

# POTENCIAL PROTEICO E TECNOLÓGICO DE SANGUE ANIMAL E SEUS HEMOCOMPONENTES COMO ADITIVO ALIMENTAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

## PROTEIN AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF ANIMAL BLOOD AND ITS BLOOD COMPONENTS AS FOOD ADDITIVES: A SYSTEMATIC REVIEW

DOI: 10.65747/conali2025v3c17

José Gabryel Soares dos Santos<sup>1</sup>; Camille Andrielle Monteiro do Carmo<sup>2</sup>; Anna Júllia Bezerra da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Nutrição - CAV - UFPE; E-mail: jose.gabryel@ufpe.br

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Nutrição - CAV - UFPE; E-mail: camille.andrielle@ufpe.br

<sup>3</sup>Docente/pesquisador do Depto de Nutrição - CAV - UFPE; E-mail: annaj.bezerra@hotmail.com

**Resumo:** Este estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática acerca da produção científica sobre o sangue animal e seus hemocomponentes em alimentos para consumo humano, destacando as principais áreas de abordagem. Realizou-se uma revisão sistemática nas bases ScienceDirect e Web of Science, utilizando os descritores “*blood ingredient*”, “*blood food*”, “*blood product food*”, “*blood-based food*” e “*blood protein food*”. Foram incluídos artigos completos, em inglês, publicados entre 2004 e 2024, relacionados a aspectos nutricionais e/ou tecnológicos do sangue animal e seus hemocomponentes aplicados à alimentação humana. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 20 estudos foram selecionados para análise. Destes, 11 artigos abordaram o uso de hemocomponentes como potencial aditivo alimentar; 7 artigos trataram da detecção de hemocomponentes em alimentos e, 2 artigos, da detecção de contaminação microbiológica. Os estudos destacam que o processamento adequado do sangue é essencial para sua qualidade e segurança microbiológica, sendo o manuseio considerado ponto crítico de controle. Técnicas de isolamento e concentração de hemocomponentes vêm sendo exploradas para potencializar a funcionalidade das proteínas, especialmente do fibrinogênio, albumina, globulina e hemoglobina aplicadas como agentes texturizantes, emulsificantes, gelificantes e corantes naturais. Além disso, observou-se interesse crescente em métodos de detecção de hemocomponentes em produtos cárneos, relacionados à prevenção de fraudes, questões regulatórias e barreiras religiosas. Portanto, o uso de sangue animal e hemocomponentes como ingrediente alimentar representa uma estratégia sustentável e uma oportunidade de inovação tecnológica, com potencial nutricional e funcional para diferentes matrizes alimentares.

**Palavras-chave:** hemocomponentes; ingrediente alimentar; sangue animal

**Abstract:** This study aims to conduct a systematic review of the scientific literature on animal blood and its hemocomponents in food for human consumption, highlighting the main areas of research. A systematic review was performed using the ScienceDirect and Web of Science databases, with the keywords "blood ingredient," "blood food," "blood product food," "blood-based food," and "blood protein food." The review included full articles in English, published between 2004 and 2024, related to the nutritional and/or technological aspects of animal blood and its hemocomponents applied to human food. After applying the eligibility criteria, 20 studies were selected for analysis. Of these, 11 articles addressed the use of hemocomponents as potential food additives; 7 articles focused on the detection of hemocomponents in food; and 2 articles dealt with the detection of microbiological contamination. The studies emphasize that proper blood processing is essential for its quality and microbiological safety, with handling considered a critical control point. Isolation and concentration techniques for hemocomponents have been explored to enhance the functionality of proteins, particularly fibrinogen, albumin, globulin, and hemoglobin, applied as texturizing, emulsifying, gelling, and natural coloring agents. Furthermore, a growing interest has been observed in methods for detecting hemocomponents in meat products, related to fraud prevention, regulatory issues, and religious barriers. Therefore, the use of animal blood and hemocomponents as food ingredients represents a sustainable strategy and an opportunity for technological innovation, with nutritional and functional potential for different food matrices.

**Keywords:** animal blood; blood components; food ingredient

## INTRODUÇÃO

O sangue animal é um relevante subproduto dos abatedouros industriais, tanto pelos elevados volumes gerados, quanto pela necessidade de tratamento especializado para um descarte ambientalmente adequado, correspondendo, em média, de 3 a 5% do peso corporal do animal vivo, a depender da espécie.<sup>(1,2)</sup> Com isso, destinar este resíduo para outras finalidades industriais, contribui para redução da poluição ambiental e dos custos de tratamento e descarte.<sup>(3)</sup>

Muitos países têm em sua culinária tradicional, o uso do sangue como ingrediente principal no preparo de diferentes produtos, como a morcela e o chouriço, típicos de Portugal e países da América do Sul; o tofu de sangue da China; a buchada, o sarapatel e a galinha à cabidela, típicos do Brasil; além de sobremesas como o *sanguinaccio dolce* da Itália, as papas de moado de Portugal e o doce tipo chouriço, típico do nordeste brasileiro. Porém não é comum encontrar a comercialização de produtos à base de sangue no formato industrializado.<sup>(4,5)</sup>

A aplicação do sangue na indústria é permitida desde que seja obtida a partir da sangria de um animal sadio, que tenha sido inspecionado ante-mortem e post-mortem e, aprovado para consumo humano como carne. Assim como, que os matadouros possuam instalações para coleta que atenda às recomendações higiênico-sanitárias vigentes, seguida de local de resfriamento, antes de seu transporte para uma estação de tratamento aprovada.<sup>(6,7)</sup>

Do ponto de vista nutricional, o conteúdo de vitaminas, aminoácidos essenciais, minerais e, principalmente, hemoglobina, fibrinogênio, albuminas e as globulinas presentes no sangue animal proporciona um aproveitamento integral deste resíduo agroindustrial, transformando-o em matéria-prima para o desenvolvimento de rações, medicamentos, cosméticos, concentrados e isolados de hemocomponentes, assim

como ingrediente alimentar para fabricação de novos produtos alimentícios destinados ao consumo humano.<sup>(8)</sup>

Em contrapartida, a utilização de sangue e/ou suas frações proteicas na formulação de produtos alimentícios traz à tona preocupações para aqueles indivíduos que evitam consumir sangue por motivos religiosos, por motivos éticos, como o veganismo, razões culturais ou tabus, por crer que o sangue é rico em patógenos, pela ausência de regulamentações específicas para alimentos sanguíneos, ou simplesmente por uma questão de preferência.<sup>(9)</sup>

Com isso, considerando todas estas alegações acerca da utilização do sangue na alimentação humana, este estudo tem como objetivo mapear, por meio de uma revisão sistemática, a produção científica relacionada ao uso do sangue animal e seus hemocomponentes na formulação de alimentos destinados ao consumo humano, identificando suas principais aplicações tecnológicas e áreas de destaque.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Trata-se de uma revisão sistemática de literatura, realizada nas bases de dados ScienceDirect e Web of Science, durante o período de junho de 2025 a agosto de 2025. Foram utilizadas como termos de buscas, os descritores “*blood ingredient*”, “*blood food*”, “*blood product food*”, “*blood-based food*” e “*blood protein food*”, com os operadores booleanos “*AND*” e “*OR*”. Visando alcançar literatura específica e relevante sobre a temática, estes descritores deveriam estar presentes no título, palavras-chave e/ou resumo dos artigos.

Foram usados como critério de inclusão neste estudo: artigos de pesquisa completos, publicados em inglês, no período de 2004 a 2024, e aqueles que em seus estudos avaliaram aspectos nutricionais e/ou tecnológicos do sangue animal e seus derivados que possam ser aplicados na alimentação humana. Foram excluídos artigos de revisão, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, resumos de congresso, capítulos de livros e documentos similares. Bem como estudos que utilizaram sangue para fins medicinais, farmacêuticos, cosméticos ou veterinários, pesquisas que abordaram o uso de sangue na alimentação animal e àqueles duplicados.

Após a triagem inicial, 669 artigos foram identificados e, após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 20 artigos foram incluídos na análise final, a fim de identificar suas principais aplicações tecnológicas e áreas de destaque, como apresenta o diagrama a seguir.

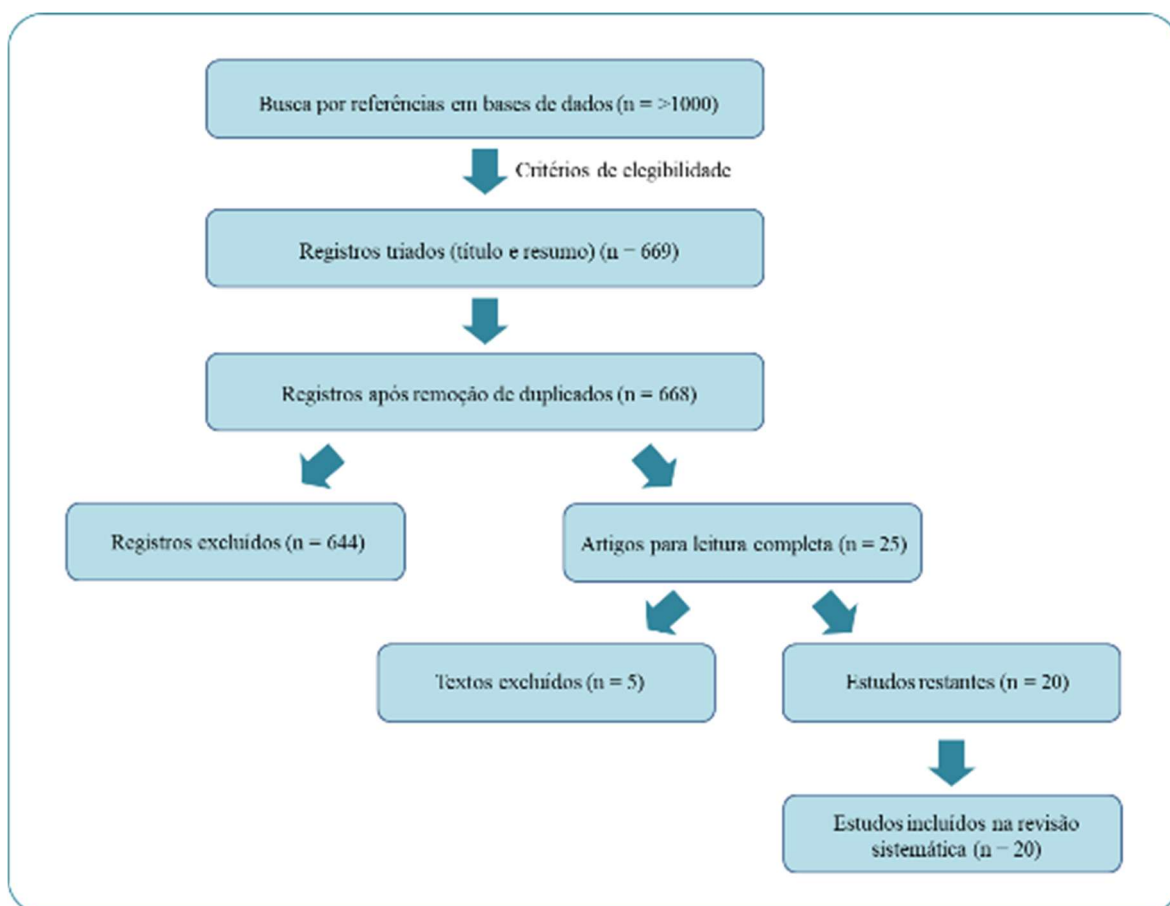


Figura 1 – Diagrama de processo de seleção dos artigos pesquisados. O número de artigos em cada etapa está indicado entre parênteses.

Fonte: Autores, 2025

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### • Caracterização dos artigos analisados

A partir dos critérios de elegibilidade, foram obtidos 20 artigos de pesquisa que tinham como tema central o sangue animal na alimentação humana, com enfoque nas áreas da nutrição e da tecnologia de alimentos, conforme tabela a seguir.

Tabela 1 – Lista de artigos analisados e categorizados de acordo com o assunto principal abordado

n <sup>o</sup>	Referência (Autor, Ano)	Título do Artigo	Assunto principal
1	Nowak; Mueffling, 2006	Porcine blood cell concentrates for food products: Hygiene, composition, and preservation	Hemocomponentes como ingrediente alimentar

2	Nowak; Mueffling, 2009	Microbiological and Sensory Suitability of a Novel Raw Material from Porcine Blood and Collagenous Rind Protein as an Ingredient in a Fermented Raw Salami-Type Sausage	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
3	Grundy et al., 2013	Selected reaction monitoring method to determine the species origin of blood-based binding agents in meats: A collaborative study	Detecção de hemocomponentes em alimentos
4	Parés et al., 2014	Scale-up of the process to obtain functional ingredients based in plasma protein concentrates from porcine blood	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
5	Ofori; Hsieh, 2016	Monoclonal Antibodies as Probes for the Detection of Porcine Blood Derived Food Ingredients	Detecção de hemocomponentes em alimentos
6	Boxman et al., 2017	Porcine blood used as ingredient in meat productions may serve as a vehicle for hepatitis E virus transmission	Detecção de contaminação microbiológica em alimento sanguíneo
7	Jira; Schwägele, 2017	A sensitive HPLC-MS/MS method for the simultaneous detection of microbial transglutaminase, and bovine and porcine fibrinogen/thrombin in restructured meat	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
8	Ofori; Hsieh, 2017	Immunodetection of Porcine Red Blood Cell Containing Food Ingredients Using a Porcine Hemoglobin-Specific Monoclonal Antibody	Detecção de hemocomponentes em alimentos
9	Jiang et al., 2018	Monoclonal antibody-based ELISA for the quantification of porcine hemoglobin in meat products	Detecção de hemocomponentes em alimentos
10	Izgarishev; Izgarisheva; Ostroumov, 2018	DEVELOPMENT AND STUDY OF FOOD PRODUCT WITH ANTI-ANEMIC AGENT BASED ON FARM ANIMAL BLOOD	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
11	Jiang et al., 2020	Monoclonal antibody-based sandwich enzyme-linked immunosorbent assay for porcine hemoglobin quantification	Detecção de hemocomponentes em alimentos

1 2	Fernandez et al., 2021	Fat substitutes based on bovine blood plasma and flaxseed oil as functional ingredients	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
1 3	Jennings et al., 2021	Microbial Diversity and Abundance of <i>Parabacteroides</i> Mediate the Associations Between Higher Intake of Flavonoid-Rich Foods and Lower Blood Pressure	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
1 4	Cha et al., 2022	Effects of added cereal fibers on the quality characteristics of black pudding prepared with duck blood	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
1 5	Csurka et al., 2022 <sup>a</sup>	Comparison of techno-functional and sensory properties of sponge cakes made with egg powder and different quality of powdered blood products for substituting egg allergen and developing functional food	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
1 6	Araujo-Rodrigues et al., 2022	Membrane fractionation of <i>Cynara cardunculus</i> swine blood hydrolysate: Ingredients of high nutritional and nutraceutical value	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
1 7	Csurka et al., 2022 <sup>b</sup>	Membrane separation of porcine blood for food industrial use of permeate and retentate	Hemocomponentes como ingrediente alimentar
1 8	Han et al., 2022	Machine-learning assisted modelling of multiple elements for authenticating edible animal blood food	Detecção de hemocomponentes em alimentos
1 9	Gao et al., 2024	Multiplex-PCR method application to identify duck blood and its adulterated varieties	Detecção de hemocomponentes em alimentos
2 0	Yang et al., 2024	Emergence of rapidly spreading antimicrobial-resistant <i>Salmonella</i> in traditional blood-based foods	Detecção de contaminação microbiológica em alimento sanguíneo

Estes estudos foram categorizados em três grandes áreas: Categoria A - Uso de hemocomponentes como potencial ingrediente e/ou aditivo alimentar (11 artigos); Categoria B - Detecção de hemocomponentes em alimentos (7 artigos) e; Categoria C - Detecção de contaminação microbiológica em alimentos com sangue (2 artigos), como apresenta a figura 2.

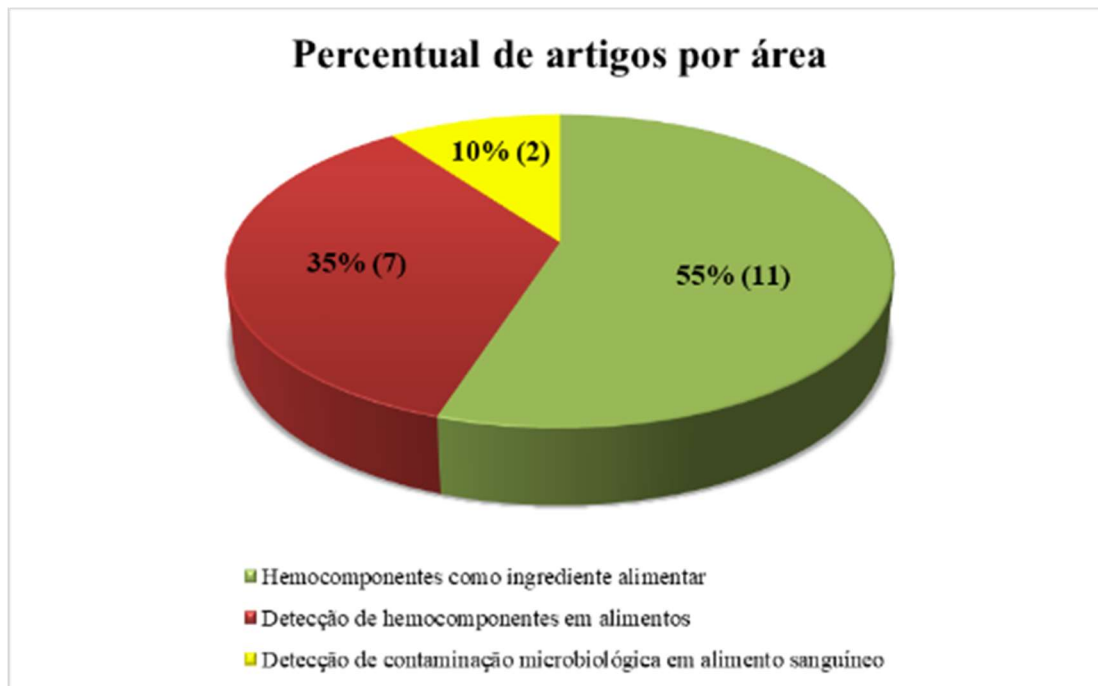


Figura 2 – Percentual dos artigos revisados publicados por categoria de destaque.

Fonte: Autores, 2025

De toda produção científica analisada, 55% dos artigos tiveram abordagens referentes às propriedades tecnológicas das proteínas sanguíneas como agente de emulsificação, gelificação e corante natural na fabricação de produtos cárneos, de panificação, alimentos funcionais ou desenvolvimento de novos produtos. Enquanto 35% dos artigos, correspondem a identificação da presença ou ausência destas frações proteicas, assim como quantificá-las, a fim de investigar possíveis fraudes alimentares, por uso indevido e/ou não declarado em rotulagem.



Figura 3 – Quantidade dos artigos revisados publicados por biênio

Fonte: Autores, 2025

Quanto ao quantitativo de publicações (Figura 3), observou-se uma tendência de crescimento ao longo dos anos, concentrando-se principalmente na última década. O maior pico de publicação foi registrado em 2021/2022, com 7 artigos, correspondendo a 35% das pesquisas analisadas. Este avanço sugere que a inserção do sangue animal na alimentação humana está se consolidando como tema de interesse científico, o que pode estar atrelado às pautas globais de sustentabilidade, aproveitamento de subprodutos e segurança alimentar.

- **Sangue e hemocomponentes como ingrediente alimentar**

Ao considerar o sangue como ingrediente alimentício, suas frações proteicas: o fibrinogênio, albumina, globulina e hemoglobina, constituem o principal foco de interesse. Seja para melhorar o aporte proteico do produto final ou até mesmo por suas propriedades aglutinantes, emulsificantes, gelificantes e de corante natural.<sup>(2)</sup>

Estas proteínas plasmáticas tem capacidade de gelificar sob tratamentos térmicos e formar emulsões e espumas são suas melhores propriedades, portanto, podem ser considerados bons ingredientes funcionais para a indústria alimentícia, tanto para desenvolvimento de produtos cárneos, produtos de panificação e para desenvolvimento de novos produtos.<sup>(8)</sup>

Parés et al. (2014) avaliaram a viabilidade de fracionar, concentrar e purificar as proteínas plasmáticas por meio de tecnologia de membranas e, posteriormente, desidratar por spray-drying. Com isso, foi possível isolar o soro e a albumina, transformando em concentrados distintos. Cujo soro manteve as propriedades gelificantes; a albumina exibiu propriedades espumantes semelhantes; e os concentrados de soro e albumina mostraram propriedades emulsificantes ligeiramente melhoradas.<sup>(8)</sup>

Enquanto Csurka et al. (2022b), investigaram o potencial de separação de sangue suíno em frações de plasma e hemácias, bem como a purificação da membrana

após a separação do sangue suíno. A melhor configuração para obter plasma mais claro e hemácias mais concentradas – ou seja, com maior diferença no teor de matéria seca e menor residual de hemoglobina no plasma – foi com pressão transmembrana de  $2 \times 10^5$  Pa, fluxo de retentado de  $200 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$  e tamanho de poro de  $1,2 \mu\text{m}$ . Indicando baixa contaminação por hemoglobina e, portanto, melhores características sensoriais. Permitindo a obtenção de frações de plasma e hemácias com características distintas e adequadas para aplicações industriais.

Já Fernandez et al. (2021), investigaram a capacidade do óleo de linhaça com plasma sanguíneo bovino integral desidratado como ingrediente funcional como potencial substituto de gordura saturada em preparações culinárias com alto teor de gordura. Os oleogéis obtidos por aquecimento a  $80^\circ\text{C}$  apresentou maior estabilidade do gel com níveis de oxidação aceitáveis até 18 dias de armazenamento refrigerado, enquanto a gelificação induzida a  $60^\circ\text{C}$  proporcionou grande estabilidade oxidativa lipídica e espalhabilidade sob as mesmas condições. Com isso, a capacidade emulsificante e gelificante do plasma sanguíneo contribui para o uso deste oleogel no desenvolvimento de alimentos funcionais.<sup>(18)</sup>

Csurka et al. (2022a) analisou a substituição de ovo em pó por produtos de sangue em pó (pó de sangue total, pó de plasma sanguíneo e pó de hemoglobina) na elaboração de bolos para alérgenos à ovo. Estes pós sanguíneos podem escurecer a massa pela ação da hemoglobina, aumentar a dureza, a mastigabilidade e a resistência à quebra dos bolos, permitindo que sejam recheados com mais recheios e moldados em formatos especiais sem comprometer a textura e as características sensoriais. Sendo uma alternativa tecnologicamente viável para produção de bolos funcionais, sendo substitutos eficazes e versáteis para o ovo em bolos.

Izgarishev, Izgarisheva e Ostroumov (2018) desenvolveram um hidrolisado seco e concentrado de hemácias para ser utilizado como ingrediente antianêmico para o desenvolvimento de uma barra tipo sorvete para a prevenção da deficiência de ferro. Os testes físico-químicos, microbiológicos e toxicológicos garantem qualidade, ausência de metais tóxicos e de microrganismos patogênicos. Dando subsídios para utilização deste ingrediente na produção de alimentos funcionais.

Nowak e Mueffling (2009), desenvolveram um concentrado proteico combinado de glóbulos sanguíneos suínos e tecido conjuntivo suíno para ser utilizado como ingrediente em salsicha fermentada do tipo salame cru. O objetivo foi justamente aumentar o aporte proteico do produto e melhorar as propriedades tecnológicas das salsichas, especialmente em relação à textura e à estrutura, sem comprometer a qualidade do produto e sua segurança microbiológica.

Cha et al. (2022) trazem o uso do sangue de pato e implementação de cereais no processo produtivo de morcela. Para a elaboração da morcela, produto descrito como uma salsicha de sangue, tendo usualmente o sangue de porco como ingrediente principal, a base utilizada foi sangue de pato, e da formulação inicial, estabelecida como controle, foram obtidas as variações com adição de aveia, trigo sarraceno, quinoa, amaranto e sorgo, a 2%. Durante o desenvolvimento do projeto, puderam observar os resultados positivos no que tange o rendimento, atividade de água (Aa), pH, redução da coloração amarelada, dureza (com exceção do pudim com amaranto), coesão, viscosidade e mastigabilidade. Contudo, o trabalho dá maior enfoque ao emprego das fibras e cereais, se em comparação com o uso do sangue de pato, com ausência de comparação da morcela comum em relação a de pato. O estudo, não por menos, indica que o desenvolvimento de uma morcela de sangue de pato com cereais empregados

em sua composição é promissor, com estes melhorando significativamente suas propriedades físico-químicas e reológicas, podendo apresentar excelentes características de processamento.<sup>(20)</sup>

- **Detecção de hemocomponentes em alimentos**

Diante da diversidade de abordagens desenvolvidas para a detecção de hemocomponentes em alimentos, torna-se relevante apresentar os principais métodos descritos na literatura, destacando suas bases analíticas e aplicações práticas. A seguir, estão listados os métodos empregados por diferentes autores nos estudos encontrados.

Tabela 2 - Autores e métodos de detecção de hemocomponentes em alimentos

<b>Autor/Ano</b>	<b>Método utilizado</b>
Grundy et al., 2013	Cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem (LC-MS/MS)
Ofori; Hsieh, 2016	Aplicação de anticorpos monoclonais
Ofori, Hsieh, 2017	Anticorpos monoclonais, sELISA e cELISA
Jiang et al., 2018	Ensaio imunoenzimático indireto competitivo (icELISA)
Jiang et al., 2020	Cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem (LC-MS/MS).
Han et al., 2022	Espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), e Espectroscopia de absorção atômica (EAA)
Gao et al., 2024	Reação em cadeia da polimerase múltipla (multiplex-PCR)

Fonte: Autores, 2025

Os estudos analisados evidenciam a importância da rastreabilidade na detecção de hemocomponentes em alimentos, sobretudo diante do risco de fraudes alimentares e da necessidade de transparência para o consumidor. Algumas técnicas como cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas (LC-MS/MS) demonstraram elevada sensibilidade e reprodutibilidade para conseguir identificar a origem animal de frações sanguíneas utilizadas como agentes de ligação, garantindo maior controle regulatório.<sup>(11)</sup>

De forma complementar, a aplicação de anticorpos monoclonais específicos possibilitou a identificação de proteínas termoestáveis do sangue suíno mesmo após processamentos industriais, atingindo limites de detecção de até 0,01%, o que reforça a eficácia de métodos imunológicos na rastreabilidade.<sup>(9)</sup> Esses avanços respondem à demanda por uma rotulagem clara, visto que consumidores têm direito de conhecer a composição dos alimentos, especialmente quando o uso de hemocomponentes pode conflitar com aspectos éticos, religiosos ou culturais.

O teste iELISA desenvolvido por uso do mAb 24C12-E7 mostrou boa sensibilidade na detecção de pequenas quantidades ( $\geq 1\%$ ) de hemoglobina suína em carnes cruas, mas sua eficácia diminui após processamentos térmicos intensos, como secagem por pulverização e cozimento, e possui limites de detecção variantes, principalmente em produtos cozidos com aditivos, como carnes bovinas e suínas processadas, sendo mais altos. Apesar das limitações, o iELISA é promissor no monitoramento da hemoglobina suína em alimentos, sobretudo em produtos pouco processados, auxiliando na proteção de consumidores que evitam o consumo de sangue. Além disso, a literatura aponta que o uso não declarado de sangue ou seus derivados em formulações alimentícias levanta sérias questões regulatórias, já que esses ingredientes podem ser empregados como substitutos tecnológicos mais baratos, mas sua omissão na rotulagem caracteriza fraude alimentar.<sup>(14,21)</sup>

Com o uso do método Multiplex-PCR, Gao et al. (2024) validam um modo para identificar a autenticidade de sangue de pato e quatro variedades comuns de sangue animal adulterados, encontrando com precisão e agilidade sangue animal adulterado em produtos derivados de sangue de pato, apontando as falsificações e diferenciando-as dos produtos genuínos presentes no mercado local.

A metodologia deu-se por extração do DNA genômico usando um método de high-throughput. Os primers específicos foram projetados utilizando o gene do citocromo *b* de sangue de pato, porco, ovelha, vaca e galinha. Este experimento não requisitou instrumentos de detecção grandes e sofisticados, tendo alta especificidade, sensibilidade, repetibilidade e rapidez (5-6 horas para a realização da análise e obtenção dos resultados), economizando muito tempo e custos de teste. De tal modo, pode ser um método rotineiro utilizado para avaliar a fraude em produtos derivados de sangue de pato e possivelmente outros hemoderivados.<sup>(25)</sup>

Assim, a combinação de métodos analíticos robustos com políticas de transparência constitui um eixo central tanto para a proteção do consumidor quanto para o enfrentamento de práticas fraudulentas no setor alimentício.

- **Detecção de contaminação microbiológica em alimento sanguíneo**

Muito da aversão por alimentos à base de sangue vem da premissa que “o sangue é impuro” e berço de microrganismos patogênicos. Porém, o sangue retirado de um animal saudável é praticamente estéril. Por esta razão, uma inspeção ante-mortem e post-mortem eficiente, aliada a uma coleta com condições higiênico-sanitárias adequadas e ao controle de temperatura de  $\leq 3^{\circ}\text{C}$  em até três dias de armazenamento, são fatores essenciais para garantir a qualidade do sangue como ingrediente alimentar seguro.<sup>(6)</sup>

No estudo conduzido por Boxman et al. (2017), foi avaliado se o uso de produtos derivados do sangue suíno em alimentos poderia representar um risco de infecção pelo

vírus da hepatite E (VHE), tomando nota de que o VHE gt3 é comumente presente em suínos domésticos, tendo um potencial de contaminação zoonótica. O RNA do VHE foi detectado em 33/36 lotes de produtos sanguíneos líquidos (não aquecidos) e em 7/24 produtos sanguíneos em pó secos por atomização, que poderiam ser aplicados como ingrediente em alimentos.

Os níveis de contaminação variaram entre os produtos, porém foram mais elevados no sangue total líquido, plasma e fibrinogênio, utilizado em produtos como patês, salsichas de fígado de porco, bacon e presunto cru defumado. Principalmente, devido os produtos líquidos não terem sido submetidos a nenhuma forma de tratamento térmico. Estes resultados podem ser explicados pela ausência rotineira de testagem para o VHE.

O tratamento acima de 80°C por períodos acima de 20 minutos foi um processo descrito como necessário para a inativação completa do VHE, e a ausência de tal prática promove uma grande probabilidade de infecção. Produtos derivados de sangue suíno como ingrediente de produtos cárneos processados, se não aquecidos o suficiente antes do consumo, podem, portanto, ser considerados um veículo de transmissão do VHE.

Já Yang et al. (2024) buscou investigar a capacidade de sobrevivência e o risco de 17 cepas isoladas de *Salmonella* de alimentos tradicionais à base de sangue na China. Em comparação com a cepa laboratorial *S. Typhimurium* ATCC 14028, essas cepas cresceram mais rapidamente e formaram menos biofilme, mas apresentaram variações na resistência a estresses térmicos típicos do processamento de alimentos.

Assim como Boxman et al. (2017), Yang et al. (2024) traz também que o tratamento térmico na produção de alimentos à base de sangue, especificamente o aquecimento-coagulação, pode reduzir a carga bacteriana. Embora o aquecimento seja realizado acima de 80°C, para manter a textura lisa, o aquecimento é mantido intencionalmente por um período muito curto, o que pode resultar em esterilização incompleta. Além disso, as cepas isoladas foram testadas quanto à capacidade de sobrevivência ao frio por um período de 14 dias, e mostraram-se resistentes à temperaturas de refrigeração (4°C), com uma taxa de sobrevivência de 52,9%.

A análise genômica sugeriu possível contaminação cruzada durante o preparo dos alimentos, destacando a possibilidade de ocorrer durante o abate ou transporte e armazenamento. Foram identificados 21 genes de resistência a antibióticos, com destaque para mutações nos genes *gyrA* (D87G e S83F) *blaTEM* e *aadA1*. Testes confirmaram resistência a múltiplos medicamentos em 41,18% das amostras, inclusive a ceftiofur, canamicina e ácido nalidíxico, mesmo sem a presença de genes conhecidos para essas resistências. O estudo reforça preocupações sobre a segurança de alimentos tradicionais e a necessidade de melhores práticas de higiene para evitar a disseminação de cepas resistentes de *Salmonella*.

Ambos os trabalhos reforçam que o sangue animal, embora nutritivo e usado amplamente na indústria alimentícia, é um meio altamente suscetível à contaminação microbiana e que os métodos convencionais de processamento (aquecimento curto, *spray-drying*, coagulação) podem ser insuficientes para garantir segurança alimentar.

Os dois artigos se complementam mostrando que o risco microbiológico em alimentos sanguíneos é multifacetado — bacteriano (com resistência antimicrobiana) e viral (com potencial zoonótico), e que a detecção precisa depende do uso de métodos

moleculares sensíveis (PCR, RT-qPCR, comum a ambos os estudos) aliados a boas práticas de processamento e controle higiênico-sanitário. <sup>(12,26)</sup>

## CONCLUSÕES

A utilização do sangue animal e de hemocomponentes como ingrediente alimentar representa uma estratégia sustentável de aproveitamento e uma oportunidade promissora de inovação tecnológica para a indústria de alimentos. Suas propriedades nutricionais e tecnológicas sugerem aplicação em diferentes matrizes alimentares, contribuindo para o desenvolvimento de produtos mais funcionais e sustentáveis. Contudo, é importante atentar-se aos possíveis meios de contaminação e uma implementação de métodos de manipulação padronizados, com pontos críticos de controle bem estabelecidos, a fim de garantir a eficácia dos tratamentos térmicos e a segurança do sangue e seus hemocomponentes a serem utilizados.

Sugere-se a criação de legislações e regulamentações específicas para coleta, tratamento e transporte do sangue, assim como para os produtos alimentícios à base de sangue animal, com cláusulas definidas para os casos de utilização do sangue como ingrediente e para os casos à qual se utilize exclusivamente de hemocomponentes. Tanto no que se refere à quantidade máxima permitida por 100 g de produto, como do ponto de vista dos padrões microbiológicos. Isso passa credibilidade ao consumidor e desmistifica as aversões construídas ao longo dos anos, além de estimular o desenvolvimento de novas pesquisas que abordam esta temática.

## REFERÊNCIAS

1. Lynch, S. A.; Mullen, A. M.; O'Neill, E. E.; García, C. A. Harnessing the Potential of Blood Proteins as Functional Ingredients: A Review of the State of the Art in Blood Processing. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, n. 2, p. 330-344, 2017.
2. Toldrá, F; Reig, M; Mora, L. Management of meat by- and co-products for an improved meat processing sustainability. **Meat Science**, v.181, p. 108608, 2021.
3. Fontes, P. R.; Gomide, L.A.M.; Costa, N. M. B.; Peternelli, L. A.; Fontes, E. A. F.; Ramos, E. M. Chemical composition and protein quality of mortadella formulated with carbon monoxide-treated porcine blood. **LWT - Food Science and Technology**, v. 64, p. 926-931, 2015.
4. Dantas, MI (2004). O chouriço no Seridó: transformação do sangue em doce. *Holos*, 20, 4-17.
5. Verma, A. K., Chatli, M. K., Mehta, N.; Kumar, P. Assessment of physico-chemical, antioxidant and antimicrobial activity of porcine blood protein hydrolysate in pork emulsion stored under aerobic packaging condition at  $4 \pm 1$  °C. **LWT - Food Science and Technology**, v. 88, p. 71-79, 2018.
6. Nowak, B.; Mueffling, T. Porcine Blood Cell Concentrates for Food Products: Hygiene, Composition, and Preservation. **Journal of Food Protection**, v. 69, n. 9, p. 2183-2192, 2006.

7. Ofori, J. A.; Hsieh, Y. H. P. Blood-derived products for human consumption. **Revelation and Science**, v. 01, n. 1, p. 14-21, 2011.
8. Parés, D.; Toldrà, M.; Sagner, E.; Carretero, C. Scale-up of the process to obtain functional ingredients based in plasma protein concentrates from porcine blood. **Meat Science**, v. 96, p. 304-310, 2014.
9. Ofori, J. A.; Hsieh, Y. H. P. Monoclonal antibodies as probes for the detection of porcine blood-derived food ingredients. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 18, p. 3705-3711, 2016.
10. Nowak, B, V.M., T. Microbiological and sensory suitability of a novel raw material from porcine blood and collagenous rind protein as an ingredient in a fermented raw salami-type sausage. **Journal of Food Protection**, v. 72, n. 4, p. 826-836, 2009.
11. Grundy, H. H.; Read, W. A.; Macarthur, R.; Dickinson, M.; Charlton, A. J.; Dušek, M.; Breidbach, A.; Scholl, P. F.; Newsome, G. A.; Bell, D.; Alewijn, M. Selected reaction monitoring method to determine the species origin of blood-based binding agents in meats: a collaborative study. **Food Chemistry**, v. 141, p. 3531-3536, 2013.
12. BOXMAN, I. L. A. et al. Porcine blood used as ingredient in meat productions may serve as a vehicle for hepatitis E virus transmission. **International Journal of Food Microbiology**, v. 257, p. 225–231, 2017.
13. JIRA, W.; S., F. A sensitive HPLC-MS/MS method for the simultaneous detection of microbial transglutaminase, and bovine and porcine fibrinogen/thrombin in restructured meat. **Food Chemistry**, v. 237, p. 841–848, 2017.
14. OFORI, J. A.; H., Y. H. P. Immunodetection of Porcine Red Blood Cell Containing Food Ingredients Using a Porcine-Hemoglobin-Specific Monoclonal Antibody. **Foods**, v. 6, n. 11, p. 101, 2017.
15. JIANG, X.; F., D.; HSIEH, Y. P.; R., Q. Monoclonal antibody-based ELISA for the quantification of porcine hemoglobin in meat products. **Food Chemistry**, v. 250, p. 170–179, 2018.
16. IZGARISHEV, A. V.; IZGARISHEVA, N. V.; O., L. A. Development and study of food product with anti-anemic agent based on farm animal blood. **Foods and Raw Materials**, v. 6, n. 1, p. 56–62, jun. 2018.
17. JIANG, Xingyi et al. Monoclonal antibody-based sandwich enzyme-linked immunosorbent assay for porcine hemoglobin quantification. **Food Chemistry**, (S. I.), v. 324, 126880, 2020.
18. FERNÁNDEZ, Carina L. et al. Pat substitutes based on bovine blood plasma and flaxseed oil as functional ingredients. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, (S. I.), v. 25, 100365, 2021.
19. Jennings, A.; Koch, M.; Bang, C.; Franke, A.; Lieb, W.; Cassidy, A. Microbial diversity and abundance of *Parabacteroides* mediate the associations between higher intake of flavonoid-rich foods and lower blood pressure. **Hypertension**, (s.l.), v. 78, n. 4, p. 1016–1026, 2021.

20. Cha, J. Y.; Lee, M. H.; Yong, H. I.; Kim, T.-K.; Choi, H.-J.; Kim, M.-R.; Choi, Y.-S. Effects of added cereal fibers on the quality characteristics of black pudding prepared with duck blood. **Poultry Science**, v. 101, p. 101694, 2022.
21. CSURKA, Tamas et al. Comparison of techno-functional and sensory properties of sponge cakes made with egg powder and different quality of powdered blood products for substituting egg allergen and developing functional food. **Frontiers in Nutrition**, (S. I.), v. 9, 979594, 2022.
22. Araújo-Rodrigues, H.; Coscueta, E. R.; Pereira, M. F.; Cunha, S. A.; Almeida, A.; Rosa, A.; Martins, R.; Pereira, C. D.; Pintado, M. E. Membrane fractionation of *Cynara cardunculus* swine blood hydrolysate: ingredients of high nutritional and nutraceutical value. **Food Research International**, (s.l.), v. 158, p. 111549, 2022.
23. Csurka, T.; Varga, Á.; Ladányi, M.; Friedrich, L. F.; Pásztor-Huszár, K. Membrane separation of porcine blood for food industrial use of permeate and retentate. **Journal of Food and Nutrition Research**, (s.l.), v. 61, n. 3, p. 218–229, 2022.
24. Han, F.; Aheto, J. H.; Rashed, M. M. A.; Zhang, X. Machine-learning assisted modelling of multiple elements for authenticating edible animal blood food. **Food Chemistry**. (s.l.), v. 14, p. 100280, 2022.
25. Gao, L.; Du, B.; Ma, Q.; Ma, Y.; Yu, W.; Li, T.; Liu, Y.; Yuan, G. Multiplex-PCR method application to identify duck blood and its adulterated varieties. **Food Chemistry**, (s.l.), v. 444, p. 138673, 2024.
26. Yang, T.; Wu-Chen, R. A.; Zhang, R.; Liao, X.; Lou, Y.; Gölz, G.; Ding, T.; Feng, J. Emergence of rapidly spreading antimicrobial-resistant *Salmonella* in traditional blood-based foods. **Food Quality and Safety**, (s.l.), v. 8, p. 1–11, 2024.