Resultado similar foi encontrado por Yan e Kim (2011), onde a inclusão de 3% de bagaço de uva foi capaz de proporcionar um aumento nos valores de a\* da carne, além de reduzir os valores de MDA. Segundo Lafka et al. (2007), devido a presença de compostos fenólicos nas sementes, casca e bagaço é que se tem tido um crescente interesse desta fruta na alimentação de suínos.

As maçãs segundo Alberti (2014), possuem em sua grande maioria ácidos fenólicos e flavonoides em sua composição, dentre os compostos com potencial antioxidante, além disso, é rica também em vitaminas C e E que atuam protegendo as células contra o ataque de radicais livres (Bondonno et al., 2017). O consumo regular desta fruta propicia ao organismo maiores capacidades anti-inflamatórias, antiviral, antioxidante, antisséptico, neuroprotetor, analgésico, cardioprotetor e anti-hipertensivo (Fernandes et al., 2019).

Sehm et al. (2011), ao utilizarem bagaço de maçã na dieta de suínos observaram que os compostos fenólicos presentes foram capazes de atuar positivamente sobre a microbiota intestinal, melhoraram a resposta inflamatória, aumentaram a imunidade dos animais e garantiram uma proteção sobre os parâmetros sanguíneos contra oxidações.

O alho possui um composto chamado Alicina que é um composto sulfonado com potencial antioxidante, segundo Apolinário et al. (2008), este composto é capaz de varrer do organismo os radicais livres. Além disso, também é capaz de combater placas de aterosclerose (Braga e Barleta, 2007), bloquear a oxidação do LDL através da inibição das enzimas xantina-oxidase e de eicosanoides (Apolinário et al., 2008), apresenta característica antibacteriana (Alvarenga et al., 2004), antifúngica e antiparasitária.

Omojola et al. (2009), verificaram que a utilização de alho na dieta promove menores perdas por cocção, gotejamento e cozimento, além de permitir uma redução nos teores de colesterol. Estes resultados segundo os autores se deram devido à característica protetora que o alho confere a membrana celular, resultando assim em uma maior integridade.

Silva et al. (2015) utilizando ractopamina em associação a vitamina E, observaram que todos os grupos (dieta controle; ractopamina; ractopamina em associação a diferentes níveis de vitamina E) apresentaram menores índices de oxidação, mesmo não possuindo diferença significativa entre eles, o grupo que apresentou o menor valor foi o grupo que recebeu vitaminas antioxidantes (0,10 vs 0,13mg kg<sup>-1</sup> da dieta controle) isso podem ter ocorrido devido ao fato de os antioxidantes neutralizarem os radicais livres e interromper a cadeia de reações oxidativas, tendo ação de escudo protetor ao redor de cada célula e reduzindo os danos de oxidação nos tecidos (Penny, 2004).

Wang et al. (2009), ao utilizarem *Lactobacillus fermentum* na alimentação de suínos em crescimento e terminação observaram que estas bactérias aumentavam significativamente a produção no organismo de Glutathione Peroxidase (GPx) e Superóxido Dismutase (SOD), enzimas essas no organismo que tem alta taxa de bloqueio contra a formação de radicais peróxilas, além de dismutarem radicais peróxidos e superóxidos no organismo. Outro efeito observado através da inclusão de antioxidantes endógenos é o aumento da produção de catalase nos animais que não apenas melhora significativamente o desempenho dos suínos, como também atrasa a rancidez oxidativa em carnes armazenadas (Pradhan et al. 2000).

## 6. Linguiça

O homem tem fabricado diferentes tipos de embutidos com o passar do tempo, a isso segundo Milani et al. (2003) se dá devido a busca por conservação de produto além de buscar um produto de qualidade para o mercado consumidor. Em 1500A. C. segundo Mateus (1997), já havia sido constatado um consumo de linguiças entre chineses e babilônios, entretanto foi na idade média que as variedades começaram a surgir e serem assim, comercializadas.

Estes produtos sofreram influências da região ao qual estavam inseridas, ou seja, as regiões quentes buscaram produzir produtos desidratados, enquanto que regiões mais frias originavam embutidos frescos crus ou defumados (Cabral, 2018).

No Brasil, esses produtos são fiscalizados e regularizados através de inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, e entende-se por isso que os produtos em questão para o consumo humano deve apresentar qualidade comprovada a ponto de fornecer uma segurança alimentar aos consumidores.

Segundo dados do IBGE (2010), o consumo de linguiça no Brasil é o maior entre os produtos cárneos (Figura 3), entre esses produtos estão: hambúrguer, linguiça, mortadela, presunto, salame e salsicha.

**Figura 3.** Participação dos produtos cárneos por categoria.



Fonte: Adaptado de Hue (2011).

O processo de produção destes alimentos modifica as propriedades através do uso de técnicas que trituram, adicionam condimentos, modificam cor entre outros. E isso tem o objetivo de aumentar o tempo de prateleira e vida útil, aumentando assim os restos oriundo de abates e criando nichos de mercado ao agregar valor comercial a determinadas partes que seriam consideradas como descarte (Oliveira et al., 2005).

A linguiça fresca durante seu processo de produção pode ser estocada em câmaras frias e conter ou não etapas de cura ou defumação, dessa forma as possíveis formas de contaminação que podem acometer tais produtos são as próprias carnes, água, falta de luvas na manipulação, envoltórios entre outros (Oliveira et al., 1992).

Segundo Nespolo et al. (2015), a indústria utiliza de aditivos com intuito de prolongar o tempo de prateleira dos produtos comercializados, garantindo assim a conservação do alimento. Dentre estes aditivos utilizados podem ser citados conservantes, acidulantes, reguladores de acidez, sais, álcoois, polióis, açúcares e principalmente, antioxidantes.

Maciel et al. (2012), abordam que devido a informação ser mais facilmente disseminada entre a população, levou a indústria por pressão do mercado consumidor a substituir aditivos artificiais por naturais nos alimentos, essa substituição gerou lucros a indústria pois houve uma melhor e maior aceitação dos produtos naturais, minimizando efeitos colaterais que pudessem ser causados por aditivos químicos (Georgantelis et al., 2007; Scherer et al., 2009).

Dessa forma, a indústria passou a buscar cada vez mais substituintes naturais de origem vegetal no decorrer dos anos. Vários trabalhos foram realizados corroborando tais efeitos de *Shelf life* nos alimentos utilizando Chá de Catequinas (Rababah et al., 2004), Casca de Batata (Kanatt et al., 2005), Canola (Vuorela et al., 2005), Cogumelos comestíveis (Vaz et al., 2011), Semente de uva (Kulkarni et al., 2011) e Hortelã (Biswas et al., 2012).

Laissmann e Borsoi (2019) ao utilizarem extrato etanólico de erva-mate em linguiças suínas do tipo fresca observaram que houve uma atividade antimicrobiana além de não haver influencias negativas sobre a cor das carnes. Prete (2016) ao fornecer óleo essencial de orégano em linguiças frescas constatou uma alta atividade oxidante devido aos altos níveis de compostos fenólicos, além disso permitiu um produto de qualidade mesmo com 28 dias de armazenamento.

Stefanelo et al. (2015), utilizando extrato de cogumelo do sol em níveis crescentes de 0; 0,5; 1 e 2% em linguiças suínas, observaram que os resultados se mantiveram diferentes apenas com o tratamento de 2%, onde este foi capaz de estender por 21 dias a vida útil de armazenamento. Apesar de não ter detido efeito sobre a estabilidade microbiológica este também não influenciou sobre a composição centesimal de controle e qualidade do produto.

A utilização de tais produtos em embutidos ou alimentos processados se dá também não apenas pela questão do efeito positivo que pode adicionar à carne, mas também diminuir a velocidade de oxidação lipídica, visto que esta oxidação contribui para o aparecimento de crescimento microbiano que podem afetar o flavor, textura e cor, além de poder transmitir doenças via alimentos (Cabral, 2018). Isto significa que a utilização de antioxidantes é de fundamental na confecção do produto, pois garante a durabilidade do embutido, assim como à satisfação e saúde dos consumidores.

## 7. Hambúrguer

De acordo com a normativa de 31 de julho de 2000 do MAPA, o hambúrguer é um produto cárneo industrializado oriundo da carne moída de animais de açougue, com ou sem tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a um processo tecnológico adequado. Ele é moído na seção de salsicharia, onde é condicionado e adicionado, podendo ser reestruturado (Venturini et al., 2007). Além disso, pode ser fornecido ao consumidor na forma cru, cozido, frito, congelado ou resfriado. A legislação permite o acréscimo de até 30% de carne mecanicamente separada na confecção de hambúrguer cozido e de 4% de proteína não cárnea (Schmidt et al., 2014).

Em sua composição deve conter carne de diferentes espécies de açougue, e podem conter gordura animal, vegetal, água, sal, proteínas, leite, aditivo entre outros. A Tabela 2 mostra os valores máximos ou mínimos que devem conter na confecção deste produto segundo normatização de Brasil (2000).

**Tabela 2.** Conteúdo Mínimo e Máximo de nutrientes no Hambúrguer.

Nutriente	Teor (%)	Requisito
Proteína	15	Mínimo
Gordura	23	Máximo
Carboidratos	3	Máximo
Cálcio	0,1-0,45*	Máximo

\*0,1 hambúrguer cru; 0,45 hambúrguer cozido. Fonte: Brasil.

A inclusão de antioxidantes na produção de hambúrgueres é capaz de incrementar o tempo de prateleira, no hambúrguer de carne suína este antioxidante torna-se imprescindível visto que os ácidos graxos que compõem a carne suína são em sua maioria insaturados (Botsoglou et al., 2014), além disso com a exposição aos processos de moagem, e congelamento tornam esse alimento muito mais susceptível a oxidação lipídica (Schmidt et al., 2014).

Phillips et al. (1991), ao suplementarem vitamina E (170 ppm) para suínos por 6 semanas observaram uma diferença significativa no teor de malonaldeído em hambúrguer salgado e não salgado após 6 dias de refrigeração em comparação aos animais que consumiram 48ppm de Vitamina E, de acordo com os autores este resultado se deu devido a capacidade antioxidante da vitamina E que protege as células contra a ação dos radicais livres. Segundo Jensen (1998), a utilização de Vitamina E na alimentação de suínos é capaz de diminuir em até 40% a presença de malonaldeído, prolongando assim o tempo de prateleira destes produtos armazenados sob refrigeração.

## 8. Considerações Finais

A oxidação lipídica dos alimentos é um dos maiores problemas relacionados à qualidade da carne atualmente. O resultado disto acarreta numa série de fatores que juntos inviabilizam o consumo e oferecem risco ao consumidor. Os antioxidantes nas rações e nos embutidos favorecem o controle desta oxidação e conferem mais saúde, de forma que tais aditivos despertam o interesse da indústria.

O fornecimento dos antioxidantes garante uma melhor resposta imune dos animais, melhores índices zootécnicos, produtos mais saudáveis e longevos, além de atender as exigências do mercado consumidor que busca segurança e qualidade através da utilização de produtos de origem vegetal.

## Referências

- ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal). (2020). Relatório anual. <http://abpa-br.org/relatorios/>
- Abreu, R. C., Alves, F. V., Coelho, R. G., Kiefer, C., Marçal, D. A. & Rodrigues, G. P. (2014). Lipid profile of meat and fat of pigs fed with pearl millet. *Ciência Rural*, 44 (1), 135-140.
- Alberti, A. (2014). Compostos fenólicos da maçã: extração, perfil e classes fenólicas, atividade antioxidante, processamento e avaliação termoanalítica. 140 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Alvarenga, L. C., Paiva, P. C. A., Banys, V. L., Collao-Saenz, E. A., Rabelo, A. M. G. & Rezende, C. A. P. (2004). Alteração da carga de carrapatos de bovinos sob a ingestão de diferentes níveis do resíduo do beneficiamento do alho. *Ciência e Agrotecnologia*, 28 (4), 906-912.
- Apolinário, A. C., Monteiro, M. M. O., Pachú, C. O. & Dantas, I. C. (2008). *Allium sativum* L. como agente terapêutico para diversas patologias: uma revisão. *Biofar, Revista de Biologia e Farmácia*, 2 (1), 1-6.
- Bernardi, D. M., Bertol, T. M., Pflanzner, S. B., Sgarbieri, V. C., Pollonio, M. A. R. (2016).  $\omega$ -3 in meat products: benefits and effects on lipid oxidative stability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (8), 2620-2634.
- Bertol, T.M., Oliveira, E. A., Coldebella, A., Kawski, V. L., Scandolera, A. J., Warpechowski, M. B. (2015). Meat quality and cut yield of pig slaughtered over 100kg live weight. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67(4):1166-1174.
- Biswas, A. K., Chatli, M. K. & Sahoo, J. (2012). Antioxidant potential of curry (*Murrayakoenigii* L.) and mint (*Menthaspicata*) leaf extracts and their effect on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storage. *Food Chemistry*, 133 (2), 467-472.
- Bondonno, N. P., Bondonno, C. P., Ward, N. C., Hodgson, J. M. & Croft, K. D. (2017). The cardiovascular health benefits of apples: Whole fruit vs. isolated compounds. *Trends In Food Science & Technology*, 69:243-256.
- Boroski, M., Visentainer, J. V., Cottica, S. M. & Morais, D. R. (2015). Antioxidantes: princípios e métodos analíticos. 141 p.
- Braga, A. D. A & Barleta, A. V. C. N. (2007). Alimento funcional: uma nova abordagem terapêutica das dislipidemias como prevenção da doença aterosclerótica. Caderno UniFOA, ano 2, n. 3.
- Brasil, Resolução RDC nº 123, de 04 de Novembro de 2016. Órgão emissor: ANVISA – Agência nacional de vigilância sanitária.
- Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Aprovado pelo Decreto nº 30.691 de 29-03-52, alterado pelos Decretos nos 1.255 de 25-06-62, 1.236 de 02-09-94, no 1.812 de 08-02-96 e no 2,244 de 05-06-97). DIPOA-MAPA, Brasília-DF, 1997, 241p.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer. Instrução Normativa nº 20, 31 de julho de 2000.
- Brewer, M. S. (2011). Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10 (4), 221-247.
- Cabral, N. O. (2018). Avaliação do extrato de pimenta chapéu-de-frade (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*) em linguiça frescal suína. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Cava, G. (2007). Efeito da adição de extrato de alecrim e alho em pó nos parâmetros de cor e oxidação lipídica de produto cárneo emulsionado à base de frango. 178 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, SP.
- Decker, E. A., Akoh, C. C. & Wilkes, R. S. (2012). Incorporation of (n-3) fatty acids in foods: challenges and opportunities. *The Journal of Nutrition*, 142 (3), 610-613.
- Delshad, E., Ayati, Z., Rakhshandeh, H., Sasanezhad, P. & Yousefi, M. (2018). Medical uses of *Carthamus tinctorius* L. (Safflower): a comprehensive review from Traditional Medicine to Modern Medicine. *Electronic Physician*, 10 (4), 6672-6681.
- Estevez, M. & Cava, R. (2006). Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: contradictory effects in different frankfurters. *Meat Science*, 72 (2), 348-355.
- Farmer, E. H., Bloomfield, G. F., Sundralingam, A. & Sutton, D. A. (1942). The course and mechanism of autoxidation reactions in olefinic and polyolefinic substances, including rubber. *Transactions Of The Faraday Society*, 38, 348-356.
- Favero, A. J. (2001). Carne suína de qualidade: Uma exigência do consumidor moderno.
- Fernandes, R. C., Anami, J. M., Steffens, C. A. (2019). Maçã: compostos fenólicos e saúde. *Revista interdisciplinar de estudos em saúde da UNIARP*, 9 (2), 29:33.

- Figueiredo-Silva, A. C., Geurden, I., Kaushik, S., Médale, F., Schrama, J. W. & Terrier, F. (2012). Link between lipid metabolism and voluntary food intake in rainbow trout fed coconut oil rich in medium-chain TAG. *British Journal of Nutrition*, 107, 1714-1725.
- Gao, S., Hegardt, F. G., Keung, W., Lopaschuk, G. D. & Serra, D. (2013). Important role of ventromedial hypothalamic carnitine palmitoyltransferase-1a in the control of food intake. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 305, 336-347.
- Georgantelis, D., Blekas, G., Katikou, P., Ambrosiadis, I. & Fletouris, D. J. (2007). Effect of Rosemary extract, chitosan and  $\alpha$ -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science*, 75 (2), 256-264.
- Girgih, A. T., He, R., Hasan, F. M., Udenigwe, C. C., Gill, T. A. & Aluko, R. E. (2015). Evaluation of the *in vitro* antioxidant properties of a cod (*Gadus morhua*) protein hydrolysate and peptide fractions. *Food chemistry*, 173, 652-659.
- Hamilton, R. J. Oxidative rancidity as a source of off-flavours. (2003). *Taints and Off-flavours in Foods*, (1), 140-161.
- Huang, D., Boxin, O. U. & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6), 1841-1856.
- Hue, C.K. 2011. O mercado de frios no Brasil: uma estimação de demanda a partir de um modelo aids em três estágios. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Finanças e Economia, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. Estatística da Produção Pecuária Janeiro de 2019
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. Estatística da Produção Pecuária Abril de 2019
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. Estatística da Produção Pecuária Julho de 2019
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. Estatística da Produção Pecuária Outubro de 2019
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tabelas de composição nutricional de alimentos consumidos no Brasil, IN: Pesquisa de Orçamento Familiar 2008-2009, 2010.
- Jensen, C., Skibsted, L. H. & Bertelsen, G. (1998). Oxidative stability of frozen stored raw pork chops, chill stored pre-frozen raw pork chops, and frozen stored pre-cooked sausages in relation to dietary CuSO<sub>4</sub>, rape seed oil and vitamin E. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 207, 363-368.
- Kanatt, S. R., Chander, R., Radhakrishna, P. & Sharma, A. (2005). Potato peel extract-a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in radiation processed lamb meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (5), 1499-1504.
- Kulkarni, S., Desantos, F. A., Kattamuri, S., Rossi, S. J. & Brewer, M. S. (2011). Effect of grape seed extract on oxidative, color and sensory stability of a pre-cooked, frozen, re-heated beef sausage model system. *Meat Science*, 88 (1), 139-144.
- Ladu, M. J., Kapsas, H. & Palmer, W. K. (1991). Regulation of lipoprotein lipase in adipose and muscle tissue during fasting. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 260, 953-959.
- Lafka, T. I., Sinanoglou, V. & Lazos, E. S. (2007). On the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from winery wastes. *Food Chemistry*, 104 (3), 1206- 1214.
- Laissmann, E. J. J. & Borsoi, C. (2019). Avaliação do potencial conservante do extrato etanólico de erva-mate aplicado em linguiça suína fresca. *Atena*, Ponta Grossa, 3, 20-33.
- Maciel, M. J., Paim, M. P., Carvalho, H. H. C. & Wiest, J. M. (2012). Avaliação do extrato alcoólico de hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.) como fator de proteção antibacteriana e antioxidante. *Revista Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo.
- Mairesse, G. D., Benet, M., Méteau, K., Juin, H., Durand, D. & Mourot, J. (2011). Effect of plant antioxidant in n-3 polyunsaturated fatty acid-enriched diet on fatty acid composition and sensorial attributes of dry-cured ham. *International Journal of Food Science and Technology*, 46 (12), 2656-2662.
- Milani, L. I. G., Fries, L. L. M., Paz, P. B., Belle, M. & Terra, N. N. (2003). Chicken sausages bioprotection. *Food Science and Technology*, 23, 161-166.
- Miranda, R. C., Schieferdecker, M. E. M. & Schmidt, S. T. (2014). The use of dietary survey methods for the assessment of antioxidant intake. *Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição*, 39 (1), 154-165.
- Moura, J. W. F., Alves, M. G. M., Batista, A. S. M. & Medeiros, F. M. (2015). Fatores Influenciadores na Qualidade da Carne Suína. *Revista Científica de Produção Animal*, 17(1):18-29.
- National Cancer Institute (INCA). (2015). OMS classifica carnes processadas como cancerígenas.
- Nespolo, C. R., Oliveira, F. A., Pinto, F. S. T. & Oliveira, F. C. (2015) Práticas em tecnologia de alimentos. Porto Alegre: *Artmed*.
- NRC. Nutrient requirements of swine. (10a ed.), National Academy, (1998). 210p.
- Oliveira, L. A. T., Franco, R. M. & Carvalho, J. C. A. P. (1992) Enterobacteriaceae em especiarias utilizadas na elaboração de embutidos cárneos. *Higiene Alimentar*, 6 (22), 27-33.
- Oliveira, M. J., Araújo, W. M. C. & Borgo, L. A. (2005) Quantificação de nitrato e nitrito em linguiças do tipo fresco. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25 (4), 736-742.
- Omojola, A. B., Fagbua, S. S. & Ayeni, A. A. (2009) Cholesterol content, physical and sensory properties of pork from pigs fed varying levels of dietary garlic (*Allium sativum*). *World Applied Sciences Journal*, 6 (7), 971-975.

- Park, Y., Albright, K. L., Storkson, J. M., Liu, W. & Pariza, M. W. (1999) Evidence that conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids*, 34, 235-241.
- Penny, P. (2004) Elevação dos teores de DHA ômega-3 e selênio na carne suína: agregando valor para consumidores e produtores. *Porkworld*, 1 (22), 66-69.
- Phillips, A. L., Faustman, C., Lynch, M. P., Govoni, K. E., Hoagland, T. A. & Zinn, S. A. (2001) Effect of dietary  $\alpha$ -tocopherol supplementation on color and lipid stability in pork. *Meat Science*, 58, 389-393.
- Pinto, J. H. E. (2018) Altos Pesos De Abate – Uma Tendência Mundial.
- Pradhan, A. A., Rhee, K. S. & Hernández, P. (2000) Stability of catalase and its potential role in lipid oxidation in meat. *Meat Science*, 54, 385–390.
- Prete, R. O. (2016) Caracterização e aplicação de óleo de orégano como antioxidante natural em linguiça suína frescal. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. & Gordon, M. (2001) Antioxidants in food – Practical Applications. CRC Press.
- Rababah, T., Hettiarachchy, N., Horax, R., Eswaranandam, S., Mauromous-Takos, A., Dickson, J. & Niebuhr, S. (2004) Effect of electron beam irradiation and storage at 5 degrees C on thiobarbituric acid reactive substances and carbonyl contents in chicken breast meat infused with antioxidants and selected plant extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (26), 8236-8241.
- Rojas, M. C. & Brewer, M. S. (2007) Effect of Natural Antioxidants on Oxidative Stability of Cooked, Refrigerated Beef and Pork. *Journal Of Food Science*, 72 (4), 282-288.
- Rosa, A. F., Gomes, J. D. F., Martelli, M. R., Sobral, P. J. A. & Lima, C. G. (2008) Qualidade da carne de suínos de três linhagens genéticas comerciais em diferentes pesos de abate. *Ciência Rural*, 38 (5), 1394-1401.
- Samaranayaka, A. G. P. & Li-Chan, E. C. Y. (2011) Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications. *Journal of Functional Foods*, 3 (4), 229-254.
- Scherer, R., Wagner, R., Duarte, M. C. T. & Godoy, H. T. (2009). Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 4 (11), 442-449.
- Schmidt, M. M. (2014). Avaliação da atividade antioxidante de extrato de inflorescência de bananeira (*Musa cavendishii*) e sua aplicação em hambúrguer de carne suína. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Sehm, J., Treutter, D., Linder Mayer, H., Meyer, H. H. D. & Pfaffl, M. W. (2011). The Influence of Apple- or Red-Grape Pomace Enriched Piglet Diet on Blood Parameters, Bacterial Colonization, and Marker Gene Expression in Piglet White Blood Cells. *Food and Nutrition Sciences*, 2 (4), 366-376.
- Shah, M. A., John, S., Bosco, D. & Mir, S. A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98 (1), 21-33.
- Shahidi, F., Rubin, L. T., Diosady, L. L., Kassam, N., Li Sui Fong, J. C. & Wood, D. (1986). Effect of sequestering agents on lipid oxidation in cooked meals. *Food Chemistry*, 21, 145-152.
- Silva, R. A. M., Pacheco, G. D., Vinokurovas, S. L., Oliveira, E. R., Gavioli, D. F., Lozano, A. P., Agostini, P. S., Bridi, A. M. & Silva, C. A. Associação de ractopamina e vitaminas antioxidantes para suínos em terminação. *Ciência Rural*, 45 (2), 311-316.
- Souza, V. L. F. (2001) A influência de dietas suplementadas com vitamina E desde o crescimento e terminação do suíno até o presunto cozido no seu período de validade: índices zootécnicos, estabilidade oxidativa, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol. 222 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.
- Souza, V. L. F. & Silva, R. S. S. F. (2006). Dietary vitamin E supplementation on cholesterol and cholesterol oxides of pig meat and cooked ham. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49, 197-205.
- Stefanello, F. S., Cavalheiro, C. P., Ludtke, F. L., Silva, M. S., Fries, L. L. M. & Kubota, E. H. (2015) Efeito da adição de extrato de cogumelo do sol em linguiça suína e avaliação da estabilidade oxidativa e microbiológica do produto. *Semina: Ciências Agrárias*, 36 (1), 171-186.
- Vaz, J. A., Barros, L., Martins, A., Santos-Buelga, C., Vasconcelos, M. H., & Ferreira, I. C. F. R. (2011) Chemical composition of wild edible mushrooms and antioxidant properties of their water soluble polysaccharidic and ethanolic fractions. *Food Chemistry*, 126 (2), 610-616.
- Venturini, K. S., Sarcinelli, M. F., Silva, L. C. 2007. Processamento da Carne Bovina. Boletim Técnico.
- Vuorela, S., Salminen, H., Makela, M., Kivikari, R., Karonen, M. & Heinonen, M. (2005) Effect of plant phenolics on protein and lipid oxidation in cooked pork meat patties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 539 (22), 8492-8497.
- Wang, A. N., Yi, X. W., Yu, H. F., Dong, B. & Qiao, S. Y. (2009) Free radical scavenging activity of *Lactobacillus fermentum* in vitro and its antioxidative effect on growing-finishing pigs. *Journal Of Applied Microbiology*, 107 (4), 1140-1148.
- Weber, G. M. & Antipatis, C. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. 2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína 5 de Novembro a 6 de Dezembro de 2001 — Concórdia, SC, Brasil.
- Yan, L. & Kim, I. H. (2011) Effect of dietary grape pomace fermented by *saccharomyces boulardii* on the growth performance, nutrient digestibility and meat quality in finishing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24 (12), 1763-1770.
- You, L., Regenstein, J. M. & Liu, R. H. (2010) Optimization of hydrolysis conditions for the production of antioxidant peptides from fish gelatin using response surface methodology. *Journal of food science*, 75 (6), 582-587.
- Zago, G. R. (2018) Estabilidade oxidativa de linguiça tipo toscana com extrato liofilizado de casca de romã (*Punica granatum L.*). 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.