UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MARIA VICTORIA BIASON

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MORTADELA DESENVOLVIDA COM MICROCRISTAIS DE CURCUMINA E CARMIM DE COCHONILHA

CAMPO MOURÃO

2021

MARIA VICTORIA BIASON

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MORTADELA DESENVOLVIDA COM MICROCRISTAIS DE CURCUMINA E CARMIM DE COCHONILHA

Physical-chemical characterization of mortadella developed with curcumin and cochonilla carmine microcrystals

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Adriana Aparecida Droval.
.

CAMPO MOURÃO

2021

4.0 Internacional

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MARIA VICTORIA BIASON

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MORTADELA DESENVOLVIDA COM MICROCRISTAIS DE CURCUMINA E CARMIM DE COCHONILHA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Nome do Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 01/dezembro/2021

_____

Adriana Aparecida Droval
Doutorado em Ciência de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

_____

Leila Larisa Medeiros Marques
Doutorado em Ciências Farmacêuticas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

_____

Renata Hernandez Barros Fuchs
Doutorado em Ciência de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder força e coragem para enfrentar e superar todos os desafios.

Agradeço a minha mãe Cristiane Milene Biason por sempre me incentivar, me amparar e nunca desistir de mim. O meu amor por você me dá forças para seguir a vida. Não há palavras que expressam minha gratidão a você. Obrigada Mamis.

Aos meus irmãos, João e Pedro e minha vó Cida, que me apoiaram e incentivaram durante essa jornada, sem vocês nada disso seria possível.

As minhas tias Priscila, Tatiane e Nenda que me apoiaram e auxiliaram para a realização desse sonho.

As minhas amigas e irmãs, Nathália e a Jheniffer por sempre acreditar em mim, me incentivar e me apoiar, as levarei para sempre em meu coração.

Aos meus amigos em geral que fiz durante toda a graduação e se tornou minha família em Campo Mourão, em especial as minhas amigas e agora colegas de profissão que sempre me ajudaram, em especial: Rafaela, Carol, Jacqueline, Camila e Hellen.

A Kayane que passou dias e noites comigo no laboratório para a realização desta pesquisa, muito obrigada!

Aos meus professores que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a profissional que me tornei. Minha eterna admiração a cada um.

A minha querida orientadora, Adriana Droval, por toda paciência e conhecimento compartilhado, desde quando comecei na Iniciação Científica, esse trabalho só foi possível graças a você.

A banca avaliadora, Renata e Leila por todas as sugestões que só contribuíram com que este trabalho.

A todos vocês, minha eterna gratidão!

RESUMO

A mortadela é produto cárneo emulsionado cozido, um embutido bastante popular, de sabor peculiar e muito apreciado no Brasil. Sua composição pode ter em torno de 30% de gordura, dependendo da formulação, e esse alto teor pode levar a alterações indesejadas durante seu armazenamento, como a reação de oxidação. Com o intuito de retardar esse processo, necessita-se a adição de antioxidantes, como o eritorbato de sódio, o mais utilizado em produtos cárneos industrializados. No entanto, atualmente os consumidores estão optando por alimentos saudáveis e naturais e com isso as indústrias estão substituindo aditivos sintéticos por ingredientes naturais em suas formulações. Este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e oxidação lipídica de mortadelas contendo microcristais de curcumina, um antioxidante natural, com adição do corante natural carmim de cochonilha. Foram elaboradas duas formulações, F1 e F2, ambas adicionadas de microcristais de curcumina (0,002%) e carmim de cochonilha (0,01%), porém à F2 o antioxidante sintético, eritorbato de sódio (0,25%) também foi acrescentado. Durante 60 dias foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: pH, cor objetiva (L*, a* e b*), capacidade de retenção de água (CRA), oxidação lipídica e perfil de textura (TPA). Os resultados obtidos demonstram a possibilidade de se excluir eritorbato de sódio de formulações contendo microcristais de curcumina. Não houve diferença significativa em relação a oxidação lipídica entre as amostras, apresentando ao final de 60 dias um valor de 0,11 mg de $MDA.kg^{-1}$ e 0,10 mg de $MDA.kg^{-1}$ para F1 e F2, respectivamente. Em relação às demais características físico-químicas estudadas também não houve diferenças significativa relevantes entre as amostras F1 e F2, e nem entre os tempos de armazenamentos avaliados, e os valores médios obtidos para pH, CRA, cor objetiva (L*, a* e b*) e TPA foram os esperados para este tipo de embutido cárneo cozido.

Palavras-chave: cúrcuma; antioxidante; corante; mortadelas; natural.

ABSTRACT

Mortadella is an emulsified cooked meat product, a very popular sausage, with a peculiar flavor and much appreciated in Brazil. Its composition can have around 30% fat, depending on the formulation, and this high content can lead to unwanted changes during its storage, such as the oxidation reaction. In order to delay this process, it is necessary to add antioxidants, such as sodium erythorbate, the most used in industrialized meat products. However, currently consumers are opting for healthy and natural foods and with this industries are replacing synthetic additives with natural ingredients in their formulations. This work aimed to evaluate the physicochemical characteristics and lipid oxidation of mortadella containing microcrystals of curcumin, a natural antioxidant, with the addition of the natural cochineal carmine dye. Two formulations were prepared, F1 and F2, both added with microcrystals of curcumin (0.002%) and cochineal carmine (0.01%), but to F2 the synthetic antioxidant, sodium erythorbate (0.25%) was also added. During 60 days, the following physicochemical analyzes were carried out: pH, objective color (L*, a* and b*), water retention capacity (CRA), lipid oxidation and texture profile (TPA). The results obtained demonstrate the possibility of excluding sodium erythorbate from formulations containing microcrystals of curcumin. There was no significant difference in relation to lipid oxidation between the samples, showing, at the end of 60 days, a value of 0.11 mg of $MDA.kg^{-1}$ and 0.10 mg of $MDA.kg^{-1}$ for F1 and F2, respectively. In relation to the other physicochemical characteristics studied, there were also no relevant significant differences between samples F1 and F2, nor between the storage times evaluated and the mean values obtained for pH, CRA, objective color (L*, a* and b *) and TPA were expected for this type of cooked meat sausage.

Keywords: turmeric; antioxidant; dye; mortadellas; natural.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mecanismos de ação de antioxidantes primários 16
Figura 2 - Rizomas de cúrcuma in natura e em pó 17
Figura 3 - Estrutura química da curcumina 18
Figura 4 – Estrutura química do carmim de cochonilha 19
Figura 5 - Fluxograma para obtenção dos microcristais 22
Figura 6 - Fluxograma da produção das mortadelas 24
Figura 7 - Formulações de mortadela no dia 0 (a) F1, (b) F2 26
Figura 8 – Formulações de mortadela no dia 60 (a) F1, (b) F2 27
Figura 9 - Análise de componentes principais (PCA) para a avaliação 30
Figura 10 - Representação gráfica dos parâmetros de textura das amostras em relação aos dois componentes principais 33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes e aditivos utilizados nas formulações de mortadelas (F1 e F2) 23
Tabela 2 – Resultados de análises físico-químicas realizadas em amostras contendo microcristais de curcumina e microcristais de curcumina e eritorbato de sódio 28
Tabela 3 - Correlações (coeficientes de correlação de Pearson) entre os parâmetros físico-químicos e os dois primeiros componentes principais 30
Tabela 4 - Resultados da análise de oxidação lipídica em amostras contendo microcristais de curcumina e microcristais de curcumina e eritorbato de sódio 31
Tabela 5 - Parâmetros de textura realizados em amostras contendo microcristais de curcumina e microcristais de curcumina com eritorbato de sódio 31
Tabela 6 - Correlações entre os parâmetros de textura e os dois primeiros componentes principais 32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 OBJETIVOS 11
2.1 Objetivo geral 11
2.2 Objetivos específicos 11
3 JUSTIFICATIVA 12
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 13
4.1 Embutidos cárneos 13
4.2 Emulsão 14
4.3 Aditivos cárneos 15
4.4 Antioxidante 16
4.5 Cúrcuma 17
4.6 Microcristais de curcumina 18
4.7 Carmim de cochonilha 19
5 METODOLOGIA 21
5.1 Materiais 21
5.2 Microcristais de curcumina 21
5.3 Produção das mortadelas 22
5.4 Análises físico-químicas 24
5.4.1 Potencial hidrogeniônico (pH) 24
5.4.2 Cor objetiva 25
5.4.3 Capacidade de retenção de água (CRA) 25
5.4.4 Oxidação lipídica 25
5.4.5 Perfil de textura (TPA) 25
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES 26
6.1 Produção das mortadelas 26
6.2 Análises físico-químicas 27
7 CONCLUSÃO 34
REFERÊNCIAS 35

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Agência Brasileira de Indústria Alimentícia (ABIA, 2016), no ano de 2016 o Brasil ficou em primeiro lugar no ranking de exportação mundial de carne e em segundo lugar em exportação de alimentos processados. No mesmo ano, o faturamento nacional foi de 614,3 bilhões com 81% para o setor de alimentos. A exportação de carnes e derivados foi para 154 países. Com esse cenário apresentado, é evidente que a produção de carnes no país apresenta grande influência no âmbito financeiro.

Além disso, segundo Lima *et al*. (2015), o maior consumo de carne suína ocorre na forma de produtos industrializados, aproximadamente 70% do consumo suinícola é efetuado dessa maneira, sendo assim, somente 30% é consumido in natura.

Os principais derivados produzidos são os embutidos cozidos como mortadelas, salsichas, presunto e apresuntados, e se destacam o consumo de hambúrgueres, carnes secas, produtos curados maturados e os defumados. A industrialização visa aumentar a vida de prateleira e diversificar o uso e consumo da carne, além de agregar valor à cortes menos nobres, miúdos comestíveis e retalhos (MURAOKA *et al*., 2019).

Dentre os embutidos cárneos cozidos comercializados no Brasil, destaca-se a mortadela por se tratar de um alimento de preço acessível e consumo rápido (ANDRADE, 2012). De acordo com a legislação, entende-se por mortadela, o produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão das carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido ao tratamento térmico adequado (BRASIL, 2000b).

Os produtos cárneos emulsionados, como as mortadelas e salsichas, são consideradas emulsões não verdadeiras, devido ao diâmetro dos glóbulos de gordura, que geralmente são maiores do que em uma emulsão clássica. Ou seja, não se enquadram na definição clássica para emulsão, onde dois líquidos imiscíveis estão dispersos no estado coloidal. Porém apresentam similaridades às emulsões verdadeiras em relação à estrutura e propriedades físicas da massa, e essa propriedade é conferida principalmente às proteínas miofibrilares que emulsionam os glóbulos de gordura que se encontram na fase dispersa (MOREIRA, 2005).

A maioria dos embutidos emulsionados cozidos possuem entre 20 e 30% de gordura em sua composição e, consequentemente, dentre as principais alterações que ocorrem durante a vida de prateleira destes produtos, destacam-se as reações de oxidação, precisamente a rancidez oxidativa. Esta ocorre quando as gorduras dos produtos cárneos ficam expostas ao oxigênio do ar e resulta na produção de sabor e odor desagradáveis aos produtos. Este sabor e odor são característicos da presença de aldeídos, ácidos e cetonas formados durante a oxidação e decomposição dos ácidos graxos (RICARDO, 2008).

Para retardar os fenômenos de oxidação e manter suas características sensoriais, é necessário adicionar antioxidantes, que podem estar presentes na forma natural ou intencional nos alimentos (ANDREO; JORGE, 2006). Esses antioxidantes devem ser utilizados respeitando os limites máximos permitidos pela legislação (BRASIL, 2019).

O eritorbato de sódio é o antioxidante sintético mais utilizado em produtos cárneos, o qual contempla todos os requisitos para aplicação de compostos antioxidantes em produtos alimentícios, pois não altera as características sensoriais, previne a oxidação por diversos agentes oxidantes e apresenta atividade mesmo em baixas concentrações (ANTONIO; DONDOSSOLA, 2015).

Ao longo dos anos é crescente o receio em relação ao uso dos antioxidantes sintéticos na indústria de alimentos, devido a possibilidade desses antioxidantes apresentarem alguma toxidez (FERNANDES, 2019). Desse modo, há muito tempo estudos sobre o uso de ingredientes naturais nos produtos industrializados se fazem presentes, visto que uma parte da população preocupada com a sua saúde e bem-estar não se sente confortável em consumir esses alimentos industrializados contendo aditivos sintéticos (BRUNO, 2019). A crescente expectativa de vida e aumento das informações sobre a saúde levam o consumidor a procurar cada vez mais uma alimentação saudável para se prevenir de doenças. Os avanços da ciência permitem um estudo melhor sobre as propriedades dos alimentos. Diversas ervas e especiarias culinárias já foram relatadas por possuírem atividades antioxidantes, sugerindo, inclusive, potencial benéfico à saúde humana (VIUDA-MARTOS *et al*., 2011; YANISHLIEVA *et al*., 2006).

Os antioxidantes naturais são extraídos de plantas e vegetais, alguns deles usados há muitos anos como especiarias. Possuem alto poder antioxidante, podendo ser usados para conservar alimentos, como por exemplo, a *Curcuma longa*, uma das

alternativas com grande potencial. Da cúrcuma pode-se extrair um polifenol hidrofóbico nominado de curcumina, que tem sido utilizada há tempo na medicina tradicional e em países asiáticos como a Índia e a China, como tempero e corante alimentício (MURAOKA *et al*., 2019; HU *et al.*, 2013).

A cúrcuma que também é conhecida como açafrão-da-terra, gengibre dourado, mangarataia, dentre outros nomes, é um rizoma que possui substâncias corantes e óleos essenciais de excelentes qualidades técnicas e sensoriais (DORNELLAS, 2016), além de apresentar características antioxidante e antimicrobiana, que são de grande interesse para a indústria alimentícia (WANG *et al*., 2009). Desta forma, é cada vez mais necessário pesquisas para identificar substâncias naturais, com o potencial de diminuir ou substituir a utilização de antioxidantes sintéticos em alimentos industrializados (FERNANDES, 2019).

Na literatura há relatos que confirmam a ampla variedade de benefícios que a curcumina apresenta, no entanto, sua baixa solubilidade em água dificulta a aplicação da mesma como aditivo alimentar (CARVALHO, 2014). A curcumina é um pó praticamente insolúvel em água a pH neutro e parcialmente solúvel em pH alcalino (CHIGNELL *et al*., 1994). Assim, é necessário aplicar a técnica de microcristalização para que a curcumina se torne solúvel em meio aquoso (SANTOS *et al*., 2019).

Apesar de todo seu potencial antioxidante e antimicrobiano, quando a curcumina é utilizada em embutidos, promove a formação de uma coloração desagradável, conforme verificado por Muraoka *et al*. (2019), sendo que seu uso em associação com outros corantes naturais pode ser um alternativa para melhorar a aparência desse tipo de produto. O ácido carmínico é um corante natural, principal pigmento que pode ser extraído a partir dos corpos secos de fêmeas do *Dactylopius coccus*, espécie de inseto cochonilha, utilizando água, etanol (ORDOUDI *et al*., 2018)

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar as características físico-químicas de mortadela desenvolvida com microcristais de curcumina e carmim de cochonilha armazenadas durante 60 dias.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver duas formulações de mortadelas, sendo uma controle, denominadas de: F1 – com microcristais de curcumina e carmim de cochonilha sem adição de antioxidante sintético (Eritorbato de sódio) e F2 - Controle - com microcristais de curcumina e carmim de cochonilha com adição de antioxidante sintético (eritorbato de sódio);
- Realizar as análises físico-químicas: pH, cor objetiva (L*, a* e b*), capacidade de retenção de água (CRA), perfil de textura durante um período de 60 dias;
- Avaliar a oxidação lipídica nas formulações contendo ou não o eritorbato de sódio durante o período de análises;
- Avaliar estatisticamente os resultados obtidos.

3 JUSTIFICATIVA

A preocupação dos consumidores com a saúde em relação ao uso de aditivos sintéticos em alimentos tem crescido, e pesquisas recentes demonstram a eficácia da aplicação de ingredientes naturais em substituição parcial e/ou total a esses aditivos no processamento dos alimentos (MARIUTTI *et al*., 2008). Muitos ingredientes naturais possuem propriedades antioxidantes, antimicrobianas, conservantes, dentre outras funcionalidades que são importantes durante a vida útil dos produtos industrializados (MARCIOLI, 2015). Estudos realizados por Sueth-Santiago *et al*. (2015) demonstram que a curcumina apresenta propriedades antioxidantes e antimicrobianas. Em razão a isso o nosso grupo de pesquisa vem realizando estudos para se verificar a eficiência da propriedade antioxidante da curcumina em mortadelas.. No primeiro estudo realizado pelo grupo (MURAOKA *et al*., 2019) verificou-se que a curcumina apresentou uma considerável propriedade antioxidante, porém foi constatado que ela deixava os embutidos com uma coloração esverdeada, o que não é atrativo para os consumidores. Assim, novos estudos foram realizados para melhorar a cor dos embutidos. Desta forma, o corante natural carmim de cochonilha foi utilizado, conforme Henrique (2019). O carmim de cochonilha é amplamente utilizado em produtos cárneos embutidos juntamente com os sais de cura, para obtenção da coloração rósea/avermelhada, devido sua cor ser semelhante ao da carne curada. Sua principal utilização é em cosméticos, alimentos e indústrias têxteis (ONGARATTO, 2021). Desta forma, este trabalho objetivou-se a avaliar a função antioxidante da curcumina aplicada em mortadelas juntamente com o corante natural de carmim de cochonilha durante 60 dias de armazenamento.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Embutidos cárneos

Em variadas culturas, o consumo da carne e de seus derivados, produtos cárneos industrializados, estão presentes na dieta de vários modos e passam por diferentes processos tecnológicos (DOMÉNECH-ASENSI *et al*., 2013). No Brasil, os produtos cárneos embutidos são de grande agrado ao consumidor, sendo seu sabor, cor e odor fatores determinantes na aceitação pelo consumidor. Além de ser um produto de baixo preço, apresenta um impacto nutricional importante na dieta das pessoas, com um consumo de 5,0 kg per capita/ano aproximadamente (CENCI *et al*., 2018; OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006).

O processo de fabricação desses embutidos cárneos ocorre a partir da moagem da carne que varia de grossa a fina, conforme o tipo de produto, condimentado e embutidos. No embutimento, a massa cárnea é acondicionada em invólucros, naturais ou artificiais, que protegem, dão forma e estabilidade. Há diversos tipos de embutidos com diferentes teores de umidade, desde os secos aos frescais, curados, fermentados, cozidos e emulsionados, muitos podendo se classificar em mais de um desses princípios (BENEVIDES; NASSU, 2017).

A legislação brasileira define mortadela como:

> [...] produto cárneo industrializado, obtido através de uma emulsão das carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido ao tratamento térmico adequado, além disso, pode ser classificada de acordo com a matéria prima utilizada e o método de fabricação empregada. São adicionados a mortadela, carnes de diferentes espécies de animais de açougue, carnes mecanicamente separadas, até o limite máximo de 60%; miúdos comestíveis de diferentes espécies de animais de açougue (Estômago, Coração, Língua, Fígado, Rins, Miolos), pele e tendões no limite de 10% (máximo) e gorduras (BRASIL, 2000b).

Segundo Brasil (2000c) a regulamentação da identidade e qualidade da mortadela, permite que outros ingredientes possam ser adicionados na formulação da mortadela, como os fosfatos, cloreto de sódio, proteína de soja, proteínas de leite, caseinatos, nitratos, nitritos, espessantes, antioxidantes, realçadores de sabor, entre outros.

A mortadela é obtida por meio de um processamento de uma emulsão, sendo embutida em envoltórios geralmente artificias e cozida. É um produto cárneo com uma excelente aceitação pelo consumidor e sua grande popularização no Brasil é devido

ao fato de ser um produto de custo acessível, e de amplo consumo por todas as classes sociais, por isso sua tendência de crescimento é contínua (DEVITTE; DINON, 2011; MASSINGUE, 2012).

4.2 Emulsão

A emulsão cárnea é uma mistura de carnes trituradas com água, proteína vegetal, gordura, sal e outros ingredientes. Assim, uma emulsão estável é caracterizada pela separação mínima da água e gordura na massa. Na verdade a água e a gordura são estabilizadas e unidas pelas proteínas miofibrilares que atuam como o agente emulsificante, envolvendo completamente as partículas de gordura, e estabilizando o produto durante o cozimento (ALLAIS *et al*., 2004; ÁLVAREZ *et al*., 2007).

A estabilidade das emulsões depende da ação de um agente estabilizante ou emulsificante presente, bem como das condições favoráveis para a ação desses agentes. Os emulsificantes são substâncias que contém moléculas com afinidade tanto pela água quanto pela gordura, ou seja, com grupos hidrofílicos e hidrofóbicos, respectivamente (LEMOS, 2004). A principal condição favorável à estabilidade das emulsões é o efeito da temperatura na massa. Estudos realizados por Terra *et al*. (2004) com o intuito de avaliar o efeito da composição, qualidade dos ingredientes e as variáveis no processamento de produtos cárneos, verificaram que todas as informações indicam que temperaturas altas são prejudiciais à estabilidade da massa, sugerindo assim que os produtos emulsionados não podem ser feitos em climas tropicais sem ajuda de refrigeração. A temperatura durante a etapa de emulsificação não deve exceder a 12°C, enquanto temperaturas mais elevadas podem causar desnaturação das proteínas miofibrilares, insolubilizando-as e desestabilizando a emulsão cárnea.

Geralmente também são adicionados ligantes vegetais às emulsões, como a fécula de mandioca. O amido gelatiniza durante o cozimento, aumentando a viscosidade da emulsão e reduzindo a mobilidade dos glóbulos de gordura (ÁLVAREZ *et al*., 2007).

As emulsões cárneas contêm altos teores de gordura entre 20 a 30%, o que favorece as reações de rancidez oxidativa, que ocorre quando as gorduras da carne estão expostas ao oxigênio do ar, resultando na produção de sabor e odor fortemente desagradáveis no produto cozido. Este sabor e odor característicos são causados pela

presença de aldeídos, ácidos e cetonas formados durante a oxidação e decomposição dos ácidos graxos (CANHOS; DIAS, 1983).

4.3 Aditivos cárneos

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a ANVISA, define aditivo alimentar como:

> [...] qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Ao agregar-se poderá resultar em que o próprio aditivo ou seus derivados se convertam em um componente de tal alimento (ANVISA, 2000a).

Para a produção de embutidos cárneos, como a mortadela, são utilizados aditivos para uso tecnológicos e/ou condimentar, a fim de melhorar as características sensoriais e proporcionar uma vida de prateleira maior ao produto.

Dentre esses aditivos que são utilizados, destacam-se:

- Glutamato monossódico – empregado em alimentos com o intuito de intensificar o sabor, o glutamato monossódico é um sal sódico do ácido glutâmico utilizado como aditivo alimentar (CARVALHO *et al*., 2011).
- Sal (Cloreto de sódio) - realiza diversos papéis importantes nos produtos cárneos. Dentre as propriedades mais importantes desempenhadas pelo sal em produtos cárneos, pode-se citar a ação conservante, o aumento da capacidade de retenção de água das proteínas, redução da perda de água durante a estocagem e o aumento da estabilidade das emulsões cárneas, devido à melhor incorporação de gordura na massa (TERRELL, 1983).
- Fosfato – aumenta a capacidade de retenção da água da emulsão cárnea e reduz o processo de rancidez oxidativa, favorecendo a qualidade do produto final (PINTON, 2019).
- Sal de cura (nitrito de sódio) - Nitritos são aditivos adicionados em produtos cárneos como conservantes, inibindo a multiplicação e produção de toxina do *Clostridium botulinum*, além de conferir a cor e sabor característicos de produtos curados e prevenir alterações oriundas da rancidez oxidativa dos lipídios (DUTRA *et al*., 2014).

- Eritorbato de sódio – é um antioxidante utilizado com a finalidade de evitar a oxidação dos componentes dos alimentos. Esse processo implica em reações químicas do oxigênio atmosférico com o alimento são acelerados com a presença de determinados íons metálicos livres e pela luz e pelo calor (BOURSCHEID, 2009).

4.4 Antioxidante

O objetivo principal da industrialização de alimentos é oferecer produtos com sabor e cor agradáveis durante toda a vida de prateleira. Porém, um dos maiores desafios no processamento de produtos cárneos é o controle da oxidação lipídica que proporciona coloração, odor e sabor desagradáveis. Com o intuito de evitar ou controlar a oxidação, utilizam-se substâncias com propriedades antioxidantes (LIMA JÚNIOR *et al*., 2013; RAMALHO; JORGE, 2006).

Os antioxidantes, segundo U.S.F.D.A. (*United States Food and Drug Administration*), são definidos como substâncias empregadas com a finalidade de preservar os alimentos, retardando sua deterioração, rancidez ou descoloração devido a oxidação (CONEGLIAN *et al*., 2019).

Os antioxidantes são inibidores dos radicais livres que são formados durante a iniciação ou propagação da reação, doando átomos de hidrogênio a molécula, interrompendo assim, a reação em cadeia (Figura 1) (DEL RÉ; JORGE, 2012; LIOTÉCNICA, 2013).

Figura 1 - Mecanismos de ação de antioxidantes primários

$$ROO^{\bullet} + AH \rightarrow ROOH + A^{\bullet}$$

$$R^{\bullet} + AH \rightarrow RH + A^{\bullet}$$

onde: $ROO^{\bullet}$ e $R^{\bullet}$ - radicais livres; AH - antioxidantes com um átomo de hidrogênio ativo e $A^{\bullet}$ - radical inerte

Fonte: Liotécnica (2013, p. 24).

Os antioxidantes sintéticos mais empregados na indústria de alimentos são o BHA (butil-hidroxi-anisol), o BHT (butil-hidroxi-tolueno), o PG (propil galato) e o TBHQ (butil-hidroquinona terciária). Esses compostos possuem uma estrutura que possibilita a doação de um próton a um radical livre, reagindo com o mesmo e evitando a oxidação (BOTTERWECK *et al*., 2000).

O interesse por antioxidantes naturais recentemente tem aumentado devido à percepção negativa dos consumidores sobre a segurança dos antioxidantes sintéticos, os quais têm sido restringidos devido ao seu potencial de carcinogênese, bem como outros efeitos maléficos à saúde (ANTONIO; DONDOSSOLA, 2015).

4.5 Cúrcuma

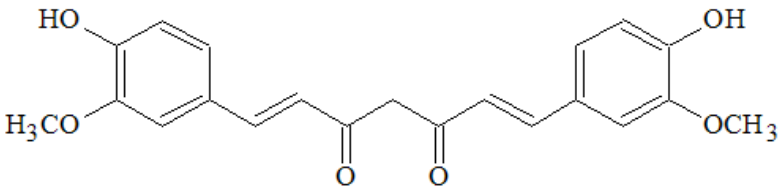
A *Curcuma longa* é um rizoma da família *Zingiberaceae,* originária da Índia. É também cultivada na China, Caribe e América do Sul (Figura 2). Há muito tempo é utilizado na culinária como tempero, na indústria alimentícia como corante de origem vegetal, que possui coloração amarelo-marrom, em substituição do corante sintético tartrazina. Além disso, o aroma característico da cúrcuma é de interesse nas pastas de mostarda e em formulações de condimentos como curry, picles, maioneses e alimentos processados congelados prontos para consumo (GOVINDARAJAN, 1980).

Figura 2 - Rizomas de cúrcuma in natura e em pó

Fonte: Terao (2015, p. 14).

A curcumina é um polifenol hidrofóbico (Figura 3) cristalino extraído dos rizomas da cúrcuma (*Curcuma longa*) (HU, 2013). É um composto fenólico utilizado como corante de alimentos, é um antioxidante natural derivado da cúrcuma que tem sido extensivamente investigado (CECÍLIO FILHO *et al*., 2000). A curcumina sequestra os radicais livres e inibe a peroxidação lipídica, agindo na proteção celular das macromoléculas celulares, incluindo o DNA, dos danos oxidativos (JOHNER; GOELZER NETO, 2021).

Figura 3 - Estrutura química da curcumina



Fonte: Sueth-Santiago *et al*. (2015, p. 538).

Na legislação do Brasil, a RDC nº 272, de 14 de março de 2019 estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos e, permite no máximo 0,002g por 100g expresso como curcumina (BRASIL, 2019).

4.6 Microcristais de curcumina

Embora haja relatos na literatura que confirmam a ampla variedade de benefícios que a curcumina apresenta, sua baixa solubilidade em água dificulta sua utilização como aditivo alimentar (CARVALHO, 2014). A curcumina é praticamente insolúvel em água a pH neutro e parcialmente solúvel em pH alcalino (CHIGNELL *et al*., 1994). Com o intuito de aumentar a estabilidade da curcumina, como também sua solubilidade é aplicada a técnica de microcristalização, melhorando também a sua biodisponibilidade e preservando suas propriedades de interesse (VALDUGA *et al*., 2008; LI *et al*., 2015; SARI *et al*., 2015).

Existem técnicas estudadas que visam à encapsulação dos princípios ativos em escalas micro e nano com o intuito de proteger os compostos e ao mesmo tempo garantir uma liberação controlada dos compostos aplicados. Outras apenas destinam-se à redução no tamanho das partículas das substâncias, o que aumentaria seus efeitos de interesse pela maior área superficial obtida (HECQ *et al*., 2005).

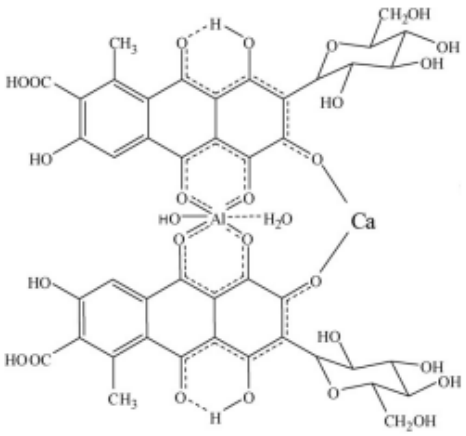
Uma outra técnica que vem sendo utilizada para redução de partículas, é a técnica de precipitação em não solvente. Nela se utiliza de dois solventes completamente miscíveis entre si. No entanto, o material sólido que será convertido é solúvel em apenas um deles. Dessa forma, quando se adiciona a mistura soluto-solvente ao não solvente, sob agitação constante, o sólido se precipita, resultando em partículas do tamanho desejado (ALBANUS, 2011).

4.7 Carmim de cochonilha

A finalidade de se utilizar aditivos, como os corantes, é aumentar a atratividade do produto, promovendo uma melhor aceitabilidade frente ao consumidor, tornando o alimento visualmente mais atraente (ARAÚJO, 2018).

O carmim de cochonilha é um corante de coloração avermelhada obtido através das fêmeas dessecadas do inseto *Dactylopius coccus* (Figura 4), popularmente conhecido como cochonilha. Este inseto vive como parasita nos cactos (*Coccus cacti*), encontrados na América do Sul e América Central. As fêmeas possuem em seu interior um líquido vermelho com teor aproximado de 20% em ácido carmínico, onde depois da extração ocorre a complexação com íons de alumínio e cálcio, formando o pigmento natural carmim, de grande importância comercial (LEITE, 2010).

Figura 4 – Estrutura química do carmim de cochonilha



Fonte: Leite (2010, p. 14).

Este corante é amplamente utilizado em produtos cárneos embutidos juntamente com os sais de cura, para obtenção da coloração rósea/avermelhada, devido sua cor ser semelhante ao da carne curada. Sua principal utilização é em cosméticos, alimentos e indústrias têxteis. Na presença de seus sais (amônia, cálcio, sódio, potássio) e laca de alumínio (carminas) é permitido para utilização como aditivo alimentar, não apenas na União Europeia conhecido como (E120), mas em diversos países (ORDOUDI *et al*., 2018; MÜLLER-MAATSCH; GRAS, 2016).

No Brasil, a Resolução de Diretoria Colegiada, RDC nº 272, de 14 de março de 2019 estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos e, permite no máximo 0,01 g por100g expresso como ácido

carmínico (INS 120), carmim, cochonilha, ácido carmínico, sais de Na, K, NH_4 e Ca (BRASIL, 2019).

5 METODOLOGIA

5.1 Materiais

Para a produção dos microcristais de curcumina foi utilizado a curcumina da marca Sigma-Aldrich (C1386-10G) com teor de pureza de 99,5%. O corante carmim de cochonilha e os aditivos utilizados foram fornecidos pela Indústria Brasileira de Aditivos e Condimentos (IBRAC). A carne suína (tipo pernil), toucinho e outros ingredientes foram obtidas no comércio local. Os procedimentos práticos foram realizados nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, do *campus* Campo Mourão.

5.2 Microcristais de curcumina

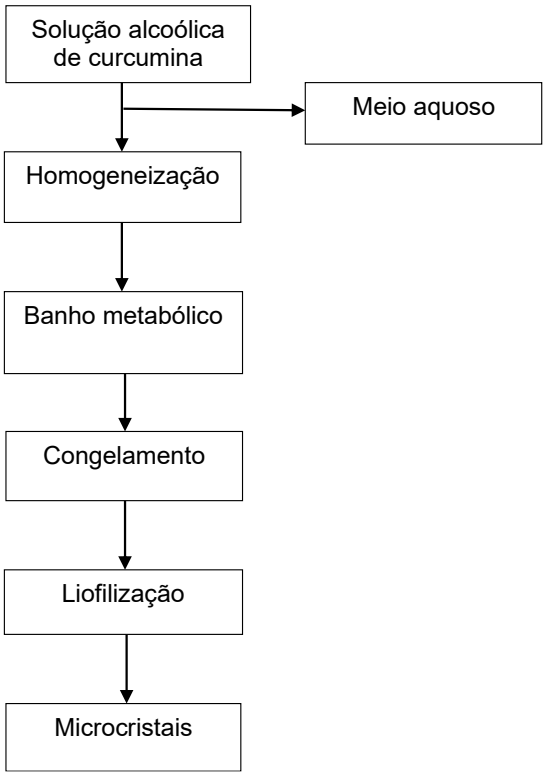
Para a produção dos microcristais de curcumina, foi utilizado o método de precipitação em não solvente (YEN, 2010), com algumas alterações.

Para a realização da técnica precipitação em não solvente (Figura 5), realizou-se a pesagem de aproximadamente 0,600 g de curcumina em pó em um béquer, então foi solubilizada com 180 mL de álcool etílico 99,8%. Pelo fato da curcumina ser sensível à incidência de luz, o béquer com a solução alcoólica ficou envolvido em papel alumínio até a próxima etapa.

No homogeneizador Ultra Turrax (IKA T25 digital) com o auxílio de uma garra, foi fixado um banho com gelo e em uma outra garra foi fixada no centro um béquer com 900 mL de água. Com a agitação do homogeneizador a 15000 rpm, a solução alcoólica foi vertida no béquer com a água. A mistura ficou mantida sob agitação por 10 minutos e após esse tempo foi colocada em Erlenmeyers e deixadas por 48 horas no banho metabólico (D1 - 950M) a 50°C em agitação mínima de 20 rpm, com a finalidade de evaporar todo o solvente orgânico.

Posteriormente, a amostra foi congelada em um Ultrafreezer a -90ºC e liofilizado (Liofilizador L101 – Liotop) por aproximadamente 72 horas, para a obtenção do produto desejado. Assim, após a liofilização os microcristais foram armazenados em eppendorfs e congelados até a posterior utilização.

Figura 5 - Fluxograma para obtenção dos microcristais



Fonte: Autoria própria (2021).

5.3 Produção das mortadelas

O processo de produção das amostras de mortadela foi realizado no laboratório de Industrialização de Produtos de Origem Animal (C-003) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Campo Mourão.

O presente estudo foi uma continuação do trabalho de conclusão de curso (Henrique,2019), que tinha por objetivo melhorar a coloração das mortadelas produzidas com microcristais de curcumina, defeito que já vinha sendo observado pelo grupo de pesquisa no trabalho de Muraoka et *al*. (2019), através da adição do corante natural carmim de cochonilha. Por meio de um delineamento experimental de mistura realizado no trabalho de Henrique (2019) otimizou-se uma formulação de mortadela, contendo 0,002% de microcristais de curcumina e 0,01% do corante carmim de cochonilha. Foram elaboradas duas formulações da versão otimizada: formulação teste, denominada de F1 contendo os microcristais de curcumina (0,002%) e corante carmim de cochonilha (0,01%), e a formulação padrão, denominada de F2, contendo os microcristais de curcumina (0,002%), corante carmim de cochonilha (0,01%) e o antioxidante sintético (0,25% - eritorbato de sódio), conforme pode ser observado na

lista de ingredientes e aditivos na Tabela 1. Ambas as formulações F1 e F2 foram levadas a um armazenamento sob refrigeração (5ºC) por um período de 60 dias para se verificar as possíveis alterações em características físico-químicas, e principalmente acompanhar a oxidação lipídica dessas mortadelas durante o intervalo de tempo.

As concentrações dos ingredientes e aditivos utilizados estão descritas na Tabela 1.

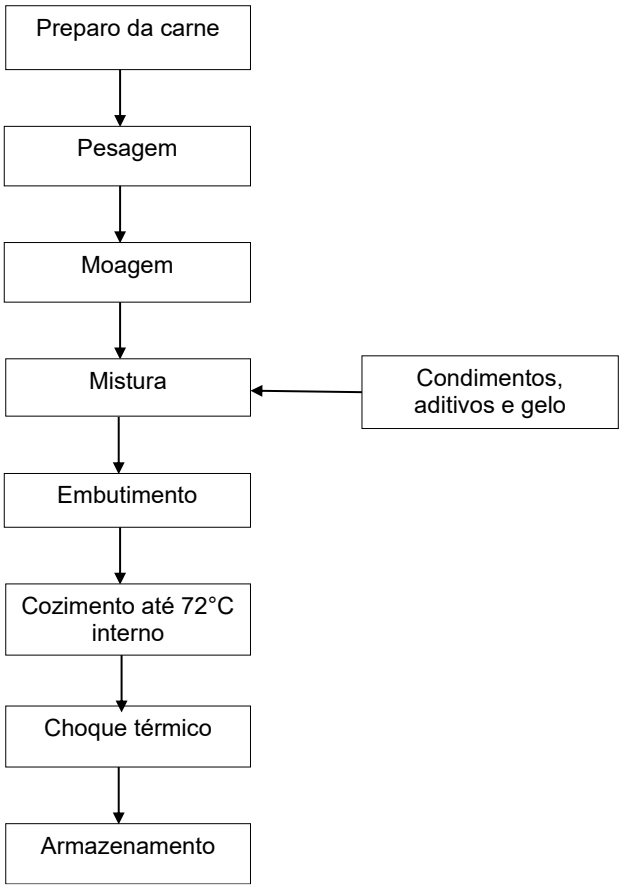
Tabela 1 - Ingredientes e aditivos utilizados nas formulações de mortadelas (F1 e F2)

Ingredientes/aditivos	Formulação 1 (%)	Formulação 2 (%)
Pernil suíno	68,868	68,868
Gelo/água	12,020	11,770
Toucinho	12,000	12,000
Fécula de mandioca	3,000	3,000
Sal	2,000	2,000
Proteina isolada de soja	1,000	1,000
Condimento para mortadela	0,400	0,400
Cura IBRAC	0,250	0,250
Acordini 701 - estabilizante	0,250	0,250
Alho em pó	0,100	0,100
Glutamato monossódico	0,100	0,100
Corante (Carmim de cochonilha)	0,010	0,010
Curcumina	0,002	0,002
Antioxidante	0,000	0,250

Fonte: Autoria própria (2021).

As matérias-primas, os ingredientes e aditivos foram pesados em um balança semi-analítica, conforme as formulações da Tabela 1, em seguida foram levados ao *cutter* (Mado Garant), no qual foram adicionados a carne, o gelo, e os demais ingredientes e aditivos, seguindo a ordem pré-estabelecida de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 6. Depois de homogeneizado até obtenção de uma emulsão cárnea, a massa foi embutida em tripa artificial específica para mortadela, em uma embutidora hidráulica vertical (Confrimaq). Logo após, a mortadela foi pesada e levada ao processo de cozimento em banho-maria, até atingir a temperatura interna de 72°C. Após o cozimento, foi realizado o choque térmico em água corrente, por 15 minutos, e em seguida, a mortadela foi pesada e acondicionada sob temperatura de refrigeração (7°C), em geladeira.

Figura 6 - Fluxograma da produção das mortadelas



Fonte: Autoria própria (2021).

5.4 Análises físico-químicas

As mortadelas foram submetidas às seguintes análises físico-químicas: pH, cor objetiva, capacidade de retenção de água, oxidação lipídica e perfil de textura. As análises foram realizadas em triplicatas, nos seguintes intervalos de tempo: dia zero, 15, 30, 45 e 60 dias. Durante esse período, as mortadelas foram armazenadas sob temperatura de refrigeração em geladeira.

5.4.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Para a análise de pH foi utilizado um potenciômetro de contato (Testo), de acordo com a metodologia sugerida por Olivo et al. (2001), com o ponto de incisão do eletrodo na parte central da amostra de mortadela.

5.4.2 Cor objetiva

Foi utilizado o colorímetro MiniScan EZ (HunterLab, MSEZ-0231). Os resultados foram expressos em: L* (que representa a porcentagem de luminosidade, 0 = escuro e 100 = claro), a* (onde -a* representa direção ao verde e +a* direção ao vermelho) e b* (onde -b* representa direção ao azul e +b*direção ao amarelo).

5.4.3 Capacidade de retenção de água (CRA)

O método utilizado foi proposto por Grau; Hamm (1953), modificado por Hoffmann *et al.* (1982). Alíquotas de 5 g de cada amostra foram pesadas em balança semi-analítica, prensadas sobre dois papéis de filtro entre placas com um peso de 10 kg durante 5 minutos. Posteriormente, a amostra prensada foi pesada novamente. Utilizou-se a Equação (1) para realizar os cálculos e obter os resultados, onde Mi é a massa inicial e Mf a massa final.

$$CRA = 100 - (\frac{Mi - Mf}{Mi} * 100) \quad (1)$$

5.4.4 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi determinada pelo índice de TBARS, seguindo a metodologia descrita por Crackel et al. (1988). Os resultados foram expressos em mg de MDA.kg^{-1} de amostra.

5.4.5 Perfil de textura (TPA)

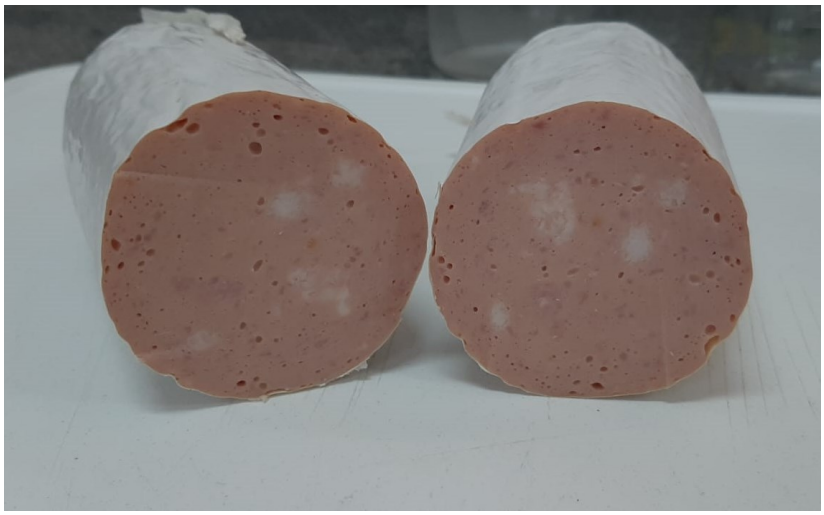
A análise da textura foi conduzida pelo método de análise do perfil de textura (TPA), utilizando um texturômetro (Stable Microsystem - TA-XT Express Enhanced), equipado com um probe P/36R. Com o auxílio de um molde, foram cortadas dez amostras de cada formulação, com 2,2 cm de diâmetro, as amostras foram comprimidas duas vezes até 50% de seu tamanho. Não houve tempo de repouso entre os dois ciclos de compressão. A curva de deformação foi obtida com seis parâmetros de textura: adesividade, elasticidade, mastigabilidade, gomosidade, coesividade e resiliência.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Produção das mortadelas

Na Figura 7 é possível ver as formulações de mortadela desenvolvida no dia 0 das análises, a formulação 1 contendo os microcristais e a formulação 2 contendo os microcristais de curcumina + eritorbato de sódio.

Figura 7 - Formulações de mortadela no dia 0 (a) F1, (b) F2



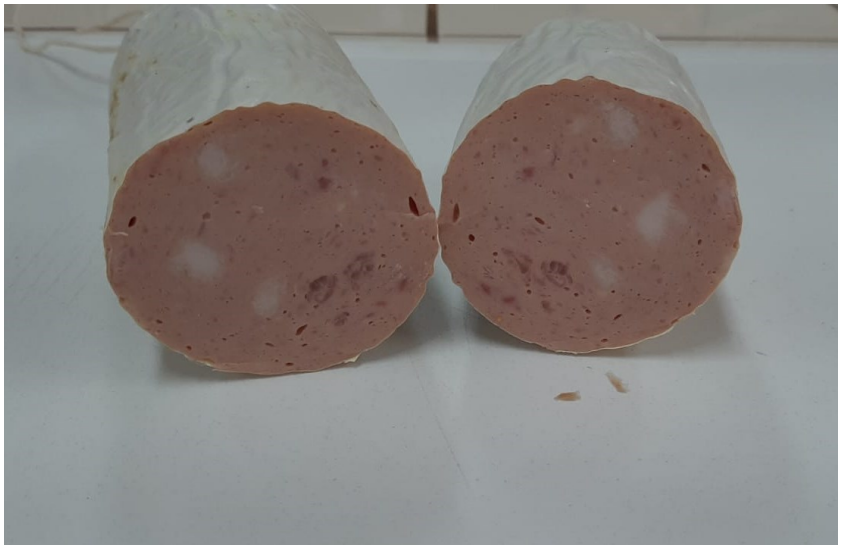
(a)

(b)

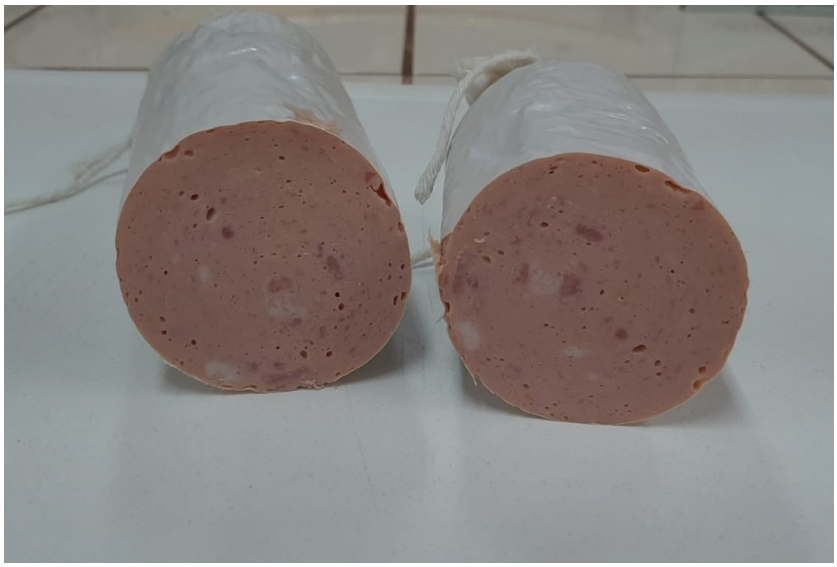
Fonte: Autoria própria (2021).

Já na Figura 8 estão as formulações F1 e F2 no dia 60, último dia das análises físico-químicas.

Figura 8 – Formulações de mortadela no dia 60 (a) F1, (b) F2



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria (2021).

6.2 Análises físico-químicas

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados dos valores médios e desvios padrão das análises físico-químicas de pH (potencial hidrogeniônico), cor objetiva (L*, a* e b*) e capacidade de retenção de água (CRA). Todos os resultados foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) entre os tratamentos (F1 e F2) e o tempo de armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias) e, no caso de existência de diferença significativa, analisados segundo o teste de Tukey.

Tabela 2 – Resultados de análises físico-químicas realizadas em amostras contendo microcristais de curcumina e microcristais de curcumina e eritorbato de sódio

			Tempo (dias)				
Variáveis		**Amostras**	**0**	**15**	**30**	**45**	**60**
pH		F1	$6,19^{aC}$±0,02	$6,27^{aA}$±0,00	$6,22^{aBC}$±0,01	$6,25^{bAB}$±0,00	$6,27^{aA}$±0,01
		F2	$6,12^{aB}$±0,03	$6,24^{aA}$±0,03	$6,22^{aA}$±0,01	$6,28^{aA}$±0,01	$6,25^{aA}$±0,01
Cor	L*	F1	$67,78^{aB}$±0,77	$69,56^{aAB}$±0,36	$67,83^{aB}$±0,39	$69,68^{aAB}$±0,69	$70,79^{aA}$±0,19
		F2	$64,78^{bC}$±0,30	$67,99^{bB}$±0,37	$68,12^{aB}$±0,10	$70,33^{aA}$±0,36	$69,57^{aAB}$±0,65
	a*	F1	$9,17^{aA}$±0,36	$7,81^{aAB}$±0,25	$7,67^{aB}$±0,46	$7,62^{aB}$±0,16	$7,61^{bB}$±0,15
		F2	$10,15^{aA}$±0,67	$7,99^{aB}$±0,14	$7,69^{aB}$±0,29	$7,70^{aB}$±0,08	$8,34^{aB}$±0,13
	b*	F1	$26,30^{aA}$±0,40	$19,45^{aB}$±0,60	$23,56^{aA}$±0,81	$18,79^{aB}$±0,26	$19,13^{aB}$±0,76
		F2	$25,07^{aA}$±1,98	$19,53^{aB}$±0,28	$20,86^{aAB}$±1,27	$18,66^{aB}$±0,54	$18,94^{aB}$±0,80
CRA (g por 100g)		F1	$95,09^{aA}$±0,08	$95,03^{aA}$±0,38	$95,76^{aA}$±0,21	$96,04^{aA}$±0,24	$95,28^{aA}$±0,30
		F2	$93,82^{aA}$±0,61	$95,04^{aA}$±1,05	$94,38^{bA}$±0,11	$95,27^{aA}$±0,16	$95,12^{aA}$±0,40

Médias na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% para cada amostra ao longo do tempo 0, 15, 30, 45 e 60 dias.
Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% entre as amostras F1 e F2.

Fonte: Autoria própria (2021).

Com base nos dados apresentados na Tabela 2 é possível verificar que as ambas as amostras tiveram um aumento no pH ao longo dos 60 dias, sendo que para a F1 no dia 0 teve um valor de 6,19 e no dia 60 de 6,27, e para a F2 de 6,12 e 6,25, no dia 0 e 60, respectivamente.

O pH da mortadela deve estar na faixa da neutralidade, ou seja, próximo ao valor 7,0 (BRASIL, 2000b). Orsolin (2013) encontrou que no tempo zero do estudo de vida de prateleira de mortadela o pH variou de 6,43 a 6,63. Yunes (2010) avaliou valores de pH entre 6,02 e 6,11, onde substituiu parcialmente a quantidade de gordura animal adicionado a mortadelas por óleos vegetais. Assim, o valor de pH analisado está de acordo com os demais estudos envolvendo embutidos cárneos.

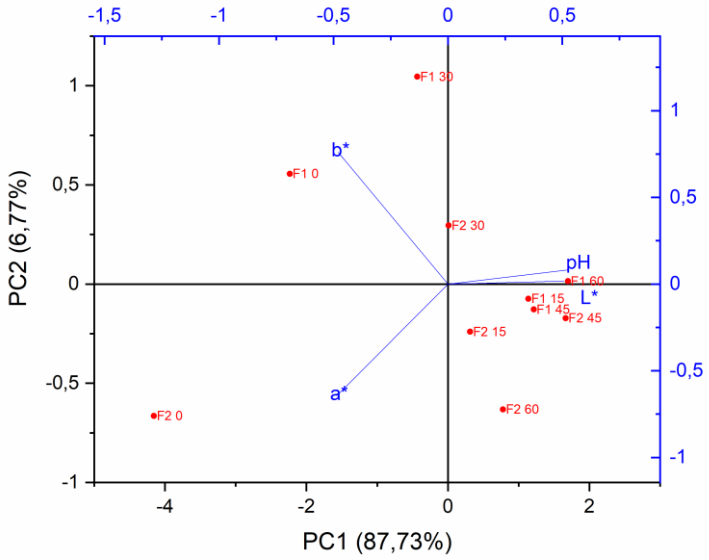
No parâmetro L* da cor, as amostras apresentaram um leve aumento ao longo dos 60 dias, indicando que a mortadela vai clareando ao longo dos dias. Para os parâmetros a* e b*, maiores valores foram observados no primeiro dia tanto para a formulação teste F1 (sem aditivo sintético), quanto para F2 (com eritorbato de sódio). Quanto maiores forem os valores destes dois parâmetros, mais a coloração se aproxima do tom avermelhado (+a*) e amarelado (+b*) e quanto menores forem, a coloração se aproxima do tom esverdeado (-a*) e azulado (-b*). Para os produtos cárneos a cromátide “a*” é a de maior importância pois quanto mais positiva e maior

forem os seus valores mais avermelhados, ou seja, rosada são as amostras. Muraoka *et al*. (2019) perceberam que em relação ao parâmetro “a*” uma menor tendência a cor vermelha nas amostras com curcumina, onde os valores variaram de 4,91 a 8,42 em todo o período avaliado, isso devido a coloração natural da curcumina. Assim, neste presente trabalho notou-se que a adição do corante natural carmim de cochonilha auxiliou no desenvolvimento da cor vermelha. Para Ongaratto (2021) o carmim de cochonilha é empregado na elaboração de mortadelas e presuntos com o intuito de atribuir a cor rósea/avermelhada estável característica durante o armazenamento destes produtos elaborados sem a adição de sais de cura.

No intuito de avaliar os resultados apresentados pela Anova, realizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP), considerando as análises de pH e os parâmetros L*, a* e b* da cor objetiva para as amostras F1 e F2 ao longo do tempo de 60 dias. Na Figura 9, em que foram feitas observações para as amostras, a primeira (PC1) e a segunda (PC2) componentes explicaram 94,50% da variação total dos dados. A componente principal 1 (PC1) capturou 87,73% da variância, enquanto a componente principal 2 (PC2), 6,77%. Na Análise de Componentes Principais (PCA), as variáveis são representadas como vetores, que caracterizam as amostras relativas a eles. Quanto mais longo o vetor, maior a explicação da variabilidade entre amostras e os valores obtidos pela correlação de Pearson confirmam a relação entre os parâmetros observados na análise de componentes principais (Tabela 3), demonstrando relações entre algumas das variáveis estudadas. O pH (0,52504) e o parâmetro de cor L* (0,50735) se relacionaram positivamente na primeira componente (PC1). O parâmetro a* (-0,64477) apresentou uma correlação negativa (encontra-se na PC2) e o parâmetro b* (0,75985) teve uma relação positiva inversa (PC2). Com estas informações é possível afirmar que os valores do parâmetro de cor L* e o pH são grandezas inversamente proporcionais aos parâmetros de cor a* e b*. Isso pode ser explicado devido aos peróxidos, que em produtos cárneos causa a descoloração e oxidação dos pigmentos, consequentemente conforme vai se passando a vida útil de uma da carne e/ou de seus produtos industrializados, os teores de oximioglobina podem diminuir, e aumentar a formação de metamioglobina, consequentemente diminuindo os valores positivos para a cromátide “a” (ALCANTARA *et al*., 2012; FENNEMA, 2000). Na Figura 9 também é possível verificar que maiores valores dos parâmetros a* e b* são observados no tempo 0, tanto para a formulação F1, quanto F2 e que maiores valores do parâmetro L* são verificados ao longo dos 60 dias,

corroborando as informações apresentadas pela Tabela 2. Na análise de cor em linguiça frescal do estudo de Baldin *et al*. (2016) a linguiça controle (com sal de cura) e a linguiça frescal com 4% de carmim de cochonilha obtiveram uma redução significativa dos valores de a* no decorrer do armazenamento por um período de apenas 15 dias, demonstrando que a cor vermelha promovida pela ação desses agentes de cor é pouco estável, corroborando com os resultados encontrados neste estudo. Ongaratto (2021) também verificou essa redução no parâmetro a* em mortadela com sais de cura e carmim de cochonilha.

Figura 9 - Análise de componentes principais (PCA) para a avaliação



Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 3 - Correlações (coeficientes de correlação de Pearson) entre os parâmetros físico-químicos e os dois primeiros componentes principais

	Componente Principal	
Parâmetros	**PC1**	**PC2**
	r	**r**
pH	0,52504	0,08118
L*	0,50735	0,01744
a*	-0,48612	-0,64477
b*	-0,48023	0,75985

Fonte: Autoria própria (2021).

Quanto à capacidade de retenção de água, ambas as amostras, F1 e F2 não apresentaram diferenças significativas nem entre elas (Tabela 2) e nem de forma individual ao longo do tempo.

Tabela 4 - Resultados da análise de oxidação lipídica em amostras contendo microcristais de curcumina e microcristais de curcumina e eritorbato de sódio

		Tempo (dias)				
Variáveis	**Amostras**	**0**	**15**	**30**	**45**	**60**
Oxidação lipídica (mg de malonaldeído por kg de amostra)	F1	$0{,}06^{aA}\pm0{,}01$	$0{,}07^{aA}\pm0{,}03$	$0{,}08^{aA}\pm0{,}01$	$0{,}09^{aA}\pm0{,}02$	$0{,}11^{aA}\pm0{,}01$
	F2	$0{,}03^{aA}\pm0{,}02$	$0{,}04^{aA}\pm0{,}01$	$0{,}05^{aA}\pm0{,}02$	$0{,}06^{aA}\pm0{,}02$	$0{,}10^{aA}\pm0{,}01$

Médias na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% para cada amostra ao longo do tempo 0, 15, 30, 45 e 60 dias.
Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% entre as amostras F1 e F2.

Fonte: Autoria própria (2021).

Para a oxidação lipídica (Tabela 4), a formulação F1 (0,11 mg de MDA.kg^{-1} aos 60 dias) apresentou um pequeno valor maior do que a formulação F2 (0,10 mg de MDA. kg^{-1} aos 60 dias), mas ambas não diferiram significativamente, nem entre elas e nem ao longo do tempo de forma individualizada, o que pode ser uma excelente opção o acréscimo de microcristais de curcumina sem a adição do antioxidante sintético (eritorbato de sódio) para a conservação de vida de prateleira de embutidos cárneos cozidos. Muraoka *et al*. (2019) obtiveram valores entre 0,67 e 2,73mg de MDA.kg^{-1} de amostra para a formulação de mortadela contendo microcristais de curcumina e 0,26 a 2,44mg de MDA. kg^{-1} de amostra para a formulação contendo o antioxidante sintético, eritorbato de sódio ao longo do período estudado. A legislação atual do país não prevê um limite máximo de malonaldeído para mortadela, mas de acordo com Al-Kahtani (1996), valores inferiores a 3,00 mg de MDA.kg^{-1} de amostra podem ser considerados ideais na conservação de produtos cárneos.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados para o perfil de textura. Os parâmetros avaliados foram adesividade, coesividade, mastigabilidade, elasticidade, gomosidade e resiliência para as amostras F1 e F2.

A textura é resultado da deformação de um alimento quando sofre o processo de prensado, cortado, mordido e etc. É nessa alteração que se tem conhecimento da adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidades, mastigabilidade entre outros parâmetros estudados (TEIXEIRA, 2009).

Tabela 5 - Parâmetros de textura realizados em amostras contendo microcristais de curcumina e microcristais de curcumina com eritorbato de sódio

		Tempo (dias)				
Variáveis	**Amostras**	**0**	**15**	**30**	**45**	**60**
Adesividade (N.s)	F1	-0,13^{aA}±0,09	-0,24^{aA}±0,04	-0,23^{aA}±0,11	-0,26^{bA}±0,01	-0,17^{aA}±0,09
	F2	-0,22^{aA}±0,10	-0,19^{aA}±0,09	-0,25^{aA}±0,02	-0,03^{aA}±0,02	-0,25^{aA}±0,02
Coesividade*	F1	0,79^{aAB}±0,01	0,77^{aAB}±0,01	0,76^{aB}±0,02	0,80^{aA}±0,01	0,80^{aA}±0,01
	F2	0,78^{aA}±0,02	0,79^{aA}±0,01	0,78^{aA}±0,01	0,79^{aA}±0,01	0,79^{aA}±0,01
Mastigabilidade (N/m)	F1	3350,97^{aA}±584,95	3814,47^{aA}±432,14	3287,83^{aA}±354,33	2552,60^{aA}±241,28	3191,24^{aB}±220,34
	F2	3289,54^{aA}±471,35	3569,49^{aA}±582,92	3351,10^{aA}±307,72	3433,19^{aA}±330,05	3751,28^{aB}±216,05
Elasticidade (m)	F1	0,87^{aA}±0,02	0,80^{aB}±0,02	0,84^{aA}±0,01	0,79^{bB}±0,01	0,86^{aA}±0,02
	F2	0,86^{aAB}±0,03	0,85^{aB}±0,03	0,80^{bC}±0,01	0,92^{aA}±0,03	0,84^{aB}±0,02
Gomosidade (N)	F1	3888,13^{aA}±696,05	4764,35^{aA}±463,18	3916,96^{aA}±409,84	3241,90^{aA}±286,70	3692,87^{aA}±230,00
	F2	3850,99^{aA}±656,74	4214,39^{aA}±688,52	4202,23^{aA}±341,64	3717,13^{aA}±304,54	4468,41^{aA}±187,38
Resiliência*	F1	0,48^{aA}±0,03	0,49^{aA}±0,02	0,47^{aA}±0,02	0,50^{aA}±0,02	0,50^{aA}±0,01
	F2	0,52^{aA}±0,02	0,51^{aA}±0,01	0,50^{aA}±0,01	0,51^{aA}±0,01	0,48^{aA}±0,02

*não possui unidade de medida, pois é adimensional

Médias na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% para cada amostra ao longo do tempo 0, 15, 30, 45 e 60 dias.

Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% entre as amostras F1 e F2.

Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme pode ser observado na Tabela 5, os parâmetros avaliados para o perfil de textura (adesividade, coesividade, mastigabilidade, gomosidade e resiliência) não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras F1 e F2 e nem de forma individualizada ao longo dos 60 dias. A elasticidade apresentou variação ao longo do tempo, tanto para a formulação F1 quanto para a F2. Na Análise de Componentes Principais, corroborando os dados da Tabela 5 pela análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, o primeiro componente explica 47,04% da variância e o segundo componente principal explica 31,14% da variabilidade entre F1 e F2. Juntos, os dois componentes principais explicam 78,18% da variabilidade. Os parâmetros coesividade e resiliência estão correlacionados positivamente ($p<0,05$), Tabela 6, com o primeiro componente principal e, portanto, discriminam as amostras em relação a este componente. O segundo componente principal é explicado principalmente pelos parâmetros adesividade, elasticidade e mastigabilidade, sendo a formulação F2 em 45 dias que apresentou maiores valores para a adesividade e elasticidade. A Figura 8 sugere que a formulação F1 no tempo 15 e F2 no tempo 60 apresentam maior intensidade dos parâmetros mastigabilidade e gomosidade. O inverso é observado para a formulação F1 em 45 dias.

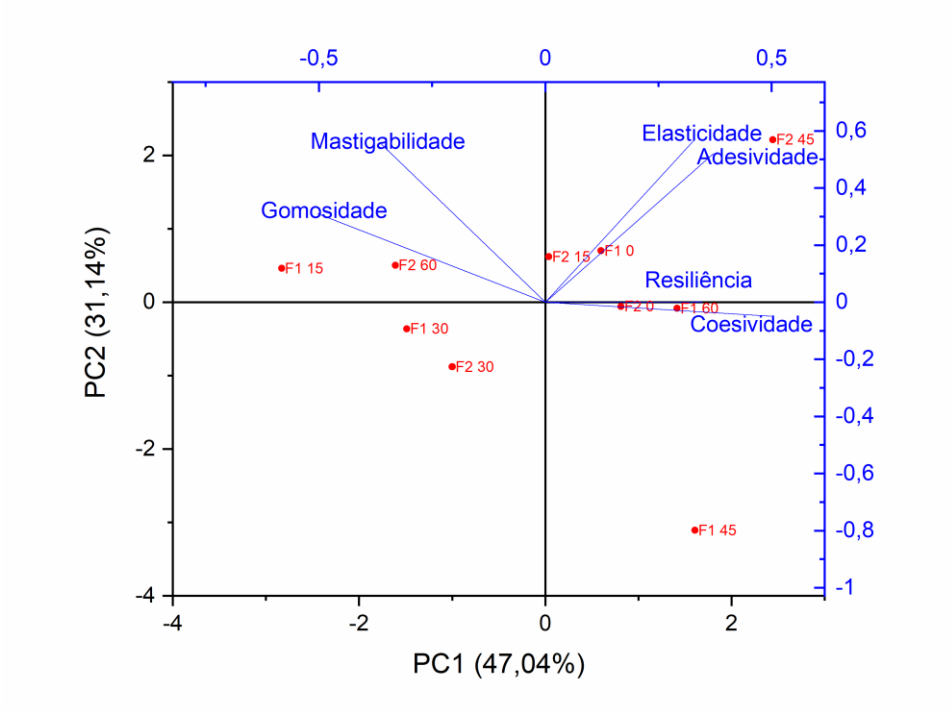
Tabela 6 - Correlações entre os parâmetros de textura e os dois primeiros componentes principais

	Componente Principal	
Parâmetros	**PC1**	**PC2**
	r	**r**
Adesividade	0,37115	0,52061
Coesividade	0,49977	-0,04963
Mastigabilidade	-0,36195	0,55340
Elasticidade	0,32971	0,56900
Gomosidade	-0,50299	0,31063
Resiliência	0,34606	0,00150

r = coeficiente de correlação de Pearson.

Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 10 - Representação gráfica dos parâmetros de textura das amostras em relação aos dois componentes principais



Fonte: Autoria própria (2021).

O trabalho realizado por Muraoka *et al.* (2019) obtiveram os seguintes resultados para a análise de perfil de textura, em relação a adesividade os valores variaram de 0,00 a –0,10 N.s, para a elasticidade foi de 0,91 a 1,34 m, já para a mastigabilidade foi de 253,05 a 1816,79 (N/m), o parâmetro de coesividade foi de 0,76 a 0,96, e por fim, a resiliência foi de 0,50 a 0,62.

A literatura e a legislação não apresentam valores para atribuir o qual seria um perfil de textura esperado pelo produto. Portanto, podemos afirmar que a adição ou não do eritorbato de sódio na formulação da mortadela não influenciou significativamente para que a textura da mortadela fosse afetada. Então, os parâmetros avaliados para a textura que foram adesividade, coesividade, elasticidade, mastigabilidade e resiliência não apresentaram diferença significativa para as mortadelas.

7 CONCLUSÃO

Pode-se observar a partir dos resultados obtidos que a adição dos microcristais de curcumina demonstrou eficiência no propósito de substituir o antioxidante sintético, eritorbato de sódio, em embutidos cárneos cozidos, tipo mortadela.

Não foram verificadas diferença significativa em relação a oxidação lipídica entre as amostras F1 e F2, e os resultados ficaram de acordo com o desejável para produtos cárneos.

Com relação a adição do corante natural carmim de cochonilha deixou as amostras com uma coloração rósea, conforme pode ser observado com os valores de cor para a cromátide a*, ou seja, quanto mais positivo, mais vermelho.

Com os dados obtidos neste presente trabalho é possível afirmar que na presença dos microcristais de curcumina, o antioxidante sintético, eritorbato de sódio pode ser eliminado da formulação, pois não afeta os parâmetros físico-químico estudados de pH, capacidade de retenção de água, cor objetiva e perfil de textura.

REFERÊNCIAS

ALBANUS, C. B. **Esterificação da amilopectina e obtenção de nanopartículas por precipitação em misturas binárias**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/37337/000821369.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 ago. 2021.

ALCANTARA, M. *et al*. Principais Microrganismos envolvidos na deterioração das características sensoriais de derivados cárneos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 6, n. 1, p. 1-20, 2012. Disponível em: http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/15. Acesso em: 02 dez. 2021.

AL-KAHTANI, H. A. et al. Chemical changes after irradiation and postirradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, v.61, n.4, p. 729–733, 1996. Disponível em: https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1996.tb12191.x. Acesso em: 12 nov. 2021.

ALLAIS, I. *et al*. A rapid method based on front-face fluorescence spectroscopy for the monitoring of the texture of meat emulsions and frankfurters. **Meat Science**, v. 67, n. 2, p. 219– 229, 2004. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22061317/. Acesso em: 12 ago. 2021.

ÁLVAREZ, D. *et al*. Prediction of meat emulsion stability using reflection photometry. **Journal of Food Engineer**, v. 82, n. 3, p. 310– 315, 2007. Disponível em: http://manuelcastillo.es/pdfs-publications/Prediction%20of%20meat%20emulsion%20stability%20using%20reflection%20photometry.pdf. Acesso em: 25 ago. 2021.

ANDRADE, J. C. **Aspectos de qualidade para caracterização de salsichas comerciais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_8a0f5a8b95b8ed160a90cefc8f8a02b6. Acesso em: 25 ago. 2021.

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 319-336, jul./dez. 2006. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/7489. Acesso em: 25 ago. 2021.

ANTONIO, K. T.; DONDOSSOLA, L. K. **Elaboração de mortadela tipo bologna com adição de farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*) em substituição ao antioxidante sintético**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/13362/3/MD_COALM_2015_2_05.pdf. Acesso em: 15 nov. 2021.

ARAÚJO, A. C. **Obtenção e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas do repolho roxo (*Brassica oleracea*)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/11265. Acesso em: 06 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. **Números do Setor 2016 - Balança Comercial**. Disponível em: https://abia.org.br/. Acesso em 04 de dez. 2021.

BALDIN, J. C. *et al*. Microencapsulated jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract added to fresh sausage as natural dye with antioxidant and antimicrobial activity. **Meat Science**, v. 118, p. 15–21, 2016. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27016672/. Acesso em: 06 nov. 2021.

BENEVIDES, S. D.; NASSU, R. T.; **Produtos cárneos**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/ovinos_de_corte/arvore/CONT000g3izohks02wx5ok0tf2hbweqanedo.html. Acesso em: 28 de out. de 2021.

BOTTERRWECK, A. A. M. et al. Intake of Butylated Hydroxyanisole and Butylated Hydroxytoluene and Stomach Cancer Risk: Results from Analyses in the Netherlands Cohort Study. **Food and Chemical Toxicology**, v. 38, p. 599-605, 2000. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10942321/. Acesso em: 28 de out. de 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº 1004, de 11/12/1998, que aprova o Regulamento Técnico: "Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos". **Diário Oficial da União**, 14 de dezembro de 1998. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/67378977/do1-2019-03-18-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-272-de-14-de-marco-de-2019-67378770. Acesso em: 16 out. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RDC nº 23 de 15/03/2000, que dispõe sobre O Manual de Procedimentos Básicos para Registro e Dispensa da Obrigatoriedade de Registro de Produtos Pertinentes à Área de Alimentos. **Diário Oficial da União**, 15 de maio de 2000, 2000a. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0023_15_03_2000.html. Acesso em: 16 out. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 272, de 14 de março de 2019. Aprova o Regulamento Técnico que dispõe sobre aditivos alimentares para uso em carnes e produtos cárneos, suas respectivas funções, limites máximos e condições de uso. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2019. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/67378977/do1-2019-03-18-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-272-de-14-de-marco-de-2019-67378770. Acesso em: 28 de out. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n. 4, de 05 de abril de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela.** Brasília, 2000b. Disponível em: https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-sda-4-de-31-03-2000,662.html. Acesso em: 28 de out. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 4, de 31/03/2000**,** que aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**, 05 de abril de 2000. 2000c. Disponível em: https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-sda-4-de-31-03-2000,662.html. Acesso em: 25 out. 2021.

BRUNO, V. H. T. **Associação entre a conexão com a natureza e os motivos para as escolhas alimentares, o bem-estar subjetivo e a saúde autorreferida:** estudo transversal com profissionais da atenção primária. 2019. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/180887?show=full. Acesso em: 06 nov. 2021.

CANHOS, D. A. L.; DIAS, E. L. **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados**. Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia – FTPT. São Paulo, 1983.

CARVALHO, D. M. **Avaliação da solubilidade da curcumina e caracterização de filme ativo incorporado com nanosuspensão de curcumina**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia, Universidade de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4355. Acesso em: 16 out. 2021.

CARVALHO, P. R. R. M. *et al*. Características E Segurança Do Glutamato Monossódico Como Aditivo Alimentar: Artigo De Revisão. **Visão Acadêmica**, v. 12, n. 1, p. 53–64, 2011. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/22025. Acesso em: 26 out. 2021.

CENCI, D. F. *et al*. Effect of meat and water temperature and emulsion speed on the industrial process for chicken mortadella. **Journal Of Food Process Engineering**, v. 41, n. 8, p.1-10, 8 nov. 2018.

CHIGNELL, C. F. *et al*. Spectral and photochemical properties of curcumin. **Photochemistry and Photobiology**, v. 59, p. 295–302, 1994. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8016208/. Acesso em: 29 out. 2021.

CONEGLIAN, S. M. *et al*. Utilização de antioxidantes nas rações. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 5, Ed. 152, 2011. Disponível em: https://www.pubvet.com.br/uploads/f254c3fe46191a6a4057fc677635b619.pdf. Acesso em: 09 nov. 2021.

CRACKEL, R. L. *et al*. Some further observations on the TBA. Test as an index of lipid oxidation in meats. **Food Chemistry**, 28:187, 1988. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0308814688900507. Acesso em: 08 out. 2021.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 389-399, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbpm/a/pDztw6sV5YYJCDSKPJJjFTP/abstract/?lang=pt. Acesso em: 25 out. 2021.

DEVITTE, S. L.; DINON, S. **Mortadela adicionada de fibras pela adição de biomassa de banana verde e linhaça e substituição parcial da gordura por carragena e pectina.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/350. Acesso em: 25 out. 2021.

DOMÉNECH-ASENSI, G. *et al*. Effect of the addition of tomato paste on the nutritional and sensory properties of mortadella. **Meat Science**, v. 93, n. 2, p. 213–219, 2013. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22999311/. Acesso em: 25 out. 2021.

DORNELLAS, F. C. **Atividade antifúngica de *Cúrcuma longa* L. (*Zingiberaceae*) contra fungos deteriorantes de pães.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5988/1/CM_COALM_2016_2_02.pdf. Acesso em: 26 out. 2021.

DUTRA, M. P. et al. Radiação gama e nitrito de sódio na composição química e textura de mortadelas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 6, p. 1134-1140, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/bkb8kYcRNBHqBDv6fTSsdmf/?lang=pt&format=pdf. Acesso em: 08 nov. 2021.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. [s. l.]: Acribia, 2000. ISBN 84-200-0914-8. Disponível em: https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07269a&AN=utfpr.148348&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site. Acesso em: 13 dez. 2021.

FERNANDES, L. A. **Antioxidantes naturais para aplicação em alimentos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28519/1/AntioxidantesNaturaisPara.pdf. Acesso em: 08 nov. 2021.

GOVINDARAJAN, V.S. Turmeric – chemistry, technology and quality. CRC – **Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 12, n. 3, p. 199 – 301, 1980. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6993103/. Acesso em: 09 out. 2021.

GRAU, R.; HAMM, R. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung in muskel. **Naturwissenschaften**, v. 40, p. 29-30, 1953. Disponível em: https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1953NW.....40...29G/abstract. Acesso em: 09 out. 2021.

HECQ, J. *et al*. Preparation and characterization of nanocrystals for solubility and dissolution rate enhancement of nifedipine. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 299, p. 167-177, 2005. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15996838/. Acesso em: 19 out. 2021.

HENRIQUE, J. T. **Avaliação da preferência e descrição sensorial de mortadelas desenvolvidas com corantes naturais**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6737. Acesso em: 12 nov. 2021.

HOFFMANN, K. *et al*. Neus übes die bestimung der wasserbinding des nut hielf filterpaperpremethods. **Fleishwirtsch**, v. 62, p. 87- 94, 1982.

HU, P. *et al*. Curcumin reduces Streptococcus mutans biofilm formation by inhibiting sortase A activity. **Archives of Oral Biology**, v. 58, n. 10, p. 1343–8, 2013. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23778072/. Acesso em: 24 out. 2021.

JOHNER, K.; GOELZER NETO, C. F. Análise dos fatores de risco para o envelhecimento da pele: aspectos nutricionais. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.3, p. 10000-10018, 2021. Disponível em: https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/download/29361/23240?__cf_chl_rt_tk=x4xjZsZfTwODvCfmF4MWIP9seUccK9AM0rzE9i6yUGg-1637362068-0-gaNycGzNCT0. Acesso em: 18 out. 2021.

LEITE, L. O. R. **Termodinâmica de partição do corante natural carmim de cochonilha em diferentes sistemas aquosos bifásicos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em: https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/2095/1/texto%20completo.pdf. Acesso em: 05 out. 2021.

LEMOS, A. L. C. **Princípios do processamento de cárneos emulsionados**. Centro de Tecnologia de Carnes/Instituto de Tecnologia de Alimentos. São Paulo, 2004.
LI, Z. *et al*. A review: Using nanoparticles to enhance absorption and bioavailability of phenolic phytochemicals. **Food Hydrocolloids**, v. 43, p. 153-164, 2015. Disponível em: http://agri.ckcest.cn/ass/NK003-20170807002.pdf. Acesso em: 05 out. 2021.

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al*. Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 7, n. 1 p. 14-28, 2013. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/3119 Acesso em: 09 nov. 2021.

LIMA, M. M. D. *et al*. O mercado da carne suína: consumo e percepção. Espacios. v. 36, n. 19, p. 12, 2015. Disponível em: https://www.revistaespacios.com/a15v36n19/15361912.html. Acesso em: 03 dez. 2021.

LIOTÉCNICA TECNOLOGIA EM ALIMENTOS. Antioxidante sintéticos e naturais. **Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, n. 95, p. 23-31, 2013. Disponível em: https://1library.org/article/an%C3%A1lise-sensorial-perfil-avalia%C3%A7%C3%A3o-prefer%C3%AAncia-descri%C3%A7%C3%A3o-sensorial-mortadelas.ydvjj4gy. Acesso em: 09 out. 2021.

MARCIOLI, J. M. A. **Avaliação da atividade antioxidante e antimicrobiana de produtos naturais e associação com conservantes químicos de alimentos**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Processos Químicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2015. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16413 Acesso em: 19 out. 2021.

MARIUTTI, L. R. R. *et al*. Free radical scavenging activity of ethanolic extracts from herbs and spices commercialized in Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 51, n. 6, p. 1225-1232, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/babt/a/NyjZyzWXy4fSQnNbQ69mGPx/?lang=en Acesso em: 19 out. 2021.

MASSINGUE, A. A. **Uso de carne mecanicamente separada de aves na elaboração de mortadelas à base de carne de cordeiros e ovelhas**. Lavras: UFLA, 17p, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/629 Acesso em: 03 out. 2021.

MOREIRA, R. T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de Tilápia (Oreochromis niloticus L.) estabilizado com hidrocolóides**. 2005. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_31d6a1d03103da649857ed2792e0c965 Acesso em: 11 nov. 2021.

MÜLLER-MAATSCH, J.; GRAS, C. The “Carmine Problem” and Potential Alternatives. Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color, **Elsevier Ltd**, v. 80, p. 385-428, 2016.

MURAOKA JÚNIOR, M. et al. Substitution of synthetic antioxidant by curcumin microcrystals in mortadella formulations**. Food Chemistry,** v. 300, n. 125231, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619313391. Acesso em: 18 nov. 2021.

OLIVO, R. *et al*. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 25, n. 289, p. 44-49, 2001.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Emulsões cárneas. In M. Shimokomaki, R. Olivo, N. Terra, & B. D. G. M. Franco (Eds.), **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes.** Varela, São Paulo, 123– 133, 2006.

ONGARATTO, G. C. **Carmim de cochonilha adsorvido em hidroxissal lamelar de zinco com estabilidade aprimorada para aplicação em produtos cárneos cozidos**. 2021. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26076/1/carmimadsorvidohidroxissalcarneos.pdf Acesso em: 09 nov. 2021.

ORDOUDI, S. A. *et al*. A stepwise approach for the detection of carminic acid in saffron with regard to religious food certification. **Food Chemistry**, v. 267, n. 75470, p. 410–419, 2018.

ORSOLIN, D. **Redução do tempo no processo de cozimento de mortadela avaliando a qualidade final do produto**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cab/a/SnCGLZSMr9hRfJyQkFMcFNt/abstract/?lang=pt Acesso em: 15 out. 2021.

PINTON, M. B. **Aplicação de ultrassom como estratégia para redução de fosfato em emulsões cárneas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/16765 Acesso em: 05 nov. 2021.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242324297_Antioxidantes_utilizados_em_oleos_gorduras_e_alimentos_gordurosos Acesso em: 25 set. 2021.

RICARDO, H. A. **Propriedades químicas e físicas dos cortes cárneos de cordeiros Santa Inês produzidos no centro-oeste do Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008. Disponível em: https://www.fmvz.unesp.br/Home/ensino/pos-graduacao768/zootecnia/dissertacoeseteses/helio-de-almeida-ricardo.pdf Acesso em: 05 nov. 2021.

SANTOS, P. D. F. et al. The nanoencapsulation of curcuminoids extracted from *Curcuma longa* L. and an evaluation of their cytotoxic, enzymatic, antioxidant and anti-inflammatory activities. **Food & Function**, 2019. Disponível em: https://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/fo#!recentarticles Acesso em: 11 nov. 2021.

SARI, T. P. *et al*. Preparation and characterization of nanoemulsion encapsulating curcumin. **Food Hydrocolloids**, v. 43, p. 540-546, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273421353_Preparation_and_characterization_of_nanoemulsion_encapsulating_curcumin Acesso em: 19 out. 2021.

SUETH-SANTIAGO, V. *et al*. Curcumina, o pó dourado do açafrão-da-terra: introspecções sobre química e atividades biológicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 538-552, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/Jhxv6nxsPhPXb37fh7bgZ3t/?lang=pt Acesso em: 01 nov. 2021.

TERAO, M. **Obtenção e caracterização de micropartículas estruturadas de biopolímeros contendo curcumina**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6651/3/CM_COEAL_2015_2_17.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

TERRA, N. N. *et al*. Defeitos nos produtos cárneos: Origens e soluções**. Ed Varela**. São Paulo, 2004.

TERRELL, R. N. Reducing the sodium content of processed meats. **Food Technology**, v.37, n.7, p.66-71, 1983.

VALDUGA, E. *et al*. Secagem por atomização e microencapsulamento de antocianinas do bagaço da uva Isabel (*Vitis Labruca*), **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras. v. 32, p. 1568-1574, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cagro/a/hJNnXS7MLgT5mpJtwN9KKkG/?lang=pt Acesso em: 09 out. 2021.

VIUDA-MARTOS, M. *et al*. Spices as functional foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.51, n.1, p.13-28, 2011.

WANG, Y. *et al*. Study on the antibiotic activity of microcapsule curcumin against foodborne pathogens. **International Journal of Food Microbiology**, v. 136, n. 1, p. 71–4, 2009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160509004668?via%3Dihub Acesso em: 28 set. 2021.

YANISHLIEVA, N. V. *et al*. Natural antioxidants from herbs and spices. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.108, n.9, p.776-93, 2006. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.200600127 Acesso em: 28 set. 2021.

YEN, F. *et al*. Curcumin nanoparticles improve the physicochemical properties of curcumin and effectively enhance its antioxidant and antihepatoma activities. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Taiwan, v. 58, n. 12, p. 7376-7382, 2010. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20486686/ Acesso em: 09 out. 2021.

YUNES, J. F. F. **Avaliação dos efeitos da adição de óleos vegetais como substitutos de gordura animal em mortadela**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Faculdade de Tecnologia de Alimentos,

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5683 Acesso em: 09 out. 2021.