

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES**  
**BACHARELADO EM ZOOTECNIA**  
**ALINE BARBOZA DE OLIVEIRA**

**CONTROLE DE QUALIDADE E BOAS PRÁTICAS NA PRODUÇÃO DE**  
**EMBUTIDOS CÁRNEOS: REVISÃO SISTEMÁTICA**

**CERES – GO**  
**2026**

**ALINE BARBOZA DE OLIVEIRA**

**CONTROLE DE QUALIDADE DE EMBUTIDOS NA INDÚSTRIA DE  
PRODUTOS CÁRNEOS: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de curso apresentado ao curso Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, sob orientação da Profa. Dra. Flávia Oliveira Abrão Pessoa e coorientação do Dr. Ronaildo Fabino Neto.

**CERES – GO  
2026**

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

O48 Barboza de Oliveira, Aline  
CONTROLE DE QUALIDADE E BOAS PRÁTICAS NA  
PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS CÁRNEOS: REVISÃO  
SISTEMÁTICA / Aline Barboza de Oliveira. ceres 2026.

36f.

Orientadora: Profª. Dra. Flávia Oliveira Abrão Pessoa.

Coorientador: Prof. Dr. Ronaldo Fabino Neto.

Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 03401444 -  
Agente de Desenvolvimento Cooperativista Solidário (Campus  
Ceres).

1. Segurança alimentar. 2. Controle sanitário. 3. Indústria cárnea.  
4. APPCC. 5. Processamento de carnes. I. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Aline Barboza de Oliveira

Matrícula: 2019103201840294

Título do Trabalho: CONTROLE DE QUALIDADE E BOAS PRÁTICAS NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS

CÁRNEOS: REVISÃO SISTEMÁTICA

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: \_\_/\_\_/\_\_


O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:


- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente  
 **ALINE BARBOZA DE OLIVEIRA**  
Data: 25/06/2026 22:26:21-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ceres-GO, 17/06/2026.  
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Documento assinado digitalmente  
 **FLAVIA OLIVEIRA ABRAO PESSOA**  
Data: 25/06/2026 22:38:03-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) orientador(a)

#### ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) dezoito dia(s) do mês de junho do ano de dois mil e vinte e seis, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Alino Barbosa de Oliveira, do Curso de Zootecnia, matrícula \_\_\_\_\_, cujo título é "Controle de Qualidade e boas práticas na produção de embutidos Cozidos: Análises Sistemáticas". A defesa iniciou-se às 9 horas e 40 minutos, finalizando-se às 10 horas e 59 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 8 no trabalho escrito, média 8,8 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8,4 de pontos, estando o(a) estudante apta para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

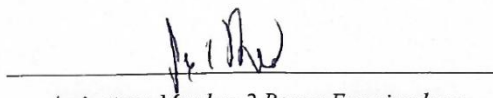
Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.



Assinatura Presidente da Banca



Assinatura Membro 1 Banca Examinadora



Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força, sabedoria e perseverança para superar todos os desafios enfrentados ao longo desta caminhada acadêmica.

Aos meus pais, Jesus e Francisca, por todo amor, apoio, dedicação e ensinamentos que me proporcionaram durante toda a minha vida. Obrigada por acreditarem em mim, incentivarem meus sonhos e estarem ao meu lado em todos os momentos.

Às minhas irmãs, Sandra e Alice, pelo carinho, companheirismo e incentivo constante. A presença e o apoio de vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

À minha filha, Antônia Cecília, minha maior motivação e inspiração diária. Cada esforço realizado durante esta trajetória foi pensando em proporcionar um futuro melhor e servir de exemplo para você.

Ao meu esposo, Lucas Jardim, pelo amor, compreensão, paciência e apoio incondicional durante toda esta jornada. Obrigada por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis e por nunca me deixar desistir.

A minha orientadora, professora Flávia Oliveira e ao meu coorientador Ronaildo Fabino, pela dedicação, paciência, conhecimento compartilhado e orientação ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Sua contribuição foi essencial para a realização deste TCC.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho. Muito obrigada!

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática sobre o controle de qualidade na indústria de embutidos cárneos, abordando as práticas e desafios enfrentados pelas empresas do setor. A pesquisa, baseada na metodologia PRISMA (2020), analisou publicações científicas da base Science Direct entre 2015 e 2025. Foram considerados aspectos como a aplicação das Boas Práticas de Fabricação (BPF), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), o uso de tecnologias emergentes, regulamentações nacionais e estratégias voltadas à segurança alimentar. Os resultados destacam a importância da capacitação das equipes, da integração de novas tecnologias, do mapeamento microbiológico e da adoção de padrões internacionais para assegurar a inocuidade, qualidade e conformidade dos produtos cárneos embutidos. Nesse contexto, observa-se que o controle de qualidade na indústria de embutidos tem evoluído de uma abordagem tradicional, baseada apenas na inspeção final, para um modelo preventivo e integrado, incorporando ferramentas analíticas avançadas, biotecnologia e estratégias sustentáveis. No entanto, ainda existem desafios relacionados à aplicação dessas tecnologias em escala industrial, especialmente em pequenas e médias empresas, além da necessidade de conciliar inovação com aceitação sensorial e viabilidade econômica. Conclui-se que a implementação eficiente de sistemas de controle de qualidade é essencial para garantir a segurança alimentar, fortalecer a confiança do consumidor e atender aos requisitos legais e de mercado.

**Palavras-chave:** Segurança alimentar, Controle sanitário, Indústria cárnea, APPCC, Processamento de carnes, Tecnologia na produção de alimentos

## ABSTRACT

This study aims to conduct a systematic review of quality control in the processed meat industry, focusing on practices and challenges faced by the sector. The research followed the PRISMA 2020 methodology and analyzed scientific publications from the ScienceDirect database between 2015 and 2025. Key aspects examined include the application of Good Manufacturing Practices (GMP), Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP), the integration of emerging technologies, national regulations, and strategies for food safety. The findings highlight the importance of continuous staff training, the use of innovative technologies, microbiome mapping, and international standards to ensure product safety, quality, and compliance. In this context, it is observed that quality control in the processed meat industry has evolved from a traditional approach, based solely on final inspection, to a preventive and integrated model, incorporating advanced analytical tools, biotechnology, and sustainable strategies. However, challenges remain regarding the application of these technologies on an industrial scale, especially in small and medium-sized enterprises, in addition to the need to reconcile innovation with sensory resources and cost-effective options. It is concluded that efficient implementation of quality control systems is essential to ensure food safety, build consumer trust, and meet legal and market demands.

**Keywords:** Food safety, Good Manufacturing Practices, HACCP, Meat processing, Food production technology

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Registo de inclusão e exclusão no fluxograma das etapas de seleção dos artigos na revisão sistemática.....	<b>04</b>
--	-----------

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Caracterização dos artigos utilizados e descrição breve.....	<b>06</b>
--	-----------

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. METODOLOGIA.....	2
2.1. Caracterização do estudo.....	2
2.2. Estratégia de busca.....	2
2.3. Critérios, processo de seleção dos artigos e coleta de dados.....	3
3. RESULTADOS.....	4
4. ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	10
5. DISCUSSÃO.....	31
6. CONCLUSÃO.....	33
7. REFERÊNCIAS.....	33

# 1 INTRODUÇÃO

De acordo com O Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), a indústria de embutidos cárneos ocupa posição estratégica no agronegócio brasileiro, sendo responsável pela transformação de matérias-primas de origem animal em produtos de alto valor agregado, como linguiças, salsichas, mortadelas, salames e paios. Além de contribuir para o aproveitamento tecnológico da carne, esse segmento desempenha papel relevante na geração de empregos, no abastecimento do mercado interno e na expansão das exportações de produtos cárneos processados. O crescimento da demanda por alimentos práticos e de fácil preparo tem impulsionado a modernização dos processos produtivos e o fortalecimento dos sistemas de controle de qualidade ao longo da cadeia produtiva.

Segundo a Embrapa (2023), os produtos cárneos processados representam uma importante alternativa para agregação de valor à produção pecuária, exigindo rigorosos padrões sanitários e tecnológicos para garantir a segurança dos alimentos e a satisfação dos consumidores. A crescente exigência dos mercados nacional e internacional tem estimulado a adoção de tecnologias inovadoras voltadas ao monitoramento microbiológico, rastreabilidade, controle de processos e avaliação da qualidade dos produtos.

Nesse contexto, o controle de qualidade na indústria de embutidos é realizado por meio da aplicação integrada de ferramentas preventivas e corretivas. Entre as principais destacam-se as Boas Práticas de Fabricação (BPF), os Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO), a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), os Programas de Autocontrole (PAC), a rastreabilidade, as auditorias internas e os monitoramentos físico-químicos e microbiológicos (BRASIL, 1997; BRASIL, 1998). Essas ferramentas permitem identificar perigos biológicos, químicos e físicos, reduzindo riscos de contaminação e assegurando a conformidade dos produtos com os padrões legais estabelecidos.

A produção de embutidos no Brasil é regulamentada por um conjunto de legislações federais, estaduais e municipais. Em âmbito federal, destacam-se o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), instituído pelo Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, atualizado pelo Decreto nº 10.468, de 2020, além das normas complementares do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que estabelecem critérios relacionados à identidade, qualidade, inocuidade e rotulagem dos alimentos (BRASIL, 1997; BRASIL, 1998). Nos âmbitos estadual e municipal, os Serviços de Inspeção Estadual (SIE) e os Serviços de Inspeção Municipal (SIM) exercem papel fundamental na fiscalização de estabelecimentos e produtos destinados à comercialização dentro de seus respectivos territórios, contribuindo para a segurança alimentar e para o fortalecimento da agricultura familiar e agroindústrias de pequeno porte.

Diante da crescente complexidade dos sistemas produtivos e das exigências regulatórias, o controle de qualidade tornou-se um dos pilares fundamentais para a competitividade da indústria de embutidos. A implementação eficiente dessas ferramentas permite não apenas garantir a conformidade legal, mas também promover maior confiabilidade dos produtos, reduzir perdas

econômicas, aumentar a vida útil dos alimentos e fortalecer a imagem das empresas perante consumidores e órgãos fiscalizadores.

O controle de qualidade em indústrias de alimentos de origem animal (CQIA) baseia-se na verificação de matérias-primas, insumos, embalagens e fornecedores, no monitoramento das etapas de produção e na inspeção do produto final. Essas ações visam assegurar padrões de integridade e condições sanitárias por meio de análises físico-químicas, microbiológicas e macroscópicas (TORREZAN, 2021). Dessa forma, garantem-se produtos seguros, de alta qualidade e em conformidade com as normas regulatórias.

Para aprimorar a eficácia desse controle, as indústrias de embutidos adotam Programas de Autocontrole (PAC), desenvolvidos, implantados e monitorados por profissionais qualificados dentro do próprio estabelecimento. Esses programas, executados por equipes treinadas, buscam assegurar a inocuidade, identidade, qualidade e integridade dos produtos (GUICHENEY, 2021). Entre as ferramentas essenciais dos PAC estão as Boas Práticas de Fabricação (BPF), que estabelecem normas e procedimentos higiênico-sanitários (BRASIL, 1997) e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), que identifica e controla riscos à saúde pública, garantindo padrões uniformes de qualidade (BRASIL, 1998).

No Brasil, a produção de embutidos de origem animal é regulamentada pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), estabelecido pelo Decreto nº 9.013/2017. Esse marco legal define os procedimentos obrigatórios para inspeção e fiscalização, assegurando a segurança e a qualidade dos produtos (BRASIL, 2017). A fiscalização é realizada por órgãos como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio de seu Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) e do Serviço de Inspeção Federal (SIF), responsável por garantir a qualidade no processo industrial (ELIAS; MADRONA, 2008).

Além da fiscalização realizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), ligada ao Ministério da Saúde e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), ligado ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Este último responsável pela certificação de embalagens e conformidade técnica, enquanto que ANVISA garante a sanidade de produtos processado pronto para o consumo (BRASIL, 2017).

Diante desse contexto, torna-se imprescindível a atuação de profissionais qualificados no CQIA para garantir a segurança, a integridade e a conformidade dos produtos com as normas

sanitárias. Estudos destacam que a capacitação contínua das equipes e a adoção de tecnologias de monitoramento são estratégias eficazes para melhorar a rastreabilidade, a padronização e a eficiência produtiva (DAVOUDI; STASINOPOULOS; SHIWAKOTI, 2025).

Objetiva-se com essa revisão, avaliar criticamente as tecnologias analíticas e estratégias tecnológicas aplicadas a produtos de embutidos cárneos, incluindo métodos rápidos de detecção, abordagens sustentáveis de controle de qualidade, embalagens ativas e reformulações funcionais, quanto à sua eficácia na melhoria da segurança, qualidade, estabilidade, valor nutricional e conformidade regulatória.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Caracterização do estudo**

Esta pesquisa caracteriza-se como **revisão sistemática**, visando compilar, analisar e sintetizar o conhecimento científico sobre controle de qualidade e boas práticas na produção de alimentos embutidos. Essa pesquisa foi elaborada seguindo os critérios do PRISMA (2020), com dupla revisão independente e avaliação do risco de viés.

### **2.2 Estratégia de Busca**

Para garantir a abrangência e precisão na seleção de trabalhos publicados, foram utilizados os seguintes termos de busca: ((“Processed meat products of animal origin” OR “Quality control” OR “Good manufacturing practices”) AND (“Meat industry” OR “Sausage” OR “Sausages”) AND (“Brazilian” OR “Brazil” OR “Brazilian sausage industry”)). Estes, correspondem em português, aos termos: ((“Produtos cárneos processados de origem animal” OU “Controle de qualidade” OU “Boas práticas de fabricação”) E (“Indústria de carne” OU “Salsicha” OU “Salsichas”) E (“Brasileira” OU “Brasil” OU “Indústria brasileira de salsichas”)).

A busca pelos termos foi realizada apenas na plataforma Science Direct, uma base de dados internacional de literatura científica, onde são hospedadas mais de 16 milhões de publicações relacionada a área das ciências biológica, da agrária, da veterinária e de alimentos. Para esta pesquisa, foi feito os seguintes refinamentos:

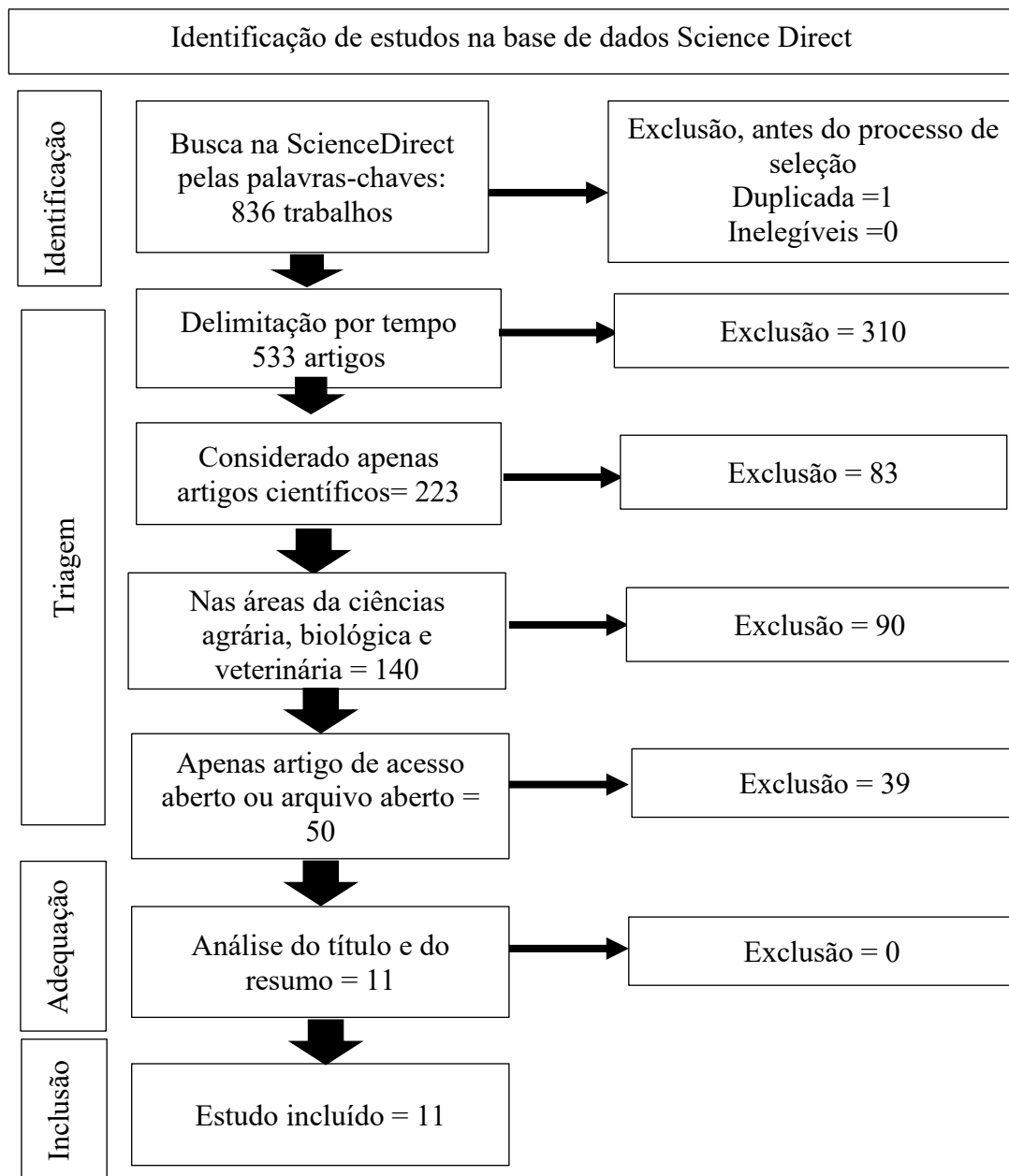
- Publicações feita entre os anos de 2016 a 2026;
- Considerado apenas artigos científicos

- Nas áreas da ciências agrária, biológica e veterinária; e
- Apenas artigo de acesso aberto ou arquivo aberto.

### **2.3 Critérios, processo de seleção dos artigos e coleta de dados**

A pesquisa teve como foco identificar estudos relacionados ao tema “Controle de qualidade de embutidos na indústria de produtos cárneos”. Para isso, foram analisados os resumos de diversos artigos, com o objetivo de selecionar aqueles que apresentavam maior relação com a temática proposta. Em seguida, os artigos selecionados foram lidos integralmente para compor a base de dado do presente estudo.

Para isso, a afinidade entre a abordagem das pesquisas e o objeto de estudo deste trabalho foi adotada como um dos critérios de inclusão, juntamente com a seleção de publicações em periódicos nacionais e internacionais. Por outro lado, foram excluídos os trabalhos acadêmicos como monografias, dissertações, teses e artigos apresentados em eventos, além das pesquisas que, durante a leitura, demonstraram não estar alinhadas com a temática proposta ou que estavam fora do período de publicação estabelecido, além da exclusão de trabalhos duplicados e ilegíveis. As etapas de seleção estão apresentadas na figura 1.



**Figura 1:** Registo de inclusão e exclusão no fluxograma das etapas de seleção dos artigos na revisão sistemática.

### 3. RESULTADOS

As buscas iniciais nas bases de dados da Science Direct indicaram um total de 836 trabalhos após exclusão de publicações duplicadas e inelegíveis, os quais apresentaram correlação o tema de controle de qualidade no processamento de alimentos embutidos, encontrados a partir da utilização

das palavras-chave, anteriormente descritos. Ao delimitar o período de produção, entre os anos de 2015 a 2025, obtivemos um total de 533 artigos relacionados (exclusão de 36,2% do total).

Em seguida, aplicou a seção para apenas artigos científicos, caindo para 223 artigos selecionados (exclusão de 58,2% de 383). Ao aplicar o critério de selecionar, considerando apenas artigos nas áreas da ciências agrária, biológica e veterinária, na base de dados da plataforma Science Direct, reduziu para 140 artigos (exclusão de 37,2%). Como último critério de triagem na plataforma, ao considerar apenas os artigos de acesso aberto o arquivo aberto, o número de publicações caiu para 50 artigos (exclusão de 64,3%).

Os 50 artigos selecionados foram baixados e analisados, quanto aos seus títulos e resumos, e aqueles que apresentaram como tema principal o processo de qualidade na fabricação de embutidos, foram selecionados, resultando um total de 11 artigos encontrados (exclusão de 78,0%).

Com o propósito de identificar estudos que apresentassem uma relação direta com o tema central proposto desta pesquisa, o qual teria, obrigatoriamente, ter alguma relação com os protocolos de qualidade na fabricação de alimento bem como alimentos embutidos, os resultados foram apresentados em tabelas. As características dos artigos utilizados e um resumo dos estudos são apresentados no quadro 2.

Para tanto, foram extraídos dos artigos as respostas para os seguintes questionamentos: Quem são os autores e instituições envolvidas no estudo? Quais as metodologias adotadas no estudo? Onde e quando a pesquisa foi realizada? Quais os tipos de processo e de alimento embutido descritos no estudo? Por que a pesquisa foi realizada? Quais os principais resultados e achados? Quais as conclusões e implicações do estudo?

Ao final de tudo, 11 artigos foram selecionados para compor esta revisão sistemática. As etapas descritas até aqui, durante o processo de seleção dos artigos para estes estudos, estão ilustradas na Figura 1.

**Tabela 1 - Caracterização dos artigos utilizados e descrição breve.**

<b>Autor/ano</b>	<b>Título</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Limitações</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusão</b>
(Nero <i>et al.</i> , 2020)	1-A placa de contagem de bactérias ácido-láticas 3M Petrifilm é uma ferramenta confiável para Enumerar bactérias ácido-láticas no bacon	Pesquisa de campo.	Falta de evidências empíricas específicas para fabricação de alimentos. Necessidade de validação de aplicativos de inteligência artificial (IA). Riscos da dependência exclusiva de sistemas de IA Requer estudos de campo em diversos ambientes produtivos para adaptação das ferramentas de IA	As contagens de LAB por MRS e PLAB não diferiram significativamente, enquanto o APT apresentou resultados inferiores. O PLAB mostrou boa correlação com os métodos tradicionais e permitiu enumeração confiável em 24 h.	O estudo concluiu que o PLAB é um método eficaz e rápido para enumeração de LAB em bacon, com boa correlação com métodos tradicionais, sendo adequado para controle de qualidade e monitoramento microbiológico.
(Vinothkanna <i>et al.</i> , 2024)	2-Ferramentas avançadas de detecção de fraude alimentar: uma revisão sistemática de métodos de detecção holísticos e racionais baseados em pesquisas e patentes	Revisão de sistemática de literatura.	O estudo aponta que muitos métodos de detecção de fraudes alimentares são complexos, caros e pouco práticos, destacando a necessidade de soluções simples, rápidas e integradas, especialmente com o uso de IA.	O estudo mostrou que salames brasileiros apresentaram maiores níveis de aminas biogênicas que os italianos, mas permaneceram dentro dos limites de segurança, com controle eficaz dessas aminas pelo uso de culturas iniciadoras.	O artigo destaca a importância de tecnologias avançadas, como IA e quimiometria, para a detecção de fraudes alimentares, apontando a necessidade de métodos mais eficientes, acessíveis e automatizados.
(Roselino <i>et al.</i> , 2020)	3-Análise de aminas biogênicas em salames probióticos e comerciais.	Pesquisa de campo.	Não abordado no artigo.	O estudo mostrou que salames brasileiros apresentaram maiores níveis de aminas biogênicas que os italianos, mas permaneceram dentro dos limites legais, com controle eficaz dessas aminas pelo uso de <i>E. faecium</i> CRL 183, garantindo a segurança do produto.	A importância das matérias-primas e das condições de processamento na determinação do conteúdo de BaS em alimentos fermentados como salame.

**Tabela 1 - continuando.**

<b>Autor/ano</b>	<b>Título</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Limitações</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusão</b>
(Della Betta <i>et al.</i> , 2016)	4-Um método CZE sub-minuto para determinar nitrato e nitrito em produtos cárneos: Uma alternativa para análises de rotina	Pesquisa de campo.	Não abordado no jornal.	O método otimizado de eletroforese capilar permitiu a rápida determinação simultânea de nitrato e nitrito em produtos cárneos, com resultados majoritariamente em conformidade com a legislação, reforçando a importância do monitoramento desses compostos devido aos riscos à saúde.	O método CZE proposto mostrou-se simples, rápido e eficiente para a determinação de nitrato e nitrito em diferentes produtos cárneos, com a maioria das amostras em conformidade com a legislação, reforçando a importância do monitoramento contínuo desses aditivos para a saúde pública.
(Alves <i>et al.</i> , 2023)	5-Desenvolvimento de um novo método para a determinação de 4-hidroxirolina como medição do teor de colágeno em produtos cárneos e suplementos alimentares por cromatografia eletrocínética assistida por ciclodextrina	Pesquisa experimental.	Os autores não relataram limitações metodológicas, desafios experimentais ou restrições quanto à aplicabilidade e generalização dos resultados.	O método para determinação de 4-hidroxirolina mostrou-se eficaz e validado para quantificar colágeno em produtos cárneos e suplementos, apresentando resultados confiáveis, boa sensibilidade e desempenho estatístico adequado.	Os autores desenvolveram um método CD-EKC eficaz e confiável para quantificar colágeno em produtos cárneos e suplementos, sem conflitos de interesse.
(Mousavi Khaneghah <i>et al.</i> , 2018)	6-Eficácia de agentes antimicrobianos para aplicações em contato com alimentos: Atividade biológica, incorporação em embalagens e Métodos de avaliação: uma revisão	Pesquisa experimental.	Os autores apontam que resultados laboratoriais podem não refletir condições reais, que a solubilidade e a interação com o alimento afetam a eficácia antimicrobiana, e que são necessários métodos de avaliação e incorporação mais adequados para garantir a segurança das embalagens.	O artigo destaca que embalagens antimicrobianas aumentam a segurança dos alimentos, descreve agentes utilizados e reforça a necessidade de avaliar sua eficácia e conformidade legal.	Os autores concluem que embalagens antimicrobianas reduzem a deterioração microbiana, aumentam a segurança e a vida útil dos alimentos, e requerem métodos de avaliação eficazes para garantir conformidade legal.

**Tabela 1 - continuando.**

<b>Autor/ano</b>	<b>Título</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Limitações</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusão</b>
(Yaghoubi <i>et al.</i> , 2024)	7-Aprimoramento da embalagem de linguiça bovina com filme ativo de alginato de cálcio infundido com nanopartículas de nisina e $\epsilon$ -polilisina e extrato de beterraba	Pesquisa experimental.	Os autores não discutem limitações do estudo, pois os contextos disponíveis concentram-se na metodologia e nos resultados, sem abordar possíveis restrições	O estudo mostrou que filmes de alginato de cálcio com nanopartículas de $\alpha$ -polilisina melhoraram as propriedades do material, intensificaram o efeito antimicrobiano, reduziram oxidação e nitrito, e aumentaram a vida útil das salsichas em 25%.	O estudo indica que a incorporação de $\epsilon$ -polilisina e nanopartículas em embalagens melhora a segurança, a qualidade sensorial e a vida útil de produtos cárneos, reduzindo a necessidade de nitritos e atendendo à demanda por alimentos mais seguros.
(Rebellato <i>et al.</i> , 2020)	8-Avaliação de minerais e controle de sódio em hambúrgueres pelo método rápido e verde método e ferramentas quimiométricas	Pesquisa experimental.	Não abordado no jornal.	O estudo confirmou que NIR com calibração multivariada é eficaz para quantificar minerais e classificar hambúrgueres pelo teor de sódio, com boa precisão e rápida análise.	O estudo conclui que a espectroscopia NIR associada à calibração multivariada é um método rápido, preciso e eficaz para quantificar minerais e classificar hambúrgueres pelo teor de sódio, atendendo aos requisitos legais.
(Campos <i>et al.</i> , 2021)	9-Medidas de qualidade de linguiças de porco tipo cuiabana com adição de farinhas de subprodutos da fabricação de cerveja	Pesquisa experimental.	Os autores apontam limitações relacionadas ao conhecimento do potencial antioxidante dos subprodutos cervejeiros, ao controle de fermentação, ao impacto visual e às alterações de pH e acidez, indicando a necessidade de novos estudos para otimização.	A adição de subproduto cervejeiro reduziu a luminosidade, aumentou acidez, proteínas e fibras da salsicha, não afetou a oxidação lipídica e manteve <i>E. coli</i> e <i>Staphylococcus</i> sp. dentro dos limites, embora tenha sido detectada <i>Listeria</i> sp.	Os autores concluem que o subproduto cervejeiro não afetou a textura nem apresentou efeito antioxidante ou antimicrobiano significativo, mas aumentou proteína e fibra, indicando potencial nutricional e a necessidade de otimizar sua concentração.

**Tabela 1 - continuando.**

<b>Autor/ano</b>	<b>Título</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Limitações</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusão</b>
(Karla Dos Santos <i>et al.</i> , 2024)	10-Utilização de óleo de açaí encapsulado com potencial antioxidante em linguiça fresca	Pesquisa experimental.	O estudo aponta limitações como a falta de literatura comparável, variabilidade restrita entre tratamentos, ausência de avaliação sensorial de longo prazo, escopo limitado da análise microbiológica e baixa generalização dos resultados.	A adição de cápsulas de óleo de açaí melhorou o perfil lipídico das salsichas, reduziu a oxidação, manteve a aceitação sensorial e atendeu aos padrões microbiológicos.	O estudo indica que cápsulas de óleo de açaí melhoram o perfil lipídico e reduzem a oxidação, mantendo a qualidade sensorial e potencialmente estendendo a vida útil das salsichas frescas.
(Paglarini; Martini; Pollonio, 2019)	11-Utilizando géis de emulsão feitos com dispersões de proteína isolada de soja sonicada para substituir a gordura em salsichas	Pesquisa experimental.	O estudo aponta limitações sensoriais nas salsichas reformuladas, como menor aceitabilidade, aparência pálida, textura indesejável e desafios em reproduzir as propriedades sensoriais da gordura animal, além de possíveis efeitos do processamento em escala piloto.	O estudo mostrou que géis de emulsão com menos carragenina mantiveram a textura das salsichas, que a composição química e reológica variou entre formulações, e que maiores teores de carragenina aumentaram a elasticidade e o módulo de armazenamento.	Os autores concluem que géis de emulsão à base de proteína de soja mantêm as propriedades tecnológicas das salsichas e melhoram o perfil nutricional, embora ajustes sensoriais e avaliações futuras de oxidação ainda sejam necessários.

## **4. ANÁLISES DOS RESULTADOS**

### **4.1 Título**

A placa de contagem de bactérias ácido-lácticas 3M Petrifilm® é uma ferramenta confiável para enumerar bactérias ácido-lácticas no bacon.

#### **4.1.1 Autores e instituições**

Autores: Luís Augusto Nero, Caio Fialho de Freitas, Lara Maria Vieira Flores Carvalho e Cristina Constantino.

Instituições:

Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Veterinária, Campus Viçosa, Centro, 36570-900 Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

3M Segurança Alimentar, 3M do Brasil, Via Anhanguera, s/n - Nova Veneza, 13181-900 Sumaré, São Paulo, Brasil.

#### **4.1.2 Metodologias adotadas**

As amostras de bacon adquiridas no varejo (n=40) foram diluídas em água peptonada tamponada (BPW) e caldo Lethen, homogeneizadas e submetidas à enumeração de bactérias do ácido láctico (LAB) por métodos oficiais (ISO e APHA) e pelo sistema alternativo Petrifilm (PLAB). As contagens foram realizadas após 24, 48 e 72 horas de incubação e expressas em log UFC/g. As colônias foram caracterizadas por coloração de Gram, teste de catalase e produção de gás.

#### **4.1.3 Local e período da pesquisa**

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal da Universidade Federal de Viçosa (MG) e na 3M Food Safety – 3M do Brasil (SP). O estudo foi conduzido em 2020, com o manuscrito recebido em abril, aceito em maio e publicado em setembro do mesmo ano. A enumeração das colônias microbiológicas ocorreu após 24, 48 e 72 horas de incubação.

#### **4.1.4 Tipos de alimentos processados e incorporados**

O estudo teve como matriz alimentar amostras de bacon embaladas a vácuo e adquiridas no varejo, um produto suscetível à deterioração microbiológica, especialmente por bactérias do ácido láctico (LAB).

#### 4.1.5 Objetivo da pesquisa:

O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho das placas Petrifilm® para contagem de bactérias do ácido láctico (PLAB) como metodologia alternativa para a enumeração de LAB em bacon, bem como verificar a seletividade desse sistema por meio da comparação de seus resultados com os métodos oficiais utilizados para a contagem de LAB.

#### 4.1.6 Principais resultados e implicações

As placas Petrifilm® para contagem de bactérias do ácido láctico (PLAB) mostraram desempenho equivalente aos métodos oficiais para a enumeração de LAB em bacon, com alta seletividade e resultados confiáveis já após 24 horas de incubação. As contagens não apresentaram diferenças significativas em relação aos protocolos tradicionais, independentemente do diluente ou tempo de incubação, e demonstraram boa correlação com os meios MRS e APT. Além disso, o PLAB permitiu a caracterização de LAB homofermentativas e heterofermentativas, configurando-se como uma alternativa rápida e eficiente para o controle de qualidade microbiológico.

#### 4.1.7 Conclusões e implicações

O estudo concluiu que as placas Petrifilm® (PLAB) mostraram-se uma alternativa confiável aos métodos convencionais para a enumeração de bactérias do ácido láctico em bacon, com resultados equivalentes e obtidos em 24 horas. O método contribui para um monitoramento microbiológico mais rápido e eficiente na indústria de alimentos.

## 4.2 Título

Ferramentas avançadas de detecção de fraude alimentar: uma revisão sistemática de métodos de detecção holísticos e racionais baseados em pesquisas e patentes.

### 4.2.1 Autores e instituições

Autores: Annadurai Vinothkanna, Owias Iqbal Dar, Zhu Liu e Ai-Qun Jia.

Instituições:

Escola de Ciências da Vida e da Saúde, Universidade de Hainan, Haikou 570228, China.

Hospital Geral de Hainan, Hospital Afiliado de Hainan da Universidade Médica de Hainan, Haikou 570311, China.

Escola de Química e Engenharia Química, Universidade de Hainan, Haikou 570228, China.

#### 4.2.2 Metodologias adotadas

O estudo aborda o uso de tecnologias analíticas avançadas, associadas à quimiometria e a técnicas de aprendizado de máquina, para a detecção de fraudes e adulterações em alimentos. Métodos tradicionais, como GC-MS, LC-MS, HPLC, FTIR, NIR, espectroscopia Raman, RMN, técnicas eletroforéticas e métodos baseados em DNA (PCR), são amplamente empregados devido à sua sensibilidade e especificidade. Abordagens não destrutivas e de baixo custo, como E-nose, E-tongue e espectroscopia de impedância elétrica, vêm ganhando destaque por permitirem análises rápidas e eficientes. A integração dessas técnicas com ferramentas quimiométricas e inteligência artificial tem ampliado a eficiência, a rapidez e a confiabilidade na identificação de adulterações em diferentes matrizes alimentares.

#### 4.2.3 Local e período da pesquisa

A pesquisa foi conduzida por autores afiliados à Escola de Ciências da Vida e da Saúde da Universidade de Hainan, Haikou, China, e ao Hospital Geral de Hainan, Hospital Afiliado de Hainan da Universidade Médica de Hainan, Haikou, China.

Período de análise de dados: A revisão analisa dados de pesquisas e patentes entre 2018 e 2023.

#### 4.2.4 Tipos de alimentos processados e incorporados

A fraude alimentar abrange diferentes formas de adulteração, como falsificação, substituição, diluição, rotulagem incorreta, alteração da origem e modificação indevida da composição dos alimentos. Exemplos comuns incluem a adulteração de sucos, produtos cárneos, mel, laticínios e vegetais, bem como a adição de ingredientes de baixo custo ou sintéticos. Casos de maior impacto envolvem riscos à saúde pública, como contaminação por melamina, substituição fraudulenta de carnes e presença de contaminantes em rações. Estudos e patentes indicam que a adulteração afeta uma ampla variedade de alimentos processados, incluindo carnes, laticínios, óleos comestíveis, mel, bebidas fermentadas e sucos.

#### 4.2.5 Objetivo da pesquisa

A pesquisa foi conduzida para contribuir para a mitigação de fraudes e adulterações alimentares na cadeia de suprimentos, por meio de uma revisão abrangente da literatura e de patentes. Buscou-se avaliar sistematicamente métodos de detecção de fraudes alimentares, com ênfase em abordagens eficientes, rápidas, precisas, de baixo custo, ambientalmente sustentáveis e não invasivas, além de destacar a necessidade de protocolos capazes de identificar adulterantes não previamente reportados. O trabalho também ressalta a importância de pesquisas futuras que integrem inteligência artificial e aprendizado de máquina para o aprimoramento dos sistemas de detecção.

#### 4.2.6 Principais resultados e descobertas

O estudo identificou métodos destrutivos e não destrutivos para a detecção de fraudes alimentares, destacando o uso crescente de tecnologias baseadas em inteligência artificial e a importância de padrões higiênicos adequados. A análise reuniu 39 conjuntos de dados experimentais relevantes e evidenciou que a fraude alimentar compromete a saúde do consumidor, a qualidade dos alimentos, a economia e a reputação da indústria. Embora métodos tradicionais, como cromatografia e espectroscopia, apresentem alta precisão, seu custo e baixa flexibilidade reforçam a necessidade de técnicas mais simples e rápidas, baseadas em quimiometria e IA. A análise de patentes revelou maior concentração de inovações na China, seguida por Estados Unidos e outros países.

#### 4.2.7 Conclusões e implicações

A revisão apresenta uma visão abrangente dos principais métodos utilizados na detecção de fraudes alimentares, com destaque para GC-MS, PCR, FTIR e espectroscopia Raman, além da análise de patentes concedidas em diferentes países, lideradas pela China. Apesar da ampla aplicação, muitos desses métodos ainda apresentam limitações relacionadas a custo, complexidade e preparo de amostras. Dessa forma, o estudo destaca a necessidade de abordagens mais simples e integradas, baseadas em inteligência artificial, aprendizado de máquina e análise de dados, visando sistemas de detecção rápidos, não invasivos e aplicáveis ao gerenciamento da cadeia de suprimentos de alimentos.

### 4.3 Título

Análise de aminas biogênicas em salames probióticos e comerciais.

#### 4.3.1 Autores e instituições

Autores: Mariana Nougalli Roselino, Leonardo Fonseca Maciel, Veronica Sirocchi, Matteo Caviglia, Gianni Sagratini, Sauro Vittori, María Pía Taranto e Daniela Cardoso Umbelino Cavallini.

Instituições:

Departamento de Análises Clínicas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil.

Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, Bahia, Brasil.

Escola de Farmácia, Universidade de Camerino, Camerino, Itália.

Centro de Referência para Lactobacilos (CERELA)-CONICET, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

#### 4.3.2 Metodologias adotadas

A determinação de aminas biogênicas foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de díodos (HPLC-DAD), após derivatização com cloreto de dansila, devido à baixa absorção UV desses compostos. As amostras foram extraídas com ácido tricloroacético, derivatizadas, purificadas em cartucho C18 e analisadas em coluna C18 sob eluição em gradiente, com detecção a 254 nm. O método foi validado quanto à linearidade, precisão, recuperação, limites de detecção e quantificação, apresentando coeficientes de correlação elevados. Os resultados foram analisados estatisticamente por ANOVA e teste de Tukey.

#### 4.3.3 Local e período da pesquisa

A pesquisa foi conduzida por autores afiliados ao Departamento de Análises Clínicas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil, e outras instituições no Brasil e na Itália. Os reagentes químicos foram obtidos de fornecedores como Sigma-Aldrich (Milão, Itália) e Merck (Darmstadt, Alemanha).

A fase experimental, especificamente a preparação das formulações de salsicha, foi conduzida ao longo de um período de nove meses. Isso indica que o trabalho experimental foi um empreendimento de longo prazo, concluindo com o processo formal de publicação no final de 2018.

#### 4.3.4 Tipos de alimentos processados e incorporado

Amostras de salame tipo italiano adquiridas fatiadas no comércio varejista do Brasil e da Itália, bem como salames fermentados produzidos em laboratório com culturas comerciais e probióticas. Os salames experimentais foram elaborados com matérias-primas cárneas e ingredientes padronizados, incluindo culturas de *Pediococcus pentosaceus*, *Staphylococcus xylosum*, *Enterococcus faecium* e *Lactobacillus acidophilus*.

#### 4.3.5 Objetivo da pesquisa

O objetivo principal foi avaliar o perfil de amina biogênica (BA) de salames dos mercados brasileiro e italiano, bem como de salames fermentados com culturas iniciadoras de probióticos, usando HPLC-DAD.

A pesquisa teve como objetivo identificar alternativas potenciais para o mercado obter produtos cárneos fermentados mais saudáveis, controlando os níveis de BAs nocivos por meio do uso de culturas iniciais específicas.

#### 4.3.6 Principais resultados e descobertas

O estudo constatou que os salames comerciais do Brasil e da Itália apresentaram elevada variabilidade nos teores de aminas biogênicas, com níveis geralmente mais altos nas amostras brasileiras. A utilização de *Enterococcus faecium* CRL 183 como cultura inicial mostrou-se eficaz na redução de aminas nocivas durante o armazenamento, indicando o potencial de culturas probióticas na produção de produtos cárneos fermentados mais seguros. A maioria das amostras atendeu aos limites aceitáveis de qualidade química, embora alguns salames comerciais tenham apresentado níveis elevados de histamina. O método HPLC-DAD empregado destacou-se como uma alternativa analítica eficiente e alinhada aos princípios da química verde.

#### 4.3.7 Conclusões e implicações

O estudo demonstrou elevada variabilidade nos perfis de aminas biogênicas em salames comerciais e evidenciou o potencial de culturas iniciais probióticas, especialmente *Enterococcus faecium* CRL 183, na redução de aminas nocivas durante o armazenamento. A substituição de culturas tradicionais por probióticas mostrou-se uma estratégia promissora para

o controle de BAs, contribuindo para a melhoria da qualidade, segurança e valor funcional de salames fermentados, com aplicação direta na indústria de alimentos.

#### **4.4 Título**

Um método CZE sub-minuto para determinar nitrato e nitrito em produtos cárneos: Uma alternativa para análises de rotina.

##### **4.4.1 Autores e instituições**

Autores: Fabiana Della Betta, Lais Morilla Pereira, Mariana Araújo Siqueira, Andressa Camargo Valse, Heitor Daguer, Roseane Fett, Luciano Vitali e Ana Carolina Oliveira Costa.

Instituições:

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Laboratório Nacional de Agricultura, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, São José, SC, Brasil.

Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

##### **4.4.2 Metodologias adotadas**

O estudo enfatiza uma abordagem baseada em riscos para a inspeção de carne, integrando a inspeção oficial de carne com sistemas de gerenciamento de segurança alimentar. Também destaca a aplicação dos princípios do HACCP e o envolvimento de toda a cadeia de suprimentos, dos produtores primários aos consumidores.

##### **4.4.3 Local e período da pesquisa**

A pesquisa foi conduzida por autores afiliados ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, e ao Laboratório Nacional de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, São José, SC, Brasil.

##### **4.4.4 Tipos de processos e alimentos incorporados**

O estudo analisou treze amostras de produtos cárneos, agrupadas em cinco categorias: carnes frescas, curadas a seco, processadas termicamente, cruas salgadas e salgadas cozidas. O objetivo principal foi determinar os níveis de nitrato e nitrito, aditivos comumente utilizados na cura de carnes.

#### 4.4.5 Objetivo da pesquisa

A pesquisa foi conduzida para otimizar e validar um método de CZE para determinação simultânea de nitrato e nitrito em produtos cárneos, desenvolvendo um procedimento de preparação de amostras de baixo custo, com mínimo consumo de materiais e geração reduzida de resíduos. A pesquisa buscou oferecer uma alternativa rápida, simples e eficiente para análises laboratoriais de rotina, superando as limitações dos métodos tradicionais mais trabalhosos e demorados.

#### 4.4.6 Principais resultados e constatações

O método CZE otimizado permitiu análises rápidas (30 s por amostra, >25/h), com alta precisão, detectabilidade adequada e recuperações de 83,5–107% para nitrato e 84,9–106% para nitrito. Alguns produtos, como salame e costela de porco salgada, apresentaram efeito de matriz, exigindo calibração específica. A maioria das amostras estava dentro dos limites regulatórios, com exceção de uma costela de porco salgada. O método é ambientalmente sustentável, devido à preparação simples e baixo consumo de reagentes.

#### 4.4.7 Conclusões e implicações

O estudo conclui que, o método CZE de subminuto desenvolvido é uma alternativa rápida, simples e eficiente para determinar nitrato e nitrito em produtos cárneos, oferecendo menor desperdício e vantagens sobre métodos tradicionais. Seu desempenho validado o torna adequado para controle de qualidade de rotina, garantindo conformidade com limites regulatórios e protegendo a saúde do consumidor. As descobertas destacam a importância de monitoramento contínuo desses aditivos, especialmente devido à classificação da carne processada como cancerígena pela OMS.

### 4.5 Título

Desenvolvimento de um novo método para a determinação de 4-hidroxirolina como medição do teor de colágeno em produtos cárneos e suplementos alimentares por cromatografia eletrocínética assistida por ciclodextrina.

#### 4.5.1 Autores e instituições

Autores: Victor Rodrigues Alves, Samantha Gonçalves, Heitor Daguer, Gustavo Amadeu Micke e Luciano Vitali.

Instituições:

Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Setor Laboratório Avançado, Ministério da Agricultura e Pecuária, São José, SC, Brasil.

#### 4.5.2 Metodologias adotadas

O estudo desenvolveu um método inovador de cromatografia eletrocínética assistida por ciclodextrina (CD-EKC) com detecção indireta de UV para determinar 4-hidroxirolina (HYP), permitindo estimar o conteúdo de colágeno em suplementos dietéticos e produtos cárneos sem derivatização. As amostras foram hidrolisadas com ácido sulfúrico, neutralizadas com carbonato de estrôncio e analisadas em capilares de sílica fundida com eletrólito de fundo à base de histidina, butilamina e  $\beta$ -ciclodextrina. O método foi otimizado in-silico e por análise multivariada, incluindo planejamento fatorial e resposta de superfície, e validado seguindo diretrizes da Eurachem, AOAC e INMETRO, com parâmetros como seletividade, linearidade, LOD, LOQ, precisão e recuperação. Resultados foram confirmados por LC-MS/MS e analisados estatisticamente por ANOVA, teste de Tukey e Shapiro-Wilk.

#### 4.5.3 Local e período da pesquisa

A pesquisa foi conduzida por autores afiliados ao Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, e Setor Laboratorial Avançado, Ministério da Agricultura e Pecuária, São José, SC, Brasil.

#### 4.5.4 Tipos de processos e alimentos incorporados

O Alimentos processados: O estudo analisou 21 amostras, incluindo 11 suplementos de colágeno (mistura de bebidas em pó aromatizadas, pílulas, cápsulas, gelatina e colágeno a

granel) e 10 produtos à base de carne (paio, calabresa, brühwurst, salsicha, mortadela, patê e almoço).

Ingrediente incorporado principal: O principal componente de interesse nesses alimentos, e o alvo da quantificação, era o colágeno, especificamente seu aminoácido exclusivo, 4-hidroxi prolina (HYP).

#### 4.5.5 Objetivo da pesquisa

O objetivo principal foi desenvolver um método inovador usando cromatografia eletrocínica assistida por ciclodextrina com detecção indireta de UV para determinar a 4-hidroxi prolina para monitoramento de colágeno em suplementos dietéticos e produtos cárneos.

A pesquisa teve como objetivo enfrentar o desafio do controle de qualidade de alimentos para carnes ultraprocessadas e suplementos dietéticos de colágeno, particularmente oferecendo um método que evita a etapa obrigatória de derivatização comum na maioria das técnicas existentes.

#### 4.5.6 Principais resultados e constatações

O método CD-EKC validado mostrou boa detectabilidade, exatidão (recuperações 88–102%) e precisão ( $CV < 7\%$ ), confirmada por LC-MS/MS. A preparação das amostras via hidrólise e neutralização com  $SrCO_2$  foi eficaz, tornando-as adequadas para análise. O método foi aplicado com sucesso em suplementos dietéticos (15,0–91,3 g/100 g de colágeno) e produtos cárneos (0,43–3,3 g/100 g), sem necessidade de derivatização. Além disso, apresentou excelente desempenho em química verde, reduzindo consumo de reagentes, energia e geração de resíduos.

#### 4.5.7 Conclusões e implicações

O estudo desenvolveu e validou um método indireto CD-EKC para determinar 4-hidroxi prolina em suplementos dietéticos e produtos cárneos, oferecendo uma alternativa robusta, precisa e ecologicamente correta para controle de qualidade. O método quantifica colágeno sem derivatização, atende aos requisitos regulatórios e se mostra relevante para a indústria de alimentos, garantindo segurança do consumidor e qualidade de produtos ultraprocessados e suplementos de colágeno.

## 4.6 Título

Eficácia de agentes antimicrobianos para aplicações em contato com alimentos: Atividade biológica, incorporação em embalagens e Métodos de avaliação: uma revisão.

### 4.6.1 Autores e instituições

Autores: Amin Mousavi Khaneghah, Seyed Mohammad Bagher Hashemi, Ismail Eş, Daniela Fracassetti e Sara Limbo.

Instituições:

Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil.

Departamento de Engenharia de Materiais e Bioprocessos, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil.

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agricultura, Universidade de Fasa, Fasa, Irã.

Departamento de Ciências Ambientais e Nutricionais de Alimentos, Università degli Studi di Milano, Milão, Itália.

### 4.6.2 Metodologias adotadas

A revisão abordou diversos agentes antimicrobianos, incluindo extratos vegetais, óleos essenciais, ácidos orgânicos, bacteriocinas, nanopartículas e proteínas, e suas técnicas de incorporação em embalagens: extrusão/fusão, revestimento, enxerto e montagem camada a camada para liberação controlada. A eficácia dessas embalagens é avaliada por ensaios de contato direto (difusão em ágar, cocultura, diluição em caldo), ensaios de contato indireto (fase de vapor) e métodos Time-Kill, que determinam o tempo necessário para inibir microrganismos.

### 4.6.3 Local e período da pesquisa

A pesquisa foi conduzida na Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil; Universidade Fasa, Fasa, Irã; e Università degli Studi di Milano, Milão, Itália.

#### 4.6.4 Tipos de alimentos processados e incorporados

Alimentos processados: A revisão abrange amplamente produtos alimentícios suscetíveis à deterioração, com exemplos como carne moída, queijo ralado e filés de salmão mencionados no contexto de aplicações de embalagens antimicrobianas.

Agentes incorporados: O foco está nos compostos antimicrobianos incorporados aos materiais de embalagem, em vez de diretamente nos alimentos. Isso inclui extratos vegetais, óleos essenciais (por exemplo, orégano, canela, tomilho, carvacrol), ácidos orgânicos (por exemplo, ácidos propiônico, benzóico, sórbico, láctico, acético e seus sais), bacteriocinas (por exemplo, nisina, sakacina), nanopartículas inorgânicas (por exemplo, prata, dióxido de titânio, óxido de zinco), enzimas (por exemplo, lisozima) e proteínas (por exemplo, lactoferrina).

#### 4.6.5 Objetivo da pesquisa

O objetivo principal desta revisão é discutir a eficácia dos agentes antimicrobianos para aplicações em contato com alimentos, fornecendo uma visão geral de sua atividade biológica, as categorias de substâncias primárias e os mecanismos pelos quais eles evitam a deterioração e inibem a deterioração.

#### 4.6.6 Principais resultados e constatações

As embalagens ativas antimicrobianas demonstram atividade de amplo espectro, ajudando a manter ou estender a qualidade e a vida útil dos alimentos. Diversos agentes, como extratos vegetais, óleos essenciais, bacteriocinas e nanopartículas, podem ser incorporados a polímeros ou materiais biobaseados, melhorando o controle microbiano. A segurança e conformidade regulatória são essenciais, e a avaliação da atividade antimicrobiana deve considerar volatilidade, difusão e interações com os alimentos.

#### 4.6.7 Conclusões e implicações

O estudo conclui que as embalagens antimicrobianas oferecem oportunidades para aumentar a vida útil de alimentos perecíveis, reduzir desperdício e melhorar a segurança alimentar. A incorporação de diversos agentes antimicrobianos permite controlar o crescimento microbiano, e a medição precisa de sua atividade é essencial para desenvolver soluções eficazes. Novos materiais e técnicas, incluindo nanotecnologia, continuam a expandir as possibilidades de embalagens avançadas

## 4.7 Título

Aprimoramento da embalagem de linguiça bovina com filme ativo de alginato de cálcio infundido com nanopartículas de nisina e  $\epsilon$ -polilisina e extrato de beterraba.

### 4.7.1 Autores e instituições

Autores: Milad Yaghoubi, Kazem Alirezalu, Seyed Mohammad Mazloomi, Monika Marcinkowska-Lesiak, Sodeif Azadmard-Damirchi, Seyed Hadi Peighamardoust, Javad Hesari, Anahita Rastgoo, Yuthana Phimolsiripol e Amin Mousavi Khaneghah.

Instituições:

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agricultura, Universidade de Tabriz, Tabriz, Irã.

Departamento de Higiene e Controle de Qualidade de Alimentos, Escola de Nutrição e Ciências de Alimentos, Universidade de Ciências Médicas de Shiraz, Shiraz, Irã.

Departamento de Técnica e Desenvolvimento de Alimentos, Instituto de Ciências da Nutrição Humana, Universidade de Ciências da Vida de Varsóvia, Varsóvia, Polônia.

Faculdade de Agroindústria, Universidade de Chiang Mai, Chiang Mai, Tailândia.

Departamento de Tecnologia de Produtos de Frutas e Hortaliças, Instituto Prof. Waclaw Dąbrowski de Biotecnologia Agrícola e Alimentar - Instituto Estadual de Pesquisa, Varsóvia, Polônia.

### 4.7.2 Metodologias adotadas

Foram preparados filmes de alginato de cálcio incorporando nanopartículas de nisina (Ni-NPS) ou e-PL (e-PL-NPS) em diferentes concentrações, e utilizados para embalar salsichas de carne bovina preparadas com extrato de beterraba e inoculadas com microrganismos-alvo. As propriedades dos filmes, incluindo flexibilidade, resistência mecânica, permeabilidade ao vapor e características de cor, foram avaliadas, assim como a morfologia superficial por microscopia eletrônica. As salsichas foram analisadas quanto a pH, oxidação lipídica (TBARS), compostos fenólicos, contagens microbianas (TVC, coliformes, *S. aureus*, *C. perfringens*, leveduras e bolores) e aceitabilidade sensorial. Os dados foram submetidos à análise estatística usando ANOVA e teste de Tukey para identificar diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

### 4.7.3 Local e período da pesquisa

O estudo foi conduzido na Besharat Meat Products Co. em Tabriz, Irã. Suprimentos químicos foram obtidos da Merck (Darmstadt, Alemanha) e as beterrabas foram compradas em uma loja local em Tabriz, Irã.

#### 4.7.4 Tipos de alimentos processados e incorporados

O estudo descreveu Salsichas de carne bovina como alimento processado.

Ingredientes incorporados: filmes de alginato de cálcio (CA), nanopartículas de e-polisina (e-PL-NPS), nanopartículas de nisina (Ni-NPS) e extrato de beterraba. Outros ingredientes para a salsicha incluíam carne de vaca, leite UHT, queijo coalho, sal, cebolinha, alho e pimenta fresca.

#### 4.7.5 Objetivo da pesquisa

O estudo teve como objetivo avaliar o efeito de filmes ativos de alginato de cálcio incorporados com nanopartículas de e-polilisina ou de nisina, combinadas com extrato de beterraba, sobre a qualidade de salsichas bovinas. Foram analisados o efeito antimicrobiano, a estabilidade da qualidade, as características sensoriais, a estabilidade oxidativa e a vida útil do produto durante o armazenamento refrigerado. Além disso, a pesquisa buscou oferecer uma alternativa ao uso de nitrito, demonstrando que a embalagem desenvolvida contribuiu para a redução de seus níveis na salsicha.

#### 4.7.6 Principais resultados e constatações

Os filmes de alginato de cálcio com nanopartículas de e-polilisina ou nisina melhoraram as propriedades de barreira e apresentaram efeito antimicrobiano significativo, especialmente aqueles contendo e-PL-NPS. As salsichas embaladas com esses filmes mostraram menor oxidação lipídica, melhor estabilidade sensorial e extensão da vida útil em até 25%. Além disso, a embalagem ativa contribuiu para a redução dos níveis de nitrito, indicando uma alternativa mais segura para a conservação do produto.

#### 4.7.7 Conclusões e implicações

O estudo conclui que filmes de CA aprimorados com e-PL-NPS e Ni-NPS, combinados com extrato de beterraba, elevaram significativamente a qualidade, estabilidade, segurança e vida útil de salsichas de carne bovina durante o armazenamento refrigerado.

## 4.8 Título

Avaliação de minerais e controle de sódio em hambúrgueres pelo método rápido e método verde e ferramentas quimiométricas.

### 4.8.1 Autores e instituições

Autores: Ana Paula Rebellato, Elem Tamirys dos Santos Caramês, Priscila Probio de Moraes e Juliana Azevedo Lima Pallone.

Instituição:

Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, localizada na Rua Monteiro Lobato, 80, 13083-862, Campinas, São Paulo, Brasil.

### 4.8.2 Metodologias adotadas

As amostras de hambúrguer foram submetidas à mineralização pelo método úmido, utilizando ácido nítrico e peróxido de hidrogênio sob aquecimento controlado. A quantificação de Fe, Ca, Na e K foi realizada por espectrometria de absorção atômica em chama (FAAS), com curvas analíticas apresentando coeficientes de determinação superiores a 0,99. Paralelamente, os espectros no infravermelho próximo (NIR) foram obtidos após trituração das amostras, na faixa de 10000–4000  $\text{cm}^{-1}$ . Os dados espectrais foram tratados por métodos quimiométricos, incluindo PCA, PLS-R e PLS-DA, visando a quantificação mineral e a classificação das amostras quanto ao teor de sódio, com desempenho avaliado por parâmetros estatísticos de calibração, predição, sensibilidade e especificidade.

### 4.8.3 Local e período da pesquisa

O estudo foi realizado em mercados locais de Campinas-SP, Brasil. O Departamento de Ciência dos Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Rua Monteiro Lobato 80, 13083-862, Campinas, São Paulo, Brasil estão listadas como afiliação dos autores.

### 4.8.4 Tipos de alimentos processados e incorporados

Alimentos processados: amostras comerciais de hambúrguer.

Ingredientes incorporados: O estudo analisa o conteúdo mineral natural (Fe, Ca, K, Na) presente nos hambúrgueres, que pode variar devido à adição de ingredientes como água, sal, proteínas (animais e/ou vegetais), leite em pó, açúcar, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas, especiarias, vegetais, queijos e outros recheios [4]. O foco está no conteúdo mineral inerente e no controle do sódio, em vez de ingredientes incorporados específicos para modificação.

#### 4.8.5 Objetivo da pesquisa

O objetivo principal era investigar a viabilidade da aplicação da espectroscopia de infravermelho próximo (NIR), combinada com calibração multivariada, como uma técnica rápida e ecológica para avaliar ferro (Fe), cálcio (Ca), potássio (K) e sódio (Na) em amostras comerciais de hambúrguer.

#### 4.8.6 Principais resultados e constatações

O estudo identificou ampla variabilidade nos teores de Fe, Ca, K e Na em hambúrgueres comerciais. Os modelos NIR associados à regressão por mínimos quadrados parciais apresentaram bom desempenho na quantificação mineral, com elevados coeficientes de determinação e baixos erros relativos. A análise discriminante (PLS-DA) permitiu a classificação eficiente das amostras quanto ao teor de sódio, com alta sensibilidade e especificidade. A PCA indicou agrupamento das amostras em função do teor de sódio, evidenciando que a espectroscopia NIR associada à quimiometria é uma ferramenta rápida, eficiente e sustentável para o controle mineral em produtos cárneos.

#### 4.8.7 Conclusões e implicações

O estudo conclui que a espectroscopia NIR associada ao PLS, após o pré-processamento adequado, pode ser aplicada com sucesso para quantificar minerais de Ca, Fe, K e Na em amostras comerciais de hambúrguer.

### **4.9 Título**

Medidas de qualidade de linguiças de porco tipo cuiabana com adição de farinhas de subprodutos da fabricação de cerveja.

#### 4.9.1 Autores e instituições

Autores: Karine Cássia Gomes de Campos, Ananda Karla Nascimento de Farias, Gisele Becker, Gabriela Cristina Silva de Britto, Willian Pinheiro Soares, Edgar Nascimento, Márcia Helena Scabora, Erika Cristina Rodrigues, Nágela Farias Magave Picanço e Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria.

Instituições:

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (Cuiabá, Mato Grosso, Brasil) e a Escola de Tecnologia de Cuiabá (FATEC/SENAI, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil)

#### 4.9.2 Metodologias adotadas

O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco formulações de salsicha, incluindo um controle e quatro tratamentos com diferentes níveis de farinha de subproduto fermentado em substituição parcial da carne suína, avaliados ao longo do armazenamento. As salsichas foram preparadas com ingredientes padronizados, embutidas em tripas naturais e armazenadas sob refrigeração. Foram realizadas análises físico-químicas, de cor, textura, oxidação lipídica, composição centesimal e microbiológica. A farinha do subproduto cervejeiro foi caracterizada quanto à composição, propriedades físico-químicas, microbiológicas e atividade antioxidante. Os dados foram avaliados por análises estatísticas e modelos preditivos para oxidação lipídica, selecionados com base no critério de informação de Akaike.

#### 4.9.3 Local e período da pesquisa

A pesquisa foi realizada em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso e na Escola de Tecnologia de Cuiabá (FATEC/SENAI).

#### 4.9.4 Tipos de alimentos processados e incorporados

Alimentos processados: linguiça de porco tipo cuiabana. Ingrediente incorporado: Farinhas de subprodutos da cervejaria. O subproduto era da produção de cerveja ao estilo Weiss. Outros ingredientes incluíram ombro de porco, pernil de porco, leite UHT, queijo coalho, sal, cebolinha, alho e pimenta fresca.

#### 4.9.5 Objetivo da pesquisa

O objetivo foi avaliar a substituição de parte da carne suína da linguiça Cuiabana por um subproduto da cervejaria nas propriedades físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento. Especificamente, teve como objetivo avaliar o impacto na qualidade físico-química, estabilidade oxidativa, textura instrumental e propriedades microbiológicas.

#### 4.9.6 Principais resultados e constatações

A incorporação do subproduto cervejeiro fermentado melhorou o valor nutricional das linguiças, com aumento significativo dos teores de proteína e fibras, mantendo conformidade com a legislação. A adição do subproduto influenciou a coloração, reduzindo a luminosidade à medida que sua concentração aumentou, sem comprometer a textura. A estabilidade oxidativa foi mantida durante o armazenamento refrigerado, permitindo vida útil de até 10 dias. Observou-se redução da atividade de água e alterações no pH, além de conformidade microbiológica geral, embora a detecção de *Listeria monocytogenes* indique a necessidade de aprimoramento das práticas de higiene. A farinha do subproduto apresentou composição nutricional favorável, baixa atividade de água e propriedades antioxidantes, reforçando seu potencial tecnológico.

#### 4.9.7 Conclusões e implicações

A substituição parcial da carne suína por subproduto cervejeiro não promoveu melhorias na textura, na estabilidade oxidativa ou na atividade antimicrobiana das linguiças. Entretanto, a adição do subproduto elevou significativamente o valor nutricional, com aumento dos teores de fibras e proteínas, contribuindo para a elaboração de produtos cárneos mais saudáveis. Apesar do potencial antioxidante associado aos compostos fenólicos, são necessários estudos adicionais para otimizar sua aplicação. Além disso, os efeitos sobre a cor e a presença de microrganismos indicam a necessidade de ajustes tecnológicos e aprimoramento das práticas de higiene em futuras pesquisas.

### 4.10 Título

Utilização de óleo de açaí encapsulado com potencial antioxidante em linguiça fresca.

#### 4.10.1 Autores e instituições

Autores: Alinne Karla dos Santos, Natallya Marques da Silva, Marcos Antonio Matiucci, Annecler Rech de Marins, Talita Aparecida Ferreira de Campos, Lainy Waleska de Brito Sodré, Rogério Aleson Dias Bezerra, Claudete Regina Alcalde e Andresa Carla Feihmann.

Instituições:

Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, PPC - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, PEG - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PPZ - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.

#### 4.10.2 Metodologias adotadas

O óleo de açaí foi encapsulado em alginato de sódio por gelificação iônica com  $\text{CaCl}_2$ , seguido de liofilização e armazenamento congelado. Salsichas frescas foram elaboradas com diferentes concentrações de cápsulas de óleo de açaí e armazenadas por até 90 dias. Foram avaliadas compostos fenólicos, atividade antioxidante, composição centesimal, pH, atividade de água, cor instrumental, perfil de ácidos graxos, oxidação lipídica e proteica, qualidade microbiológica, propriedades texturais e aceitação sensorial. Os dados foram analisados por métodos estatísticos para verificar diferenças significativas entre os tratamentos.

#### 4.10.3 Local e período da pesquisa

As salsichas frescas foram preparadas no laboratório de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR- Brasil.

#### 4.10.4 Tipos de alimentos processados e incorporados

Alimentos processados: Salsichas frescas de porco. Ingrediente incorporado: Óleo de açaí encapsulado. Outros ingredientes incluem ombro de porco, gordura dorsal de porco, sal, especiarias e tripa de porco. O material de encapsulamento usado foi alginato de sódio.

#### 4.10.5 Objetivo da pesquisa

O estudo teve como objetivo avaliar o efeito das cápsulas de óleo de açaí em linguças frescas de porco, avaliando especificamente suas características físico-químicas,

microbiológicas, oxidativas, sensoriais, cor, parâmetros de textura e perfil de ácidos graxos. O objetivo era usar cápsulas de óleo de açaí com potencial antioxidante em linguiças frescas congeladas por 90 dias.

#### 4.10.6 Principais resultados e constatações

A adição de cápsulas de óleo de açaí aumentou o teor lipídico das linguiças e melhorou o perfil de ácidos graxos, com maior proporção de insaturados. As cápsulas reduziram significativamente a oxidação lipídica e proteica durante o armazenamento, sem comprometer a qualidade microbiológica. A incorporação não afetou a aceitação sensorial, indicando que a microencapsulação evitou sabores indesejáveis. Alterações em cor, textura e pH foram observadas em função da presença das cápsulas e do tempo de armazenamento, sem impacto significativo na atividade de água.

#### 4.10.7 Conclusões e implicações

O óleo de açaí encapsulado melhorou a estabilidade oxidativa das linguiças frescas, especialmente ao reduzir a oxidação proteica, além de aprimorar o perfil de ácidos graxos com maior teor de insaturados. Esses benefícios foram obtidos sem prejuízo às características sensoriais do produto. O estudo recomenda a aplicação de 3,5 g/kg de óleo de açaí encapsulado como alternativa natural aos antioxidantes sintéticos, destacando seu potencial para o desenvolvimento de produtos cárneos mais saudáveis.

### 4.11 Título

Utilizando géis de emulsão feitos com dispersões de proteína isolada de soja sonicada para substituir a gordura em salsichas.

#### 4.11.1 Autores e instituições

Autores: Camila de Souza Paglarini, Sivana Martini e Marise Aparecida Rodrigues Pollonio.

Instituição:

Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, Brasil [2]

Departamento de Nutrição, Dietética e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Utah (USU), Logan, EUA

#### 4.11.2 Metodologias adotadas

Os géis de emulsão foram preparados com óleo de soja, isolado de proteína de soja (sonicado e não sonicado), carragenina e inulina. Frankfurters foram elaborados com diferentes formulações, incluindo controles com gordura suína e tratamentos com substituição parcial ou total da gordura por géis de emulsão, sendo posteriormente cozidos até 72 °C. As análises incluíram estabilidade da emulsão, propriedades reológicas, composição centesimal, perfil de ácidos graxos, pH, cor, perda de cozimento, textura e aceitação sensorial. Os dados foram submetidos à análise estatística para identificação de diferenças significativas entre os tratamentos.

#### 4.11.3 Local e período da pesquisa

A pesquisa foi conduzida na Universidade de Campinas (UNICAMP) no Brasil e na Universidade Estadual de Utah (USU) em Logan, EUA.

#### 4.11.4 Tipos de alimentos processados e incorporados

Alimentos processados: Frankfurters. Alimentos/ingredientes incorporados: óleo de soja, dispersões de isolado de proteína de soja (SPI) sonicado e não sonicado, carragenina e inulina foram usados para criar géis de emulsão. Carne de porco (*M. longissimus dorsi*) e gordura dorsal de porco também foram usadas.

#### 4.11.5 Objetivo da pesquisa

O objetivo principal foi avaliar o efeito da substituição da gordura dorsal de porco por géis de emulsão (formulados com óleo de soja, dispersão sonicada de isolado de proteína de soja, inulina e carragenina) nas propriedades físico-químicas, reológicas, sensoriais e nutricionais de salsichas com baixo teor de gordura.

#### 4.11.6 Principais resultados e constatações

As salsichas reformuladas apresentaram melhoria nutricional, com redução da gordura saturada e aumento de ácidos graxos poli-insaturados, permitindo alegações como fonte de fibra

e, em alguns casos, ricas em ômega-3. Os géis de emulsão garantiram estabilidade tecnológica e mantiveram textura semelhante à tradicional, especialmente com uso de SPI sonicada, inulina e carragenina. Sensorialmente, houve leve redução da aceitabilidade, mas formulações com maior teor de inulina apresentaram desempenho semelhante às demais. As propriedades reológicas não foram prejudicadas pelas reformulações.

#### 4.11.7 Conclusões e implicações

O estudo demonstrou que os géis de emulsão com SPI sonicada não comprometeram textura, reologia, cor ou pH das salsichas. A substituição da gordura dorsal por EG funcional possibilitou produtos mais saudáveis, com redução de gordura total e saturada e potencial para alegações de alto teor proteico, fonte de fibra e ricos em ômega-3. No entanto, as propriedades sensoriais ainda precisam de ajustes, indicando que a substituição parcial da gordura pode ser mais adequada, além da necessidade de avaliar a oxidação lipídica em estudos futuros.

## 5. DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidenciou uma evolução significativa nas estratégias de controle de qualidade aplicadas à indústria de embutidos cárneos, especialmente no que se refere à incorporação de tecnologias analíticas rápidas, sustentáveis e de alta precisão. Observa-se uma tendência clara de substituição de métodos tradicionais por abordagens mais eficientes, como cromatografia avançada, espectroscopia e eletroforese capilar, as quais permitem análises mais rápidas, com menor consumo de reagentes e menor impacto ambiental. Esses avanços são particularmente relevantes no contexto industrial, onde a rapidez na tomada de decisão é essencial para evitar perdas produtivas e garantir a segurança alimentar.

Nesse sentido, os métodos descritos nos estudos analisados, como HPLC-DAD para aminas biogênicas e eletroforese capilar de zona (CZE) para nitrato/nitrito demonstraram robustez e viabilidade prática com menor uso de reagentes e tempo reduzido, alinhando-se à necessidade de métodos eficientes para controle de rotina industrial (artigos 3 e 4 da tabela 1). Essa transição metodológica demonstra que o controle de qualidade não está mais restrito à detecção de falhas, mas também envolve a otimização de processos com foco em sustentabilidade e eficiência operacional. No entanto, apesar das vantagens, ainda existem limitações relacionadas à implementação desses métodos em larga escala, especialmente em pequenas e médias indústrias, devido aos custos de equipamentos e necessidade de mão de obra especializada.

Outro aspecto relevante evidenciado nesta revisão é o papel crescente da biotecnologia na melhoria da qualidade e segurança dos embutidos. A utilização de culturas iniciadoras e probióticos, como *Enterococcus faecium*, demonstra potencial significativo na redução de compostos indesejáveis, como aminas biogênicas, que estão diretamente relacionadas a riscos à saúde do consumidor (artigo 3 da tabela 1). Esse tipo de abordagem representa uma mudança de paradigma, na qual o controle de qualidade deixa de ser apenas corretivo e passa a ser preventivo e funcional, atuando diretamente na composição do produto.

Além disso, a aplicação de compostos bioativos naturais, como antioxidantes provenientes de fontes vegetais (ex.: óleo de açaí encapsulado), reforça a tendência de substituição de aditivos sintéticos por alternativas mais seguras e bem aceitas pelos consumidores (artigo 10 da tabela 1). Esse movimento está diretamente associado à crescente demanda por alimentos mais saudáveis e com “clean label”. Entretanto, apesar dos benefícios tecnológicos e nutricionais, a literatura aponta desafios importantes relacionados à estabilidade desses compostos, interação com a matriz alimentar e possíveis alterações sensoriais, o que exige maior aprofundamento em estudos futuros.

As reformulações de produtos cárneos com substituição parcial de gordura e incorporação de subprodutos agroindustriais também se destacam como estratégias promissoras. Essas abordagens contribuem não apenas para a melhoria do perfil nutricional dos produtos, com redução de gorduras saturadas e aumento de fibras, mas também para a sustentabilidade da cadeia produtiva, ao promover o reaproveitamento de resíduos industriais (artigos 9 e 11 da tabela 1). Contudo, os resultados indicam que essas modificações ainda enfrentam limitações sensoriais, como alterações de textura, cor e sabor, que podem comprometer a aceitação do consumidor. Isso evidencia a necessidade de equilíbrio entre inovação tecnológica e qualidade sensorial. Esses trabalhos se alinham a revisões que discutem o uso de subprodutos para melhorar propriedades físico-químicas e sensoriais de carnes processadas, indicando um cenário de produção mais circular e sustentável (Grasso *et al.*, 2024).

No campo da segurança alimentar, destaca-se o avanço de tecnologias não destrutivas associadas à espectroscopia e inteligência artificial, que permitem monitoramento em tempo real e maior precisão na detecção de fraudes e deterioração (Hidalgo *et al.*, 2025). Essas ferramentas representam um grande avanço para a rastreabilidade e controle ao longo da cadeia produtiva, reduzindo riscos e aumentando a confiabilidade dos produtos. No entanto, sua aplicação ainda depende de validação em ambientes industriais reais e da integração com sistemas de gestão da qualidade já existentes, como BPF e APPCC.

Adicionalmente, os estudos reforçam que a eficácia do controle de qualidade não depende exclusivamente de tecnologias avançadas, mas também da correta implementação de práticas básicas, como higiene, controle de matéria-prima e capacitação de pessoal. A detecção de microrganismos patogênicos em alguns estudos evidencia que falhas nas Boas Práticas de Fabricação ainda representam um dos principais desafios da indústria. Isso demonstra que, mesmo com avanços tecnológicos, fatores humanos e operacionais continuam sendo determinantes para a segurança dos alimentos.

Por fim, observa-se que o controle de qualidade na indústria de embutidos está se tornando cada vez mais multidisciplinar, envolvendo áreas como microbiologia, engenharia de alimentos, química analítica e ciência de dados. Essa integração é fundamental para atender às exigências regulatórias, garantir a segurança alimentar e acompanhar as demandas do mercado consumidor (You *et al.*, 2024). No entanto, ainda há lacunas importantes, especialmente na aplicação prática dessas tecnologias e na padronização de métodos, indicando a necessidade de mais estudos que aproximem a pesquisa científica da realidade industrial.

## 6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O controle de qualidade na indústria de embutidos envolve todas as etapas do processo produtivo, desde a seleção das matérias-primas até a avaliação final do produto. A revisão evidenciou que a aplicação de programas como BPF e APPCC, aliada ao uso de novas tecnologias, tem fortalecido a segurança e padronização dos produtos. A qualificação contínua das equipes também se mostrou essencial. Assim, este estudo reforça que um sistema eficiente de controle de qualidade é fundamental para garantir a segurança alimentar, atender às exigências legais e conquistar a confiança do mercado.

## 7. REFERÊNCIAS

ANVISA. **Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022.** Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul. 2022.

ANVISA. **Resolução RDC nº 724, de 1º de julho de 2022.** Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul. 2022.

ALVES, V. R. et al. Development of a new method for the determination of 4-hydroxyproline as a measurement of collagen content in meat products and dietary supplements by cyclodextrin-assisted electrokinetic chromatography. **Journal of Food Composition and**

**Analysis**, [N.p.], v. 122, p. 105431, set. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105431>.

BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 mar. 2017. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm). Acesso em: 8 abr. 2025.

BRASIL. Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Altera o **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**, que regulamenta a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) a ser implantado nas indústrias de produtos de origem animal**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 mar. 1998. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/portaria-ma-46-de-10-02-1998,687.html>. Acesso em: 8 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Ministério da Agricultura e Pecuária**. Brasília, DF: MAPA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br>. Acesso em: 1 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 set. 1997. Disponível em: [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/svs1/1997/prt0348\\_18\\_08\\_1997\\_1.html](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/svs1/1997/prt0348_18_08_1997_1.html). Acesso em: 8 abr. 2025.

CAMPOS, K. C. G. D. et al. Quality measurements of cuiabana-type pork sausages added with brewing by-product flours. *Meat Science*, [N.p.], v. 179, p. 108441, set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108441>.

DAVOUDI, S.; STASINOPOULOS, P.; SHIWAKOTI, N. Advancing Sustainability in Meat Cold Chains: Adoption Determinants of Real-Time Visibility Technologies in Australia. *Sustainability*, [N.p.], v. 17, n. 17, p. 7936, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su17177936>.

DELLA BETTA, F. et al. A sub-minute CZE method to determine nitrate and nitrite in meat products: An alternative for routine analysis. *Meat Science*, [N.p.], v. 119, p. 62-68, set. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.011>.

ELIAS, A. H.; MADRONA, G. S. Avaliação de uma indústria produtora de embutidos cárneos quanto à higiene e legislação vigente no Brasil. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, [N.p.], v. 2, n. 2, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/S1981-36862008000200007>. Acesso em: 25 fev. 2026.

EMBRAPA. **Processamento de carnes e derivados: tecnologias, qualidade e segurança alimentar**. Brasília, DF: Embrapa, 2023.

GRASSO, S. et al. The utilisation of agricultural by-products in processed meat products: Effects on physicochemical, nutritional and sensory quality – Invited Review. *Meat Science*, [N.p.], v. 211, p. 109451, maio 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109451>.

GUICHENEY, A. Programas de Autocontrole: o que são e relação com BPF, APPCC, PPHO. *Ifope Blog*, 6 jul. 2021. Disponível em: <https://blog.ifopecom.br/programas-de-autocontrole-relacao-e-uso-das-ferramentas/>. Acesso em: 8 abr. 2025.

HIDALGO, M. M. et al. Leveraging pre-trained computer vision models for accurate classification of meat freshness. *Food Chemistry*, [N.p.], v. 495, p. 146430, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.146430>.

KARLA DOS SANTOS, A. et al. Use of encapsulated açai oil with antioxidant potential in fresh sausage. *LWT*, [N.p.], v. 204, p. 116469, jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116469>.

MOUSAVI KHANEGHAH, A. S. Efficacy of Antimicrobial Agents for Food Contact Applications: Biological Activity, Incorporation into Packaging, and Assessment Methods: A Review. *Journal of Food Protection*, [N.p.], v. 81, n. 7, p. 1142-1156, jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-17-509>.

NERO, L. A. et al. 3M Petrifilm Lactic Acid Bacteria Count Plate Is a Reliable Tool for Enumerating Lactic Acid Bacteria in Bacon. *Journal of Food Protection*, [N.p.], v. 83, n. 10, p. 1757-1763, out. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4315/JFP-20-155>.

PAGLARINI, C. D. S.; MARTINI, S.; POLLONIO, M. A. R. Using emulsion gels made with sonicated soy protein isolate dispersions to replace fat in frankfurters. *LWT*, [N.p.], v. 99, p. 453-459, jan. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.005>.

REBELLATO, A. P. et al. Minerals assessment and sodium control in hamburger by fast and green method and chemometric tools. *LWT*, [N.p.], v. 128, p. 109438, jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109438>.

ROSELINO, M. N. et al. Analysis of biogenic amines in probiotic and commercial salamis. **Journal of Food Composition and Analysis**, [N.p.], v. 94, p. 103649, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103649>.

TORREZAN, R. Qualidade. Agência de Informação Tecnológica da Embrapa, Brasília, DF, 9 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/qualidade>. Acesso em: 7 abr. 2025.

VINOTHKANNA, A. et al. Advanced detection tools in food fraud: A systematic review for holistic and rational detection method based on research and patents. *Food Chemistry*, [N.p.], v. 446, p. 138893, jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138893>.

YAGHOUBI, M. et al. Enhancing beef sausage packaging with calcium alginate active film infused with nisin and  $\epsilon$ -polylysine nanoparticles and beetroot extract. *LWT*, [N.p.], v. 191, p. 115665, jan. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115665>.

YOU, Z. et al. A review of taste-active compounds in meat: Identification, influencing factors, and taste transduction mechanism. *Journal of Food Science*, [N.p.], v. 89, n. 12, p. 8128-8155, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17480>.