

ALTERNATIVAS PARA O APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: INCREMENTO DA SAUDABILIDADE EM PRODUTOS CÁRNEOS

Elaine Alves dos Santos¹;

Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberlândia (IFTM), Uberlândia, MG.

<http://lattes.cnpq.br/7870619050486209>

Fernanda Raghianti²;

Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberlândia (IFTM), Uberlândia, MG.

<http://lattes.cnpq.br/1258710253836494>

Vitor Hugo Pacheco Jardim³.

Universidade Federal de Goiás (UFG), Uberlândia, MG.

<http://lattes.cnpq.br/1233953168140060>

RESUMO: Os consumidores estão mais preocupados com a aquisição de alimentos que representem benefícios a saúde e sejam de fácil preparo, sendo estes fatores considerados primordiais na decisão de compra. O desenvolvimento e inserção do embutido cozido tipo “apresentado” na alimentação humana produzido com carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia-do-nylo é uma alternativa promissora para a valorização deste subproduto, apresenta benefícios para a saúde do consumidor em função dos ácidos graxos poli-insaturados e proteínas de alto valor biológico, podendo alavancar o aumento do consumo de pescado. O cloreto de sódio é utilizado na elaboração de produtos cárneos, mas tem sido responsabilizado pelo desencadeamento de doenças cardiovasculares e hipertensão. A redução do sódio poderia ser implementada com a redução do NaCl, substituição parcial pelo KCl e ainda pela utilização de ultrassom para melhorar a difusão do sal na matriz cárnea. As formulações padrão de produtos cárneos não utilizam fibras vegetais, o que pode acarretar o desenvolvimento de doenças do trato gastrointestinal. A inclusão da farinha de albedo de maracujá como ingrediente prebiótico poderia incorporar fibra alimentar e ainda melhorar o aproveitamento de resíduos sólidos da indústria de suco, contribuindo para diminuição dos impactos ambientais gerados, beneficiando a saúde dos potenciais consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: Albedo de maracujá. KCl. Sonicação.

ALTERNATIVES FOR THE USE OF BY-PRODUCTS FROM THE FOOD INDUSTRY: INCREASING HEALTHINESS IN MEAT PRODUCTS

ABSTRACT: Consumers are increasingly concerned with purchasing foods that offer health benefits and are easy to prepare, with these factors being considered paramount in their purchasing decisions. The development and introduction of cooked ham-type sausage in human food produced with mechanically separated meat (MSM) from Nile tilapia is a promising alternative for adding value to this by-product, offering benefits to consumer health due to its polyunsaturated fatty acids and high biological value proteins, which could leverage an increase in fish consumption. Sodium chloride is used in the preparation of meat products, but has been blamed for triggering cardiovascular disease and hypertension. Sodium reduction could be implemented by reducing NaCl, partially replacing it with KCl, and using ultrasound to improve salt diffusion in the meat matrix. Meat products standard formulations do not use vegetable fibers, which can lead to gastrointestinal tract diseases development. The inclusion of passion fruit albedo flour as a prebiotic ingredient could incorporate dietary fiber and also improve the use of solid waste from the juice industry, contributing to a reduction in environmental impacts and benefiting the health of potential consumers.

KEY-WORDS: Passion fruit albedo. KCl. Sonication.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) atingiu 1,6 milhões de toneladas em 2016, sendo a China o maior produtor e exportador tanto de pescado quanto da espécie citada. Já o Brasil ocupa a 4ª posição relacionada ao cultivo de peixes mundialmente. Estima-se que a produção global de tilápia-do-nilo continuará aumentando a uma taxa relativamente estável de 6 a 7 % ao ano, com previsão de produção de 9 milhões de toneladas em 2028 (Fitzsimmons, 2018; Fao, 2018; Anuário, 2020).

O processamento de peixes gera muitos subprodutos/resíduos na preparação de filés caracterizados como subprodutos de filetagem. Estes são uma rica fonte de proteínas e outros nutrientes podendo ser aproveitados na alimentação humana. Um processo adequado para a extração dos nutrientes presentes nestes subprodutos poderia ajudar a resolver alguns problemas relacionados a diminuição do desperdício, poluição, desnutrição e melhoria da dieta com proteínas de alto valor biológico e minerais. Além disso, contribuiria para a sustentabilidade da indústria, reduzindo os custos com destinação e/ou tratamento de resíduos (Surasani *et al.*, 2020).

Dentre os produtos cárneos tradicionais, o presunto cozido é particularmente apropriado, devido à sua grande aceitação popular aliada as características sensoriais e tecnológicas adequadas (Ribeiro *et al.*, 2018). Por outro lado, a carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia-do-nilo é um ingrediente subvalorizado, obtido a partir da

filetagem deste peixe. A inserção deste coproduto no produto cárneo “tipo apresuntado” na alimentação humana, poderia estimular o consumo de alimentos desenvolvidos com pescado, pela praticidade de consumo que o mesmo apresenta. A carne de tilápia-do-nilo possui ácidos graxos poli-insaturados e proteínas de alto valor biológico, representando benefícios para a saúde do consumidor.

Em relação às doenças cardiovasculares (DCVs), os lipídios da carne vermelha e seus produtos de oxidação favorecem a ocorrência de hipercolesterolemia, obesidade e risco de sofrer acidente vascular cerebral, aliados ao impacto da ingestão excessiva de NaCl no aumento da pressão arterial, sendo os produtos cárneos processados importantes contribuintes para a ingestão de sódio em países desenvolvidos (Delgado *et al.*, 2021). Assim, emerge a demanda de produtos de origem animal funcionais, que contenham em sua formulação ingredientes prebióticos, com conteúdo de fibra alimentar considerável. A ingestão de fibra alimentar influencia a biodisponibilidade de nutrientes, composição microbiana e funções gastrointestinais e, portanto, modula o mecanismo de absorção de nutrientes na dieta humana e animal diminuindo a absorção intestinal de açúcares, gorduras e colesterol (Adams *et al.*, 2018).

As atividades agroindustriais das cadeias vegetais geram milhões de toneladas de resíduos em todo mundo. Os subprodutos obtidos do processamento de frutas têm potencial para serem estudados como ingrediente para melhorar as propriedades tecnológicas de produtos cárneos (Selani *et al.*, 2015). Por outro lado, o consumo de produtos cárneos com formulações tradicionais, que não utilizam fibras alimentares, pode acarretar o desenvolvimento de doenças do trato gastrointestinal. A inclusão da farinha de albedo de maracujá amarelo nas formulações do embutido cozido possibilita a incorporação de fibras a este produto cárneo, além de aproveitar os resíduos sólidos gerados pela indústria de polpa e suco de maracujá, atuando diretamente nos aspectos funcional e tecnológicos do produto.

A demanda por alimentos com teores reduzidos de sódio é uma preocupação dos consumidores, representando assim uma tendência para o mercado de produtos cárneos. No entanto, a redução do cloreto de sódio ainda é um desafio, devido à sua importância para a tecnologia de fabricação desses produtos, para a estabilidade da emulsão cárnea, pelo efeito bacteriostático e propriedades sensoriais. Estratégias devem ser estudadas, permitindo assim que a indústria da carne responda às exigências dos consumidores (Gaudette; Pietrasik, 2014).

Inúmeras alternativas têm sido propostas para reduzir o NaCl sem grandes alterações no processo de cura. A substituição parcial do NaCl por outros sais, como o cloreto de potássio, representa uma opção para reduzir o teor de sódio em produtos cárneos. Entretanto, os sais com baixo teor de sódio podem influenciar negativamente os atributos de textura e atributos sensoriais como o sabor (Lorenzo *et al.*, 2015). Neste sentido, a utilização de cloreto de potássio e ação de ultrassom (tecnologia emergente)

vem sendo investigados para a produção de alimentos cárneos com teores reduzidos de sódio. A aplicação da sonicação em produtos cárneos provoca a implosão de microbolhas decorrentes do fenômeno de cavitação, e tem sido proposta para melhorar a difusão do sal na matriz da carne, com o objetivo de reduzir o teor de sódio em produtos cárneos (Ojha *et al.*, 2016).

OBJETIVO

O presente estudo teve por objetivo estabelecer uma revisão de literatura a respeito de alternativas para elaboração de embutido cárneo por meio do aproveitamento de subprodutos da filetagem de tilápia e sucos e polpa de maracujá, trazendo ainda estratégias para redução de sódio, representando alternativa para a sustentabilidade e melhoria da saudabilidade na cadeia produtiva de alimentos cárneos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Carne Mecanicamente Separada (CMS) de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e aplicações

Em nível mundial, o pescado provê em torno de 17 % do consumo total de proteína animal para 4,3 bilhões de indivíduos (FAO, 2014). Desenvolver estratégias para o aproveitamento de espécies de baixo valor e ou subutilizadas, bem como dos subprodutos de filetagem de peixes nobres, no processamento alimentos destinados ao consumo humano à base de pescado é necessário (Tahergorabi *et al.*, 2013). O desenvolvimento de novas tecnologias baseadas em um modelo sustentável e capaz de suprir a demanda por alimentos vêm sendo incentivadas para melhoria da produção mundial (Bery *et al.*, 2012).

Atilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) destaca-se por ser uma das espécies de peixes de água doce mais cultivadas na aquicultura mundial (FAO, 2018). Ao longo do processo de beneficiamento de tilápia-do-nilo é gerado, em média, um volume superior a 50 % de resíduos, que quando não são devidamente aproveitados tornam-se poluentes. Entretanto, aproximadamente 60 a 70 % do conteúdo total resulta em resíduo de processamento, que inclui restos de carne, cabeça, pele, ossos, escamas e vísceras (Clement; Lovell, 1994; Pires *et al.*, 2011).

Segundo a FAO e WHO (1994), a carne mecanicamente separada (CMS), conhecida como “minced fish” ou polpa, pode ser definida como o produto obtido através do processo de separação mecânica desta parte comestível, obtendo partículas de músculo isenta de ossos, vísceras, escamas e pele (Brasil, 2000).

Osorio, Wills e Munõz (2013) caracterizaram subprodutos provenientes da filetagem de tilápia-do-nilo e truta Arco-íris, e concluíram que as carnes mecanicamente separadas de ambas espécies estudadas apresentaram alto potencial nutricional, destacando-se

os conteúdos de proteínas, cinzas, cálcio e potássio, salientando-se a importância do aproveitamento deste resíduo com vistas a diminuir os impactos ambientais decorrentes do processo de filetagem. O processo de separação mecânica da carne de tilápia-do-nylo influencia diretamente em termos de cor, capacidade antioxidante e estabilidade oxidativa. No entanto, os resíduos de peixe apresentam alta qualidade nutricional. Assim, o processamento de CMS representa uma nova forma de explorar melhor as espécies de interesse na aquicultura (Secci *et al.*, 2016).

O processamento de carcaças de tilápia-do-nylo sob a forma de CMS ou polpa e farinha produz alimentos de alto valor nutritivo com conteúdo proteico adequado, demonstrando assim viabilidade enquanto matéria-prima, e alternativas de baixo custo para produzir novos produtos, agregando valor aos resíduos de peixe, aumentando os lucros da indústria e fornecendo aos consumidores um produto fácil de preparar, nutritivo e de baixo custo (Monteiro *et al.*, 2012).

Os sistemas de separação mecânica da carne são uma boa opção para criar novos produtos provenientes da pesca e abrir novo mercado de alimentos, possibilitando o aproveitamento desta matéria-prima com alto teor de minerais e de proteína de elevado valor biológico, reduzindo ainda os impactos ambientais gerados na obtenção de filés e o incentivo do uso de tecnologias para o desenvolvimento de novos produtos industrializados com maior valor agregado e que possam alavancar a demanda no mercado (Oetterer; Galvão; Sucasas, 2014; Secci *et al.*, 2016; Leira *et al.*, 2019).

Devido as características nutricionais peculiares que apresenta, contemporaneamente, alternativas para o aproveitamento de resíduos oriundos do processo de filetagem de tilápia-do-nylo para a obtenção de carne mecanicamente separada (CMS) estão evidenciadas em algumas pesquisas da área de ciência e tecnologia de alimentos. A CMS pode ser utilizada *in natura* na produção de produtos cárneos, como os embutidos (salsicha), ou como farinha (desidratada) em sopas instantâneas, snacks, biscoitos, pães e macarrão (Monteiro *et al.*, 2014; Bessa *et al.*, 2016; Monteiro *et al.*, 2016; Monteiro *et al.*, 2018; Monteiro *et al.*, 2019; Monteiro *et al.*, 2019a; Monteiro *et al.*, 2019b; Monteiro *et al.*, 2020).

O desenvolvimento de um embutido cozido de tilápia-do-nylo representa uma alternativa promissora para o incremento desta proteína de alto valor biológico no hábito alimentar no Brasil. Segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), entende-se por “embutido de pescado” aquele produto elaborado com pescado, com adição de ingredientes, curado ou não, cozido ou não, defumado ou não, dessecado ou não, utilizados os envoltórios naturais ou artificiais (Brasil, 2020).

Aproveitamento da casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*)

O consumo adequado de fibras alimentares auxilia no controle das taxas de colesterol sanguíneo, de doenças cardiovasculares e gastrointestinais, de diabetes, da obesidade, e na prevenção do câncer de cólon (Ghoshal; Shivhare; Banerjee, 2016). O principal componente da casca do maracujá é o albedo. Albedo é um tecido branco, esponjoso e celulósico, considerado uma fonte potencial de fibra. O albedo obtido dos resíduos do maracujá foi caracterizado por López-Vargas *et al.* (2013). Este resíduo pode ser utilizado como fonte de fibra alimentar no processamento de alimentos, devido ao seu alto conteúdo de fibra alimentar total (71,79 g. 100. g⁻¹), composta principalmente por fibra alimentar insolúvel (52,34 g. 100. g⁻¹) e fibra alimentar solúvel (2,69 g. 100. g⁻¹).

Os subprodutos ricos em fibras obtidas a partir de polpa e sementes ou albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) estão disponíveis em grandes quantidades como um resíduo da produção de suco e polpa, podendo ser utilizados como na forma de farinha como ingrediente prebiótico no desenvolvimento de alimentos funcionais. Além disso, esses subprodutos ricos em fibras têm aplicações potenciais em produtos que exigem hidratação, como os produtos cárneos cozidos, devido ao teor de fibra alimentar total elevado e boas propriedades tecnológicas que apresentam especialmente a retenção de água (López-Vargas *et al.*, 2013).

Em estudo sobre os efeitos da adição dos subprodutos de maracujá em hambúrgueres, resultados obtidos demonstraram diminuição nos parâmetros de perda de peso por cozimento, redução de diâmetro, aumento da espessura e aumento na retenção da umidade, evidenciando assim melhoria no rendimento e melhores características visuais do produto elaborado (Selani *et al.*, 2015). A concentração de 2,5 % de albedo de maracujá é recomendada na produção de hambúrguer suíno, sendo este alimento considerado como fonte de fibras (López-vargas *et al.*, 2014).

Por outro lado, os produtos cárneos são responsáveis por aproximadamente 20 a 30 % do consumo diário de sódio, o que justifica a redução do cloreto de sódio nestes alimentos (Petracci *et al.*, 2013).

Redução de sódio em produtos cárneos

A ingestão elevada de sódio ocasiona aumento na pressão sanguínea e, consequentemente, desencadeamento de doenças cardiovasculares e hipertensão (WHO, 2007). O consumo de sódio pela população brasileira é estimado em 4.700 mg por pessoa ao dia (equivalentes a quase 12.000 mg de sal) sendo que 70 % desta população fazem a ingestão em excesso (mais que 2 000 mg ao dia) e mais de 90 % dos adultos e adolescentes de 14 a 18 anos de idade ultrapassam o limite diário recomendado (IBGE, 2011). A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomendou para adultos uma redução adicional para menos de 2.000 mg de sódio por dia (5.000 mg de NaCl por dia) (Lim *et al.*,

2012).

A redução do sódio em produtos cárneos é particularmente importante e deve ser efetivada. A preocupação com a dieta sobre o consumo de sal incentivou as indústrias alimentares a considerar métodos para reduzir o uso de sal. No entanto, devido às funções essenciais, como as propriedades conservantes, seu poder desenvolvidor de sabor, e sua capacidade de solubilizar as proteínas, necessárias para aumentar a adesão e proporcionar a formação da emulsão em produtos cárneos processados, os efeitos da utilização de quantidades reduzidas deste sal devem ser cuidadosamente considerados (Inguglia *et al.*, 2017).

O cloreto de sódio confere o sabor salgado característico aos alimentos cárneos, atuando diretamente na solubilização das proteínas miofibrilares, que uma vez solubilizadas são responsáveis pela capacidade de retenção de água, emulsificação e retenção de gordura, influenciando ainda a estabilidade da emulsão pela qualidade do gel formado durante o cozimento (Totosa; Pérez-Chabela, 2009).

Várias misturas contendo KCl, CaCl_2 e NaCl, com forças iônicas equivalentes ao do sal comumente (NaCl), são utilizadas em formulações tradicionais, representando uma boa estratégia para reduzir o sódio em embutidos contendo altas concentrações de CMS de aves. Porém, a presença KCl e de CaCl_2 como substituo parcial do sal nas preparações diminui a estabilidade das emulsões (Horita *et al.*, 2014). O uso de ingredientes e aditivos que minimizem os efeitos causados pela redução do NaCl é necessário, e neste sentido, a transglutaminase é um importante coadjuvante de tecnologia.

A aplicação de transglutaminase em produtos cárneos induz a formação de ligações cruzadas, potencializando ligações entre os aminoácidos presentes, resultando na formação de uma matriz proteica porosa com alta capacidade de absorção e retenção de água (Gaspar; Góes-Favoni, 2015). Portanto, a transglutaminase possui efeito como agente gelificante em produtos cárneos, mesmo quando utilizada em concentrações reduzidas (0,25 e 0,5 %) em presunto de peixe (Ribeiro *et al.*, 2018).

Aplicação de ultrassom em produtos cárneos para redução de sódio

O prejuízo sensorial e o alto custo podem ser fatores limitantes à implementação de sais de cloreto de potássio a nível industrial na redução de sódio em produtos cárneos (CORREIA, 2019). Dessa forma, tecnologias emergentes que possibilitem a produção em larga escala de alimentos à base de carne e com teor reduzido de sódio são extremamente importantes. O uso de tecnologias limpas, como o ultrassom, é uma alternativa relevante e têm sido estudadas para melhorar as propriedades funcionais/tecnológicas de produtos alimentícios, aliadas à conveniência de menor tempo de processamento, menor gasto em água e energia, e menor produção de efluentes (Chemat; Zill; Khan, 2011; Leães *et al.*, 2020).

O ultrassom com frequências entre 20 e 100 kHz pode ter efeitos físicos e químicos destrutivos. As ondas sonoras oscilantes viajam no meio, fazendo com que bolhas microscópicas de gás aumentem de tamanho. Subsequentemente, durante o ciclo de compressão, pressões extremas são exercidas sobre a microbolha até que ela se torne instável e imploda. Quando a bolha colapsa, jatos de líquido de alta velocidade e ondas de choque se propagam na mesma direção que as ondas acústicas. Os microjatos penetram no tecido biológico causando danos e aumentando a difusão de substâncias no meio. Antes da implosão, a ação pulsante da bolha cria o fluxo acústico, garantindo o movimento constante dos íons, aumentando ainda mais a transferência de massa (Leong; Ashokkumar; Kentish, 2011).

Estudos tem sido desenvolvidos com objetivo de aplicar o ultrassom para melhoria da qualidade de carnes e produtos cárneos (Pinton *et al.*, 2019; Leães *et al.*, 2020). Ojha *et al.* (2016) estudando o efeito do ultrassom nos aspectos físico-químicos de amostras de carne suína, demonstraram que a aplicação desta tecnologia pode aumentar a difusão de sal na matriz de carne em comparação com um sistema de salmoura estática, melhorando ainda a textura e diminuindo a perda de peso no cozimento, possibilitando a utilização do cloreto de sódio em menores concentrações.

Melhorias nos aspectos de textura, como dureza, mastigabilidade e coesividade, adequados parâmetros de cor, maiores notas para sabor e aceitação sensorial, foram atribuídos ao efeito da aplicação da tecnologia de ultrassom (intensidade de 600 w. cm⁻² por 10 min) em presuntos reestruturados produzidos com carne suína e submetidos a redução de sódio atribuídas à formação de microfissuras nas proteínas miofibrilares (Barretto *et al.*, 2018; Barretto *et al.*, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento e inserção do embutido cozido na alimentação humana produzido com carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia-do-nilo é uma alternativa promissora para a valorização deste subproduto, apresenta benefícios para a saúde do consumidor em função dos ácidos graxos poli-insaturados e proteínas de alto valor biológico, podendo alavancar o aumento do consumo de pescado, promovendo a sustentabilidade na cadeia produtiva da tilápia e na indústria de sucos e polpas de maracujá, pelo aproveitamento dos subprodutos, e ainda a utilização do ultrassom e substituição parcial do cloreto de sódio por cloreto de potássio propiciam saubadilidade para o produto final sendo a sonicação responsável por melhorias na matriz alimentar dos produtos cárneos submetidos à redução de sódio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, S.; SELLO, C.; QIN, G.-X.; CHE, D.; HAN, R. Does dietary fiber affect the levels of nutritional components after feed formulation? **Fibers**, Changchun, v. 6, n. 2, p. 29, 2018.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA PISCICULTURA. PEIXE BR 2020. Veículo oficial da Associação Brasileira da Piscicultura. MEDEIROS, F. (Ed.). Peixe BR. São Paulo, 136 p.
- BARRETTO, T. L.; BELLUCCI, E. R. B.; BARBOSA, R. D.; POLLONIO, M. A. R.; ROMERO, J. T.; BARRETTO, A. C. da S. Impact of ultrasound and potassium chloride on the physicochemical and sensory properties in low sodium restructured cooked ham. **Meat Science**, Barking, v. 165, p. e108130, 2020.
- BARRETTO, T. L.; POLLONIO, M. A. R.; TELIS-ROMERO, J.; BARRETTO, A. C.S. Improving sensory acceptance and physicochemical properties by ultrasound application to restructured cooked ham with salt (NaCl) reduction. **Meat Science**, Barking, v. 145, p. 55-62, 2018.
- BERY, C. C.S.; NUNES, M. L.; SILVA, G. F.; SANTOS, J. A. B.; BERY, C. S. Estudo da viabilidade do óleo de vísceras de peixes marinhos *Seriola dumerlii* (Arabaiana), *Thunnus* spp. (Atum), *Scomberomorus cavala* (Cavala) e *Carcharrhinus* spp. (Cação) comercializados em Aracaju, SE, para a produção de biodiesel. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias - GEINTEC**, São Cristóvão, v. 2, n. 3, p. 297-306, 2012.
- BESSA, D. P.; TEIXEIRA, C. E.; FRANCO, R. M.; FREITAS, M. Q. de; MONTEIRO, M. L. G.; CONTE JUNIOR, C. A.; GAZE, L. V.; SIVA, F. A.; MÁRSICO, E. T. Functional sausage made from mechanically separated tilapia meat. **Italian Journal of Food Sciences**, Perugia, v. 28, n. 3, p. 426-439, 2016.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000 a. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p.6-10.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. DECRETO 10.468 DE 18 DE AGOSTO DE 2020. Atualização do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Pescados e Derivados, Capítulo 3, **seção 1**. Brasília, 18 de Agosto de 2020.
- CHEMAT, F.; ZILL, E. H.; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, Victoria, v. 18, n. 4, p. 813-835, 2011.
- CLEMENT, S.; LOVELL, R. T. Comparison of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, College Station, v. 119, p. 299-310, 1994.
- CORREIA, E. F. Alternativas para a substituição de sódio na elaboração de produtos cár-

neos e derivados. 2019. 45 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.

DELGADO, J.; ANSORENA, D.; HECKE, T. V.; ASTIASARÁN, I.; SMET, S. D.; ESTÉVEZ, M. Meat lipids, NaCl and carnitine: Do they unveil the conundrum of the association between red and processed meat intake and cardiovascular diseases? **Meat Science**, Barking, v. 171, 108278, 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018**. Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA)**. World Review of fisheries and aquaculture, Part I, Roma, p. 4. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/sofia/en>. Acesso em: 27 jun. 2019.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations and WHO, World Health Organization. **Draft revised Standard for quick frozen blocks of fish fillets, minced fish flesh and mixtures of fillets and minced fish flesh** (Appendix IV). Codex Alimentarius Commission, Report of the 21st Session the Codex Committee on Fish and Fishery Products. Roma, p.47-57, 1994.

FITZSIMMONS, K. Global Developments and Market Trends in Tilapia for 2018. **Asian Aquaculture 2018**, Bangkok. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329840679_Global_Developments_and_Market_Trends_in_Tilapia_for_2018. Acesso em: 15 jul 2019.

GASPAR, A. L. C.; GÓES-FAVONI, S.P.de. Action of microbial transglutaminase (MTGase) in the modification of food proteins: a review. **Food Chemistry**, Barking, v. 171, p. 315-322, 2015.

GAUDETTE, N. J.; PIETRASIK, Z. The impact of sodium reduction strategies on the sensory and processing characteristics of meat products. **Meat Science**, Barking, v. 96, n. 1, p. 123, 2014.

GHOSHAL, G.; SHIVHARE, U. S.; BANERJEE, U. C. Thermo-mechanical and microstructural properties of xylanase containing whole wheat bread. **Food Science and Human Wellness**, Pequim, v. 5, p. 219–229, 2016.

HORITA, C. N.; MESSIAS, V. C.; MORGANO, M. A.; HAYAKAWA, F. M.; POLLONIO, M. A. R. Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. **Food Research International**, Beltsville, v. 66, p. 29–35, 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisas de Orçamentos Familiares 2008-2009**: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2011. Disponível em: [Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/)

condicaodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/default.shtm . Acesso em: 05/11/2020.

INGUGLIA, E. S.; ZHANG, Z.; TIWARI, B. K.; KERRY, J. P.; BURGESS, C. M. Salt reduction strategies in processed meat products – A review. **Trends in Food Science and Technology**, Norwich, v. 59, p. 70-78, 2017.

LEÃES, Y. S. V.; PINTON, M. B.; ROSA, C. T. de A.; ROBALO, S. S.; WAGNER, R.; MENEZES, C. R. de; BARIN, J. S.; CAMPAGNOL, P. C. B.; CICHOSKI, A. J. Ultrasound and basic electrolyzed water: A green approach to reduce the technological defects caused by NaCl reduction in meat emulsions. **Ultrasonics Sonochemistry**, Victoria, v. 61, p. e104830, 2020.

LEIRA, M. H.; NASCIMENTO, A. F. do; ALVES, F. R.; ORFAO, L.; LACERDA, Y. G.; BOTELHO, H. A.; REGHIM, L.; LAGO, A. de A. Characterization of different techniques for obtaining minced fish from tilapia waste. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 39, Suppl. 1, p. 63-67, 2019.

LEONG, T.; ASHOKKUMAR, M.; KENTISH, S. The fundamentals of power ultrasound: a review. **Acoustic Australian**, Canberra, v. 39, p. 54 – 63, 2011.

LIM, S.S.; VOS, T.; FLAXMAN, A.D.; DANAEI, G.; SHIBUYA, K.; ADAIR-ROHANI, H.; MEMISH, Z.A. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010. A systematic analysis for the global burden of disease study 2010. **The Lancet**, Nova York, v. 380, n. 9859, p. 2224–2260, 2012.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; LÓPEZ, J. F.; ÁLVAREZ, J. A. P.; MARTOS, M. V. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, Beltsville, v. 51, n. 2, p. 756–763, 2013.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; LÓPEZ, J. F.; ÁLVAREZ, J. A. P.; MARTOS, M. V. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Meat Science**, Barking, v. 97, n. 2, p. 270–276, 2014.

LORENZO, J. M.; CITTADINI, A.; BERMÚDEZ, R.; MUNEKATA, P. E.; DOMÍNGUEZ, R. Influence of partial replacement of NaCl with KCl, CaCl₂ and MgCl₂ on proteolysis, lipolysis and sensory properties during the manufacture of dry-cured Iacón. *Food Control*, Guildford, v. 55, p. 90-96, 2015.

MAGALHAES, A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; MARSICO, E. T. Replacement of rice flour by meat flour mechanically separated from tilapia on the technological, nutritional, and sensory quality of salted gluten-free cookies. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Londres, v. 29, n. 7, p. 1-10, 2020.

MAGALHÃES, A. O.; MÁRSICO, E. T.; SOARES JÚNIOR, M. S.; MONTEIRO, M. L. G. Evaluation of the technological quality of snacks extruded from broken grains of rice and

mechanically separated tilapia meat flour. **Boletim do Instituto de Pesca** (online), São Paulo, v. 45, n. 2, p. e.429-9, 2019.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; DELIZA, R.; CASTRO, V. S.; MUTZ, Y. S.; SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; SANTOS, E. A. dos; CONTE-JUNIOR, C. A. Physicochemical and sensory characteristics of pasta enriched with fish (*Oreochromis niloticus*) waste flour. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 111, p. 751–758, 2019b.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; LÁZARO, C. A.; RIBEIRO, R. O. R.; JESUS, R. S.; CONTE-JÚNIOR, C. A. Flours and instant soup from tilapia wastes as healthy alternatives to the food industry. **Food Science and Technology Research**, Tokio, v. 20, n. 3, p. 571–581, 2014.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; CONTE-JUNIOR, C. A. Physicochemical stability of bread fortified with tilapia-waste flour. **CYTA-Journal of Food**, Abingdon, v. 17, n. 1, 36–43, 2019a.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; SOARES JUNIOR, M. S.; DELIZA, R.; de OLIVEIRA, D. C. R.; e CONTE-JUNIOR, C. A. Tilapia waste flour as a natural nutritional replacer for bread: A consumer perspective. **Plos One**, Cambridge, v. 13, n. 5, 1–8, 2018.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; SOARES JUNIOR, M. S.; MAGALHÃES, A. O.; CANTO, A. C. V. C. S.; COSTA-LIMA, B. R. C. Nutritional profile and chemical stability of pasta fortified with tilapia (*Oreochromis niloticus*) flour. **Plos One**, Cambridge, v. 11, n. 12, 1–17, 2016.

MONTEIRO, M. L.; MÁRSICO, E. T.; VIRIATO, I. M.; SOUZA, J. M.; CONTE JUNIOR, C. A. Preparation of added value byproducts from the waste material of tilapia (*Oreochromis niloticus*) processing. **Journal of Aquaculture Research & Development**, Bruxelas, v. 3, n. 6, p. 150, 2012.

OSORIO, A.; WILLS, A.; MUÑOZ, A. P. Caracterización de coproductos de la industria del fileteado de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Colombia. **Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia**, Bogotá, v. III, n. 60, p. 182-195, 2013.

OETTERER, M.; GALVÃO, J. A.; SUCASAS, L. F. A. **Sustentabilidade na cadeia produtiva do pescado: aproveitamento de resíduos**. In: GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. (Org.). *Qualidade e processamento de pescado*. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 97-118.

OJHA, K. S.; KEENAN, D. F.; BRIGHT, A.; KERRY, J. P.; E TIWARI, B. K. Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect on physicochemical properties of pork meat. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.51, n. 1, p. 37-45, 2016.

PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; MUDALAL, S.; E CAVANI, C. Functional ingredients for poultry meat products. **Trends in Food Science and Technology**, Norwich, v.33, n. 1, p. 27–39,

2013.

PINTON, M. B.; CORREA, L. P.; FACCHI, M. M. X.; HECK, R. T.; LEÃES, Y. S. V.; CICHOSKI, A. J.; LORENZO, J. M.; SANTOS, M. DOS; POLLONIO, M. A. R.; CAMPAGNOL, PAULO C. B. Ultrasound: A new approach to reduce phosphate content of meat emulsions. **Meat Science**, Barking, v. 152, p. 88–95, 2019.

PIRES, A. V.; PEDREIRA, M. M.; PEREIRA, I. G.; FONSECA JUNIOR, A.; ARAÚJO, C. V.; SILVA, L. H. S. Predição do rendimento e do peso do filé da tilápia-do-nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 315-319, 2011.

RIBEIRO, A. T.; ELIAS, M.; TEIXEIRA, B.; PIRES, C.; DUARTE, R.; SARAIVA, J. A.; MENDES, R. Effects of high pressure processing on the physical properties of fish ham prepared with farmed meagre (*Argyrosomus musregius*) with reduced use of microbial transglutaminase. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 96, p. 296-306, 2018.

SECCI, G.; BORGOGNO, M.; LUPI, P.; ROSSI, S.; PACI, G.; MANCINI, S.; BONELLI, A.; PARISI, G. Effect of mechanical separation process on lipid oxidation in European aquacultured sea bass, gilthead sea bream, and rainbow trout products. **Food Control**, Guildford, v. 67, p. 75-81, 2016.

SELANI, M. M.; MARGIOTTA, G. B.; PIEDADE, S. M. S.; CASTILLO, C. J. C.; BRAZACA, S. G. C. Physicochemical, sensory and cooking properties of low fat beef burgers with addition of fruit byproducts and canola oil. **International Conference on Biomedical Engineering and Technology (ICBET 2015)**. IACSIT Press, Singapore, v. 18, n. 11, p. 58-65, 2015.

SURASANI, V. K. R.; RAJU, C. V.; SHAFIQ, U.; CHANDRA, M. V.; LAKSHMISHA, I. P. Influence of protein isolates from Pangas processing waste on physico-chemical, textural, rheological and sensory quality characteristics of fish sausages. **LWT- Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 117, p. 108662e, 2020.

TAHERGORABI, R.; BEAMER, S.K.; MATAK, K.E.; JACZYNSKI, J. Chemical properties of x-3 fortified gels made of protein isolate recovered with isoelectric solubilisation/precipitation from whole fish. **Food Chemistry**, Barking, n.139, p.777–785, 2013.

TOTOSAUS, A.; PÉREZ-CHABELA, M. L. Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 563-569, 2009.

WHO, World Health Organization. **Reducing salt intake in populations**. Report of a WHO Forum and Technical Meeting, Paris, v. 5-7, p. 185–194, 2007.