

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE LINGUIÇA DE ATUM (*THUNNUS ATLANTICUS*) ADICIONADAS DE GEL DE QUITOSANA E PELE DE PEIXE

Data de submissão: 19/03/2024

Data de aceite: 02/05/2024

Maria de Moraes Lima

Universidade Federal do Tocantins, Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-7865-1792>

Luciana Cristina Lins de Aquino Santana

Universidade Federal de Sergipe, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-7231-2199>

João Antonio Belmino dos Santos

Universidade Federal de Sergipe, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-4924-7154>

RESUMO: O peixe é reconhecido como uma fonte de proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados, especialmente os da família ômega-3, além de sais minerais e vitaminas. Este estudo teve como objetivo desenvolver uma linguiça de atum (*Thunnus atlanticus*) utilizando gel de quitosana e pele de peixe. Foram desenvolvidas quatro formulações, das quais foram avaliadas as características físicas, químicas e microbiológicas. Os produtos foram embalados em embalagem convencional de polietileno e estocados durante 45 dias à 5 °C ± 1. As linguiças apresentaram baixo teor de lipídios (em torno de 5%) alto teor de proteínas (aproximadamente 20%) e cerca de 3% de cinzas. As análises

microbiológicas realizadas para *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva, e *Salmonella* spp. demonstraram que o produto final foi processado em condições, higiênicas sanitárias adequadas, uma vez que, os resultados obtidos estavam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

PALAVRAS-CHAVE: embutido, *Thunnus atlanticus*, pescado, alegação funcional.

EVALUATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TUNA SAUSAGE (*THUNNUS ATLANTICUS*) ADDED WITH CHITOSAN GEL AND FISH SKIN

ABSTRACT: Fish is recognized as a source of high-quality protein, unsaturated fatty acids, especially omega-3 fatty acids, as well as minerals and vitamins. This study aimed to develop a tuna sausage (*Thunnus atlanticus*) using chitosan gel and fish skin. Four formulations were developed, and their physical, chemical, and microbiological characteristics were evaluated. The products were packed in conventional polyethylene packaging and stored for 45 days at 5°C ± 1. The sausages showed low lipid content

(around 5%), high protein content (approximately 20%), and about 3% ash. Microbiological analyses conducted for *Escherichia coli*, coagulase-positive *Staphylococcus*, and *Salmonella* spp. demonstrated that the final product was processed under appropriate sanitary conditions, as the results obtained were within the standards established by current legislation.

KEYWORDS: embedded, *Thunnus atlanticus*, fish, functional claim.

INTRODUÇÃO

O peixe é amplamente reconhecido como um alimento de elevado valor nutricional, sua relevância na dieta humana decorre principalmente de suas proteínas, que possuem um valor biológico elevado, com uma composição de aminoácidos essenciais equilibrada, comparável à proteína de referência da FAO. Além disso, suas proteínas são altamente digestíveis em comparação com as encontradas na carne bovina e suína. O peixe também é rico em gorduras, que não só servem como uma importante fonte de energia, mas também são uma das principais fontes de ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3, destacando-se especialmente o EPA (ácido eicosapentaenoico) e o DHA (ácido docosahexaenoico) (OGAWA e MAIA 1999; CHEN *et al.*, 2022).

Ao longo das últimas décadas, diversas abordagens têm sido empregadas para incentivar o consumo de alimentos que proporcionem benefícios sensoriais, nutricionais e funcionais. Como resultado desse cenário, os consumidores estão mais bem informados e exigentes ao fazerem suas escolhas alimentares. Diante dessa perspectiva, as indústrias e institutos de pesquisa têm demonstrado preocupação em investir no desenvolvimento de produtos com tais propriedades. Entre esses produtos, destacam-se as fibras alimentares, que representam um dos ingredientes mais utilizados no mundo (GROCHOWICZ *et al.*, 2021; SIDDIQUI *et al.*, 2023).

A quitosana é um polissacarídeo composto por unidades de 2-amino-2 desoxi- β -(1,4)-D-glicosamina e 2-acetamida-2-desoxi- β -(1,4)-D-glicosamina, obtida pela desacetilação parcial da quitina, adquirida a partir dos exoesqueletos de crustáceos (YOUSSEF *et al.*, 2015). Essa fibra natural de origem animal é reconhecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como um alimento funcional devido à sua capacidade de ajudar na diminuição da absorção de gordura e colesterol no organismo humano (BRASIL, 1999). Para Yang *et al.* (2023), as propriedades biológicas da quitosana incluem propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anticancerígenas.

A adição de fibras em produtos cárneos pode oferecer diversos benefícios, tais como baixo valor calórico, substitutos parciais de gorduras, excelente capacidade de retenção de água, odor neutro, melhora no fatiamento de produtos e constituem-se em ingredientes com propriedades funcionais reconhecidas, entre outras (FRUET *et al.*, 2014; MIRANDA e SCHMIELE, 2020). Pesquisas revelaram que uma alimentação que inclua uma quantidade adequada de fibras pode contribuir para a redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas, tais como doenças cardíacas, derrames, diabetes mellitus tipo 2 e certos tipos de câncer (HONG *et al.*, 2023).

A pele do peixe representa uma variedade de componentes benéficos, como vitaminas, minerais e diversos tipos de proteínas, incluindo o colágeno. Além disso, a pele de peixe contém ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (PUFAs) (ESMAEILI *et al.*, 2023). Neste cenário, a incorporação de ingredientes funcionais em produtos cárneos está emergindo como uma tendência proeminente no desenvolvimento de novos produtos na indústria de embutidos. O objetivo deste estudo foi otimizar as formulações de linguiça de atum (*Thunnus atlanticus*) utilizando géis de quitosana e pele de peixe como substitutos de gordura, e investigar sua influência nos atributos de qualidade e na vida útil do produto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

A matéria-prima utilizada foi o atum (*Thunnus atlanticus*) obtido diretamente dos pescadores do município de Barra dos Coqueiros - SE. Os peixes foram acondicionados em caixa térmica com gelo e transportados para a Agroindústria do Instituto Federal de Sergipe–IFS, em São Cristóvão–SE, onde foram processados. A pele de pescada (*Cynoscion* sp.) fresca foi adquirida no entreposto de pescado de Aracaju-SE. A quitosana, proveniente da empresa Polymar Ciência e Nutrição S/A, Fortaleza-CE, Brasil, possui as seguintes características: granulometria de 80 mesh, densidade aparente de 0,36 g/mL, pH de 8,10, cinzas totais de 0,89%, viscosidade de 199,5 cps a 20 °C e grau de desacetilação de 86,7%. Os demais ingredientes usados nas formulações das linguiças foram adquiridos no comércio local de Aracajú – SE.

Elaboração das linguiças

As variações de formulações realizada (tratamentos) foram diferenciadas pela adição de gel de quitosana e pele de peixe.

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	TC	TM	T4	T5
Carne de atum	81,5	77,5	60,9	71,5
Gel de quitosana	-	4	3,42	-
Pele de peixe	-	-	17,1	10
Água + gelo	5	5	5	5
Sal + condimentos	3,5	3,5	3,5	3,5
Proteína texturizada de soja	2	2	2	2
Óleo vegetal	5	5	5	5
Amido de milho	2	2	2	2
Corante	0,8	0,8	0,8	0,8
Glutamato monossódico	0,2	0,2	0,2	0,2

Tabela1. Descrição das quatro formulações dos embutidos de atum.

Processamento

As linguças de atum (*Thunnus atlanticus*) foram processadas conforme o fluxograma da Figura 1.

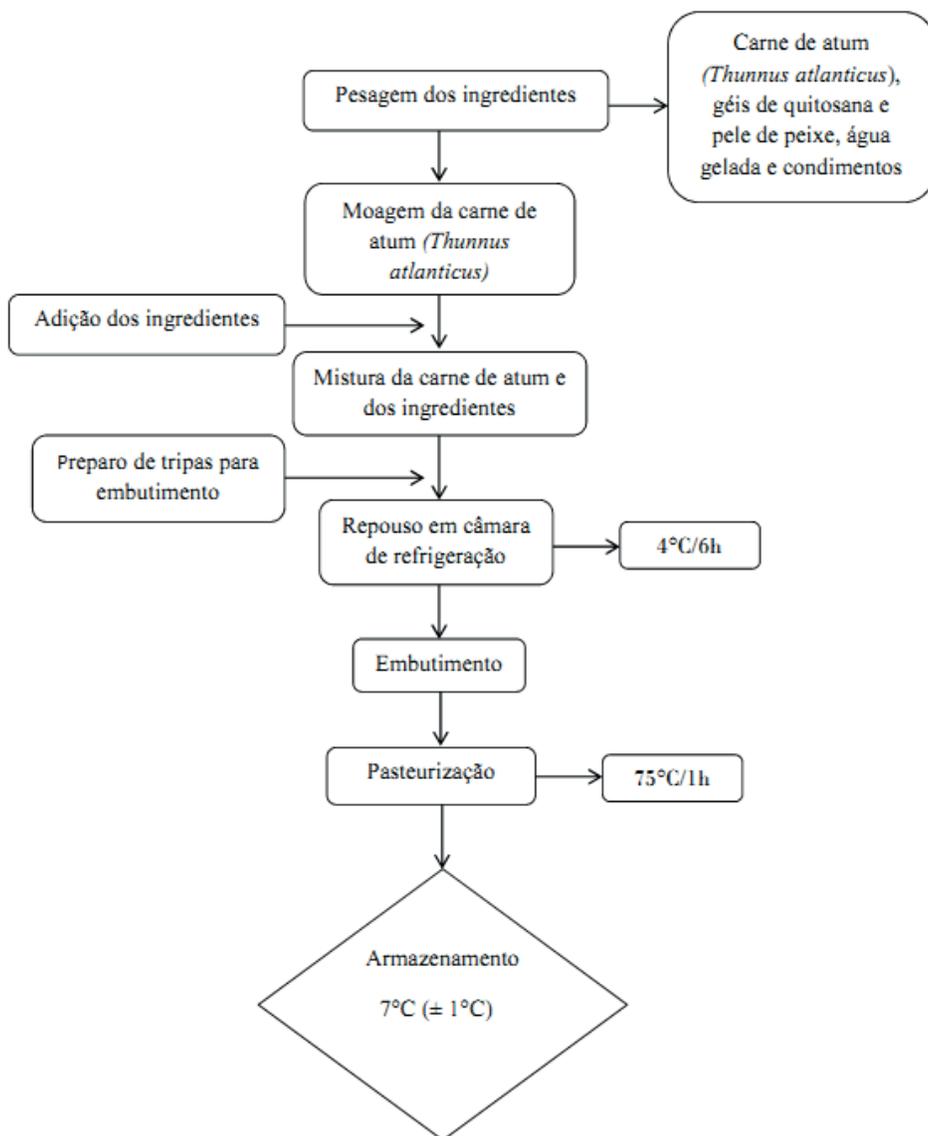


Figura 1. Fluxograma do processamento de linguça de atum (*Thunnus atlanticus*).

Após a moagem da carne de atum em um triturador com disco de 5 mm de diâmetro, os ingredientes foram adicionados e misturados por cerca de 5 minutos. Em seguida, a massa cárnea foi mantida em repouso sob refrigeração ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$) por 6 horas para que ocorresse o desenvolvimento do sabor e aroma. As tripas bovinas foram lavadas e deixadas de molho em solução de vinagre por 1 hora antes de realizar o embutimento. Após esse processo, as peças foram pasteurizadas em estufa com circulação de ar até que a temperatura interna atingisse 75°C , por cerca de uma hora, e depois resfriadas em chuveiros até atingirem uma temperatura de 40°C e mantidas posteriormente à temperatura ambiente para equalização. Em seguida, foram embalados em embalagem convencional de polietileno e armazenados por um período de 45 dias a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$.

Composição proximal

A composição química das formulações de linguiças foi avaliada de acordo com a metodologia da AOAC (2000). O conteúdo de umidade foi determinado em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ até massa constante (método gravimétrico nº 950.46); o teor de proteínas foi determinado através da quantificação do nitrogênio total da amostra pelo método Kjeldahl usando fator de conversão de 6,25 (método de Kjeldahl nº 928.08); o conteúdo de lipídios foi obtido pelo método de Soxhlet (método de Soxhlet nº 960.39); e o teor de cinzas foi determinado em mufla a $500\text{-}600\text{ }^{\circ}\text{C}$ (método gravimétrico nº 920.153).

Teste de estabilidade

Foi realizado conforme descrito por Torre (1991), onde 45 a 50 g de linguiça foram colocadas em sacos de Nylon/polietileno, seladas sem vácuo e cozidas a 70°C por cerca 1 hora. Após o resfriamento das embalagens, foi retirado o volume de líquido exsudado e calculado o percentual de perda sobre o peso inicial.

$$\% \text{ Estabilidade} = 100 - \% \text{ de perda.}$$

Potencial hidrogeniônico (pH)

A análise de pH dos embutidos foi determinada de acordo com a metodologia da AOAC (2000), onde 10 g de linguiça triturada foi homogeneizada com 100 mL de água destilada.

Parâmetros de cor

Os parâmetros de cor instrumental das linguiças foram avaliados utilizando-se colorímetro (Minolta Chromo meter, CR 300), sistema CIE ($L^*a^*b^*$).

Determinação de atividade de água

Foi realizada utilizando o medidor de Atividade de água – AQUALAB digital, modelo CX-2, fabricado pela DECAGON.

Análises microbiológicas

Os embutidos foram avaliados quanto a detecção de *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* spp. e coliformes a 45°C, segundo metodologia recomendada por APHA (2001).

Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata, os resultados obtidos foram tratados estatisticamente através de Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição proximal

Os resultados da composição proximal da carne de atum (*Thunnus atlanticus*) e pele de pescada (*Cynoscion* spp) podem ser observadas na Tabela 2.

Componentes	Carne de atum (%)	Pele de peixe
Umidade	74,36 ± 0,02	65,89 ± 0,25
Lipídios	0,87 ± 0,03	1,84 ± 0,14
Proteínas	22,38 ± 0,25	30,20 ± 0,54
Cinzas	1,21 ± 0,07	0,85 ± 0,84

Tabela 2. Composição proximal da carne de atum (*Thunnus atlanticus*) e pele de peixe - pescada (*Cynoscion* spp).

A carne de atum apresentou 74,36% de umidade, 22,38% de proteínas, 0,87% de lipídios e 1,21% de cinzas. De acordo com a Tabela 2, a pele de peixe possui alto valor biológico, apresentando 30,2% de proteínas e 1,84% de lipídeos. Segundo Ogawa e Maia (1999), o músculo do pescado pode conter aproximadamente de 60 a 85% de umidade, cerca de 20% de proteínas, de 1 a 2% de cinzas, de 0,3 a 1,0 % de carboidratos e de 0,6 a 36% de lipídios.

O teor de umidade dos embutidos durante o acompanhamento da vida útil, pode ser observado na Tabela 3.

Tratamentos	Umidade (%)		
	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	67,49 ± 0,44 ^a	67,52 ± 0,53 ^a	66,77 ± 0,11 ^a
T5 (0%GQ e 10%PP)	66,53 ± 1,17 ^{ab}	67,20 ± 0,25 ^a	67,20 ± 0,33 ^a
TM (4%GQ e 0%PP)	65,99 ± 0,44 ^{ab}	67,21 ± 0,22 ^a	67,31 ± 0,40 ^a
TC (0%GQ e 0%PP)	65,56 ± 0,49 ^{ab}	66,22 ± 0,59 ^a	65,95 ± 0,90 ^a

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela 3. Teor de umidade dos embutidos durante o acompanhamento da vida útil.

O conteúdo de água em um alimento é um dos índices mais cruciais e frequentemente avaliados, devido à sua significância econômica em refletir o teor de sólidos do produto e sua tendência à deterioração. A umidade fora das faixas técnicas recomendadas pode resultar em consideráveis perdas na estabilidade química, aumento da deterioração microbiológica, mudanças fisiológicas, entre outras (VINCENZI, 2009). De acordo com a Tabela 5, o teor de umidade dos embutidos durante o período de armazenamento ficou levemente superior aos preconizados na legislação brasileira para linguiças cárneas cozidas, que é no máximo de 60% (BRASIL, 2000). Não existe legislação específica para linguiças de pescado.”

Quanto ao tempo zero, o tratamento controle (TC) apresentou o menor teor de umidade, e o tratamento com géis de quitosana e pele de peixe (T4) apresentou o maior teor, ocorrendo diferença significativa entre ambos. Essa diferença pode ser atribuída provavelmente à adição de água utilizada na formação dos géis e à capacidade de retenção de água destas substâncias. Não foram observadas diferenças significativas no teor de umidade em função do período de estocagem, em nenhum dos tratamentos. Os valores de proteínas encontrados neste estudo são similares aos observados por Dallabona (2011) e Moura (2012).

O teor de lipídios dos embutidos durante o acompanhamento da vida útil, pode ser observado na Tabela 4.

Tratamentos	Lipídios (%)		
	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	4,54 ± 0,28 ^{ab}	4,35 ± 0,77 ^a	4,68 ± 0,05 ^a
T5 (0%GQ e 10%PP)	4,95 ± 0,69 ^a	4,65 ± 0,21 ^a	4,66 ± 0,38 ^a
TM (4%GQ e 0%PP)	4,03 ± 0,41 ^{ab}	3,75 ± 0,64 ^a	4,52 ± 0,61 ^a
TC (0%GQ e 0%PP)	4,45 ± 0,39 ^b	3,52 ± 0,28 ^a	3,69 ± 0,36 ^a

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela 4. Teor de lipídeos dos embutidos durante o acompanhamento da vida útil.

De acordo com a Tabela 4, apenas o tratamento com 0% de gel de quitosana e 10% de pele de peixe (T5), diferiu significativamente do controle no tempo zero em relação ao período de estocagem. Conforme destacado por Ordóñez (2005), a composição proximal do pescado é influenciada por uma série de variáveis, incluindo espécie, idade, estado fisiológico, época e região de captura. Essa diversidade de fatores contribui para a dificuldade em obter resultados precisos e exatos. Os valores encontrados neste estudo são concordantes com os encontrados por Moreira (2005) e Oliveira Filho (2009).

O teor de proteínas dos embutidos durante o acompanhamento da vida útil, pode ser observado na Tabela 5.

Tratamentos	Proteína (%)		
	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	18,08 ± 0,82 ^b	19,95 ± 0,32 ^c	19,75 ± 0,38 ^a
T5 (0%GQ e 10%PP)	18,34 ± 0,80 ^b	21,81 ± 0,54 ^{ab}	21,24 ± 0,77 ^a
TM (4%GQ e 0%PP)	22,03 ± 0,48 ^a	21,37 ± 0,29 ^b	20,92 ± 0,39 ^a
TC (0%GQ e 0%PP)	22,44 ± 0,27 ^a	22,60 ± 0,61 ^a	21,75 ± 1,32 ^a

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela 5. Teor de proteínas dos embutidos durante o acompanhamento da vida útil.

Os valores de proteínas das diferentes formulações de linguiça oscilaram entre 18,08 a 22,60%, sendo que a formulação T4 (3,42% de gel de quitosana e 17,10% de pele de peixe) apresentou menor teor de proteínas, enquanto que a formulação controle – TC (0% de gel de quitosana e 0% de pele de peixe) apresentou maior conteúdo de proteínas (Tabela 5). Essa variação pode ser provavelmente atribuída à quantidade de carne de atum, uma vez que esta formulação apresentou maior percentual de carne e não foi acrescida de gel de quitosana, apresentando menor teor de umidade e maior teor de proteínas em relação às demais formulações.

Pode-se observar que todas as formulações apresentaram valores de proteínas em conformidade com a legislação brasileira, (Brasil, 2000). Os valores de proteínas encontrados neste estudo são similares aos observados por Dallabona (2011), mas, superiores aos reportados por Palezi (2011) e Moura (2012).

O teor de cinzas dos embutidos durante o acompanhamento da vida útil, pode ser observado na Tabela 6.

Tratamentos	Cinzas (%)		
	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	3,43 ± 0,36 ^a	3,35 ± 0,01 ^a	3,42 ± 0,03 ^a
T5 (0%GQ e 10%PP)	3,32 ± 0,02 ^a	3,25 ± 0,04 ^{ab}	3,43 ± 0,02 ^a
TM (4%GQ e 0%PP)	3,53 ± 0,03 ^a	3,27 ± 0,03 ^{ab}	3,56 ± 0,01 ^b
TC (0%GQ e 0%PP)	3,57 ± 0,07 ^a	3,70 ± 0,33 ^b	3,62 ± 0,01 ^b

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela 6. Teor de cinzas dos embutidos durante o acompanhamento da vida útil.

De acordo com a Tabela 6, verifica-se que os teores de cinzas das diferentes formulações de linguiça, apresentaram valores semelhantes. Não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) no tempo zero, mas nos outros tempos de estudo, observou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. A carne do pescado geralmente contém até 2% de cinzas, distribuídos uniformemente por toda a musculatura, sendo essa proporção influenciada principalmente pela dieta do animal (LANZARIN *et al.*, 2017). Nos produtos elaborados com carne de pescado, a porcentagem de cinzas é influenciada pelo tipo de matéria-prima, bem como pelos ingredientes e aditivos utilizados na formulação (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2012).

Teste de estabilidade

A Tabela 7 mostra os resultados da estabilidade dos embutidos de atum durante o acompanhamento da vida útil.

Tratamentos	Estabilidade		
	Tempo em dias		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	91,02 ± 1,41 ^a	91,85 ± 1,09 ^a	91,07 ± 2,27 ^a
T5 (0%GQ e 10%PP)	90,81 ± 0,59 ^a	91,10 ± 1,10 ^a	90,63 ± 1,93 ^a
TM (4%GQ e 0%PP)	91,80 ± 0,94 ^a	92,44 ± 0,80 ^a	93,20 ± 0,75 ^a
TC (0%GQ e 0%PP)	90,58 ± 0,69 ^a	90,30 ± 0,73 ^a	92,59 ± 0,83 ^{ab}

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela 7. Resultados da estabilidade dos embutidos durante o acompanhamento da vida útil.

Todas as formulações apresentaram estabilidade, com valores acima de 90,30%. Em relação aos tempos de armazenamento, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). Barretto (2007) estudando adição de fibras como substituto de gordura em mortadela encontrou valores de estabilidade de emulsão entre 92% - 99,49%.

Os valores encontrados no presente estudo estão dentro da faixa encontrada por Horita (2010) ao avaliar a redução de cloreto de sódio em produto emulsificado tipo mortadela, relatou valores de 91,88% - 93,17%.

Potencial hidrogeniônico (pH)

A Tabela 8 mostra a variação de pH dos embutidos durante o armazenamento.

Tratamentos	pH		
	Tempo em dias		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	5,50 ± 0,01 ^b	5,95 ± 0,005 ^a	6,01 ± 0,01 ^a
T5 (0%GQ e 10%PP)	5,54 ± 0,01 ^b	5,95 ± 0,030 ^a	6,01 ± 0,005 ^a
TM (4%GQ e 0%PP)	5,38 ± 0,01 ^c	5,88 ± 0,015 ^b	5,95 ± 0,06 ^a
TC (0%GQ e 0%PP)	5,6 ± 0,02 ^a	5,88 ± 0,005 ^b	5,96 ± 00 ^a

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela 8. Valores de pH dos embutidos durante o armazenamento.

De acordo com a Tabela 8, verificou-se que todas as formulações apresentaram pH entre 5,38 a 6,01 sendo classificados como alimentos de baixa acidez. De acordo com Jay (2005), os alimentos são classificados como de baixa acidez ($pH > 4,50$), ácidos (pH de 4,00 a 4,50) e muito ácidos ($pH < 4,00$). Essa classificação se baseia no pH mínimo para a multiplicação e produção de toxina do *Clostridium botulinum* (4,50) e para a multiplicação da grande maioria das bactérias (4,00).

O pH de um alimento não exerce apenas influência sobre a velocidade de multiplicação dos microrganismos, mas também interfere na qualidade dos alimentos, durante o armazenamento, tratamento térmico, dessecação, ou durante qualquer outro tipo de tratamento, ou seja, é também responsável direto pela deterioração de produtos alimentícios (SILVA, 2005).

Atividade de água (Aa)

Os valores da atividade de água (Aa) dos embutidos podem ser observados na Tabela 9.

Tratamentos	Atividade de água (Aa)		
	Tempo em dias		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	0.9443 ± 0,001 ^a	0.9450 ± 0,004 ^a	0.9420 ± 0,002 ^a
T5 (0%GQ e 10%PP)	0.9400 ± 0,003 ^{ab}	0.9490 ± 0,002 ^a	0.9443 ± 0,010 ^a
TM (4%GQ e 0%PP)	0.9410 ± 0,002 ^{ab}	0.9440 ± 0,002 ^a	0.9393 ± 0,021 ^a
TC (0%GQ e 0%PP)	0.9376 ± 0,001 ^b	0.9443 ± 0,00 ^a	0.9320 ± 0,002 ^a

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela 9. Resultados da atividade de água (Aa) dos embutidos durante estocagem.

A atividade água de todos os tratamentos foi superior a (0,93), sendo classificado como alimento de alta atividade água (maior que 0,85). Segundo Jay (2005), o que pode favorecer a proliferação de microrganismos e, portanto, deve ser armazenado em condições de refrigeração. A atividade de água (Aa) é um fator importante que determina o crescimento e a sobrevivência dos microrganismos durante o processamento, estocagem e distribuição de alimentos (TORREZAN *et al.*, 1999).

Cor das linguças de atum

Luminosidade (L)*

A Tabela 10 mostra os resultados do valor L* (luminosidade) dos embutidos durante a estocagem.

Tratamentos	Valor L* (luminosidade)		
	Tempo em dias		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	50,62 ± 1,39 ^a	51,93 ± 2,94 ^a	53,07 ± 3,65 ^a
T5 (0%GQ e 10%PP)	47,60 ± 3,50 ^a	48,15 ± 2,47 ^{ab}	56,47 ± 1,98 ^{ab}
TM (4%GQ e 0%PP)	42,12 ± 1,62 ^b	44,13 ± 3,27 ^b	50,52 ± 1,48 ^{ab}
TC (0%GQ e 0%PP)	48,21 ± 0,84 ^a	44,14 ± 0,14 ^b	47,00 ± 2,31 ^b

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela 10. Resultados do valor L* (luminosidade) dos embutidos durante estocagem.

Na Tabela 10, observa-se que os resultados para os índices de cor para L* variaram de 42,12 a 56,47. A média dos valores de L* encontrados no período de 45 dias de armazenamento mostraram que houve diferença significativa ($p > 0,05$). Provavelmente a adição do gel de quitosana e pele de peixe influenciaram a o parâmetro luminosidade (L*) mantendo os tratamentos com a luminosidade superior ao tempo zero. Todos os tratamentos apresentaram um leve acréscimo, exceto o tratamento controle (TC) que teve um decréscimo no período de 30 dias e depois apresentou um aumento.

De acordo com o diagrama de Hunter quanto mais altos forem os valores de L* (mais próximos de 100) mais pálida será a carne analisada. Palezi (2011) ao estudar embutido emulsionado a base de pescado (*Micropogonias furnierii*) com adição de isolado proteico de pescado e antioxidante natural de marcela (*Achyrocline satureioides*), encontrou média para o parâmetro luminosidade (L*) entre 72,78 – 88,9.

Intensidade da cor vermelha (a)*

Os valores de cor vermelha (a*) dos embutidos de atum durante a estocagem estão apresentados na Tabela 11.

Tratamentos	Valor a* (intensidade da cor vermelha)		
	Tempo em dias		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	6,27 ± 0,51 ^c	6,73 ± 0,47 ^a	6,70 ± 0,47 ^b
T5 (0%GQ e 10%PP)	8,19 ± 0,26 ^b	6,32 ± 0,55 ^a	5,72 ± 0,18 ^c
TM (4%GQ e 0%PP)	9,29 ± 0,44 ^a	6,17 ± 0,32 ^a	8,11 ± 0,32 ^a
TC (0%GQ e 0%PP)	9,47 ± 0,40 ^a	6,81 ± 0,98 ^a	5,13 ± 0,17 ^c

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela11. Valores de a* (intensidade da cor vermelha) dos embutidos durante a estocagem.

A tabela 11 mostra que os valores de a* para todos os tratamentos apresentaram-se numericamente próximos, porém, diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$). No final desse estudo observou-se que os tratamentos com adição de gel de quitosana apresentam maior intensidade da cor vermelha. Bartolomeu (2011) avaliando a aceitação de embutido defumado “tipo mortadela” elaborado com cms de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e fibra de trigo encontrou valores de a* entre 10,24 – 11,44.

Intensidade da cor amarela (b*)

Os valores de cor amarela (b*) dos embutidos de atum durante a estocagem estão apresentados na Tabela 12.

Tratamentos	Valor b* (intensidade da cor amarela)		
	Tempo em dias		
	0	30	45
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	26,66 ± 1,71 ^a	21,81 ± 0,99 ^a	20,97 ± 1,77 ^a
T5 (0%GQ e 10%PP)	25,34 ± 1,98 ^{ab}	21,87 ± 0,32 ^a	22,17 ± 0,13 ^a
TM (4%GQ e 0%PP)	22,10 ± 0,85 ^{bc}	22,14 ± 2,19 ^a	21,83 ± 1,19 ^a
TC (0%GQ e 0%PP)	21,21 ± 0,55 ^c	20,00 ± 1,07 ^a	21,50 ± 0,98 ^a

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

Tabela 12. Valores de b* (intensidade da cor amarela) dos embutidos durante a estocagem.

A Tabela 12 apresenta os valores de b* dos diferentes tratamentos ao longo do tempo de armazenamento refrigerado. No tempo zero os tratamentos diferiram significativamente ($p < 0,05$), sendo o tratamento controle (TC) o que obteve menor intensidade da cor amarela e também o que menos oscilou durante a estocagem. Nos demais tempos de estudo, não foi constatado oscilações significativas ($p < 0,05$), entre os tratamentos. Nascimento *et al.*, (2007) também evidenciaram alterações nos valores de b*, em salsichas com teor reduzido de sódio, o que pode ser explicado pelo uso de conservantes cárneos usados por esses autores.

Análises microbiológicas dos embutidos de atum

Os resultados referentes as quantificações de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e detecção de *Salmonella* spp. estão expressos na Tabela 13.

A Tabela 13. Quantificações de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e detecção de *Salmonella* spp. das diferentes formulações de linguças de atum - primeiro dia de armazenamento (tempo zero).

Tratamentos	<i>Escherichia coli</i> (Log UFC/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (Log UFC/g)	Pesquisa de <i>Salmonella</i> ssp.
T4 (3,42%GQ e 17,1%PP)	ND	ND	Ausência
T5 (0%GQ e 10%PP)	ND	ND	Ausência
TM (4%GQ e 0%PP)	ND	ND	Ausência
TC (0%GQ e 0%PP)	ND	ND	Ausência

GQ: gel de quitosana; PP: pele de peixe.

De acordo com a Tabela 13, não foi detectada a presença de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* coagulase positiva em nenhuma das formulações de linguças. Quanto à contagem de *Salmonella* ssp. foi encontrada ausência em 25 g em todas as amostras, indicando que procedimentos higiênico-sanitários adequados foram aplicados durante o manuseio, processamento, armazenamento dos produtos. Embora não exista padrão estabelecido na legislação vigente para coliformes fecais em embutidos de pescado, valores elevados destes indicam condições higiênico-sanitárias deficientes (JAY, 2005). Contagens *Staphylococcus aureus* acima dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, indicam que o produto deve ser considerado inapto para o consumo.

A *Salmonella* habita o trato intestinal e sua detecção indica uma possível contaminação fecal de fontes humanas ou animais. Peixes capturados em águas não poluídas geralmente não possuem *Salmonella*, pois esta não faz parte da microbiota natural do peixe. Sua presença em alimentos é geralmente resultado de práticas inadequadas durante o manuseio, processamento, armazenamento e comercialização em condições higiênico-sanitárias deficientes, ou pelo contato com equipamentos, superfícies ou utensílios higienizados inadequadamente. A presença de *Salmonella* é motivo suficiente para considerar a amostra imprópria para o consumo (LEITÃO, 1984).

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que foi possível desenvolver uma linguça de atum adicionada de gel de quitosana e pele de peixe sem comprometer suas características físico-químicas e sensoriais. As linguças apresentam aproximadamente 65% de umidade, 4% de gordura, 3% de cinzas e 20% de proteína, estando dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Alguns parâmetros apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) ao longo do período de armazenamento refrigerado ($5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), sugerindo que essa variação pode ser atribuída à influência do gel de quitosana e pele de peixe. As linguças de atum apresentaram contagem microbiológica dentro dos limites estabelecidos pela legislação, caracterizando um produto de excelente qualidade e adequado para o consumo humano.

A linguça de atum pode ser considerada uma opção alternativa na dieta dos consumidores, promovendo um aumento no consumo de peixes e contribuindo para a redução dos riscos de doenças crônicas não transmissíveis. Além disso, essa iniciativa pode gerar benefícios econômicos para as indústrias pesqueiras. Diante desse contexto, é necessário realizar mais estudos sobre a utilização de quitosana e pele de peixe como ingredientes em produtos cárneos, a fim de avaliar seu potencial e disseminar informações sobre os benefícios na qualidade dos alimentos.

REFERÊNCIAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed., Washington, 2000.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4ª ed., Washington. 2001.

BARRETTO, A. C. S. **Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadela**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas SP, 2007.

BARTOLOMEU, D. A. F. S. **Desenvolvimento e avaliação da aceitação de embutido defumado “tipo mortadela” elaborado com cms de tilápia do nilo (*oreochromis niloticus*) e fibra de trigo**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2011.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 4 de 31 de mar.2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha**. Diário Oficial, Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 19, de 30 de abril de 1999. **Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem**. Brasília, 1999.

CHEN, J. *et al.* A critical review on the health benefits of fish consumption and its bioactive constituents. **Food Chemistry**, v. 369, p. 130874, 2022.

DALLABONA, B. R. **Desenvolvimento e aceitabilidade de linguiça de pescado elaborado a partir de resíduo de filetagem de tilápia do Nilo**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Paraná-PR. São José dos Pinhais, 2011.

ESMAEILI, A. *et al.* Processing and post-processing of fish skin as a novel material in tissue engineering. **Tissue and Cell**, v. 85, p. 102238, 2023.

FRUET, A. P. B. *et al.* Incorporação de fibra alimentar em produtos cárneos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 11-17, 2014.

GROCHOWICZ, J.; FABISIAK, A.; EKIELSKI, A. Importance of physical and functional properties of foods targeted to seniors. **Journal of Future Foods**, v. 2, p. 146-155, 2021.

HONG, W. *et al.* Higher dietary fiber intake associated with better survival in male but not female cancer patients: Evidence from National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2014 **Nutrition**, v. 111, 2023.

HORITA, C. N. **Redução de cloreto de sódio em produto emulsionado tipo mortadela: influência sobre a qualidade global**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 2010.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

- LANZARIN, M. *et al.* Composição centesimal e teste de aceitação e intenção de compra do pintado Amazônico (*Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus*) e piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 24, p. 162-166. 2017
- LEITÃO, M. F. F. Deterioração microbiana do pescado e sua importância em saúde pública. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 3, p. 143-152, 1984.
- MIRANDA, A. V. S.; SCHMIELE, M. Non-digestible carbohydrates as an alternative to improve the technological and nutritional quality of meat products and potential application in fish burgers. **Research, society and development**, v. 9, n. 11, 2020.
- MOREIRA, R. T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) estabilizado com hidrocolóides**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas SP, 2005.
- MOURA, L. F. **Uso de resíduos da filetagem de jundiá (*Rhamdia quelen*) e de ácido fólico para elaboração e conservação de embutido cárneo**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria - RS, 2012.
- NASCIMENTO, R. *et al.* Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 18, n. 3, p. 297-302, 2007.
- OGAWA, M.; MAIA, E. L.; **Manual de Pesca**. Ciência e Tecnologia do Pescado. São Paulo: Varela, v. 1, 453 p. 1999.
- OLIVEIRA FILHO, P. R. C. *et al.* Evaluation of physicochemical and sensory properties of sausages made with washed and unwashed mince from Nile tilapia by-products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, n. 21 p. 222-237, 2012.
- OLIVEIRA FILHO, P. R. C. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo**. Jaboticabal, Tese (Doutorado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2009.
- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal**, v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- PALEZI, S. C. **Embutido emulsionado a base de pescado (*Micropogonias furnierii*) com adição de isolado proteico de pescado e antioxidante natural de marcela (*Achyrocline satureioides*)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2011.
- SIDDIQUI, H. *et al.* A review of the health benefits, functional properties, and ultrasound-assisted dietary fiber extraction. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, p. 100356, 2023.
- SILVA, M.; **Obtenção de isolado protéico proveniente de pescado de baixo valor comercial**. Dissertação de Mestrado. Rio Grande – RS. FURG. 2005.
- TORRE, J. C. M. D. **Efeitos do uso de carne bovina pré “rigor-mortis” e fosfato nas características físicas, químicas e sensoriais de embutidos tipo emulsão**. Campinas, 1991. [Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas], Campinas, 1991.

TORREZAN, R.; JARDINE, J. G.; VITALI, A. A. Efeito da adição de solutos e ácidos em poupa de goiaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 43-45, 1999.

YANG, Y. *et al.* Chitosan nanocarriers containing essential oils as a green strategy to improve the functional properties of chitosan: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 236, 2023.

YOUSSEF, A. M. *et al.* Mechanical and antibacterial properties of novel high performance chitosan/nanocomposite films. **International journal of biological macromolecules**, v. 76, p. 25-32, 2015.

VINCENZI, R. **Apostila de análise de alimentos**. Química Industrial de Alimentos, UNIJUI - RS. 2009. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/7164422/Apostila-de-Analise-de-Alimentos>>. Acesso em: 12 dez. 2023