

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: LÂMINAS BIOATIVAS À BASE DE XILOGLUCANA COMO ENVOLTÓRIO DE PRODUTOS DE PESCADO

TECHNOLOGICAL INNOVATION: XYLOGLUCAN-BASED BIOACTIVE SHEETS AS A WRAPPING FOR FISH PRODUCTS

DOI: 10.65747/conali2025v3c28

David de Sousa Ferreira¹; Rafael Pereira Frota²; Maria Larissa Gomes Rodrigues³; João Bruno Guilherme Mendes⁴; Daniele Maria Alves Teixeira Sá⁵; Mirla Dayanny Pinto Farias⁶

¹Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - Eixo Produção Alimentícia – IFCE; ²Estudante do Curso de Mecatrônica Industrial - Eixo Processos Industriais – IFCE; ³Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - Eixo Produção Alimentícia – IFCE; ⁴Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - Eixo Produção Alimentícia – IFCE; ⁵Docente/pesquisador do Eixo de Produção Alimentícia – IFCE;

⁶Docente/pesquisador do Eixo de Produção Alimentícia – IFCE;
Contato: david.sousa.ferreira08@aluno.ifce.edu.br

Resumo: A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é amplamente cultivada no Brasil, sendo o filé o principal produto comercializado. O baixo rendimento no processamento gera resíduos que podem ser aproveitados como carne mecanicamente separada (CMS). Neste estudo, avaliou-se a aplicação de lâminas bioativas à base de xiloglucana extraída de sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril*), incorporadas com óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*), como envoltório para embutidos de CMS de tilápia. Foram produzidas lâminas com diferentes concentrações de óleo (0% e 2%). Os embutidos foram elaborados com aplicação das lâminas e avaliado o parâmetros: pH, atividade de água (Aw), umidade e cor (sistemas RGB e CIE L*a*b*). Os resultados mostraram que o pH das amostras tratadas se mantiveram dentro dos padrões aceitáveis, sugerindo estabilidade da formulação, embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para Aw e umidade, a presença de óleo de orégano influenciou positivamente os parâmetros de cor, especialmente nas tonalidades vermelha e amarela. Conclui-se que as lâminas bioativas apresentaram comportamento compatível com o produto padrão, demonstrando viabilidade como alternativa natural de revestimento. Recomenda-se a realização de estudos complementares para avaliar a ação antioxidante e otimizar a formulação quanto à concentração de ativos, tempo de contato e métodos de aplicação.

Palavras-chave: jatobá (*Hymenaea courbaril*); orégano (*Origanum vulgare*); tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Abstract: Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is widely farmed in Brazil, with fillets being the main commercial product. The low processing yield generates residues that can be utilized as mechanically separated meat (MSM). In this study, the application of bioactive films based on xyloglucan extracted from jatobá seeds (*Hymenaea courbaril*), incorporated with oregano essential oil (*Origanum vulgare*), was evaluated as a coating for MSM tilapia sausages. Films were produced with different oil concentrations (0% e 2%). The sausages were prepared with the application of the films, and the following parameters were evaluated: pH, water activity (Aw), moisture, and color (RGB and CIE Lab* systems). The results showed that the pH of the treated samples remained within acceptable standards, suggesting formulation stability. Although no significant statistical differences were observed among treatments for Aw and moisture, the presence of oregano essential oil positively influenced color parameters, especially in red and yellow tones. It was concluded that the bioactive films exhibited behavior compatible with the standard product, demonstrating feasibility as a natural coating alternative. Further studies are recommended to

evaluate the antioxidant action and optimize the formulation regarding active compound concentration, contact time, and application methods.

Keywords: jatobá (*Hymenaea courbaril*); oregano (*Origanum vulgare*); tilapia (*Oreochromis niloticus*).

INTRODUÇÃO

A crescente demanda global por alimentos sustentáveis tem impulsionado a busca por estratégias de valorização de subprodutos da agroindústria, alinhando a produção de alimentos à economia circular (1). Nesse cenário, a aquicultura, um dos setores de mais rápida expansão, enfrenta o desafio de gerenciar os resíduos gerados em suas cadeias produtivas. Uma das espécies com maior índice de produção na aquicultura nacional é a tilápia (*Oreochromis niloticus*), sendo o filé o produto mais comercializado. Este é amplamente preferido pelos consumidores devido à sua carne branca, isenta de espinhas e de sabor suave. No entanto, o processo de filetagem da tilápia apresenta um baixo rendimento, variando entre 30% e 35%, resultando na geração de grandes quantidades de subprodutos (2,3)

Uma das mais eficientes rotas para a valorização desses subprodutos é a produção de Carne Mecanicamente Separada (CMS), ou polpa de pescado. Considerada um alimento de fácil digestão e baixo valor calórico, a CMS é uma excelente fonte de vitaminas e minerais, especialmente cálcio, quando comparada a outros alimentos proteicos disponíveis no mercado. A legislação específica determina que a CMS deve ser obtida a partir da carne de carcaças de aves, bovinos, suínos ou outras espécies autorizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, utilizando processos mecânicos que alteram a estrutura das fibras musculares (4). Devido ao seu elevado teor de proteínas miofibrilares (5) e baixo valor calórico, a CMS de pescado é uma base excelente para o desenvolvimento de produtos de maior valor agregado, como os embutidos (4).

A elaboração de embutidos de pescado apresenta instabilidade oxidativa. A CMS, por ter sua estrutura fibrilar alterada durante o processamento mecânico e por ser rica em ácidos graxos poli-insaturados, é extremamente suscetível à oxidação lipídica e proteica. Esses processos degradativos comprometem rapidamente as características sensoriais do produto formulado com esse material — como cor, sabor e textura — e diminuem sua vida útil, além de representarem riscos à segurança do alimento (5,7).

A legislação recente, tem reforçado a importância do uso de antioxidantes para garantir a qualidade e segurança desses produtos (8). Frente à crescente demanda dos consumidores por produtos com "rótulo limpo" (*clean label*), a indústria tem buscado substituir aditivos sintéticos por alternativas naturais. Os óleos essenciais surgem como uma fonte promissora de compostos bioativos com potente atividade antioxidante e antimicrobiana e têm emergido como alternativas naturais para a substituição de aditivos em alimentos (9). O óleo essencial de orégano (*Origanum*

vulgare L.) é extensamente documentado por sua capacidade de retardar a oxidação em produtos cárneos, atribuída principalmente aos seus compostos fenólicos, como o carvacrol e o timol (10,11).

A aplicação direta de óleos essenciais em alimentos, no entanto, é limitada por sua alta volatilidade, baixa solubilidade em matrizes aquosas e suscetibilidade à degradação pela luz e pelo oxigênio (12). Uma estratégia eficaz para superar tais limitações é a incorporação desses óleos em matrizes poliméricas, como filmes ou envoltórios comestíveis. Essa abordagem não apenas protege os compostos ativos, mas também garante sua liberação controlada diretamente na superfície do alimento, onde a oxidação é mais crítica.

Explorando a rica biodiversidade brasileira, a xiloglucana extraída das sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* var. *courbaril*) apresenta-se como um biopolímero interessante para essa finalidade. Este polissacarídeo possui excelentes propriedades filmogênicas e atua como um carreador eficaz para moléculas bioativas, sendo uma matéria-prima sustentável e de fonte nacional (13). A criação de um envoltório ativo, que combina as propriedades de barreira da xiloglucana com a capacidade antioxidante do óleo essencial de orégano, representa uma solução integrada e inovadora.

Portanto, este estudo objetivou-se desenvolver um embutido de pescado a partir de CMS de tilápia, utilizando como diferencial um envoltório comestível ativo à base de xiloglucana e óleo essencial de orégano. Foram avaliadas as características físico-químicas e de cor do envoltório isolado, sua interação e efeito quando aplicado ao embutido, criando um produto com maior valor agregado, estabilidade e apelo natural.

MATERIAL E MÉTODOS

Aquisição das matéria-prima

O preparo dos embutidos de tilápias tipo linguíça foi realizado na Planta Piloto de Carnes e Pescados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus Sobral*. As CMS de tilápia foram adquiridas em comércios locais da cidade de Sobral, Ceará, mantidas a uma temperatura de 4°C. As sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* var. *courbaril*), utilizadas para a extração de xiloglucana, foram obtidas na cidade de Carnaubal, também no Ceará e o óleo de orégano foi adquirido em farmácia de manipulação (Farmafórmula).

Obtenção das lâminas de xiloglucana.

Para extrair a xiloglucana das sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril var. courbaril*) foi empregada a metodologia descrita por Farias *et al.* (13). Com o auxílio de um processador (Oster Inox), o polissacarídeo foi triturado até obter-se uma textura em pó e passado por uma peneira convencional para a remoção de partículas grossas. Em seguida, foi realizada uma homogeneização com os ingredientes de acordo com a tabela 1, exceto o óleo de orégano, utilizando uma chapa aquecedora com agitação magnética (KA KMO 2 BASIC) à 40°C por 1 hora, com intuito de melhor diluição dos produtos. Após o processamento, a solução foi envasada em tubos de Falcon e o óleo foi adicionado com uma pipeta volumétrica. Os tubos foram então submetidos a um banho ultrassônico da Unique (USC-2800A) por 10 minutos para a remoção de bolhas.

Tabela 1 – Formulação das lâminas de xiloglucana

Formulação	Água (ml)	Xiloglucana (g)	Glicerol (g)	óleo de orégano (ml)
LC	10	0,1	0,03	-
L2	9,8	0,1	0,03	0,2

LC (Lâmina controle à base de Xiloglucana sem adição de óleo de orégano. L2 (Lâmina controle à base de Xiloglucana adicionada de óleo de orégano a 2%).

Fonte: Autores, 2025

Para determinar a melhor concentração de óleo de orégano para a produção das lâminas de xiloglucana, foram inicialmente preparadas soluções com concentrações de 0% e 2%. Em seguida, as soluções foram envasadas em recipientes de polietileno com tamanho de 15 cm². Após o envase, os recipientes foram mantidos em temperatura ambiente por 3 dias, até a secagem completa das lâminas. Após o preparo das amostras todas foram submetidas à análise físico químicas para escolha da melhor lâmina.

Preparação da Massa do Embutido

A massa do embutido foi preparada na Planta Piloto de Carnes e Pescados do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Sobral, utilizando um cutter (METVISA, CUT8220M60N5) onde foram misturados os ingredientes, conforme descrito na tabela 2. A amostra controle (CC) os embutidos foram envasados com envoltório de colágeno.

Tabela 2 – Formulação da massa do embutido

Ingredientes	Percentual
CMS (g)	74%
Amido (g)	2,5%
Tempero completo (g)	1,5%
Sal (g)	1%
Glutamato monossódio (g)	1%
Óleo de soja (ml)	2%
Água gelada (ml)	18%

Fonte: Autores, 2025

Análises de Físico-Químicas dos Embutidos

As amostras dos embutidos com lâmina de xiloglucana foram avaliadas após 3 dias no congelador -18° C após contato da lâmina com óleo de orégano e o embutido, em triplicata no Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará - *Campus* Sobral. Todas as metodologias foram executadas de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (14).

Atividade de Água

A análise da atividade de água foi conduzida em triplicata após os descongelamento e tritramento dos embutidos em cada uma das amostras, utilizando o dispositivo Portátil LabStart Novasina.

Análise de pH

A análise de pH foi realizada em triplicata utilizando um pHmetro digital (Even, modelo PHS-3E). Para cada 5g de amostra triturada foram diluídos em 50ml de água destilada levados para agitação até obter a leitura.

Análise de Umidade

A análise de umidade foi realizada em estufa Heraeus (T6) a 105°C por 24 horas, utilizando 2 g de amostra triturada em cadinhos. Após o período de secagem, as amostras foram acondicionadas em dessecador por 1 hora e, em seguida, pesadas em balança analítica.

Análises de Cor

Sistema RGB

As linguiças foram inseridas individualmente em um suporte desenvolvido por meio de impressão 3D, conforme Silva *et al.* (15). As imagens foram capturadas utilizando um smartphone Android (Samsung galaxy S20 FE 5G) com o flash ativado, registrando toda a área da amostra e totalizando 15 imagens por tratamento nos respectivos períodos de análise.

A análise de cor, com base no sistema RGB, foi realizada por meio do processamento das imagens, onde se verifica o espaço de cores, no qual se mede a intensidade luminosa nas tonalidades vermelho (R), verde (G) e azul (B) (16).

Sistema CIE $L^*a^*b^*$

A análise de cor com base no sistema CIE $L^* a^* b^*$, foi realizada utilizando um colorímetro (Colorímetro Portátil da marca Delta Color, modelo Colorium 2). Todas as amostras de filés em triplicata foram avaliadas por meio de três parâmetros: CIE $L^* a^* b^*$ (Comissão Internacional de Iluminação). O parâmetro L^* representa a luminosidade ($L^* = 0$ preto e $L^* = 100$ branco), enquanto a^* e b^* indicam a cromaticidade ($+a^*$ vermelho, $-a^*$ verde; $+b^*$ amarelo, $-b^*$ azul) (26).

Análise estatística

Os resultados foram apresentados como média \pm desvio padrão e avaliados por meio do software OriginPro, com as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de diferentes envoltórios nos embutidos de pescado promoveu alterações em seus parâmetros físico-químicos e de cor, conforme detalhado a seguir.

Ao analisar os parâmetros físico-químicos dos embutidos, que podem ser visualizados na tabela 3, foi possível compará-los aos padrões de identidade e qualidade expressos na legislação vigente.

Tabela 3 – Análises físico-químicas dos embutidos.

Análise	CC	LC	L2
pH	6,78 ± 0,01 ^B	6,88 ± 0,07 ^{AB}	6,93 ± 0,05 ^A
Aw	0,88 ± 0,00 ^A	0,88 ± 0,00 ^A	0,89 ± 0,01 ^A
Umidade	70,4 ± 1,1 ^B	73,3 ± 0,3 ^A	71,4 ± 1,1 ^{AB}

CC (Controle com colágeno). LC (Lâmina controle à base de Xiloglucana sem adição de óleo de orégano). L2 (Lâmina controle à base de Xiloglucana adicionada de óleo de orégano a 2%) Valores expressos como média ± desvio padrão. Valores apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

Fonte: Autores, 2025

O pH do tratamento L2 (6,93) foi significativamente superior ao do tratamento CC (6,78), o que pode ser atribuído a interações moleculares entre os componentes do óleo essencial e a matriz do embutido. Contudo, todos os valores se mantiveram dentro da faixa típica para produtos de pescado (pH 6-7) e abaixo do limite de 7,0 sugerido pela legislação para produtos cárneos cozidos (4). Um aumento acentuado do pH durante o armazenamento é frequentemente associado à degradação proteica e à rancificação (13). Embora não avaliado neste estudo, espera-se que a capacidade antioxidante do óleo de orégano contribua para mitigar essa elevação durante a vida de prateleira do produto.

A compreensão da atividade da água (Aw) em alimentos é um fator de grande importância visto sua influência em alterações físico-químicas dos alimentos, além de estarem associados ao crescimento de microrganismos e suas atividades metabólicas. No pescado a Aw influencia diretamente a qualidade e a estabilidade do produto relacionada a seus altos índices (17,18). Segundo Alexandre *et al.* (19), Moura, Souza e Almeida Filho (20), nota-se que os produtos à base de pescados apresentam demasiado volume de água livre, de modo a justificar os valores de 0,88 e 0,89 encontrados nas amostras, que não apresentaram diferenciações independente do tratamento. Bartolomeu *et al.* (21), também relatou o valor de 0,98 em mortadelas defumadas à base de peixe.

Quanto à umidade, observou-se que as amostras que continham as lâminas a base de xiloglucana na sua composição (LC e L2), apresentaram valores maiores em comparação CC. Segundo Klock (22) e Franzini *et al.* (23), as xiloglucanas possuem em suas estruturas demasiada porosidade, fazendo com que tenham capacidade de absorver mais umidade.

Análises de cor através dos sistemas RGB e CIE L*a*b*

A cor é um atributo sensorial primordial para a aceitação de produtos cárneos. Os parâmetros de cor foram avaliados pelos sistemas RGB (Tabela 4 e Figura 1) e CIE L*a*b* (Tabela 5).

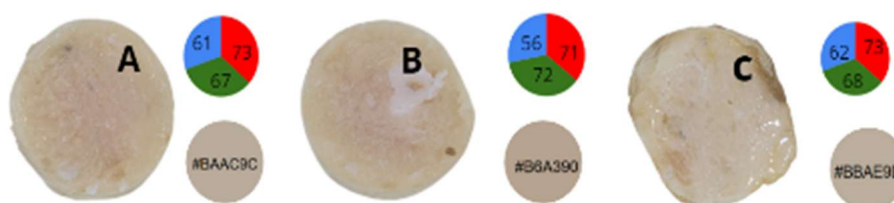
Tabela 4 – Análise de cor através do sistema RGB dos embutidos.

Cor	CC	LC	L2
Red (R)	186,212 ± 0,0 ^B	182,939 ± 0,00 ^C	187,984 ± 0,00 ^A
Green (G)	172,409 ± 0,00 ^C	163.670 ± 0,00 ^A	174,263 ± 0,00 ^B
Blue (B)	156,131 ± 0,00 ^C	144.457 ± 0,00 ^B	157,207 ± 0,00 ^A

CC (Controle com colágeno. LC (Lâmina controle à base de Xiloglucana sem adição de óleo de orégano). L2 (Lâmina controle à base de Xiloglucana adicionada de óleo de orégano a 2%) Valores expressos como média ± desvio padrão. Valores apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

Fonte: Autores, 2025

Figura 1 – Análise colorimétrica em embutidos.



Fonte: Autores, 2025

Nos valores referentes à cor vermelha (R), observou-se uma diferença significativa em todas as amostras. O tratamento L2 apresentou o valor mais alto de vermelho, indicando uma coloração mais intensa e atraente. Isso sugere que a adição de óleo de orégano exerce um efeito positivo na pigmentação, tornando o produto visualmente mais atrativo. Essa característica é crucial para a aceitação do consumidor, já que o primeiro contato com o produto é predominantemente visual.

A cor verde (G) não apresentou valores semelhantes entre os embutidos. O tratamento LC exibiu o menor valor, indicando que a ausência de óleo de orégano resulta em uma coloração menos vibrante. Em contrapartida, o L2 mostrou uma cor verde mais intensa em comparação ao LC, sugerindo que o óleo de orégano contribui para um melhor equilíbrio de cores. Esses resultados eram esperados, pois o óleo de orégano possui uma tonalidade esverdeada em sua composição.

A coloração Azul (B), não obteve semelhança estatisticamente entre as amostras. L2 novamente se destaca, apresentando o maior valor. Isso pode ser interpretado como um resultado da combinação dos ingredientes, que pode afetar a percepção da cor e a estabilidade do produto.

A análise de cor por meio do sistema *CIEL* *a*b* pode expressar a forma de interpretar os aspectos sensoriais dos alimentos em relação aos critérios adotados no controle de qualidade (24). A percepção da cor está relacionada a quatro fatores fundamentais: a distribuição espectral da energia luminosa, as condições em que a cor é observada, os atributos espectrais do objeto referentes à absorção, reflexão e transmissão, e a sensibilidade do dispositivo de medição. Os resultados obtidos neste estudo encontram-se na tabela 5.

Tabela 5 – Análise de cor pelo sistema *CIE L*a*b** dos embutidos.

Cor	CC	LC	L2
L*	70,65 ± 0,35 ^B	76,57 ± 0,36 ^A	70,36 ± 0,24 ^B
a*	1,49 ± 0,81 ^A	1,08 ± 0,01 ^A	1,46 ± 0,03 ^A
b*	2,42 ± 0,52 ^B	1,28 ± 0,06 ^B	3,81 ± 0,05 ^A

CC (Controle com colágeno. LC (Lâmina controle à base de Xiloglucana sem adição de óleo de orégano). L2 (Lâmina controle à base de Xiloglucana adicionada de óleo de orégano a 2%) Valores expressos como média ± desvio padrão. Valores apresentam diferença significativa (p<0,05).

Fonte: Autores, 2025

A análise de luminosidade (*L**) revelou que os tratamentos CC e L2 foram similares entre si e significativamente menos claros que o LC. O envoltório de xiloglucana sem o óleo (LC) conferiu uma aparência mais clara ao produto, enquanto a adição de óleo de orégano (L2) resultou em um embutido com luminosidade comparável à do controle comercial (CC), um indicativo positivo de similaridade visual.

A cromaticidade *a** das amostras não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, indicando que todas as formulações possuem uma pigmentação levemente avermelhada. Essa característica é comum em produtos à base de peixe, conforme observado em estudos anteriores. De acordo com Souza *et al.* (25) e Bartolomeu (21), que avaliaram embutidos à base de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), os valores de *a** também tendem para o positivo, indicando uma leve tendência para a tonalidade avermelhada. Isso sugere que a presença de xiloglucana e óleo de orégano nas formulações não afetou significativamente a coloração vermelha dos embutidos, permanecendo dentro do padrão característico de produtos de peixe.

O parâmetro *b** observa-se que todas as amostras apresentam cores com tendência para tons amarelados. Ao avaliar as amostras CC e LC, não houve diferença significativa entre elas, com valores de 2,42 e 1,28, respectivamente. Apenas a amostra L2 apresentou um valor bem maior, de 3,81. Estes resultados eram esperados, devido à coloração naturalmente amarelada/esverdeada do óleo de orégano, que migrou da lâmina para o embutido durante os 3 dias de contato.

CONCLUSÕES

A aplicação do envoltório de xiloglucana incorporado com óleo essencial de orégano demonstrou ser uma estratégia viável para o desenvolvimento de embutidos de pescado com novas características. O envoltório ativo (L2) promoveu alterações pontuais e significativas nos parâmetros físico-químicos, como um leve aumento no pH e na intensidade da cor amarela, mantendo-se sempre dentro dos padrões de identidade e qualidade esperados para o produto.

A principal contribuição do envoltório ativo foi a modificação positiva da cor do embutido. O tratamento L2 resultou em um produto com luminosidade similar à do controle comercial e com maior intensidade na coloração amarela (parâmetro b^*), o que pode ser percebido como uma aparência mais elaborada e atraente. Como limitações deste estudo, o perfil antioxidante do envoltório e seus efeitos sobre a vida de prateleira do embutido não foram avaliados, assim como o impacto sensorial das formulações. Portanto, o envoltório ativo de xiloglucana com óleo de orégano se mostra promissor. Estudos futuros devem focar na avaliação da estabilidade oxidativa e microbiológica durante o armazenamento e em análises sensoriais para validar a aceitação do produto pelo consumidor.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, à FUNCAP, à SECITECE e ao CNPq pelo incentivo à pesquisa e pelo custeio que possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in action**. Rome. (2024).
2. BARROSO, R. M.; PINCINATO, R. B. M.; MUNOZ, A. E. P. **Informativo de Mercado da Tilápia: o mercado da tilápia – 2º trimestre de 2017 e análise da estrutura do preço da tilápia no varejo**. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2017. 19 p. Edição especial. Disponível em: <https://www.embrapa.br/pesca-e-aquicultura/publicacoes/mercado-da-tilapia>. Acesso em: 24 jul. 2025.
3. LUSTOSA-NETO, A. D.; NUNES, M. L.; FERREIRA, R. N. C.; BEZERRA, J. H. C.; FURTADO-NETO, M. A. A. Elaboração, rendimento e custo de almôndegas de tilápia do Nilo e pirarucu cultivados: aplicação na merenda escolar. **Acta Of Fisheries And Aquatic Resources**, (S.L.), v. 4, n. 2, p. 101-109, 20 out. 2016. Universidade Federal de Sergipe. <http://dx.doi.org/10.2312/ACTAFISH.2016.4.2.101-109>.
4. BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 30 mar. 2017.
5. GAMEZ - VILLAZANA, J. J.; MOLINA, J. J. F.; OJEDA, L. E. O. Pulpa De Pescado De Aguas Continentales Y Su Potencial Utilización En La Elaboración De Embutidos. **Revista Alimentos Hoy**, (S.L.), v. 29, n. 53, p. 81-111, 5 mar. 2021.

6. CABRAL, N. O. **AValiação DO EXTRATO DE PIMENTA CHAPÉU-DE-FRADE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) EM LINGUIÇA FRESCAL SUÍNA**. 2018. 84 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Animal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2018.
7. MAGALHÃES, V. M. M. C.; SILVA, L. A. L.; LEITE, S. M.; ANDRADE, J. M. M.; SILVA, D. A.; RIBEIRO, A. G. Efeitos dos antioxidantes na produção da carne suína. **Research, Society And Development**, (S.L.), v. 11, n. 5, p. 1-12, 18 abr. 2022. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i5.26855>.
8. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 778, de 1 de março de 2023**. Dispõe sobre os princípios gerais, as funções tecnológicas e as condições de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia em alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 8 mar. 2023.
9. RUIZ-NAVAJAS, Y.; VIUDA-MARTOS, M.; SENDRA, E.; PEREZ-ALVAREZ, J. A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with *Thymus moroderi* or *Thymus piperella* essential oils. **Food Control**, (S.L.), v. 30, n. 2, p. 386-392, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.07.052>.
10. PAULO, A. F. S.; BALAN, G. C.; SHIRAI, M. A. ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO (*ORIGANUM VULGARE* L.) NA PRODUÇÃO DE FILMES ATIVOS BIODEGRADÁVEIS. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 4**, (S.L.), v. 4, n. 28, p. 430-443, 1 abr. 2021. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/210203190>.
11. FASSEAS, M. K.; MOUNTZOURIS, K. C.; TARANTILIS, P. A.; POLISSIOU, M.; ZERVAS, G. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. **Food Chemistry**, v. 106, n. 3, p. 1188-1194, 2008.
12. JU, J.; CHEN, X.; XIE, Y.; YU, H.; GUO, Y.; CHENG, Y.; QIAN, H.; YAO, W. Application of essential oil as a sustained release preparation in food packaging. **Trends In Food Science & Technology**, (S.L.), v. 92, p. 22-32, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.005>.
13. FARIAS, M. D. P.; ALBUQUERQUE, P. B. S.; SOARES, P. A. G.; SÁ, D. M. A. T.; VICENTE, A. A.; CUNHA, M. G. C. Xyloglucan from *Hymenaea courbaril* var. *courbaril* seeds as encapsulating agent of l-ascorbic acid. **International Journal Of Biological Macromolecules**, (S.L.), v. 107, p. 1559-1566, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.10.016>.
14. LUTZ, Instituto Adolfo. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: ANVISA, 2008.
15. SILVA, J. C.; LIRA, A. M. M.; SÁ, D. M. A. T.; SILVA, R. V.; FARIAS, M. D. P. AVALIAÇÃO COLORIMÉTRICA DE ALIMENTOS: construção de um protótipo com tecnologia de impressão 3d. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar - Issn 2675-6218**, (S.L.), v. 4, n. 5, p. 1-16, 7 maio 2023. Editora RECIMA21 LTDA. <http://dx.doi.org/10.47820/recima21.v4i5.3147>.
16. LEÓN, K.; MERY, D.; PEDRESCHI, F.; LEÓN, J. Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. **Food Research International**, (S.L.), v. 39, n. 10, p. 1084-1091, dez. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006>.
17. CHIRIFE, J.; BUERA, M. P.; LABUZA, T. P. Water activity, water glass dynamics, and the control of microbiological growth in foods. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, (S.L.), v. 36, n. 5, p. 465-513, maio 1996. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408399609527736>.
18. MARQUES, C. O.; SOUSA, S. M. L. APLICAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS COMO REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA CONSERVAÇÃO DO PESCADO: uma revisão da literatura. **Revista Foco**, (S.L.), v. 18, n. 6, p. 1-27, 30 jun. 2025. Brazilian Journals. <http://dx.doi.org/10.54751/revistafoco.v18n6-232>.
19. ALEXANDRE, A. C. S. *et al.* QUALIDADE DE PEIXES: uma breve revisão. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 4**, (S.L.), p. 144-173, 2021. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/210203356>.
20. MOURA, G. F.; SOUZA, C. O. S. S.; ALMEIDA FILHO, E. S. Salga em pescado: revisão / salting in fish. **Brazilian Journal Of Development**, (S.L.), v. 7, n. 12, p. 121831-121849, 3 jan. 2022. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n12-784>.

21. 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**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
22. KLOCK, Umberto *et al.* **Química da madeira**. Curitiba: FUPEF, 2005.
23. FRANZINI, B. D.; SAMPAIO, S. A.; BARROS, H. S. S.; SANTANA, F. X. C.; PAULO, L. M.; GOUVEIA, A. B. V. S.; SANTOS, F. R.; MINAFRA, C. S. BETA-GLUCANASES E XILANASES NA NUTRIÇÃO DE NÃO RUMINANTES. **Veterinária e Zootecnia**, (S.L.), v. 29, p. 1-13, 2 ago. 2022. *Revista Veterinária e Zootecnia*. <http://dx.doi.org/10.35172/rvz.2022.v29.771>.
24. GAMA, T. M. M. T. B.; MASSON, M. L.; HARACEMIV, S. M. C.; ZANETTE, F.; CÓRDOVA, K. R. V.. A INFLUÊNCIA DE TRATAMENTOS TÉRMICOS NO TEOR DE AMIDO, COLORIMETRIA E MICROSCOPIA DE PINHÃO NATIVO (*Araucaria angustifolia*) E PINHÃO PROVENIENTE DE POLINIZAÇÃO CONTROLADA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, (S.L.), v. 4, n. 2, p. 161-178, 17 dez. 2010. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/s1981-36862010000200005>.
25. SOUZA, M. L. R.; OLIVEIRA, G. G.; TESTI, I. A.; CORADINI, M. F.; CESARO, E.; TAKAYAMA, D. M. T.; FEHRMANN, A. C.; GOES, E. S. R.; CASETTA, J.; MARENGONI, N. G. Mortadela de carne mecanicamente separada de aparas da filetagem de tilápia do Nilo / Mortadella of mechanically separated meat from filleting Nile tilapia trimmings. **Brazilian Journal Of Development**, (S.L.), v. 8, n. 3, p. 15925-15945, 4 mar. 2022. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n3-028>.
26. BARCELOS, S. C. **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO TIPO Petit-Suisse CAPRINO POTENCIALMENTE PROBIÓTICO COM POLPA DE ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC)**. 2017. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, 2017.