

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Sustentabilidade:

Abordagem científica e
de inovação tecnológica

2



Atena
Editora
Ano 2022

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Sustentabilidade:

Abordagem científica e
de inovação tecnológica

2



Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Sustentabilidade: abordagem científica e de inovação tecnológica 2

Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S964 Sustentabilidade: abordagem científica e de inovação tecnológica 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0671-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.716221909>

1. Sustentabilidade. 2. Inovação tecnológica. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 302.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O e-book: “Sustentabilidade: Abordagem científica e de inovação tecnológica 2” é constituído por quatro capítulos de livros que procuraram investigar, sob diferentes abordagens, a relação do homem com meio ambiente e as inúmeras possibilidades de agregar valor a matéria-prima tanto de origem vegetal, quanto animal.

O primeiro capítulo pretendeu-se avaliar o efeito de extratos provenientes de folhas de sibipiruna e braquiaria, na germinação e crescimento da alface. Os autores constaram que o extrato obtido a partir das espécies de plantas investigadas apresenta aleloquímicos capazes de proporcionar a redução no processo germinativo da alface.

O capítulo 2 investigou o desenvolvimento de metodologias mais sustentáveis que proporcionam a redução do uso de plásticos para o desenvolvimento de filmes a serem utilizados em embalagens que acondicionam alimentos. Os pesquisadores utilizaram um isolado protéico a partir do peixe Tilápia que foi submetido a inúmeras análises e resultou na produção de um filme capaz de ser utilizado em embalagens.

O terceiro capítulo se propôs a desenvolver uma metodologia de produção mais limpa (P+L) associadas às diferentes ferramentas *lean* em um processo de produção de farinha de milho. A partir da implementação da metodologia proposta pelos autores, houve uma conversão de 19% do resíduo e um aumento de 29% no faturamento mensal e com um retorno do investimento em até 1 ano e um mês.

Por fim, o último capítulo avaliou e comparou a capacidade adsorptiva de sementes da *Moringa oleifera* com argila na remoção dos íons metálicos de cobre (Cu^{2+}), cromo (Cr^{2+}), chumbo (Pb^{2+}) e cádmio (Cd^{2+}) em matrizes aquosas apresentando uma eficiência de remoção acima de 50%.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando com o intuito de estimular e incentivar os pesquisadores brasileiros e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros e capítulos de livros que são disponibilizados no site da Editora e em outras plataformas digitais com acesso gratuito.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
EFEITOS DE EXTRATOS DE CAPIM BRAQUIÁRIA E SIBIPIRUNA NO CRESCIMENTO INICIAL DE HORTALIÇAS	
Paulo Alfredo Feitoza Böhm	
Franciele Mara Lucca Zanardo Böhm	
Rafael Mestrinheire Hungaro	
Andressa Mirela Canaver de Souza	
Cinthia Martins Corbetta	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7162219091	
CAPÍTULO 2	9
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE ISOLADO PROTEICO DE TILÁPIA COM ADIÇÃO DE NANOARGILA	
Sandriane Pizato	
Rafaela Silva Cesca	
Maria Cecilia Pacco-Huamani	
Noelia Xiomara Pacheco-Torreblanca	
Rosalinda Arévalo Pinedo	
Marcelo Fossa da Paz	
Grethel Teresa Choque-Delgado	
William Renzo Cortez-Vega	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7162219092	
CAPÍTULO 3	18
APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA ATRAVÉS DE FERRAMENTAS LEAN EM UM MOINHÓ PARA FABRICAÇÃO DE FARINHA DE MILHO	
Stefan Antonio Bueno	
Marcelo Fabiano Costella	
Josiane Maria Muneron de Mello	
Sideney Becker Onofre	
Francieli Dalcanton	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7162219093	
CAPÍTULO 4	35
AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DOS ADSORVENTES NATURAIS (<i>MORINGA OLEIFERA</i> E ARGILA) NA REMOÇÃO DOS ÍONS METÁLICOS Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Cr ²⁺ E Pb ²⁺ EM MATRIZES AQUOSAS	
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7162219094	
SOBRE O ORGANIZADOR	48
ÍNDICE REMISSIVO	49

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE ISOLADO PROTEICO DE TILÁPIA COM ADIÇÃO DE NANOARGILA

Data de aceite: 01/09/2022

Data de submissão: 07/07/2022

William Renzo Cortez-Vega

Universidade Federal da Grande Dourados

Dourados – Mato Grosso do Sul

<http://lattes.cnpq.br/0016066069380492>

Sandriane Pizato

Universidade Federal do Amazonas

Manaus – Amazonas

<http://lattes.cnpq.br/8203422993081223>

Rafaela Silva Cesca

Universidade Federal da Grande Dourados

Dourados – Mato Grosso do Sul

<http://lattes.cnpq.br/7894352918060738>

Maria Cecilia Pacco-Huamani

Universidade Nacional de San Agustin

Arequipa – Perú

<http://lattes.cnpq.br/8598141211472326>

Noelia Xiomara Pacheco-Torreblanca

Universidade Nacional de San Agustin

Arequipa – Perú

<http://lattes.cnpq.br/6014380745862053>

Rosalinda Arévalo Pinedo

Universidade Federal da Grande Dourados

Dourados – Mato Grosso do Sul

<http://lattes.cnpq.br/2138574078037375>

Marcelo Fossa da Paz

Universidade Federal da Grande Dourados

Dourados – Mato Grosso do Sul

<http://lattes.cnpq.br/9929269532617448>

Grethel Teresa Choque-Delgado

Universidade Nacional de San Agustin

Arequipa – Perú

<http://lattes.cnpq.br/8277683936859407>

RESUMO: A procura por metodologias sustentáveis para diminuição de plásticos derivados do petróleo encontra-se em crescimento. Com este trabalho objetivou-se desenvolver filmes de Isolado Proteico de Tilápia (IPT), elaborados por carne mecanicamente separada (CMS), avaliando as diferentes concentrações da argila montmorilonita K10 (MMT). E analisando os parâmetros de coloração, opacidade, propriedade mecânica, solubilidade e permeabilidade em vapor de água. Conforme as metodologias abordadas, os mesmos tratamentos realizados que apresentaram bons resultados de PVA, foram os menores valores de espessura. Os preceitos de coloração constataram que todos os filmes produzidos apresentaram espectro de cor amarela. Dados de luminosidade variando entre (78,15 a 81,24), revela que são filmes adequados para uso como embalagens. Os valores de opacidade relataram aumento com a adição da nanoargila. Todos os tratamentos exibiram resultados significativos, destacando o tratamento T4, que obtinha maior proporção de MMT para parâmetros de coloração e opacidade e T2 para PVA e propriedades mecânicas. Conclui-se que as características analisadas dependem da concentração da nanoargila.

PALAVRAS-CHAVE: Argila, Biodegradável, Película, Pescado.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF FILMS OF TILAPIA PROTEIN ISOLATE WITH ADDITION OF NANOCLAY

ABSTRACT: The search for sustainable methodologies for the reduction of plastics derived from petroleum is on the rise. With this work, the objective was to develop films of Tilapia Protein Isolate (TPI), made by mechanically separated meat (MSM), evaluating the different concentrations of montmorillonite K10 clay (MMT). And analyzing the parameters of coloration, opacity, mechanical properties, solubility and water vapor permeability. According to the methodologies discussed, the same treatments performed that showed good results for WVP, were the lowest values for thickness. The coloration precepts found that all the films produced presented a yellow color spectrum. Brightness data ranging from (78.15 to 81.24), reveals that they are films suitable for use as packaging. The opacity values reported increased with the addition of the nano clay. All treatments exhibited significant results, highlighting treatment T4, which obtained a higher proportion of MMT for color and opacity parameters and T2 for WVP and mechanical properties. It is concluded that the analyzed characteristics depend on the nano clay concentration.

KEYWORDS: Clay, Biodegradable, Film, Fish.

1 | INTRODUÇÃO

As embalagens alimentícias, em sua maioria, são produzidas com polímeros sintéticos, em grande parte derivados do petróleo, caracterizando sua árdua degradação e acúmulo no meio ambiente (Siman Filho e Sanfelice, 2018). A busca de metodologias sustentáveis que visem diminuir o uso de polímeros plásticos sintéticos e o cuidado ao meio ambiente, vem ascendendo conforme os anos.

Entre essas alternativas, a principal é a produção de filmes biodegradáveis, em destaque, os filmes de proteínas e polissacarídeos são os biopolímeros naturais mais utilizados (Silva et al., 2020).

Entre as diversas possibilidades de matéria prima para fabricação de filmes, destaca-se a utilização de proteína de peixe, que seriam descartadas durante o processamento industrial de pescado (Pereira et al., 2019). Proteínas de pescado, como por exemplo, miofibrilares e sarcoplasmáticas, têm sido utilizadas como material formador de filme, pois esses filmes formam redes com significativas propriedades mecânicas e propriedade de barreira ao oxigênio (Rocha, 2018).

No intuito de melhorar as propriedades físicas dos filmes de pescado, devido a higroscopicidade encontrada nos aminoácidos das proteínas de peixe, estudos mostram a eficácia na adição de plastificantes e aditivos naturais para modificar as características de absorção de água e incorporação de nanoargila como material de reforço nos filmes (Chevalier et al., 2018; Silva et al., 2020; Romani et al., 2019 e Chevalier et al., 2020).

Revestimentos e filmes com nanorargila podem prolongar a vida útil e melhorar a qualidade dos alimentos, reduzindo a transferência de massa, aumentando a integridade e as propriedades antioxidantes e antimicrobianas (Neves, Hashemi e Prentice, 2015 e Da

Silva et al., 2019)

Com isso, denota-se que esta pesquisa teve como propósito desenvolver e caracterizar filmes oriundos de isolado proteico de tilápia (IPT) e glicerol com variadas concentrações de nanoargila montmorinólita (MMT).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos materiais

A carcaça do pescado tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi obtida no frigorífico de pescado, localizado na cidade de Dourados-MS. O material foi armazenado em congelador a $-4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ no laboratório de Bioengenharia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

Produção da Carne Mecanicamente Separada (CMS)

A CMS foi produzida conforme metodologia adaptada de Nolsoe e Undeland (2009) e Cortez-Vega et al. (2014), em que foram utilizadas partículas de 3 mm de diâmetro da carcaça de tilápia, usando stripper 694 (Baader, Alemanha), operando a $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ na entrada e $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ na saída, 24 h após o abate.

Obtenção do Isolado proteico de tilápia

O processo de solubilização alcalina foi realizado como descrito por Nolsoe e Undeland (2009) e Chevalier et al. (2018) com modificações. A CMS (aproximadamente 200 g) foi homogeneizada (IKA Model RW 20DZM.n) na proporção de 1:9 (p/v) com água destilada a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 60 s. A solubilização alcalina da proteína foi realizada a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ em temperatura controlada por um banho ultratermostático (Quimis, modelo 214 D2) durante 20 min sob agitação constante com um agitador de eixo hélice (IKARW 20DZM.n model), utilizando hidróxido de sódio (1 N NaOH) como agente alcalino. A mistura foi centrifugada a $9000 \times g$ a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Nova Técnica, modelo MA 1815) por 15 min para separar o produto solubilizado em três fases: lipídios, proteínas solúveis e proteínas insolúveis.

As proteínas solúveis foram submetidas a precipitação isoeletrica (pH 5,0) com adição de solução de (1 N NaOH) e foi realizada uma segunda centrifugação a $9.000 \times g$ por 20 min, onde foi obtida a precipitação do isolado proteico. E então postos em estufa com circulação de ar a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 12 h, em seguida foram triturados e armazenados em recipiente de vidro a temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C}$

Composição proximal

A composição proximal do isolado proteico de tilápia foi realizada em triplicata, conforme metodologia oficial da AOAC (2000). O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. O conteúdo de nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl, o teor de proteína foi calculado multiplicando-se pelo fator 6,25,

o conteúdo de lipídio foi determinado pelo método Soxhlet e o teor de cinzas brutas pelo método gravimétrico em uma mufla a 500-600 °C.

Desenvolvimento dos filmes

Para desenvolvimento dos filmes, foi utilizado como matéria prima o isolado proteico de tilápia obtido pelo método descrito acima, glicerol como agente plastificante e nanoargila montmorinólita K10 (MMT) para complementação nos filmes.

Os filmes foram produzidos por meio da técnica de *casting* segundo metodologia de Scudeler et al. (2020) com modificações. Em que, o isolado proteico de tilápia foi disperso em água destilada e em seguida, aquecido a 30 °C sob agitação magnética constante (350 rpm) (Tecnal, modelo TE - 0851) por 10 min. Após a hidratação, o pH foi ajustada para 11 com a adição de (1 N NaOH) usando um potenciômetro de bancada (Quimis modelo 400A, São Paulo, Brasil) com agitação constante por mais 10 min. A temperatura foi elevada 80 °C e adicionada à nanoargila montmorillonite K10, sendo homogeneizada por dois minutos. Após a dissolução completa do isolado proteico e nanoargila, o plastificante glicerol, foi adicionado e solubilizado em água destilada com agitação por mais 20 minutos.

Os materiais foram incorporados nas concentrações de cada tratamento como descritos na Tabela 1.

TRATAMENTOS	IPT (g)	MMT (mL)	G (g)
T1	2	0,1	0,5
T2	2	0,2	0,5
T3	2	0,3	0,5
T4	2	0,4	0,5

IPT: Isolado proteico de tilápia, MMT: Nanoargila Montmorilonita, G: Glicerol.

Tabela 1. Concentrações de isolado proteico de tilápia (IPT) nanoargila montmorinólita (MMT), e glicerol (G).

As soluções filmogênicas foram filtradas e 25 g das soluções foram depositadas nas placas de Petri com um diâmetro de 15 cm e submetida a secagem em estufa com circulação forçada de ar (Marconi, modelo MA420) a 40 ± 1 °C por 12 h. Em seguida, os filmes foram armazenados por 48 h em dessecadores mantidos a 25 ± 2 °C e umidade relativa de $55 \pm 2\%$, contendo solução saturada de cloreto de cálcio (CaCl_2).

Os filmes foram caracterizados quanto a cor, opacidade, resistência a tração, solubilidade, permeabilidade ao vapor de água e espessura, todos em triplicata. Foi realizada a análise estatística apresentando a média e desvio padrão e analisados pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o Statistica 6.1®.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 mostra a composição proximal de isolado proteico de tilápia (IPT). Observou-se que a proteína é o componente mais alto, seus valores oscilam entre 88-90%. Outros estudos também mostraram resultados similares, Scudeler et al. (2020) e Chevalier et al. (2018) desenvolveram e caracterizaram películas biopoliméricas com isolado proteico de tilápia e apresentaram 85,15 e 86,11% de proteína respectivamente. Além disso, Freitas et al. (2016) estudaram as propriedades físico-químicas e funcionais de proteína recuperada de resíduos de pescados de anchoita e corvina, os valores foram 72,9 e 94,3% respectivamente.

Componentes (%)	IPT	
	% em base úmida	% em base seca
Proteínas	88,91 ± 1,07	90,62 ± 1,07
Lípídeos	3,92 ± 1,47	3,99 ± 1,47
Umidade	5,28 ± 0,86	-
Cinzas	0,52 ± 0,18	0,53 ± 0,18

Tabela 2. Composição proximal de isolado proteico de tilápia (IPT) em base seca e base úmida.

Quanto aos lipídios, o IPT apresentou 3,9% deste componente, estes valores encontram-se similares aos encontrados por Chevalier et al. (2018) quem mostrou teores de 3,75% para isolado proteico de tilápia (*Oreochromis niloticus*) aplicados como cobertura em melão minimamente processado. No entanto, o estudo de Scudeler et al. (2018) mostrou um teor de 10,85% de lipídeos e utilizou o método de solubilização alcalina para obtenção de isolado proteico. Além disso, outros autores avaliaram o conteúdo de lipídios em filmes de músculo de tilápia vermelha (*Oreochromis mossambicus*), o conteúdo foi de 0,12% em base seca. Este utilizou o método de extração alcalina, em combinação com lavagens de água destilada (Tongnuanchan et al, 2011). A diferença destes valores pode estar relacionada à espécie de peixe (*Oreochromis mossambicus* e *Oreochromis niloticus*) e ao método de obtenção do isolado proteico.

Em quanto ao conteúdo de cinzas os resultados apresentaram um valor de 0.5%, valores próximos aos encontrados por Scudeler et al. (2020) de 0,68%. Por outro lado, Chevalier et al. (2018), encontraram 2,96% de teor de cinzas.

A Tabela 3 apresentou os resultados de cor com parâmetros L*, a*, b* e opacidade dos filmes. A luminosidade dos filmes, descrita por L* variou entre (78,15±1,14 a 81,24±0,08). O tratamento T4 apresenta maior quantidade de nanoargila, além do melhor resultado. Dados sobre análises de coloração em pesquisas semelhantes, apresentaram valores distintos ao comparar o parâmetro de luminosidade obtidos de Scudeler et al. (2020), em que tratamentos com diferentes quantidades de IPT e glicerol, mas com a mesma

concentração de MMT de T1 e T3 demonstraram resultados de (87,20±1,04) para 0,1 g de MMT e (86,53±1,80) para 0,3 g de nanoargila. Esses resultados, consequentemente se mostraram diferentes devida à variada proporção de isolado e de plastificante.

O parâmetro a* implica tendência de filmes a cor esverdeada, apresentando um valor próximo a zero no tratamento T1 (0,69±0,08), demonstrando que a coloração desse tratamento dificilmente tende a cor verde. Já o parâmetro b* denota a tendência a cor amarelada, com o tratamento T3 obtendo o maior resultado (20,89±0,09). Esses dados podem ser considerados devida coloração do IPT e do MMT que tendem a cor amarelada. O tratamento T2 apresentou maior valor para cor esverdeada e segundo maior valor para cor amarelada.

Tratamentos	Parâmetros			Opacidade (%)
	L*	Chroma a*	Chroma b*	
T1	78,15±1,14 ^b	0,69±0,08 ^d	18,17±0,84 ^c	17,91±0,57 ^c
T2	78,49±0,59 ^b	2,11±0,06 ^a	20,41±0,33 ^b	18,75±1,14 ^c
T3	80,75±0,77 ^a	1,35±0,12 ^c	20,89±0,09 ^a	20,48 ±0,12 ^b
T4	81,24±0,08 ^a	1,83±0,09 ^b	19,97±0,47 ^b	24,78±0,09 ^a

Médias de 3 repetições ±desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo Teste de Tukey (p < 0,05).

Tabela 3. Resultados de cor e opacidade dos filmes de isolado proteico de tilápia.

Como para luminosidade, o mesmo ocorreu para opacidade, em que o tratamento T4 apresentou maior valor e o tratamento T1 o menor, sendo esse tratamento com a mínima quantidade de MMT utilizada. Conforme ensaio de Chen (1995), a opacidade dos filmes é resultado da morfologia ou estrutura química associada com a massa molecular do material. Uma considerável característica, tendo em vista que a transparência de filmes é um aspecto importante para o consumidor. Uma vez que valores baixos indicam filmes transparentes e altos na opacidade indicam filmes opacos (Silva et al., 2020).

A solubilidade em água é uma propriedade considerável para filmes, os resultados de solubilidade obtidos por metodologia de Goutard et al. (1994) nos tratamentos de T1, T2 e T4 apresentados na tabela 4, não apresentaram diferença estatística. Assim como para PVA nos tratamentos T1 e T2. De acordo com Fakhouri et al. (2012) quanto maior o teor hidrofílico dos componentes do material, maior sua solubilidade em água, demonstrando então o T3 com maior teor hidrofílico.

Resultados obtidos por Chevalier et al. (2020) apresentaram valores próximos de PVA com valor de (4,05±0,10) com a mesma proporção de nanoargila (0,2 g), mas com diferente matéria prima e aditivo natural, sendo a fécula de mandioca e óleo essencial de cravo da Índia. Já o trabalho de Nogueira e Martins (2018) apresentou variação de valores de até 9,2 g.mm/m².dia.KPa oriundos de proteína de peixe com farinha de trigo.

Tratamentos	Parâmetros			
	Solubilidade (%)	PVA (g.mm/m ² .dia. KPa)	Resistência a tração (Mpa)	Espessura (mm)
T1	67,42±1,16 ^b	4,17±0,12 ^c	2,84±0,14 ^a	0,12±0,05 ^a
T2	67,92±2,51 ^b	4,04±0,27 ^c	2,79±0,23 ^a	0,11±0,08 ^a
T3	75,32±2,47 ^a	4,59±0,19 ^b	1,94±0,12 ^c	0,12±0,07 ^a
T4	69,11±3,39 ^b	4,93±0,09 ^a	2,18±0,12 ^b	0,14±0,12 ^a

Médias de 3 repetições ±desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo Teste de Tukey (p < 0,05).

Tabela 4. Resultados de solubilidade, permeabilidade, resistência a tração e espessura dos filmes de isolado proteico de tilápia.

Os parâmetros de resistência a tração demonstraram paridade estatística nos tratamentos T1 e T2 e apresentando disparidade ao tratamento T3, sendo o menor valor encontrado pela tabela 4. Nouri et al. (2020) relatam que a adição de glicerol e nanoargila à solução pode aumentar a resistência à tração. Porém, entre os dados obtidos o tratamento T1 que possui menor concentração de MMT, apresentou maior valor de resistência a tração. A adição da nanoargila em filmes podem ser usados para melhorar suas propriedades mecânicas (Slavutsky, Bertuzzi, e Armada, 2012; Scuedeler et al., 2020). E também as propriedades ópticas e de barreira quando incluídas em baixas concentrações (Menezes, Cortez-Vega, e Prentice, 2017).

No experimento de Scuedeler et al. (2020) a espessura de seus filmes oriundos de isolado proteico apresentaram menor valor em espessura, ao se comparar com os dados deste trabalho, retratados na tabela 4. Ao se equiparar os resultados, o tratamento T4, que relatou maior quantidade de MMT, apresentou maior espessura, mas o T2 que possui mais gramas de MMT que T1, mostrou menor medida.

4 | CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos, conclui-se que as diferentes concentrações de nanoargila adjunta de IPT e glicerol, afetam as propriedades físicas e óticas dos filmes. O tratamento T4, que possui maior proporção de MMT, além de apresentar melhor valor de luminosidade, característica almejada para filmes, também apresentou maiores valores para espessura e opacidade. Notou-se que os valores de PVA e espessura estão relacionados, pois os tratamentos que apresentaram maiores resultados e menores resultados foram os mesmos. As características de IPT e MMT podem potencialmente ser utilizado para produzir produtos de alto valor agregado e também para desenvolver filmes e revestimentos comestíveis, contribuindo a reduzir os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists (2000). **Official methods of analysis**. Washington: AOAC.

Chevalier, R.C., Pizato, S., de Lara, J.A.F., Cortez-Veja, W.R. (2018). **Obtaining protein isolate of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its application as coating in fresh-cut melos**. Journal of Food Safety e12496. DOI: 10.1111/jfs.12496

Chevalier, R.C., Pizato, S., Pinedo, R.A., Cortez-Vega, W.R. (2020). **Obtenção e caracterização de filmes com adição de óleo essencial de cravo-da-índia**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v07, DOI: 10.36229/978-65-86127-19-5.CAP.11

Cortez-Vega, W. R., Pizato, S., De Souza, J. T. A., & Prentice, C. (2014). **Using edible coatings from Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) protein isolate and organo-clay nanocomposite for improve the conservation properties of fresh-cut 'Formosa' papaya**. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 22, 197–202.

Da Silva, A. O., Cortez-Vega, W. R., Prentice, C., & Fonseca, G. G. (2019). **Development and characterization of biopolymer films based on bocaiuva (*Acromonia aculeata*) flour**. International Journal of Biological Macromolecules. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.083>.

Fakhouri, F. M., Martelli, S. M., Bertan, L. C., Yamashita, F., Innocentini Mei, L. H., e Collares-Queiroz, F. P. (2012). **Edible films made from blends of manioc starch and gelatin - Influence of different types of plasticizer and different levels of macromolecules on their properties**. LWT - Food Science and Technology, 49, 149–154.

Freitas, I., Cortez-Vega, W. R., & Prentice, C. (2016). **Physicochemical and Functional Properties of Protein Recovered from Fish Waste**. Journal of Aquatic Food Product Technology, 25(7), 1034–1044. <https://doi.org/10.1080/10498850.2015.1008714>

Gontard, N., Duchez, C., Cuq, J., & Guilbert, S. (1994). **Edible composite films of wheat gluten and lipids. Water vapor permeability and other physical properties**. International Journal of Food Science & Technology, 29, 39–50.

Menezes, B. S., Cortez-Vega, W. R., & Prentice, C. (2017). **Nanocomposites films obtained from protein isolates of mechanically deboned chicken meat added with montmorillonite**. Polímeros, 27, 75–82.

Neves, M. A., Hashemi, J., & Prentice, C. (2015). **Development of novel bioactives delivery systems by micro/nanotechnology**. Current Opinion in Food Sciencem, 1, 7–12.

Nogueira, D., & Martins, V. G. (2018). **Biodegradable bilayer films prepared from individual films of different proteins**. Journal of Applied Polymer Science, 135, 1–13.

Nouri, A. et al. (2020). **An investigation of the role of fabrication process in the physicochemical properties of κ -carrageenan-based films incorporated with Zataria multiflora extract and nanoclay** Food Packag. Shelf Life, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100435>

Pereira, G. V. S., Pereira, G. V. S., de Araujo, E. F., Xavier, E. M. P., Joele, M. R. S. P., and Lourenço, L. F. H. (2019). **Optimized process to produce biodegradable films with myofibrillar proteins from fish byproducts**. Food Packaging and Shelf Life, 21, Article 100364.

Rocha M, Prietto L, Souza MM, Furlong EB, Prentice C (2018). **Effect of organic acids on physical-mechanical and antifungal properties of anchovy protein films.** J Aquat Food Prod Technol 27:316–326

Romani VP, Olsen B, Collares MP, Oliveira JRM, Prentice-Hernández C, Martins VG (2019). **Improvement of fish protein films properties for food packaging through glow discharge plasma application.** Food Hydrocoll 87:970–976

Scudeler, C. G. da S., de Lima Costa, T., Cortez-Vega, W. R., Prentice, C., & Fonseca, G. G. (2020). **Development and characterization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein isolate-based biopolymer films incorporated with essential oils and nanoclay.** Food Packaging and Shelf Life, 25(April), 100542. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100542>

Silva, R. S., Santos, B. M. M., Fonseca, G. G., Prentice, P., and Cortez-Vega, W. R. (2020). **Analysis of Hybrid sorubim protein films incorporated with glycerol and clove essential oil for packaging applications.** Journal of Polymers and the Environment, 28, 421–432.

Siman Filho, A. J. and Sanfelice, R. C. (2018). **Estudo bibliográfico sobre polímeros ambientalmente sustentáveis.** Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação, 3(2), 131-148, <https://doi.org/10.18554/rbcti.v3i2.3347>

Slavutsky, A. M., Bertuzzi, M. A., & Armada, M. (2012). **Water barrier properties of starch-clay nanocomposite films.** Brazilian Journal of Food Technology, 15, 208–218.

Tongnuanchan, P., Benjakul, S., Prodpran, T., & Songtipya, P. (2011). **Characteristics of film based on protein isolate from red tilapia muscle with negligible yellow discoloration.** International Journal of Biological Macromolecules, 48(5), 758–767. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2011.02.017>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorbato 37

Adsorção 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47

Adsorventes 35, 36, 38, 42, 44, 46

Agentes alelopáticos 3

Água 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 35, 36, 37, 38, 46, 47

Aleloquímicos 1, 2, 3, 5, 6, 7

Alface 1, 2, 4, 5, 6, 7

Ambiente aquático 37

Argila 9, 35, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47

Argila montmorilonita 9

B

Biomassa 1, 3, 4, 6

Biopolímeros 10

Braquiaria 1, 3

C

Cadeia produtiva 19

Cádmio (Cd^{2+}) 35, 37, 38, 43, 44, 46, 47

Chumbo (Pb^{2+}) 35, 37, 38, 42, 44, 46, 47

Cobertura vegetal 1, 2, 3

Cobre (Cu^{2+}) 35, 37, 38, 42, 44, 46

Corpos d'água 35, 38

Cromo (Cr^{2+}) 35, 37, 38, 43, 44, 45, 46

D

Degerminação 24, 25, 26, 27, 28

E

Ecotime 20, 22

Elemento traço 37

Espectrofotometria de absorção atômica 39, 40

Extratos foliares 1, 4, 5, 6

F

Farinha de milho 18, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 33

Filmes biodegradáveis 10

G

Germinação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

H

Higroscopicidade 10

Horticultura 1

I

Impactos ambientais 15

Isolado Proteico de Tilápia (IPT) 9, 11, 12, 13, 14, 15

K

Kaizen 21, 26, 32, 34

L

Lean e green 19, 22, 32, 33

Lean manufacturing 19, 20, 21, 25, 34

Lixiviação 3

M

Mapa de Fluxo de Valor (MFV) 21, 24, 28, 29, 32

Matéria-prima 19, 22, 23, 29, 32

Metais pesados 37, 38, 47

Milho 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33

Moringa oleifera 35, 36, 38, 39, 47

N

Nanoargila 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

Nanoargila Montmorinólita (MMT) 11, 12

P

Palhadas 1, 2, 3

Payback 21, 27, 30, 32, 34

Peixe 10, 13, 14

Plântulas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Problemas ambientais 19

Produção enxuta 18

Produção Mais Limpa (P+L) 18, 19, 20, 25, 26, 28, 31, 32, 33, 34

R

Reaproveitamento 20, 21, 26, 27

Recurso natural 36, 38

Resíduos 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 48

Reutilizar 25

S

Sementes 1, 2, 3, 4, 5, 39, 47

Sibipiruna 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Sustentabilidade 1, 19

T

Toxicidade 35, 37

Tratamento de efluentes 36, 46

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Sustentabilidade:

Abordagem científica e
de inovação tecnológica

2




Ano 2022

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Sustentabilidade:

Abordagem científica e
de inovação tecnológica

2



 **Atena**
Editora
Ano 2022