

Avaliação físico-química e microbiológica de linguiças elaboradas por defumação convencional e com fumaça líquida

Physicochemical and microbiological evaluation of sausages produced by conventional smoking and liquid smoke

João Gabriel Werneck , Aline Helena de Souza , Daniele Aparecida Costa , Nicolly Faria Garrido , Gustavo Lucas Costa Valente* 

Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Professor Edson Antônio Velano (UNIFENAS), Alfenas-MG, Brasil.

*Autor para correspondência: gustavo.valente@unifenas.br

Informações do artigo

Palavras-chave

Carne suína
Métodos de conservação
Produtos cárneos

DOI

[10.26605/medvet-v19n4-7339](https://doi.org/10.26605/medvet-v19n4-7339)

Citação

Werneck, J. G., Souza, A. H., Costa, D. A., Garrido, N. F., & Valente, G. L. C. (2025). Avaliação físico-química e microbiológica de linguiças elaboradas por defumação convencional e com fumaça líquida. *Medicina Veterinária*, 19(4), 373-380. <https://doi.org/10.26605/medvet-v19n4-7339>

Recebido: 24 de setembro de 2024

ACEITO: 13 de agosto de 2025



Resumo

A defumação é uma prática antiga para conservar alimentos, proporcionando aroma, cor, sabor e textura específicos. Tradicionalmente, envolve a exposição do alimento à fumaça de madeira, mas esta pode conter compostos tóxicos e dificultar a padronização dos produtos. Como alternativa, a indústria de carnes tem utilizado a fumaça líquida, cujos efeitos são pouco estudados. O presente estudo avaliou as características físico-químicas e microbiológicas de linguiças defumadas convencionalmente (DC), com fumaça líquida (DL) e sem defumação (SD). Foram analisados três lotes de linguiças, formuladas com carne suína, toucinho e temperos, e submetidas a 80°C por três horas. As análises microbiológicas incluíram contagem de coliformes, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotróficas, bactérias ácido lácticas (BAL), *Staphylococcus* coagulase positivo e presença de *Salmonella*. As análises físico-químicas mediram proteína, gordura, umidade, cinzas e pH. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto às características físico-químicas e microbiológicas, indicando que a defumação, seja convencional ou com fumaça líquida, não altera a composição das linguiças. Em linguiças sem defumação foram encontradas contagens de coliformes a 30°C e BAL acima do limite mínimo de detecção da técnica. A defumação líquida mostrou ser uma alternativa viável ao método convencional, mantendo a qualidade e segurança das linguiças.

Abstract

Smoking is an ancient practice for preserving food, providing aroma, color, flavor, and texture. Traditionally, it involves exposure to wood smoke, but this may contain toxic compounds and hinder product standardization. As an alternative, the meat industry has adopted liquid smoke, whose effects are still poorly studied. This study evaluated the physicochemical and microbiological characteristics of sausages smoked conventionally (CS), with liquid smoke (LS), and without smoking (NS). Three batches of sausages, formulated with pork, lard, and seasonings, were processed at 80°C for 3 hours. Microbiological analyses included coliforms, mesophilic and psychrotrophic aerobes, lactic acid bacteria (LAB), coagulase-positive *Staphylococcus* counts, and the detection of *Salmonella*. Physicochemical analyses measured protein, fat, moisture, ash, and pH. There were no significant differences between treatments regarding physicochemical and microbiological characteristics, indicating that smoking, whether conventional or with liquid smoke, does not alter sausage composition. In non-smoked sausages, coliforms at 30°C and LAB counts were found above the minimum detection limit of the technique. Liquid smoking proved to be a viable alternative to conventional smoking, maintaining the quality and safety of sausages.

Keywords: pork; preservation methods; meat products.

1 | Introdução

A carne suína é amplamente reconhecida por seu elevado valor nutricional, constituindo uma fonte substancial de proteínas, gorduras, vitaminas e minerais, embora apresente teores reduzidos de carboidratos (Bohrer, 2017). O elevado valor nutritivo e a alta atividade de água, aliados às reações enzimáticas de origem microbiana e autolítica, contribuem para a suscetibilidade da carne suína a processos de deterioração (Shao et al., 2021).

Para prevenir tais processos, torna-se indispensável a aplicação de métodos que visem conservar a qualidade da carne e aumentar a validade comercial. Entre os diversos métodos utilizados para a conservação de carnes e produtos cárneos, a defumação representa uma prática milenar, na qual a carne é exposta à fumaça produzida pela queima de madeira. A técnica influencia diretamente as características sensoriais, nutricionais e de conservação dos produtos cárneos (Gómez et al., 2020).

No entanto, a defumação convencional, que consiste na exposição direta do alimento à fumaça oriunda da combustão de madeira, apresenta alguns inconvenientes. Um deles é a falta de padronização dos produtos, devido à impregnação desigual da fumaça em diferentes superfícies. Além disso, a combustão não controlada de madeiras, ou o uso de madeiras não recomendadas, pode resultar na formação de compostos fenólicos, tais como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e aminas aromáticas heterocíclicas, os quais possuem propriedades mutagênicas e estão associados à ocorrência de câncer gástrico e de pele (Zhang et al., 2022). A fumaça líquida, por sua vez, é uma solução obtida a partir da fumaça proveniente da queima de diferentes tipos de madeira, produzida por meio de várias etapas de purificação, com o objetivo de remover compostos indesejáveis. Além disso, a adição da fumaça líquida permite uma produção mais padronizada, minimizando erros de processamento devido à desuniformidade dos lotes (Aaslyng e Koch, 2018). O uso de fumaça líquida também emerge como uma alternativa ambientalmente sustentável, pois contribui para a redução da emissão de poluentes na atmosfera (Winarni e Komarayati, 2021).

Contudo, a literatura científica ainda é escassa em estudos que explorem essa temática e os poucos trabalhos disponíveis apresentam resultados conflitantes quanto à capacidade dos métodos de defumação de exercer efeitos significativos sobre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de produtos cárneos (Özpolat e Patir, 2016; Bhuyan et al., 2018). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos tipos de defumação convencional e líquida sobre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de linguiças.

2 | Material e Métodos

2.1 | Delineamento experimental e amostragem

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com amostras coletadas de três lotes distintos para cada tratamento. As linguiças foram produzidas em um estabelecimento de pequeno porte em Pedralva, região sul de Minas Gerais, registrado no Serviço de Inspeção Municipal (SIM), por meio do Consórcio Intermunicipal Multifinalitário da Microrregião do Alto Sapucaí (CIMASP). Os tratamentos incluíram: linguiças defumadas convencionalmente (DC) com combustão de madeira; linguiças defumadas com fumaça líquida (DL); e linguiças sem defumação (SD). As linguiças foram formuladas com carne suína, toucinho e temperos, e embutidas em envoltório natural (tripa). As DC foram expostas à fumaça de *Eucalyptus* spp. a 80°C por 3 horas, enquanto DL e SD foram aquecidas em forno elétrico nas mesmas condições. As DL foram imersas durante 30 minutos em fumaça líquida comercial a uma concentração de 20%, adaptando-se à metodologia descrita por Ernawati et al. (2021). Após o preparo, as linguiças foram embaladas a vácuo e refrigeradas a 7°C até a realização das análises, que ocorreram em até 24 horas após a coleta, no Laboratório de Microbiologia da Universidade Professor Edson Antônio Velano - UNIFENAS.

2.2 | Análises microbiológicas

Para determinar a qualidade microbiológica das linguiças foram realizados os testes de número mais provável de coliformes a 30°C e 45°C (Kornacki e Johnson, 2001), contagem de aeróbios mesófilos e psicrotróficos (Morton, 2001), contagem de bactérias ácido lácticas (IDF, 1988), contagem de

Staphylococcus coagulase positivo (Lancette e Tatini, 2001) e pesquisa de *Salmonella* spp. (Andrews et al., 2001). Os limites microbiológicos adotados foram baseados na Instrução Normativa nº 313 (Brasil, 2024), que estabelece para linguiças dessecadas a ausência de *Salmonella* spp. em 25g, limite máximo de 1×10^3 UFC/g para *Staphylococcus* coagulase positivo e 1×10^2 NMP/g para coliformes a 45°C.

2.3 | Análises físico-químicas

Para determinar a composição físico-química das linguiças foram determinados os teores de proteína, gordura (AOAC, 2011), umidade (IDF, 1988), resíduo mineral fixo (Merck, 1993) e pH (Helrich, 1990). Os parâmetros físico-químicos adotados para comparação foram baseados na Instrução Normativa nº 4 (Brasil, 2000), para linguiças dessecadas, que estabelecem os seguintes limites: umidade máxima de 55%, gordura máxima de 30% e proteína mínima de 15%.

Tabela 1. Médias e desvios padrões de parâmetros físico-químicos de linguiças sem defumação (SD), com defumação convencional (DC) e com defumação líquida (DL)

Parâmetro	Tratamento			Valor-p¹
	SD	DC	DL	
Proteína bruta (%)	$38,19 \pm 6,50$	$39,21 \pm 3,85$	$40,33 \pm 4,36$	0,763
Extrato etéreo (%)	$38,91 \pm 15,16$	$35,33 \pm 16,17$	$32,69 \pm 16,98$	0,801
Resíduo mineral fixo (%)	$2,24 \pm 0,68$	$2,45 \pm 0,37$	$2,49 \pm 0,32$	0,776
Umidade (%)	$20,66 \pm 3,22$	$29,00 \pm 18,84$	$29,27 \pm 21,03$	0,598
pH	$6,34 \pm 0,20$	$6,08 \pm 0,16$	$6,21 \pm 0,09$	0,140

¹Valor-p obtido por meio de ANOVA.

Não foram detectadas diferenças significativas ($p>0,05$) entre os parâmetros físico-químicos dos diferentes tratamentos testados: de linguiças sem defumação (SD), com defumação convencional (DC) e com defumação líquida (DL). Esse achado demonstra que a aplicação da defumação, tanto pelo método convencional quanto pelo método líquido, não altera significativamente a composição e as características físico-químicas dessa matriz alimentar.

De acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 4, de 31 de março de 2000, linguiças dessecadas devem apresentar no máximo 55% de umidade, no mínimo 15% de proteína e no máximo 30% de gordura (Brasil, 2000). Considerando esses padrões legais, observa-se que todas as amostras estão adequadas aos teores de umidade e proteína estabelecidos.

Nas amostras de linguiça analisadas, observou-se um teor de umidade relativamente baixo, variando

2.4 | Análises estatísticas

Os resultados físico-químicos foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%, a fim de determinar diferenças estatísticas entre os tratamentos. Os dados microbiológicos, por sua vez, foram analisados por meio da aplicação do teste de Kruskal Wallis com nível de significância de 5%. Para realização dos cálculos e testes estatísticos foram utilizados os softwares Microsoft Excel Professional Plus 2019 (Microsoft Corporation, 2018) e JASP 0.18.0.0. (JASP Team, 2023).

3 | Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados das análises físico-químicas obtidos por meio da avaliação das linguiças.

de 20,66 a 29,27%, em função do tratamento térmico a 80 °C por 3 horas, promovendo a dessecção. A redução da umidade influencia positivamente características como suculência, cor e maciez, além de limitar a presença de água livre, o que pode reduzir a atividade microbiana e enzimática e, consequentemente, a deterioração do produto (Yalçın et al., 2016).

No estudo de Bhuyan et al. (2018), os teores de proteína (18,39% a 19,57%) foram inferiores aos observados no presente estudo (38,19% a 40,33%). Os menores teores de proteína observados podem ser atribuídos à formulação dos produtos, que incluíram uma maior quantidade de ingredientes não cárneos (condimentos, gengibre, alho e cebola) e envoltórios de celulose, resultando em um efeito de diluição no teor de proteínas cárneas. No presente trabalho, foram utilizados apenas condimentos como ingredientes não cárneos e envoltórios naturais

(tripa), o que contribuiu para um maior teor de proteína nas linguiças.

No que se refere ao teor de gordura das amostras, constatou-se que oscilaram entre 32,69% e 38,91%, excedendo o valor máximo de 30%, conforme estipulado pela IN nº 4 (Brasil, 2000). O caráter artesanal da produção pode ter contribuído para essa não conformidade, uma vez que, embora a formulação das linguiças siga um padrão determinado, a falta de um controle de caráter industrial durante o processo de emulsificação e cozimento das linguiças pode resultar em variações nos teores de gordura dentro de um mesmo lote. Bhuyan et al. (2018) relataram valores menores para o teor de gordura, variando de 16,16% a 21,66%. Os valores mais elevados encontrados no presente estudo podem ser atribuídos ao maior uso de toucinho e ao uso de envoltórios naturais (Škaljac et al., 2018). Os menores teores de gordura e proteínas observados por Bhuyan et al. (2018) também podem ter sido influenciados pelo maior teor de umidade desses produtos, uma vez que a presença de água

exerce um efeito diluente sobre os demais componentes sólidos da matriz alimentar.

O pH das linguiças variou dentro de uma faixa ácida, de 6,08 a 6,34. A acidificação em produtos cárneos contribui para a inibição do crescimento de bactérias deteriorantes. Além disso, acelera o processo de desidratação do produto por meio da desnaturação das proteínas, o que reduz a capacidade de retenção de água. O pH ácido também influencia a formação e estabilidade da cor, além de contribuir significativamente para o aroma e sabor do produto (Carballo, 2021).

As amostras de linguiças analisadas apresentaram teor de minerais variando de 2,24% a 2,49%. Estudos anteriores, como o de Bhuyan et al. (2018), reportaram teores menores, entre de 1,23% a 1,29%. As diferenças nas formulações dos produtos em cada estudo, juntamente com o efeito de concentração de minerais em linguiças submetidas a um dessecamento mais intenso, podem explicar a variação nos valores observados.

Os resultados das análises microbiológicas das linguiças estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Medianas de parâmetros microbiológicos de linguiças sem defumação (SD), com defumação convencional (DC) e com defumação líquida (DL)

Parâmetro	Tratamento			Valor-p ¹
	SD	DC	DL	
Coliformes a 30°C (NMP/g)	4	< 3	< 3	0,105
Coliformes a 45°C (NMP/g) ²	< 3	< 3	< 3	-
Mesófilos aeróbios (UFC/g)	8 x 10 ³	7 x 10 ³	4 x 10 ³	0,644
Psicrotróficos (UFC/g) ²	< 2,5 x 10 ³	< 2,5 x 10 ³	< 2,5 x 10 ³	-
BAL (UFC/g)	< 2,5 x 10 ³	< 2,5 x 10 ³	4 x 10 ³	0,199
Staphylococcus CP (UFC/g) ²	< 2,5 x 10 ³	< 2,5 x 10 ³	< 2,5 x 10 ³	-
Salmonella spp. (presença/25g) ³	Ausência	Ausência	Ausência	-

CP: coagulase positivo. BAL: bactérias ácido lácticas. ¹Valor-p obtido por meio de teste de Kruskal-Wallis. ²Número mais provável de coliformes a 45°C e contagens de psicrotróficos e Staphylococcus coagulase positivo não apresentaram variação entre as repetições analisadas. ³Análise qualitativa da presença/ausência de *Salmonella* spp. em 25g de amostra.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$) nos parâmetros microbiológicos entre as linguiças submetidas aos tratamentos com e sem defumação (Tabela 2). Como todas as linguiças passaram pelo mesmo tratamento térmico (80°C por 3 horas), entende-se que este procedimento comum foi o principal fator responsável pela redução da carga microbiana, enquanto a defumação, aplicada apenas em dois tratamentos, não apresentou efeito adicional estatisticamente significativo. Embora estudos tenham demonstrado o efeito antimicrobiano de diversos compostos derivados da combustão de

madeiras, como o ácido tetradecanoíco e o ácido hexadecanoíco (Abd El Aziz et al., 2021), no presente trabalho a deposição de compostos oriundos da fumaça na superfície dos produtos não influenciou ($p>0,05$) a contagem de indicadores higiênico-sanitários.

De acordo com a Instrução Normativa nº 313 (Brasil, 2024), linguiças dessecadas devem apresentar os seguintes padrões microbiológicos: ausência de *Salmonella* spp. em 25g, máximo de 1×10^3 de *Staphylococcus* coagulase positivo por grama e máximo de 1×10^2 de coliformes a 45°C por grama. Em todos os parâmetros contemplados pela

legislação, as linguíças analisadas apresentaram concentrações abaixo do limite mínimo de detecção das técnicas, comprovando que as amostras atendem aos parâmetros legais.

Salmonella spp., *Staphylococcus* coagulase positivo e coliformes a 45°C são indicadores sanitários, e sua presença em alimentos, como linguíças, pode estar associada a casos e surtos de doenças de transmissão alimentar (Shaltout et al., 2016). Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que os métodos empregados para produzir as linguíças defumadas são suficientes para garantir a inocuidade dos produtos.

Coliformes a 30°C são indicadores higiênicos de linguíças, e sua presença sugere falhas no processamento e na manipulação do alimento sob a perspectiva de asseio (Daniel et al., 2023). As linguíças produzidas no presente estudo apresentaram baixas contagens desse indicador, o que indica que foram processadas e armazenadas sob condições adequadas (Charão et al., 2024).

Não foram detectados psicrotróficos nas linguíças, considerando os limites de detecção da técnica empregada. Resultados semelhantes foram observados por Bhuyan et al. (2018) e podem ser considerados altamente desejáveis, dado que esses micro-organismos, representados principalmente por *Pseudomonas* spp., estão envolvidos na deterioração de produtos cárneos por meio da produção de lipases e proteases termorresistentes (Mann et al., 2016).

Em relação à contagem de mesófilos aeróbios, foram encontradas concentrações na ordem de 3 log UFC/g. Embora não existam valores específicos de concentração de mesófilos aeróbios em linguíças dessecadas estabelecidos na legislação vigente, dados da literatura científica indicam que valores variando entre 3,07 e 3,23 log UFC/g são comuns para esse indicador (Bhuyan et al., 2018).

Embora as BAL sejam amplamente utilizadas como agentes fermentadores pela indústria de alimentos, incluindo a de carnes, sua presença em linguíças está associada à deterioração desse produto. A literatura científica apresenta divergências quanto ao efeito da defumação no controle das BAL. Takeda et al. (2021) observaram que produtos cárneos cozidos e defumados com fumaça líquida apresentaram contagem de BAL inferior (< 4 log UFC/mL) à dos produtos que não continham fumaça líquida em sua formulação (\approx 9 log UFC/mL). Além disso, a fumaça líquida foi considerada o principal

fator comprometedor da atividade fermentativa exercida por BAL em produtos de pescados (Racioppo et al., 2022). Por outro lado, Franz e Holy (1996) alegam que as BAL representam um dos maiores desafios no controle de agentes deteriorantes em linguíças, dado que são resistentes ao cloreto de sódio, aos sais de cura (nitrato e nitrito) e à fumaça oriunda de processos de defumação. Zeng et al. (2021) mostraram que BAL como *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* foram os micro-organismos mais dominantes (8,38 a 8,62 UFC/g) em produto de pescado defumado com fumaça líquida e convencionalmente.

A amplitude de valores obtidos por meio das análises microbiológicas das linguíças está disposta na Tabela 3.

Considerando as medianas e os valores mínimos e máximos apresentados na Tabela 3, observa-se que, embora a análise estatística não tenha demonstrado diferença significativa ($p>0,05$), as amostras SD foram as únicas a apresentar níveis detectáveis de coliformes a 30°C. A presença desse indicador exclusivamente nas amostras SD sugere que os compostos oriundos da combustão da madeira, presentes nas linguíças DC e DL, exercem um efeito antagonista sobre o desenvolvimento de coliformes a 30°C (Afshin et al., 2011).

Em relação às BAL, observou-se que as linguíças com DL apresentaram detecção desses microrganismos em um número maior de amostras. Saha et al. (2017) também demonstraram que o tratamento com fumaça líquida era o que menos afetava a concentração de BAL. Por esse motivo, o método de defumação líquida tem sido preferido no processamento de produtos cárneos derivados, pois interfere menos na sobrevivência de BAL adicionadas a esses produtos (Zeng et al., 2021).

A maior concentração de mesófilos aeróbios foi encontrada no tratamento DL: 1×10^6 UFC/g. O valor pode ter sido influenciado pela contagem de BAL, uma vez que a maioria das BAL são mesófilas e, por serem anaeróbias facultativas, a presença de oxigênio durante a etapa de incubação não limita seu desenvolvimento (Pothakos et al., 2015). Por outro lado, o tratamento SD apresentou teores elevados de mesófilos aeróbios, embora não tenham sido detectadas BAL nas diluições analisadas. O resultado sugere que a ausência de defumação pode predispor a uma maior contaminação das amostras por mesófilos aeróbios (Kobylyatsky et al., 2021).

Tabela 3. Concentração mínima e máxima de indicadores microbiológicos encontrados em linguiças sem defumação (SD), com defumação convencional (DC) e com defumação líquida (DL)

Parâmetro	Tratamento					
	SD		DC		DL	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Coliformes a 30°C (NMP/g)	< 3	7	< 3	< 3	< 3	< 3
Coliformes a 45°C (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Mesófilos aeróbios (UFC/g)	7×10^3	7×10^5	$< 2,5 \times 10^3$	2×10^4	4×10^3	1×10^6
Psicrotróficos (UFC/g)	$< 2,5 \times 10^3$					
BAL (UFC/g)	$< 2,5 \times 10^3$	3×10^3	$< 2,5 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^3$	1×10^6
Staphylococcus CP (UFC/g)	$< 2,5 \times 10^3$					

CP: coagulase positivo. BAL: bactérias ácido lácticas.

4 | Conclusão

Ambos os métodos de defumação, convencional e líquida, não alteram os parâmetros físico-químicos das linguiças, incluindo teor de proteína, extrato etéreo, resíduo mineral fixo, umidade e pH. Do ponto de vista microbiológico, também não foram observadas diferenças entre os diferentes tratamentos quanto à presença de coliformes a 30°C e 45°C, mesófilos aeróbios, psicrotróficos, BAL, *Staphylococcus* coagulase positivo e *Salmonella* spp. Apesar disso, observou-se que as linguiças sem defumação apresentaram níveis detectáveis de coliformes a 30°C, indicando um potencial efeito antimicrobiano dos compostos derivados da defumação sobre esse indicador higiênico. Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a defumação com fumaça líquida é uma alternativa viável à defumação convencional, apresentando equivalência na qualidade físico-química e microbiológica das linguiças.

5 | Declaração de Conflito de Interesse

Os autores declaram não existir conflito de interesse.

6 | Comitê de Ética

Este estudo dispensou a necessidade de obtenção de licenças éticas.

7 | Referências

- Aaslyng, M.D.; Koch, A.G. The use of smoke as a strategy for masking boar taint in sausages and bacon. *Food Research International*, 108: 387-395, 2018.
- Abd El Aziz, N.A.; El-Razek, A.; Mohamed, A. Effect of different smoking methods on quality and safety of beef meat. *Egyptian Journal of Food Science*, 49(1): 1-17, 2021.
- Afshin, J.; Saied, S.; Babak, A. Microbial properties of hot smoked sausage during shelf life. *Global Veterinaria*, 7(5): 423-426, 2011.
- Andrews, W.H. et al. *Salmonella*. In: Downes, F.P.; Ito, K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2001. p.357-376.
- AOAC. **Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC**. 16th ed. Arlington: AOAC International, 2011. v.1, p.4-30.
- Bohrer, B.M. Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends in Food Science & Technology*, 65: 103-112, 2017.
- Bhuyan, D.; Shahriar, S.M.; Mohsin, M. Effect of different smoking methods on the quality of pork sausages. *Veterinary World*, 11(12): 1712-1718, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 4, de 31 de março de 2000**. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/indice.jsp?data=05/04/2000&jornal=1&pagina=54&tota|Arquivos=73>. Acesso em: 24 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Instrução Normativa Nº 313, de 4 de setembro de 2024.** Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-313-de-4-de-setembro-de-2024-582631446>. Acesso em: 11 jun. 2025.

Carballo, J. Sausages: Nutrition, safety, processing and quality improvement. **Foods**, 10(4): 890, 2021.

Charão, G.N. et al. Level of compliance with good manufacturing practices and microbiological profile of mixed fresh sausages. **Ciência Animal Brasileira**, 25: e-76582E, 2024.

Daniel, G.T.; Martins, M.T.; De Almeida, J.P. Determination of pathogens and contamination indicators in fresh pork sausages in the state of São Paulo. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, 44(1): 89-96, 2023.

Ernawati, E. et al. **Physical and chemical characterization of African catfish smoked sausage with different liquid smoke concentrations and immersion durations.** In: E3S Web of Conferences. Vol. 322, p. 04001, 2021. EDP Sciences.

Franz, C.M.A.P.; Von Holy, A. Thermotolerance of meat spoilage lactic acid bacteria and their inactivation in vacuum-packaged Vienna sausages. **International Journal of Food Microbiology**, 29(1): 59-73, 1996.

Gómez, I. et al. The effects of processing and preservation technologies on meat quality: Sensory and nutritional aspects. **Foods**, 9(10): 1416, 2020.

Helrich, K. Standard solutions and certified reference. In: **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists: food composition: additives: natural contaminants.** 15th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1990. v.2, p.640-641.

IDF. International Dairy Federation. **Yogurt: Enumeration of characteristic microorganisms colony count technique at 37°C.** IDF Standard 117A. Brussels: International Dairy Federation, 1988.

Kobylyatsky, P.S. et al. Production of raw smoked beef products using lactobacilli. **International research conference on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education, KnE Life Sciences**. 2021: 272-280, 2021.

Kornacki, J.L.; Johnson, J.L. Enterobacteriaceae, coliforms and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. In: Downes, F.P.; Ito, K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** 4th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2001. p.69-80.

Lancette, G.A.; Tatini, S.R. *Staphylococcus aureus*. In: Downes, F.P.; Ito, K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** 4th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2001. p.387-400.

Mann, E. et al. Psychrophile spoilers dominate the bacterial microbiome in musculature samples of slaughter pigs. **Meat Science**, 117: 36-40, 2016.

Merck. **Reactivos, Diagnóstica, Productos Químicos** 1992/93. Darmstadt: Merck, 1993.

Microsoft Corporation. **Microsoft Excel** (Versão 2019). Redmond: Microsoft Corporation, 2018. Disponível em: <https://www.microsoft.com/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

Morton, R.D. Aerobic plate count. In: Downes, F.P.; Ito, K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** 4th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2001. p. 63-67.

Özpolat, E.; Patir, B. Determination of shelf life for sausages produced from some freshwater fish using two different smoking methods. **Journal of Food Safety**, 36(1): 69-76, 2016.

Pothakos, V. et al. Lactic acid bacteria and their controversial role in fresh meat spoilage. **Meat Science**, 109: 66-74, 2015.

Racioppo, A. et al. Use of Food Spoilage and Safety Predictor for an "A Priori" Modeling of the Growth of Lactic Acid Bacteria in Fermented Smoked Fish Products. **Foods**, 11(7): 946, 2022.

Saha, A.; Birkeland, S.; Løvdal, T. The effect of K-lactate salt and liquid smoke on bacterial growth in a model system. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, 26(2): 192-204, 2017.

Shaltout, F.A.; Salem, A.M.; Khater, D.F.; Lela, R.A. Studies on bacteriological profile of some meat products. **Benha Veterinary Medical Journal**, 31(1): 43-49, 2016.

Shao, L. et al. Advances in understanding the predominance, phenotypes, and mechanisms of bacteria related to meat spoilage. **Trends in Food Science & Technology**, 118: 822-832, 2021.

Škaljac, S. et al. Influence of collagen and natural casings on the polycyclic aromatic hydrocarbons in traditional dry fermented sausage (Petrovská klobáska) from Serbia. **International Journal of Food Properties**, 21(1): 667-673, 2018.

Takeda, S. et al. Functionality of liquid smoke as an antimicrobial in cooked meat products: Liquid smoke suppresses spoilage-related lactic acid bacteria. **Food Science and Technology Research**, 27(5): 759-768, 2021.

University of Amsterdam. **JASP (Versão 0.18.0.0)**. Amsterdam: JASP Team, 2023. Disponível em: <https://jasp-stats.org/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

Winarni, I.; Komarayati, S. A review: The utilization and its benefits of liquid smoke from lignocellulosic waste. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 914(1): 012068, 2021.

Yalçın, M.Y.; Şeker, M. Effect of salt and moisture content reduction on physical and microbiological properties of salted, pressed and freeze dried turkey

meat. **LWT-Food Science and Technology**, 68: 153-159, 2016.

Zeng, X. et al. Effects of liquid smoking on the microbiological and physicochemical characteristics of Suan Yu, a traditional Chinese fermented fish

product. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, 30(3): 296-314, 2021.

Zhang, L. et al. Effect of different types of smoking materials on the flavor, heterocyclic aromatic amines, and sensory property of smoked chicken drumsticks. **Food Chemistry**, 367: 130680, 2022.