

## APROVEITAMENTO DO SANGUE DO PROCESSAMENTO DA INDÚSTRIA DE CARNES NA NUTRIÇÃO HUMANA

### USE OF THE BLOOD FROM THE PROCESSING OF THE MEAT INDUSTRY IN HUMAN NUTRITION

Djéssica Tatiane **Raspe**<sup>1\*</sup>, Murilo Augusto **Tagiariolli**<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá – UEM (Maringá/PR).

\* Avenida Colombo, nº 5790, Maringá/PR, CEP 87020-900. E-mail: djessicaraspe@hotmail.com

*Submetido em: 11/01/2020; Aceito em: 23/03/2020.*

#### RESUMO

Um dos desafios recentes da Tecnologia de Alimentos, em função da escassez cada vez maior de alimentos, é o aproveitamento eficiente da matéria-prima, principalmente da carne e seus subprodutos, evitando desperdícios e obtendo o máximo de aproveitamento dos recursos nutritivos existentes. Subproduto comestível da indústria da carne é qualquer parte comestível de valor econômico, menos a carcaça limpa, derivada do abate de animais de corte. O sangue não é considerado um subproduto, mas tem apresentado utilização em diversas áreas, inclusive no âmbito alimentício. Sua recuperação dos animais é de aproximadamente 3,0 a 4,0%, com importância destacável tanto em relação a saúde pública como econômica, no entanto, seu uso no processamento de produtos cárneos pode significar um produto final de cor escura e pouco palatável. O objetivo deste trabalho foi buscar levantar informações sobre os subprodutos gerados do abate animal, dando ênfase aos destinos propostos e reportados principalmente ao sangue dos animais quando aplicados à alimentos.

**Palavras-chave:** Abate animal. Indústria de carnes. Sangue. Subprodutos.

#### ABSTRACT

One of the recent challenges of Food Technology, due to the increasing scarcity of food, is the efficient use of the raw material, mainly meat and its by-products, avoiding waste and obtaining maximum use of existing nutritional resources. Edible by-product of the meat industry is any edible part of economic value, less the clean carcass, derived from the slaughter of cut animals. Blood is not considered a by-product, but has shown use in several areas, including in the food sector. Their recovery from the animals is approximately 3.0 to 4.0%, with relevant importance both in public and economic health, However, its use in the processing of meat products can mean a final product of dark color and little palatability. The objective of this work was to search for information about the byproducts of animal slaughter, emphasizing the destinations proposed and reported mainly to the blood of animals when applied to food.

**Keywords:** Animal slaughter. Blood. By-products. Meat industry.



## INTRODUÇÃO

A proteína animal oriunda da carne destaca-se como um dos principais produtos necessários ao atendimento das necessidades básicas de sobrevivência humana, cuja demanda por sua procura e consumo está relacionado ao aumento populacional. O processo de abate gera diversos resíduos que precisam ser corretamente geridos de forma a amenizar os seus possíveis impactos ambientais. Dentre estes resíduos gerados por matadouros tem-se efluentes líquidos (águas residuais contaminadas com sangue, esterco, vômito, óleos e gorduras) e os resíduos sólidos (sebo, ossos, esterco, couro, vísceras etc.) (ARAÚJO; COSTA, 2014).

Embora o Brasil possua as Leis nºs 9.966, de 28 de abril de 2000, 9.974, de 6 de junho de 2000, 11.445, de 5 de janeiro de 2007 e as estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), regulamentou, em 02 de agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei nº 12.305. Esta lei é o mais recente e importante instrumento que coloca o país no caminho da melhoria da qualidade de vida, da preservação ambiental e da sustentabilidade, porém, a forma como alguns destes estabelecimentos despejam indevidamente seus resíduos no ambiente tem influência direta para os três meios que o compõem (físico, biótico e socioeconômico), acarretando perdas às vezes irreparáveis para as comunidades em seu entorno (SILVA; NETO, 2018).

Pesquisas que visam investigar a gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos nos abatedouros são extremamente relevantes, vislumbrando reduzir os inúmeros impactos ambientais locais de curto e longo prazo causados. Vale ressaltar que há uma diferença significativa no que é considerado um “resíduo”, do que é classificado como “subproduto”. Segundo Ockerman e Hansen (1994), que trazem uma das primeiras explicações acerca do assunto, para que o resíduo seja considerado subproduto, ele deve contemplar requisitos apontados como mínimos para que se possa utilizar, de maneira rentável, como tal. Dentre estes requisitos, destacam-se a existência de um processo comercial prático para converter o subproduto em questão, em um artigo utilizável; existência de um mercado potencial real para o produto final; obtenção do produto final em quantidades suficientemente grandes em um local específico (fábrica) para se ter um processamento econômico; existência de procedimentos de conservação que permitam a manutenção do subproduto antes de seu processamento e do produto final obtido e; existência de mão-de-obra especializada para trabalhar na indústria.

Ademais, a classificação como “subprodutos de animais” nem sempre é relevante para designar esses componentes, uma vez que esta classificação restringiria a utilização destas partes na cadeia alimentar humana. Enquanto muitos países têm mercados garantidos para estes componentes, que em geral tendem a ser mercados de baixo valor, muitas vezes faz-se necessário o investimento em custos substanciais com o tratamento deste material, o que acaba elevando custos e inviabiliza seu processamento. Utilizar de modo mais

eficiente os co-produtos que surgem do processamento de carnes não só é importante do ponto de vista da sustentabilidade, mas também oferece oportunidades para a indústria agregar seu valor (PADILHA, 2006; LOPES *et al.*, 2008).

Consideráveis pesquisas vêm sendo desenvolvidas no âmbito do reaproveitamento dos resíduos – ou subprodutos – dos abatedouros, seja por meio do uso de seus óleos e gorduras para a produção de biodiesel (SANEK *et al.*, 2016; HAJJARI *et al.*, 2017; HUMPHREY *et al.*, 2017; WALLIS *et al.*, 2017; KESKIN, 2018; SOEGIANTORO *et al.*, 2019), esterco e restos para biogás (CHEN *et al.*, 2015; MAO *et al.*, 2015; BAYRAKDAR *et al.*, 2017; GARCÍA-GONZÁLEZ *et al.*, 2019), resíduos sólidos para enriquecimento em rações animais (VALÉRIO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2018), adubo orgânico (PRIMO *et al.*, 2014; ARAUJO *et al.*, 2016; FIORESE *et al.*, 2019) e mais recentemente a aplicação em alimentos humanos, tendo como objetivo contribuir no seu enriquecimento nutricional (BERTOLINI *et al.*, 2011, BASU; KUMAR, 2015; FONTES *et al.*, 2015; TIENGO *et al.*, 2015; ORO *et al.*, 2018).

Mullen *et al.* (2015), Toldrá *et al.* (2016) e Lynch *et al.* (2017) destacam que muitos materiais ditos subprodutos são ricas fontes de proteínas, lipídios, biomoléculas, etc. Embora em alguns casos os subprodutos gerem um valor agregado razoável e sejam fonte de alimentos nutritivos (JAYATHILAKAN *et al.*, 2012) quando consumidos diretamente, em outros, podem ser mais valiosos quando extraídos e isolados para aplicações e enriquecimento de alimentos. Independente da situação, a exploração deste material traz muitos desafios, desde a higiene e a estabilidade do produto, sua pureza, questões econômicas envolvidas, até a exigência de um processamento eficiente, que minimize de fato o impacto de seu aproveitamento no meio ambiente (WALDRON, 2007).

Apesar das vantagens acima citadas, são escassos os estudos que abordam a utilização do sangue para enriquecimento nutricional. Tais ingredientes despertaram o real interesse e motivação para a execução da presente proposta, justificando, desta forma, o direcionamento de esforços nesta linha e a relevância científica e tecnológica da investigação a ser realizada. Para tanto, este trabalho visou reportar uma visão geral das tecnologias relevantes ao uso do sangue como subproduto da indústria de carnes e suas aplicações em produtos designados à alimentação humana. O trabalho contou com a revisão da literatura frente ao tema.

## METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se por uma revisão, pois trata-se de uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema. A pesquisa de artigos com informações a respeito do “aproveitamento do sangue do processamento da indústria de carnes” analisados, consistiu-se nos bancos de dados disponíveis em serviços *online*, como *Scopus*, *Scielo*, *Science Direct*, Periódicos Capes e Google Acadêmico. As palavras-chave utilizadas foram: “subprodutos”, “co-produtos”, “sangue”, “abatedouros”, “alimentação humana” e “reaproveitamento”, alternando o conjunto de palavras-chave de 2 a 4 por vez. Partindo disto, os critérios de inclusão e exclusão de artigos delimitou o estudo nos quesitos relevância do tema, trabalhos recentes e em inglês, bem como os

que possuem disponibilidade de acesso *online*. Os resumos obtidos nos bancos de dados foram comparados entre si para a verificação de superposição de artigos e posteriormente, foram analisados para selecionar, ainda preliminarmente, trabalhos que atendessem aos temas propostos nesta pesquisa. Para a coleta de dados, foram selecionados resumos, os quais foram numerados sequencialmente, e uma nova etapa de busca dos artigos completos permitiu chegar à definição final dos textos que efetivamente foram analisados.

## DESENVOLVIMENTO

### Subprodutos proteicos da indústria cárnea

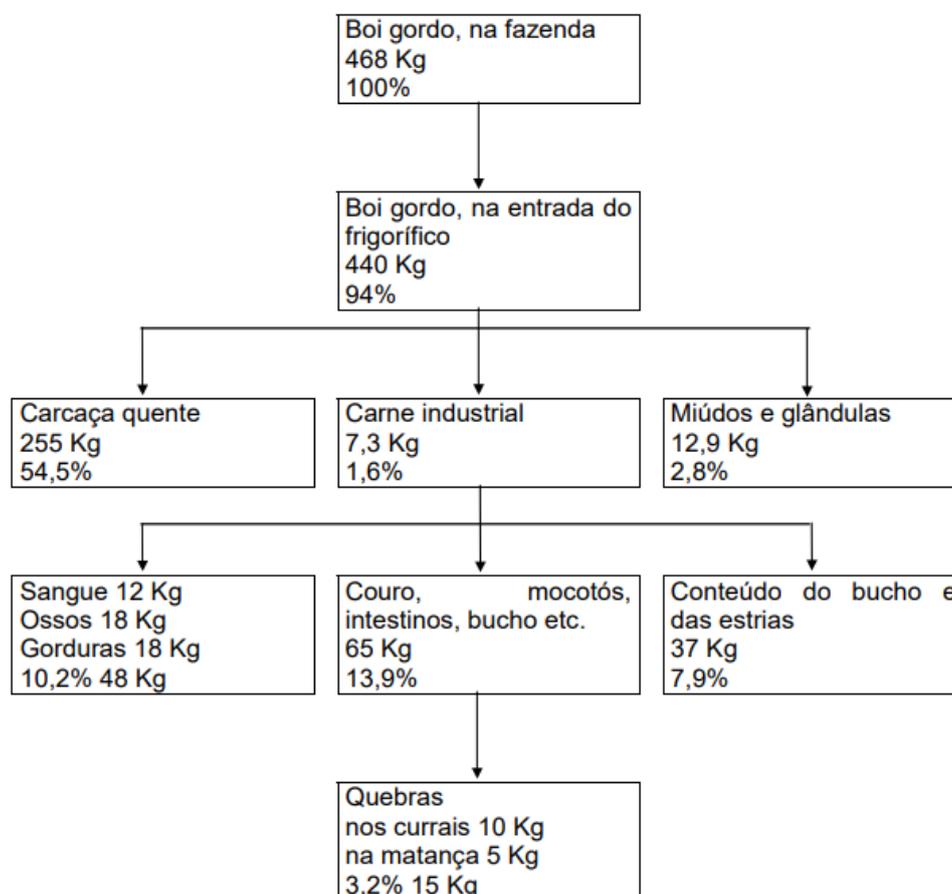
As proteínas estão presentes em diversos tipos de alimentos, em maior ou menor quantidade, e quando são ingeridas, são absorvidas para, enfim, desempenhar as suas funções no organismo, seja na composição do músculo, propiciando a sua contração, na defesa do organismo ou na transformação de energia. São constituintes da chamada massa corporal magra e, por esse motivo, são indispensáveis na dieta, sendo as proteínas provenientes de alimentos de origem animal, consideradas às de alto valor biológico, pois fornecem uma quantidade de aminoácidos proporcional ao corpo (DOSSIÊ PROTEÍNAS, 2012). Na indústria alimentícia, conferem propriedades tecnofuncionais dentro de um sistema alimentar, haja vista que podem influenciar a capacidade de retenção de água, viscosidade, geleificação, emulsificação e formação de espuma. A capacidade das proteínas para funcionar desta maneira é determinada por fatores intrínsecos, perfil de aminoácidos, estrutura molecular e hidrofobicidade da superfície, além de fatores extrínsecos como temperatura, pH e força iônica.

A comercialização dos subprodutos pode atribuir ainda mais valor no processo de abatimento da indústria cárnea. Na ciência e tecnologia de alimentos, a origem de uma proteína, ou mistura delas, tem uma importância apenas relativa de acordo com as necessidades do tecnólogo ou consumidor, o que faz com que em muitos casos, sua proveniência seja realizada de modo comercial. O colágeno, por exemplo, é uma proteína estrutural fibrosa, sendo uma das proteínas mais abundantes e provavelmente a proteína animal mais regularmente empregada na produção de alimentos. Após a extração e hidrólise, ela pode ser transformada em gelatina cujas propriedades de geleificação são relevantes para uma variedade de produtos, como sopas, molhos, sobremesas ou laticínios (HETTIARACHCHY *et al.*, 2012). A gelatina é principalmente extraída da pele e dos ossos. No entanto, outras miudezas, como pulmão, língua, traqueia, grandes vasos sanguíneos ou tendões são, também, fontes de colágeno, além de apresentar capacidade de formação de filmes, que é explorada para gerar revestimentos e embalagens (GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2011).

De modo geral, os subprodutos gerados nos matadouros (Figura 1) são a gordura, que é muito utilizada na produção de sabão; o couro, vendido para fabricação de bolsas, sapatos e outros; pelos, que são usados na fabricação de pincéis; ossos, que são triturados e servem de ração animal (PEREIRA, 2012). Em relação às proteínas, nas últimas décadas foram publicadas pesquisas descrevendo sua extração e caracterização em termos funcionais de várias

vísceras, tais como: fígado (STEEN *et al.*, 2016; ZOU *et al.*, 2017), pulmão (SELMANE *et al.*, 2008), coração (DEWITT *et al.*, 2002), vísceras (BHASKAR *et al.*, 2007) ou ossos (LINDER *et al.*, 1995). Arelado a isto estão, a um nível muito baixo e de baixo valor agregado, os extratos proteicos de miudezas, que podem ser usados como diluentes em produtos cárneos processados (HEINZ; HAUTZINGER, 2007). É importante lembrar também que, além de fornecer proteínas com valor nutritivo ou boas características tecno-funcionais, esses subprodutos estão bem estabelecidos como sendo ricos em vitaminas do complexo B (B1, B2, B6 e B12) e minerais, tais como ferro e zinco (ARISTOY; TOLDRÁ, 2011; KIM, 2011; GARCÍA-LLATAS *et al.*, 2011).

**Figura 1** - Rendimento de produtos e subprodutos do abate bovino.



**Fonte:** Roça (2000).

Vale ressaltar que os diversos órgãos apresentam diferentes valores de nutrientes, dependendo da espécie de que foram obtidos (HONIKEL, 2011). Ademais, existem poucas informações sobre o valor nutricional da maioria dos miúdos animais e o que se tem à disposição, sendo estes dados limitados a tabelas nutricionais disponíveis na internet (USDA, 2015). O que se encontram, são dados disponíveis de espécie-específica e não consideram as diferenças de composição nutricional ocasionadas por fatores intrínsecos e extrínsecos (HOFFMAN; LAUBSCHER; LEISEGANG, 2013).

O sangue pode ser vendido para processamento, visando a separação e uso ou comercialização de seus componentes (plasma, albumina, fibrina, etc), mas também pode ser enviado para graxarias, para produção de farinha de sangue, usada normalmente na preparação de rações animais (PACHECO; YAMANAKA, 2008). O alto teor de proteínas do sangue animal, por exemplo, proporciona a alguns produtos alimentícios propriedades tecnologicamente interessantes, tais como a possibilidade de alteração de textura e solubilidade e o aumento do valor nutricional. Tais considerações o tornam um subproduto rico em ferro hemínico, proteínas ricas em ácidos aminoácidos essenciais, vitaminas e sais minerais, além de possuir alto coeficiente de digestibilidade. Quando consideramos que o Brasil é um país que possui 45% das crianças de até cinco anos de idade com algum grau de anemia, especialmente anemia ferropriva (BRASIL, 2004), percebemos que há uma acentuada demanda por alimentos ricos em ferro.

O plasma sanguíneo vem em segundo lugar nas proteínas derivadas como subproduto da carne mais utilizada como ingrediente alimentar. Após a coleta higiênica, a centrifugação leva à recuperação das frações de plasma e hemoglobina (LYNCH *et al.*, 2017). O plasma pode ser usado *in natura* ou desidratado, sendo usado como pó seco (PARES *et al.*, 2014). É um produto versátil, que apresenta boas propriedades emulsificantes, geleificantes, espumantes e de solubilidade. As aplicações de plasma na indústria alimentícia destacam-se como aglutinante em produtos cárneos, substitutos de ovos em panificação, promotores de enriquecimento proteico em massas, substitutos de gordura e até como substituto de polifosfato (HSIEH; OFORI, 2011; HURTADO *et al.*, 2011). Alguns exemplos de proteínas do plasma atualmente no mercado são: Fibrimex® (fibrinogênio purificado usado como aglutinante), Immunolin® (imunoglobulinas concentradas, que melhoram o sistema imunológico) (ABU-AKKADA; AWAD, 2015), Myored (corante vermelho natural), Vepro 95 HV (hemoglobina purificada utilizada como emulsificante) ou pó de plasma FG (plasma enriquecido de fibrinogênio utilizado como aglutinante a frio) (OFORI; HSIEH, 2012).

### **O sangue como aditivo nutricional**

O sangue bovino é um subproduto importante do abate em frigoríficos (GRAU, 1965; PIERRE; ARAUJO, 2017). Seu processamento destina-se à fabricação de ração para animais, na forma de farinha, como suplemento proteico (BELLAVAR; ZANOTTO, 2004), como fertilizante ou, ainda, é descartado no meio ambiente (AURICCHIO *et al.*, 2011). O sangue, pós captação no túnel de sangria, é enviado ao túnel de subprodutos por bomba ou por vácuo. O recebimento ocorre em tanque depósito e posteriormente é encaminhado ao pré-aquecimento, em temperatura de 42 °C. Em sequência, sofre coagulação, com separação da fração líquida e sólida. A parte sólida é estocada em tanque de armazenamento e posterior cozimento para a fabricação de farinhas (PACHECO, 2008). A porção líquida, por conseguinte, é destinada às estações de tratamento de efluentes líquidos.

O rendimento de sangue por animal gira em torno de 12 kg (cerca de 2,5-3%) em um animal de peso médio 468 kg (Figura 1). Ao avaliar essa proporção

perante o animal como um todo, vê-se que, cerca de 26,9% (sangue, ossos, gorduras, miúdos e glândulas, couro, mocotó, intestinos e bucho) são partes não valorizadas e que podem ter destino interessante e rentável. Este sangue, tanto bovino (Tabela 1) como suíno, constitui uma fonte de ferro hemínico abundante e barata, de fácil aplicação, requerendo apenas alguns cuidados especiais para seu manuseio.

**Tabela 1** - Composição química do sangue bovino.

Componentes (%)	Albumina	Globulina	Soro Integral
Proteínas	83,33	85,36	83,50
Lipídios	5,42	1,7	1,50
Umidade	7,6	6,36	6,71
Carboidratos	3,4	6,32	7,94

**Fonte:** Prata (2005), adaptado.

Apresenta-se geralmente estéril em um animal saudável, contendo alto teor de proteína (17,0%), com uma composição consideravelmente diversificada de aminoácidos (Tabela 2), além de representar parte significativa da massa corporal do animal (2,4–8,0% do peso vivo do animal). A porcentagem média de sangue que pode ser recuperada dos animais é de aproximadamente 3,0 a 4,0%, no entanto, seu uso no processamento de produtos cárneos pode significar um produto final de cor escura e pouco palatável. O plasma é a porção de sangue que é de maior interesse, devido às suas propriedades funcionais e ausência de cor (JAYATHILAKAN *et al.*, 2012).

**Tabela 2** - Constituição básica do sangue bovino em aminoácidos. (porcentagem de proteína total em cada fração).

Aminoácidos			
Alanina	8,5%	Leucina	13,1%
Ácido aspártico	11,4%	Lisina	8,8%
Arginina	4,1%	Metionina	0,8%
Cistina	0,7%	Prolina	3,3%
Fenilalanina	6,9%	Serina	4,2%
Glicina	4,6%	Treonina	3,4%
Ácido glutâmico	8,4%	Triptofano	1,2%
Histidina	7,1%	Valina	9,5%
Isoleucina	0,6%	Tirosina	0%

**Fonte:** Padilha (2006), adaptado.

O sangue é usado em alimentos como emulsificante, estabilizante, clarificador, aditivo de cor e componente nutricional (SILVA; SILVESTRE, 2003). A maior parte é utilizada na alimentação do gado sob a forma de farinha de sangue; como um suplemento proteico; um suplemento de lisina ou um estabilizador de vitaminas, e é uma excelente fonte de minerais como ferro e zinco (ARISTOY; TOLDRÁ, 2011; KIM, 2011; GARCÍA-LLATAS *et al.*, 2011). O plasma sanguíneo tem capacidade de formar um gel, pois contém 60,0% de albumina (SILVA; SILVESTRE, 2003), melhor ligante entre água e gordura, com concentração proteica de 4,0 a 5,0%, cuja força aumenta com o aumento da

concentração (JAYATHILAKAN *et al.*, 2012). Também tem uma excelente capacidade de formação de espuma (DEL *et al.*, 2008) e pode ser usado para substituir as claras de ovos na indústria de panificação (GHOST, 2001).

Uma das características específicas e limitantes do sangue, por assim dizer, é sua deterioração extremamente rápida e seu processo natural de coagulação. Para tanto, o primeiro cuidado a ser tomado no processo é a sua coleta, pois é a partir daí que teremos um produto recomendado ou não para alimentação humana (OCKERMAN; HANSEN, 1994). A coagulação é produzida fisiologicamente pela ação da protrombina e trombina, na presença de íons de cálcio. Porém, na fabricação do sangue em pó, para que o produto final mantenha as propriedades nutritivas e o rendimento industrial seja maior, impõe-se a adição de anticoagulante antes que se produza a coagulação espontânea (PARDI, 1996), fazendo com que, desta forma, haja sua preservação. A adição de um anticoagulante (normalmente EDTA, heparina, citrato e fluoreto) e posterior secagem, por se tratar de um material líquido, é o método mais utilizado visando aumentar a vida útil do produto, tendo por finalidade a aplicação na alimentação humana ou animal.

A secagem por atomização (*spray drying*) é um método de conservação, que consiste em pulverizar o produto que, em gotas, entra em contato com uma corrente de ar quente que atua como fluido aquecedor e veiculador. Isto produz uma evaporação imediata que transforma as gotículas em partículas sólidas que se separam do ar, onde a permanência de contato do produto com o ar quente é de 4 a 6 segundos. A qualidade do produto seco não é alterada (DAIÚTO; CEREDA, 2003). Este procedimento é muito apropriado para desidratar substâncias termossensíveis, como é o caso do sangue, por se tratar de uma secagem muito rápida (BHANDARI *et al.*, 1992; MOREIRA, 2013), e caracteriza-se pela remoção de umidade até valores que garantam a estabilidade do produto por tempo adequado, nas condições pré-estabelecidas. Além disto, este processo permite adicionalmente a incorporação de substâncias em uma matriz, por meio do encapsulamento, vislumbrando aumentar a estabilidade e aplicação e, desta forma, permitir o uso de maiores concentrações do produto (ZORZENON *et al.*, 2019). Entretanto, para o sangue, este método ainda não foi reportado.

A escolha do processo de secagem é motivada pela potencialidade dos diferentes equipamentos e a sua escolha passa por análise do tipo de partícula a ser seca, capacidade de produção, eventual necessidade de recuperação de solvente e demanda energética do processo, levando-se em consideração a relação custo/benefício. Embora sejam escassos estudos reportando outros métodos de secagem visando a obtenção e padronização de extratos secos do sangue, a secagem por leito de jorro, liofilização e a evaporação rotativa (rotaevaporador) são técnicas que podem ser empregadas a este produto. O leito de jorro tem por finalidade promover o íntimo contato entre um fluido e partículas, cujas quais são relativamente grandes (acima de 1,0 mm) e apresentam fluidização de baixa qualidade, sendo esta técnica mais recomendada para materiais granulares, pastas e suspensões granulares (SILVA *et al.*, 2012).

A liofilização, por conseguinte, é um processo que consiste de três etapas, sendo a primeira o congelamento do produto, de modo que a água

presente no material seja convertida em gelo. Sequencialmente, há a remoção do gelo formado do material pela conversão direta do estado sólido para vapor num processo denominado sublimação e por fim, a água que ainda permanece ligada fortemente aos solutos, denominada água adsorvida, é convertida em vapor e removida do produto, num processo chamado dessorção (JALES, 1999). O produto seco obtido, de aspecto poroso, friável, possui caráter líofilo, particularmente, uma avidez pela água que possibilita a reconstituição rápida e integral da solução ou da pseudo-solução inicial (SILVA *et al.*, 2012).

O evaporador rotativo, ou rotaevaporador, é um equipamento em que se consegue concentrar o extrato por evaporação de solvente, onde a solução a concentrar é continuamente agitada por rotação imposta pelo motor e os vapores de solvente libertados são condensados, passando em seguida o condensado a balão no qual o solvente poderá ser recuperado (POMBEIRO, 2003). Geralmente, são utilizados pequenos volumes de extratos, a temperaturas baixas, entre 30 e 40 °C, o que limita consideravelmente os materiais a serem secos por este método.

Tendo em vista que a proteína animal pode fornecer uma proteína com alto valor biológico e, em particular, a carne vermelha fornece uma rica fonte de macro e micronutrientes, estima-se que a demanda por este produto continue a se expandir (FAO, 2009), o que conseqüentemente levará ao aumento da produção de produtos “não cárneos” de menor valor agregado, como as miudezas, sangue, etc., que correspondem a aproximadamente 54-56% e 48% do peso dos bovinos e suínos vivos, respectivamente (MARTI *et al.*, 2012; VERNOOIJ, 2012).

### Aplicações

As proteínas do sangue integral têm boas propriedades funcionais, como capacidade de emulsificação e de retenção de água (SOBRAL, 1987). A utilização do sangue em formulações, por sua vez, pode modificar significativamente a cor dos produtos, o que desestimula sua utilização em alguns casos. Tendo isto em vista, o plasma tem emprego mais amplo nas formulações de produtos cárneos, como salsichas, presuntos, patês e hambúrgueres, além do uso em sopas, panificação e confeitaria, pois possui propriedades funcionais e não altera as características organolépticas do produto final. Para a utilização do plasma, a fração celular tem de ser separada, carregando consigo a maior parte das proteínas do sangue (PRATA; SGARBIERI, 2005).

O efeito da adição de ferro hemínico advindo de sangue bovino seco em biscoitos para crianças pré-escolares com idade entre 2 e 4 anos foi avaliada por Nogueira; Colli e Cozzolino (1992). A primeira análise realizada no sangue das crianças detectou-se anemia (Hb < 11 g/dL) em 12 crianças (75%). O valor médio de Hb foi de 9,4 ± 2,6 g/dL. Os biscoitos fortificados com 3% de concentrado de hemoglobina bovina foram introduzidos na dieta oferecida (5 biscoitos de 4mg Fe)/d durante 3 meses. Após esse período, houve aumento da concentração de hemoglobina em todas as crianças e ausência de anemia (Hb = 13,2 ± 0,2 g/dL).

Padilha (2006) visando avaliar a aceitação do pão e do bolo de chocolate enriquecidos com sangue bovino em pó, constataram por meio de análise sensorial valores médios agradáveis em 58,50% para a aparência, 52,84% para

a cor, 56,60% para o aroma, 58,50% para o sabor e 84,91% para a textura. Lopes *et al.* (2008) objetivando aproveitar a fração plasma do sangue bovino seco em leite de jorro, obteve uma mistura tecnologicamente aceitável para utilização na formulação de pó para sorvete com cerca de 11% de proteína, 2,6% de umidade, 3,2% de cinzas e 1,1% de extrato etéreo, boa estabilidade de emulsão, solubilidade e digestibilidade.

O efeito da aplicação de proteínas plasmáticas sobre as características de qualidade de hambúrgueres com reduzidos teores de gordura, foram avaliados por Bertolini *et al.* (2011), por meio de 3 níveis de gordura (17%, 10% e 5%) e 3 níveis de plasma (0%, 5% e 10%) em um experimento fatorial 3x3. Segundo os autores, os tratamentos com maiores concentrações de gordura (17%) se comportaram de forma positiva para rendimento (85,59%) e de forma negativa sobre o encolhimento (27,75%), assim como ocorreu uma maior liberação de gordura (3,54%). O plasma atuou de forma positiva tanto para o rendimento (87,02%) como para o encolhimento (24,49%), não apresentando influência sobre a liberação de gordura. A gordura influenciou de forma mais intensa a coloração dos hambúrgueres quanto aos parâmetros de luminosidade, vermelhidão e amarelamento, enquanto o plasma apresentou influência sobre a cor em alguns níveis de gordura, e apresentando diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na análise sensorial com relação ao sabor entre os tratamentos.

A aceitação não é uma regra para todos os produtos que contêm subprodutos de abatedouros. Por exemplo, o plasma suíno foi utilizado como ingrediente na produção de salsichas sem adição de fosfatos, em escala laboratorial, por Hurtado *et al.* (2011). A composição, a capacidade de retenção de água, a textura e a microestrutura dessas salsichas foram comparadas a um produto padrão no qual o polifosfato e o caseinato foram usados como ingredientes funcionais. Não foram encontradas diferenças na umidade e na capacidade de retenção de água, a composição centesimal não mostrou diferenças significativas, exceto no teor de proteína, ligeiramente maior em salsichas de plasma. A textura indicou que o produto testado foi significativamente mais duro que o controle, entretanto, apesar disto, a fórmula proposta foi considerada aceitável.

Brites *et al.* (2012) reportam que, do sangue, são extraídos diversos compostos destinados a fabricação de medicamentos, como a fibrina, a hemoglobina e a histidina. A fibrina pode ser empregada para a preparação das peptonas, que são usadas para convalescentes e debilitados. A hemoglobina é utilizada no combate às anemias, aos convalescentes, em doenças infecciosas, e carências proteicas. A histidina é um hematopoiético possante que favorece a formação das globulinas. Na alimentação humana o consumo de sangue de animais sadios, refere-se principalmente à preparação de enchidos (p.ex.: morcela e linguiças) ou em patês. Por vezes é usado diretamente na confecção de alguns pratos (p. ex. cabidela).

Hurtado *et al.* (2012) relataram que a adição de plasma suíno a salsichas modificou significativamente seu sabor. Embora essas modificações tenham sido classificadas como ligeiramente piores que os controles, a aceitação geral foi pontuada como 6,3 de 10 como escala máxima. Porém, no geral, a maioria dos estudos que tratam de assuntos semelhantes à substituição da proteína de soja pelo plasma, indicam várias possibilidades de utilização de subprodutos do

sangue em formulações de carne. Fontes *et al.* (2015) formularam mortadelas substituindo diferentes níveis (0, 5, 10, 15 e 20% em peso) de carne por sangue suíno tratado com monóxido de carbono (CO). As mortadelas apresentaram valores de digestibilidade acima de 90% e os coeficientes de eficiência proteica e proteína líquida não diferiram dos da dieta controle com caseína. Logo, independentemente do nível de adição de sangue, as mortadelas apresentaram alta qualidade proteica e digestibilidade, o que permitiu aos autores afirmar que, do ponto de vista nutricional, a reposição de carne com até 20% de sangue tratado com CO é nutricionalmente adequada para uso na produção de salsichas.

Ao avaliar a recuperação de proteínas e cor do sangue de frangos para aplicação em formulações de salsichas de frango, substituindo as proteínas de soja e corantes sintéticos, Oro *et al.* (2018) prepararam três formulações de salsichas de frango: padrão, plasma líquido e plasma liofilizado. Atributos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais das salsichas foram avaliados durante o período de 60 dias, onde todas as formulações atenderam aos requisitos físico-químicos e microbiológicos. Considerando a análise sensorial, salsichas preparadas com plasma liofilizado apresentaram diferença significativa em relação à linguiça padrão, porém, não houve diferença significativa na aceitação entre as salsichas padrão e de plasma líquido, apresentando significativo valor agregado aos produtos cárneos, sem qualquer efeito adverso na aceitabilidade dos consumidores.

## CONCLUSÃO

Nossa sociedade possui uma grande demanda por padrões nutricionais adequados, sendo afetada pelo aumento dos custos e pela diminuição da disponibilidade de matérias-primas, além da preocupação com a poluição ambiental. A baixa recuperação e reciclagem de resíduos está presente particularmente na indústria de carnes e processados cárneos, que como um todo, é uma das indústrias menos lucrativas, apesar de seu imenso tamanho e de grandes vendas brutas. Para tanto, tornam-se necessários maiores esforços vislumbrando reduzir despesas empregando o uso de métodos de processamento, onde os subprodutos possam ser recuperados para uso em um produto de maior valor agregado.

A substituição de substâncias calóricas, gorduras e corantes sintéticos pelos naturais está na vanguarda da investigação em áreas relacionadas a alimentos. No processamento de carne, as principais vantagens da substituição de corantes e proteínas sintéticas são o aumento do valor nutritivo dos produtos (redução de corantes sintéticos), redução de custos e a redução do "sabor" causado pela proteína de soja. No entanto, algumas desvantagens para a expansão dessa substituição estão relacionadas às características dos subprodutos das indústrias de processamento de carnes, que podem variar dependendo dos matadouros e das tecnologias de processamento, influenciando as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto final. Novas tecnologias estão sendo estudadas para garantir a qualidade e aceitação dos produtos finais, dentre as quais, a liofilização dos produtos com alto valor agregado, visto que mantêm a maior parte de seus

nutrientes originais com a vantagem de serem materiais desidratados, sem maiores restrições de uso.

Oportunidades existem claramente para extrair valor adicional das cadeias de processamento de carne. Além de garantir o uso otimizado de um material tão rico em proteínas, essa abordagem também apoia práticas sustentáveis em todo o setor, visto que isto será cada vez mais necessário em um mundo de crescente demanda e recursos restritos. Abordagens orientadas pela ciência e tecnologia devem ser combinadas com o conhecimento do mercado e do consumidor para uma comercialização bem-sucedida dos produtos concomitantemente.

## REFERÊNCIAS

ABU-AKKADA, S. S.; AWAD, A. M. Protective effects of probiotics and prebiotics on *Eimeria tenella*-infected broiler chickens. **Pakistan Veterinary Journal**, v.35, p.446-450, 2015.

ARAÚJO, A. P. *et al.* Uso Sustentável dos Recursos Naturais nas empresas Frigoríficas de Bovinos. **NATIVA - Revista de Ciências Sociais do Norte do Mato Grosso**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2016.

ARAÚJO, P. P. P.; COSTA, L. P. Impactos ambientais nas atividades de abate de bovinos: um estudo no matadouro público municipal de Caicó-RN. **HOLOS – Revista Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte**, v. 1, p. 136-142, 2014.

ARISTOY, M. C.; TOLDRÁ, F. Essential amino acids. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. **Handbook of analysis of edible animal by-products**. Boca Raton: CRC Press, p.123-135, 2011.

AURICCHIO, A. *et al.* Sangue bovino em pó. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 41, v. 1, p. 86-91, 2011.

BASU, A.; KUMAR, G. S. A food colorant, with hemoglobin: Spectroscopic and calorimetric studies. **Food Research International**, v. 72, p. 54-61, 2015.

BAYRAKDAR, A. *et al.* Biogas production from chicken manure: co-digestion with spent poppy straw. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 119, p. 205-210, 2017.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, Santos, SP. Anais... Campinas: FACTA, v. 1, p. 79-102, 2004.

BERTOLONI, W. *et al.* Utilização de proteínas plasmáticas em hambúrgueres bovinos com diferentes teores de gordura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 563-572, 2011.

BHANDARI, B. R. *et al.* Flavor encapsulation by spray drying: application to citral and linalyl acetate. **Journal of Food Science**, v. 57, n. 1, p. 217-221, 1992.

BHASKAR, N. *et al.* Utilization of meat industry by products: Protein hydrolysate from sheep visceral mass. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 2, p. 388–394, 2007.

BRASIL. Dicas em Saúde: Anemia. Ministério da Saúde. Coordenação-Geral da Política Nacional de Alimentação e Nutrição. **Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde**. 2004.

BRASIL. **Lei n. 9.966, de 28 de abril de 2000**. 2000.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 9.974, de 06 de junho de 2000**. 2000.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010**. 2010.

BRITES, A. *et al.* Manual de Conservação e Transformação de Produtos de origem Animal. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. **Research Gate**, p. 1-299, 2012.

CHEN, C. *et al.* Continuous dry fermentation of swine manure for biogas production. **Waste Management**, v. 38, p. 436-442, 2015.

DAIÚTO, E. R.; CEREDA, M. P. Extração de fécula de inhame (*Dioscorea sp.*). In: Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: **Fundação Cargill**, v. 3 p. 176- 190, 2003.

DEL, P. H.; RENDUELES, M.; DÍAZ, M. Effect of processing on functional properties of animal blood plasma. **Meat Science**, v. 78, n. 3, p. 522–528, 2008.

DEWITT, C.; GOMEZ, G.; JAMES, J. Protein extraction from beef heart using acid solubilization. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 9, p. 3335–3341, 2002.

DOSSIÊ PROTEINAS. Proteínas. **Food Ingredients Brasil**, n. 22, p. 58-90, 2012.

FIORESE, C. H. U. *et al.* Análise de macronutrientes de resíduos sólidos provenientes da avicultura para possíveis aplicações como fertilizante de plantas. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 664-678, 2019.

FONTES, P. R. *et al.* 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.

JALES, S. T. L. **Avaliação da atividade microbiológica e tecnologia de obtenção das formas farmacêuticas cápsulas e flaconetes à base de *Zymomonas mobilis***. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Produção e Controle de Medicamentos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1999.

GARCÍA-LLATAS, G. *et al.* Minerals and trace elements. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. **Handbook of analysis of edible animal by-products**. Boca Raton: CRC Press, p. 183-203, 2011.

GHOST, R. Fractionating of biological macromolecules using carrier phase ultrafiltration. **Biotechnology & Bioengineering**, v. 74, p. 1-11, 2001.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. *et al.* Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 8, p. 1813–1827, 2011.

GONZALEZ, M. C. G. *et al.* Positive impact of Biogas chain on GHG reduction. **Improving Biogas Production**, v. 9, p. 217-242, 2019.

GRAU, R. **Carne y productos carnicas**. Zaragoza: Acribia, 1965.

HAIJARI, M. *et al.* A review on the prospects of sustainable biodiesel production: a global scenario with an emphasis on waste-oil biodiesel utilization. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 72, p. 445-464, 2017.

HEINZ, G.; HAUTZINGER, P. **Meat processing technology for small to medium scale producers: FAO**. 2007.

HETTIARACHCHY, N. S. *et al.* **Food proteins and peptides: Chemistry, functionality, interactions, and commercialization**. CRC Press. 2012.

HOFFMAN, L. C.; LAUBSCHER, L. L.; LEISEGANG, K. Nutritional value of cooked offal derived from free-range rams reared in South Africa. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 696-702, 2013.

HONIKEL, K. Composition and calories. In: NOLLET, L.M.L.; TOLDRÁ, F. **Handbook of analysis of edible animal by-products**. Boca Raton: CRC Press, p. 105–121, 2011.

HSIEH, Y. H. P.; OFORI, J. A. Blood-derived products for human consumption. **Revelation and Science**, v. 1, n. 1, 2011.

HUMPHREY, I.; OBOT, N. I.; CHENDO, M. A. C. Utilization of some non-edible oil for biodiesel production. **Nigeria Journal of Pure and Applied Physics**, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2017.

HURTADO, S. *et al.* Porcine plasma as polyphosphate and caseinate replacer in frankfurters. **Meat Science**, v. 90, p. 624–628, 2012.

HURTADO, S. *et al.* Use of porcine blood plasma in “phosphate-free frankfurters”. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 477-482, 2011.

JAYATHILAKAN, K. *et al.* Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: A review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 3, p. 278–293, 2012.

KESKIN, A. Two-step methyl ester production and characterization from the broiler rendering fat: The optimization of the first step. **Renewable Energy**, v. 122, p. 216-224, 2018.

KIM, Y. N. Vitamins. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. **Handbook of analysis of edible animal by-products**. Boca Raton: CRC Press, p. 161-182, 2011.

LINDER, M. *et al.* Protein recovery from veal bones by enzymatic hydrolysis. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 5, p. 949–952, 1995.

LOPES, T. J. *et al.* Utilização de plasma bovino na formulação de pó para sorvete. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 11, n. 3, p. 175-181, 2008.

LYNCH, S. *et al.* Harnessing the potential of blood proteins as functional ingredients. A review of the state of art in blood processing. **Comprehensive reviews in food science and food safety**. v. 16, n. 2, p. 1-15, 2017.

MAO, C. *et al.* Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 45, p. 540-555, 2015.

MARTI, D. L.; JOHNSON, R. J.; MATHEWS, K. H., JR. Where's the (not) meat? Byproducts from beef and pork production. **Journal of Current Issues in Globalization**, v. 5, n. 4, p. 397, 2012.

MOREIRA, S. A. Desenvolvimento de um sistema de secagem para sangue bovino proveniente de abatedouros. **Tese de Doutorado**. Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande. 2013.

MULLEN, A. M. *et al.* Classification and target compounds. **Food Waste Recovery: Processing Technologies and Industrial Techniques**, p. 25–57, 2015.

NOGUEIRA, N, N.; COLLI, C.; COZZOLINO, S. Controle da anemia ferropriva em pré-escolares por meio da fortificação de alimento com concentrado de hemoglobina bovina (estudo preliminar). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 8, n. 4, p. 459-465, 1992.

OCKERMAN, H. W.; HANSEN, C. L. Industrialización de subproductos de origem animal. Zaragoza: **Acribia**, p. 387, 1994.

OFORI, J. A.; HSIEH, Y. H. P. The use of blood and derived products as food additives. **INTECH Open Access Publisher**. 2012.

ORO, C. E. D. *et al.* Formulation of chicken sausages with broiler blood proteins and dye. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 11, p. 4694-4699, 2018.

PACHECO, J. W.; YAMANAKA, H. T. Guia técnico ambiental de abate (bovino e suíno) – Série P+L. Governo do Estado de São Paulo Secretaria do Meio Ambiente. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP). **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB)**, p. 1-98, 2008.

PADILHA, A. D. **Isotermas de adsorção de umidade de suplemento alimentício rico em ferro hemático (sangue bovino em pó): Aceitabilidade de alguns produtos enriquecidos**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

PARDI, M. C. *et al.* Ciência Higiene e Tecnologia da Carne. Goiânia: **Editora da UFG**. v. 2, 1996.

PARES, D. *et al.* Scale-up of the process to obtain functional ingredients based in plasma protein concentrates from porcine blood. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 304–310, 2014.

PEREIRA, S. L. **Pecuária bovina de corte no Estado do Pará: água, impactos ambientais e sustentabilidade ambiental**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. 2012.

PIERRE, F. C.; ARAUJO, S. M. F. Tratamento de resíduos em frigorífico de bovino corte. **Tekhne e Logos**, v. 8, n. 4, p. 81-93, 2017.

POMBEIRO, A. J. L. O. Técnicas e operações unitárias em química laboratorial. 4.ed. Ed. **Fundação Calouste Gulbenkian**, p. 249, 2003.

PRATA, A. S.; SGARBIER, V. C. Obtenção e caracterização química e nutricional das proteínas do soro de sangue bovino. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 327-332, 2005.

PRIMO, A. C. A. *et al.* Produção e Acúmulo de Nutrientes de Mudanças de Gliricídia Adubadas com Composto Orgânico Proveniente de Resíduos da Produção e Abate de Pequenos Ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 16, n. 2, p. 144-153, 2014.

QUAGLIA, G. B.; ALESSANDRONI, A.; CAPPELLONI, M. Slaughtering blood: chemical-physical characterisation of plasma powder obtained with different drying technologies. pt. 2. **Industrie Alimentari**, 1977.

ROÇA, R. O. **Rendimento do Abate de Bovinos**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas (UNESP), 2000.

SANEK, L. *et al.* Pilot-scale production of biodiesel from waste fats and oils using tetramethylammonium hydroxide. **Waste Management**, v. 48, p. 630-637, 2016.

SELMANE, D.; CHRISTOPHE, V.; GHOLAMREZA, D. Extraction of proteins from slaughterhouse by-products: Influence of operating conditions on functional properties. **Meat Science**, v. 79, n. 4, p. 640–647, 2008.

SILVA, G. S. O.; NETO, O. J. A. G. Análise dos impactos socioambientais gerados por descartes de efluentes de abatedouros no bairro Maracanã, São Luis – MA. **Revista Interdisciplinar em Cultura e Sociedade**, v. 4, p. 533-543, 2018.

SILVA, J. M. S. *et al.* Uso de enzimas para aumentar a qualidade nutricional de farinhas de origem animal. **PUBVET**, v. 12, n. 8, p. 1-13, 2018.

SILVA, R. M. F. *et al.* Abordagem sobre os diferentes processos de secagem empregados na obtenção de extratos secos de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 1, p. 103-109, 2012.

SILVA, V. D. M.; SILVESTRE, M. P. C. Functional properties of bovine blood plasma intended for use as a functional ingredient in human food. **LWT- Food Science and Technology**, v. 36, n. 5, p. 709–718, 2003.

SOBRAL, P. J. A. Secagem de sangue bovino incorporado à proteína texturizada de soja, em leite fluidizado e em leite fixo. **Dissertação de mestrado**. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, 1987.

SOEGIANTORO, G. H. *et al.* Home-Made Eco Green Biodiesel From Chicken Fat (CIAT) and Waste Cooking Oil (PAIL). **Energy Procedia**, v. 158, p. 1105–1109, 2019.

STEEN, L. *et al.* Functional properties of pork liver protein fractions. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, n. 6, p. 970–980. 2016.

TIENGO, A.; PEREIRA, H. C. R.; ARAÚJO, C. S. S. Aceitabilidade de Bolo de Chocolate Enriquecido com Fígado Bovino por Crianças com Idades entre 6 e 10 Anos. **Revista Ciências em Saúde**, v. 5, n. 1, 2015.

TOLDRÁ, F.; MORA, L.; REIG, M. New insights into meat by-product utilization. **Meat Science**, v. 120, p. 54–59, 2016.

USDA. United States Department of agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference. Basic Report: 07034, **Headcheese**, 2015.

VALÉRIO, C. S. R. S. *et al.* Utilização de farinha de resíduos do abate em dietas para a tilápia do Nilo. **Revista Semiárido De Visu**, v. 4, n. 2, p. 61-69, 2016.

VERNOOIJ, A. The return of animal by-products. **Rabobank industry note #335**. p. 1-8, 2012.

WALDRON, K. **Waste minimization, management and co-product recovery in food processing: An introduction**. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited. v. 1, 2007.

WALLIS, C. *et al.* Recovery of slaughterhouse animal fatty wastewater sludge by conversion into fatty acid butyl esters by acid-catalyzed esterification. **Waste Management**, v. 60, p. 84-190, 2017.

ZORZENON, M. R. T. *et al.* Microencapsulation by Spray-Drying of Stevia Fraction with Antidiabetics Effects. **Chemical Engineering Transactions**, v. 75, p. 307-312, 2019.

ZOU, Y. *et al.* Effects of ultrasound assisted extraction on the physiochemical, structural and functional characteristics of duck liver protein isolate. **Process Biochemistry**, v. 52, p. 174–182, 2017.