

FUBÁ EXTRUSADO DE MILHO ENRIQUECIDO COM CONCENTRADO PROTEICO DE TILÁPIA

Extruded cornmeal enriched with tilapia fish protein concentrate

Sabrina Campos Sbaraini¹; Melina Franco Coradini²; Gislaine Gonçalves Oliveira²; Ghiovani Zanzotti Raniero²; Sabrina Martins dos Santos²; Rafaela Dorne Bronzi²; Marcos Antonio Matiucci²; Gabriela Hernandez Granzoto²; Angélica de Souza Khatlab²; Eliane Gasparino²; Matheus Pereira Meyer²; Maria Luiza Rodrigues de Souza²

¹Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil. *E-mail*: sabrinacsbaraini@gmail.com

²Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

Data do recebimento: 08/06/2022 - Data do aceite: 23/08/2022

RESUMO: A população mundial vem crescendo, e com esse grande crescimento é necessário que a produção de alimentos com alto valor nutricional consiga suprir essa demanda, assim como os produtos que contenham concentrado proteico de tilápia é uma excelente alternativa e se enquadram nesse requisito. A cadeia produtiva de tilápia é promissora. Os últimos dados demonstram que o crescimento é constante, porém, no processo de filetagem dessa espécie de peixe, gera-se grandes quantidades de resíduos, que em grande maioria são descartados em locais inadequados. Além de prejudicar o meio ambiente, é importante ressaltar que esses resíduos possuem grande potencial, elevado valor nutricional e diversas opções de utilização. Visando a sustentabilidade e a aplicação viável dos resíduos da indústria pesqueira o objetivo do trabalho foi elaborar fubá extrusado de milho, com diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, além de avaliar, suas características físico-químicas e microbiológicas. A produção do concentrado proteico foi feita através de dois ciclos de lavagem, e utilizou-se peroxitane e BHT, durante o cozimento. Para a elaboração do fubá extrusado de milho, foi utilizada a inclusão do concentrado proteico de tilápia com diferentes níveis 0%, 10%, 20% e 30%, e avaliá-los quanto as suas características físico-químicas e microbiológicas. Conforme aumentou o nível de inclusão no produto, houve aumento no teor proteico, chegando a 16,08% e diminuição no teor de carboidratos, de 89,42% para 75,30%. Além disso, a análise microbiológica indicou que os produtos estavam aptos ao consumo. Conclui-se a indicação da inclusão de 30%.

Palavras-chave: Colorimetria. Composição química. Microbiologia. pH.

ABSTRACT: The world population has been growing, and this great growth brings the necessity that the production of food with high nutritional value meets this demand, as well as products containing tilapia fish protein concentrate are excellent alternative and fit this requirement. The tilapia fish production chain is promising, and the latest data show that the growth is constant, however, in the filleting process of this fish species, large amounts of waste is generated, which mostly is discarded in inappropriate places, consequently damaging the environment. It is important to emphasize that these residues have great potential, increasing nutritional value and several options of its use. Aiming at sustainability and the viable application of waste from the fishing industry, the objective of this work was to elaborate extruded cornmeal with different levels of inclusion of tilapia fish protein concentrate, in addition to evaluating its physical-chemical and microbiological characteristics. The production of protein concentrate was performed through two washing cycles, also peroxitane and BHT were used during cooking. In order to elaborate the extruded cornmeal, the inclusion of tilapia fish protein concentrate at different levels 0%, 10%, 20% and 30% was used, and they were evaluated in terms of their physicochemical, microbiological and sensorial characteristics. As the level of inclusion in the product increased, there was an increase in the protein content, reaching 16.08% and a decrease in the carbohydrate content, from 89.4% to 75.30%, in addition, the microbiological analysis indicated that the products were fit for consumption. The indication of the inclusion of 30% is concluded.

Keywords: Colorimetry. Chemical composition. Microbiology. pH.

Introdução

De acordo com a ONU – Organização das Nações Unidas (2014), a expectativa é que a população mundial chegue a 9,5 bilhões de pessoas em 2050. Esse fato representa a importância da produção de alimentos e da utilização máxima de todos os subprodutos gerados pelos sistemas de produção.

No ano de 2021, a produção mundial de pescado apresentou um aumento de 4,7% em relação ao ano anterior, alcançando 841 milhões de toneladas de peixe de cultivo, dentre eles a tilápia, peixes nativos e outras espécies, sendo que só a produção de tilápia foi de 534.005 toneladas, representando 9,8%

de crescimento sobre o ano de 2021 (PEIXE, 2022). Pela grande produção de pescado e pelo potencial de crescimento que o Brasil apresenta, fica evidente a necessidade de buscar um destino sustentável e rentável aos resíduos gerados pela cadeia do processamento de peixes.

Durante o processamento do pescado, cerca de 50% a 70% da carcaça não é aproveitada e, esse subproduto, pode ter novas aplicações, (CORADINI et al., 2020), como por exemplo na inclusão de pães (CASETTA et al., 2022, SOUZA et al., 2021a, SOUZA et al., 2021b) barra de cereal (MATIUCCI et al., 2020a) patê (MATIUCCI et al., 2020b) o que pode valorizar e agregar mais valor à

cadeia de produção. Um desses subprodutos são as carcaças, constituídas pelas espinhas que possuem resquícios do músculo, e que podem ser convertidas em CMS (carne mecanicamente separada).

A produção de CMS, a partir do subproduto da cadeia de processamento do pescado, é uma alternativa com alto valor nutricional que pode facilmente ser incluído em diversos produtos da alimentação humana. Várias pesquisas já foram desenvolvidas com a inclusão de CMS de peixe em produtos destinados à alimentação humana, como croquetes (BORDIGNON et al., 2010), massa de pizza (OLIVEIRA et al., 2021), hambúrguer (COSTA et al., 2017) linguiça (OLIVEIRA FILHO et al., 2018) empanados (SIGNOR et al., 2020) mortadela (BERNADINO-FILHO et al., 2019) panqueca (OLIVEIRA et al., 2022) entre outros.

Segundo Moreira et al. (2008) a CMS produzida a partir de carcaças de tilápia é uma excelente fonte de proteína e tem alta digestibilidade. Possui em sua composição cálcio, vitaminas do complexo B e ácidos graxos insaturados. A CMS lavado pode apresentar 74,70% umidade, 10,75% proteína bruta, 12,99% lipídeos, 1,00% cinzas na sua composição química (SARY et al., 2009). Porém, devido à alta umidade da CMS, ela é propícia à proliferação microbiana, tendo como alternativa a produção de concentrado proteico a partir dessa massa, com a diminuição da umidade e concentração de nutrientes. Com esse intuito, Vidal et al. (2011) elaboraram um concentrado proteico de tilápia com 1,38% de umidade, 62,39% de proteína bruta, 32,63% para gordura e 2,26% para cinzas.

O fubá é um alimento derivado do milho, adquirido através da moagem seca (REGITANO-D'ARCE et al., 2015). É um produto muito utilizado na alimentação da população, porém apresenta-se como uma fonte calórica com deficiências em macronu-

trientes e alguns micronutrientes essenciais para a manutenção do ser humano. Como os recursos são escassos para uma parcela da população, é importante o desenvolvimento de alimentos proteicos, de bom valor nutritivo e que apresente um preço acessível (GUILHERME; JOKL, 2005).

Além desses fatores, a praticidade de consumo do produto com essa extrusão, não sendo necessário o fubá ser submetido ao tempo elevado de cozimento, como em uma polenta. Com esse método, basta utilizar água quente para obtenção da polenta enriquecida.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi elaborar fubá extrusado de milho, com diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, além de avaliar suas características físico-químicas e microbiológicas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia do Pescado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM). A matéria-prima para elaboração das farinhas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi proveniente da empresa Smart Fish (Rolândia/PR). As carcaças foram transportadas à temperatura de 0°C e congeladas a -18°C até o momento da produção do concentrado proteico.

Para a obtenção do concentrado proteico de tilápia, seguiu-se a metodologia descrita por Alda et al., 2017 com algumas modificações. Utilizou-se carcaças (espinhaço e carne remanescentes do processo de filetagem), retirando as nadadeiras, cabeça, cauda, resquícios de pele e de partes dos sistemas gastrointestinal reprodutor e renal. Após as carcaças limpas, foram passadas pela máquina despulpadora para separar a carne das espinhas, obtendo, então, a carne mecanicamente separada (CMS).

A CMS passou por 2 ciclos de lavagem. No primeiro ciclo, foi adicionado 200% de água, a 5°C em relação a massa de matéria prima, em saco de tecido de algodão. Foi agitado por 5 minutos e o excesso de água esgotado. Para o segundo ciclo de lavagem foram adicionados dentro do saco 200% de água, a 5°C e 0,03mg/kg de ácido fosfórico em relação ao peso da matéria prima. O saco foi agitado por 15 minutos e retirado o excesso de água e depois foi submetido à centrifugação por 13 minutos para a retirada do excesso de água junto com impurezas. Realizados todos os ciclos, a massa foi colocada em uma panela com 100% de água a 100°C, 0,1mg/kg de peroxitane ®1512AL e 0,5mg/kg de BHT e cozida durante 30 minutos. Foi, então, submetida à prensagem em prensa hidráulica, com capacidade de 10 toneladas, para a retirada do excesso de água e gordura, e moída em moedor de carne. O material obtido foi desidratado em estufa de secagem de ar forçada, a 60°C, por 24 horas. Após o produto desidratado, o mesmo foi triturado e novamente moído em moinho tipo faca (Willye – modelo TE-650). Por fim, o concentrado proteico de tilápia foi embalado e armazenado em freezer a -5°C, até o momento da elaboração do fubá extrusado de milho.

Para a elaboração do fubá extrusado de milho, a inclusão do concentrado proteico de tilápia foi realizada em diferentes níveis 0%, 10%, 20% e 30% no griz de milho. O concentrado foi colocado em bandejas, juntamente com o griz de milho e homogeneizado, para ser colocado diretamente na entrada do sistema de extrusão. A extrusão foi realizada em uma extrusora inbramaq RX-50, com 10cvts de potência, monorosca de 20cm, 400 rpm, com 2 furos de 2mm na matriz de saída. Após a extrusão o produto foi desidratado e triturado, com uma nova moagem, para obtenção da fina granulometria característica do fubá. O fubá pronto foi

embalado a vácuo e armazenado em freezer a -5°C, até o momento das análises.

A análise de composição química foi realizada no LANA - Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá. A metodologia empregada para a determinação dos teores de umidade e cinzas foi a AOAC (2005), sendo todas as amostras de fubá extrusado de milho analisadas em triplicada. Já para a proteína bruta utilizou-se o método de semi-micro Kjeldahl (SILVA; QUEIROZ, 2002) e para a extração dos lipídios totais, o método Bligh e Dyer (1959). O valor calórico (VC) foi determinado segundo Souci et al. (2000), obtido pela soma da multiplicação do teor de proteína bruta (PB), lipídios totais (LT) e carboidratos (CB) multiplicados pelos fatores 4, 9 e 4, respectivamente. Seguindo a fórmula:

$$VC \text{ (Kcal/Kg)} = PB \times 4 + LP \times 9 + CB \times 4. \quad (1)$$

Para a medição do pH, foram utilizadas amostras homogeneizadas de fubá (10 gramas) com água destilada (1:2 amostras/águas). O homogeneizado foi submetido aos eletrodos do pHmetro (DM 22, Digimed, São Paulo, Brasil), durante 5 minutos, quando foi procedida a leitura do pH. A atividade de água de cada tratamento foi determinada, utilizando o aparelho da marca Aw Sprint – Novasina TH-500.

As análises microbiológicas dos fubás extrusados de milho, com diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, foram realizadas no laboratório de Microbiologia e Microscopia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá – UEM, onde foram amostrados 100g de cada tratamento. As análises realizadas foram para o número mais provável (NMP) de *Coliformes* a 35°C e 45°C, contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva em unidade formadora de colônia (UFC)/grama e de *Salmonella spp.*,

de acordo com APHA (2001). O protocolo microbiológico seguiu os padrões recomendados pela Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2019).

Na análise colorimétrica foi utilizado o colorímetro portátil CR-400 Minolta Chromameter (Minolta Cia Ltda.), calibrado com branco padrão antes das leituras. Os resultados foram expressos pelos parâmetros L^* , luminosidade, a^* intensidade da cor vermelha e b^* , intensidade da cor amarela. As determinações de cor seguiram a proposição de Ferreira (1981).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso. Os resultados das variáveis analisadas foram apresentados como média \pm desvio padrão para cada nível de inclusão testado. Para comparar os tratamentos foi utilizada ANOVA, seguido de regressão a 5% de probabilidade. Em todas as análises foi utilizado o programa SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA (2010) Não foi realizada análise estatística para os resultados da microbiologia, sendo essa, apenas para caracterização do produto.

Resultados e Discussão

Os fubás enriquecidos com os diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia apresentaram diferenças significativas ($P < 0.05$) para os teores de umidade, proteína bruta, cinzas, carboidratos totais e para o valor calórico. Não apresentaram diferenças significativas entre os níveis de inclusão apenas no teor de lipídios totais, com um valor médio de 0,32% (Tabela I). Para o mesmo nutriente, alguns autores observaram em fubás, também extrusados de milho, teores variando de 0,57 a 0,79% (CARVALHO et al., 2010; SILVA et al., 2016). Entretanto, de acordo com Paula et al. (2020), o teor de lipídios totais em fubá de milho é de 4%.

Segundo Gwartz e Garcia-Casal (2014) fubás elaborados a partir do gérmen de milho apresentam os teores médios de 12% de umidade, 9,08% de proteína bruta, 4% de extrato etéreo, 1,7% de cinzas e 76,3% de carboidratos. Esses valores diferem dos obtidos no presente trabalho, até mesmo para o tratamento controle, com valores de 7,44%, 2,68%, 0,34%, 0,10% e 89,42%, respectivamente (Tabela I). Essa diferença ocorreu, provavelmente, pela utilização somente do gérmen do milho, pelos autores citados, para a elaboração do fubá, já que esta parte do grão de milho contém quantidades importantes de proteínas cerca de 26% (BARROS; CALADO, 2014). Os mesmos autores abordam, ainda, a importância da fortificação de ingredientes produzidos à base de milho destinados para a alimentação humana e animal, o que é corroborado por esse estudo, já que com a inclusão de 30% de concentrado proteico de tilápia no fubá extrusado de milho, obteve-se um aumento de 2,68% para 16,08% no teor de proteína bruta, inalterando o teor lipídico do alimento (Tabela I).

Em farinhas elaboradas à base de milho, outros autores observaram teores variando de 10,61 a 12% para umidade, de 6,15 a 9,08% para proteína bruta, de 0,2 a 1,7 para cinzas e teores acima de 80% para os carboidratos totais (CARVALHO et al., 2010; SILVA et al., 2016; PAULA et al., 2020).

Os resultados da análise de regressão ($p < 0.05$) mostram que os nutrientes proteína bruta e cinzas apresentaram efeitos lineares positivos, ou seja, quanto maior foi a inclusão do concentrado proteico de tilápia no fubá extrusado de milho, maiores foram os teores obtidos para esses nutrientes. Enquanto que, para os teores de umidade e carboidratos totais, além do valor calórico, apresentaram efeitos lineares negativos, diminuindo os seus valores, conforme aumentou a porcentagem de inclusão (Figura 1).

Tabela I. Umidade (UM), proteína bruta (PB), lipídios totais (LT), cinzas (CZ), carboidratos totais (CHOs) e valor calórico (VC) de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia

Níveis de inclusão (%)	Composição química (%)					VC (Kcal/100g)
	UM	PB	LT	CZ	CHOs	
0	7,44±0,07 ¹	2,68±6,88	0,34±0,03	0,10±0,43	89,42±7,20	550,42±16,00
10	8,24±0,87	8,40±1,16	0,32±0,01	0,33±0,20	82,71±0,80	532,76±1,56
20	6,50±0,87	11,07±1,51	0,29±0,02	0,71±0,18	81,42±0,49	535,45±1,03
30	7,32±0,05	16,08±6,52	0,32±0,01	0,97±0,44	75,30±6,92	519,04±15,38
Valor de p. ²	<0,0001	<0,0001	0,9624	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C.V. ³ (%)	7,37	9,11	2,79	9,71	1,08	0,26

¹ Médias ± desvio padrão; ² Valor de significância ³ Coeficiente de variação

Souza et al. (2021), ao elaborarem *sna-cks* extrusados de milho com a inclusão de níveis de farinha de tilápia, 0, 5, 10 e 15%, observaram um aumento linear no teor de proteína bruta, iniciando em 7,06% no tratamento controle e chegando a 11,44% no tratamento com maior nível de inclusão. Ademais, os mesmos autores observaram um comportamento linear negativo para os teores de carboidratos, e não obtiveram diferenças significativas entre os teores de lipídios totais, nos diferentes níveis de inclusão. Portanto, a inclusão do concentrado proteico de tilápia no fubá, se comportou de acordo com os resultados obtidos por Souza et al. (2021). Já Goes et al. (2015) elaborando o mesmo produto que Souza et al. (2021) e fazendo a inclusão de 9% de farinhas de diferentes espécies de peixes, observaram um acréscimo de 2,98% no teor de proteína bruta. Justen et al. (2017) analisando, também, o mesmo produto que os outros autores supracitados, só que com inclusão de farinha de tilápia defumada com até 12%, obtiveram o acréscimo de 4,61% no teor de proteína bruta.

Não houve diferenças significativas ($P < 0.05$) para o pH e a atividade de água (Aw) dos fubás extrusados de milho com níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, com valores médios de 7,03 e 0,27, respectivamente (Tabela II).

Tabela II. Atividade de água (Aw) e pH de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia

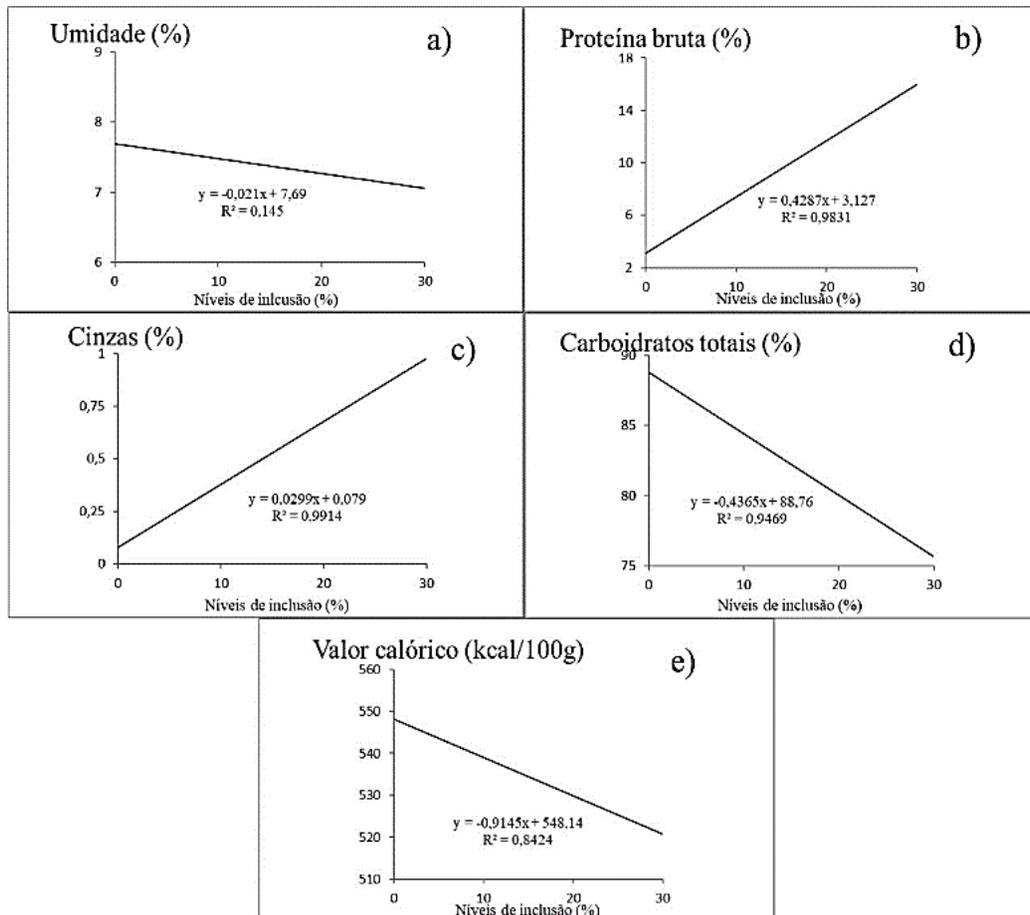
Níveis de inclusão (%)	Parâmetros	
	Aw	pH
0	0,28±0,01 ¹	7,03±0,01
10	0,32±0,04	7,04±0,02
20	0,23±0,05	7,01±0,02
30	0,27±0,01	7,03±0,01
Valor de p ²	0,0852	0,8607
C.V. ³ (%)	0,97	0,51

¹ Médias ± desvio padrão; ² Valor de significância ³ Coeficiente de variação

O pH próximo de 7,0 e alta atividade de água propiciam a multiplicação microbiana. Todavia, mesmo a baixa Aw não impede o desenvolvimento microbiano, devendo sempre ficar atento a alimentos com inclusão de produtos de origem do pescado, como é o caso do concentrado proteico de tilápia (NUNES et al., 2013; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Apesar do pH médio de 7,03, os resultados da microbiologia indicam que todos os fubás elaborados estavam dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira, estando aptos para o consumo humano (BRASIL, 2019). Com valores menores que 3 para o número mais provável de *Coliformes* a

Figura 1. Gráficos e equações de regressão dos teores de umidade (a), proteína bruta (b), cinzas (c), carboidratos totais (d) e valor calórico (f) de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia



35°C e 45°C (¹NMP/g), a contagem de *Estafilococos Coagulase Positiva* (UFC/g) foi de 1×10^2 e a pesquisa de *Salmonella Spp.* em 25g de amostra foi ausente, mostrando que esse tipo de produto não possui alta capacidade de proliferação microbiana, o que aumenta sua durabilidade e vida útil.

Com relação a colorimetria dos fubás extrusados de milho, com diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, houve diferenças significativas ($p < 0.05$) para a luminosidade (L) e a intensidade da cor

amarela (b*), enquanto que, para a intensidade da cor vermelha (a*), não houve diferença entre os tratamentos avaliados, com um valor médio de 2,24 (Tabela III).

As agroindústrias que fabricam derivados do milho consideram importante a coloração de seus produtos, já que esse aspecto interfere diretamente na intenção de compra, por parte dos consumidores. É desejável que estes tipos de produtos tenham uma coloração mais intensa alaranjada Silva (2019).

Segundo Silva (2019) o fubá elaborado a base de milho possui os valores de 57,13 para L, 17,5 para a* e 36,4 para b*, valores esses discrepantes com os obtidos no presente trabalho. Pois, os fubás extrusados de milho foram mais claros, com uma luminosidade obtida para o controle (0%) de 79,89. Além disso, a intensidade da cor vermelha (a*) foi bem inferior, média de -2,24, quando comparada com o valor obtido por Silva (2019), o que indica que os fubás extrusados ficaram mais amarelos do que os avaliados pelo autor citado.

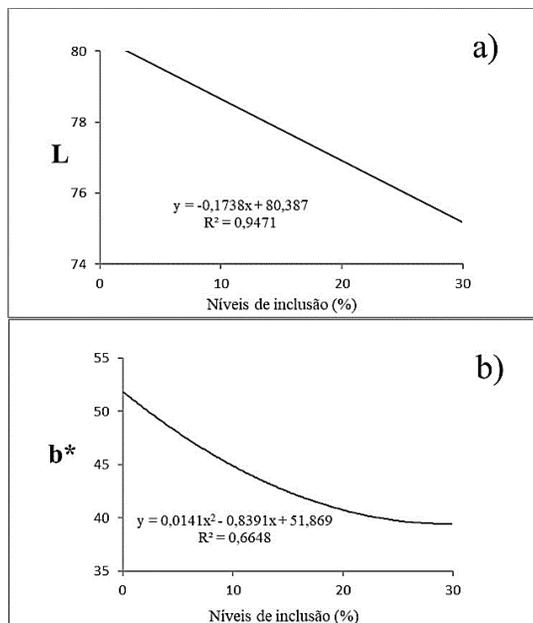
Tabela III. Luminosidade (L), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*) de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia

Níveis de inclusão (%)	Colorimetria		
	L	a*	b*
0	79,89±2,11 ¹	-2,27±0,03	50,33±6,10
10	79,37±1,59	-2,39±0,14	49,51±5,28
20	76,96±0,82	-2,07±0,16	36,13±8,10
30	74,90±2,88	-2,23±0,01	40,97±3,26
p. valor	<0,0001	0,3045	<0,0001
C.V. ²	0,78	-8,48	2,10

¹ Médias ± desvio padrão; ² Valor de significância ³ Coeficiente de variação

A análise de regressão ($p < 0.05$) da colorimetria mostra que conforme foi realizado o aumento da inclusão de concentrado proteico no fubá extrusado de milho, houve, também, diminuição da luminosidade, indicando um efeito linear negativo (Figura 2). Assim, o fubá extrusado de milho, sem inclusão do concentrado proteico de tilápia, obteve uma coloração mais clara e o com 30% mais escura. Contudo, não ocorreu o mesmo para a intensidade da cor b*, que apresentou um comportamento quadrático, alternando a diminuição e aumento, entre os níveis de inclusão, dos valores obtidos (Figura 2).

Figura 2. Gráficos e equações de regressão da luminosidade (a) e intensidade da cor amarela (b) de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia



Justen et al. (2011) observaram que o aumento gradual de 0 a 12% de inclusão, de farinha de tilápia aromatizada, em snacks extrusados de milho, causou uma diminuição linear na luminosidade: o nível de 12% mostrou o valor de 73,63 e o nível de 0%, o valor de 79,12, para L. Também, Goes et al. (2015) observaram uma diminuição de 79,12 para 70,24 na luminosidade em snacks extrusados de milho quando se adicionou 9% de farinha de tilápia. Os trabalhos aqui citados ratificam o comportamento, com relação a luminosidade, apresentado pelos fubás extrusados de milho, com a inclusão de níveis de concentrado proteico de tilápia.

Conclusão

Todos os fubás extrusados de milho estavam aptos para o consumo. Além disso,

quanto maior foi a inclusão de concentrado proteico de tilápia, melhor foi o valor nutricional do produto. Portanto, mesmo obtendo um produto mais escuro, indica-se a inclusão de 30%, sendo necessárias pesquisas futuras,

a fim de verificar a possibilidade de inclusões superiores a 30%. Desta forma, a inclusão de produtos oriundos de resíduos da indústria pesqueira é uma excelente alternativa de aproveitamento.

REFERÊNCIAS

- ALDA, P. C.; SOUZA, M. L. R. D.; MANTOVANI, L. S. C.; BRONHARO, B. A.; GASPARINO, E. Composição centesimal de pirão elaborado a partir do concentrado proteico de diferentes espécies de peixes. **Eventos Epcc - Encontro Internacional de Produção Científica X EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica**, 2017.
- AOAC, Associations of Official Analytical Chemists. **Official methods of analyses of the association of analytical chemists** (18th ed.). USA, 2005.
- APHA, American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, DC. 2001.
- BARROS, J. F. C; CALADO, J. G. A. Cultura do Milho. **Évora**: Universidade
- BERNADINO FILHO, R.; SILVA, O. S.; QUEIROGA, A. X. M.; OLIVEIRA, S. N.; OLIVEIRA, M. N.; VASCONCELOS, U. A. A. Sensory Evaluation of Shrimp Flavored Nile Tilapia Mortadella. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 38, n. 5, p. 1-8, 2019.
- BLIGH, E.; GRAHAM; DYER, W. JUSTIN. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BORDIGNON, A. C.; DE SOUZA, B. E.; BOHNENBERGER, L.; HILBIG, C. C.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Publicado no Diário Oficial da União de 26 de dezembro de 2019.
- CARVALHO, C. W.; TAKEITI, C. Y.; ONWULATA, C. I.; PORDESIMO, L. O. Relative effect of particle size on the physical properties of corn meal extrudates: Effect of particle size on the extrusion of corn meal. **Journal of food engineering**, v. 98, n. 1, p. 103-109, 2010.
- CASSETTA, J.; OLIVEIRA, G. G.; GRANZOTO, G. H.; DE OLIVEIRA, E. R. N.; BRONZI, R. D.; PEREIRA, M. F. G.; DE SOUZA, M. L. R. Avaliação nutricional de pão caseiro enriquecido com farinha a partir de carcaça de tilápia elaborada por diferentes metodologias Nutritional evaluation of homemade bread enriched with flour from tilapia carcass prepared by different methodologies. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, 30011-30026, 2022.
- CORADINI, M. F.; CAVICCHIOLI, N.; CHAMBO, A. P. S.; LUCCA, G. Inclusão de farinha de peixes de diferentes espécies em massa de esfirra aberta inclusion of fish flour of different species in open sphere pasta. In: **Ciagro**. Ciência tecnologia e inovação do campo a mesa. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1976.pdf>, 2020. Acesso em: 08 jun. 2022.

- COSTA, D. P. S. D. Desenvolvimento de hambúrguer com carne mecanicamente separada de carcaça e de refil de tilápia: caracterização microbiológica, físico-química e sensorial. 2017. **Tese de Doutorado** (Engenharia e Ciência de Alimentos – IBILCE)- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, SP, 2017.
- DA SILVA, E. M. M.; ASCHERI, J. L. R.; ASCHERI, D. P. R. Quality assessment of gluten-free pasta prepared with a brown rice and corn meal blend via thermoplastic extrusion. **LWT-Food Science and Technology**, v. 68, p. 698-706, 2016.
- DE OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; REIS, P. V. M.; DE ARAÚJO, I. B.; RAUL, L. J.; SHINOHARA, N. K. S.; DAZA, T. E. L. Avaliação de linguças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a diferentes métodos de defumação. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 35, n. 2, 2018.
- DE OLIVEIRA, R. G.; MERGEN, M.; SIGNOR, A.; DE SOUZA, M. L. R. Qualidade nutricional, microbiológica e sensorial da massa de pizza com inclusão de CMS de tilápia do Nilo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e530101018986-e530101018986, 2021.
- DE SOUZA, M. L. R. et al. Diferentes níveis de inclusão de farinha elaborada a partir de carcaças cozidas de tilápia do Nilo em pão caseiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e389101220208-e389101220208, 2021a.
- DE SOUZA, M. L. R. et al. Pão caseiro com inclusão de diferentes níveis de aparas (corte em “v”) de tilápia defumadas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e495101220458-e495101220458, 2021b.
- FERREIRA, V. L. P. Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos. **Campinas**, p. 85, 1981.
- FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos alimentos. (S.L.): **Atheneu**, 2008, 182p.
- GOES, E. S. D. R.; SOUZA, M. L. R. D.; CAMPELO, D. A. V.; YOSHIDA, G. M.; XAVIER, T. O.; MOURA, L. B. D.; MONTEIRO, A. R. G. Extruded snacks with the addition of different fish meals. **Food Science and Technology**, v. 35, p. 683-689, 2015.
- GOES, E. S. dos R. Inclusion levels of flour made from smoked Nile tilapia trimmings in extruded corn snacks. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e33410817243-e33410817243, 2021.
- GUILHERME, F. F. P.; JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoito. **Food Science and Technology**, v. 25, p. 63-71, 2005.
- GWIRTZ, JEFFREY A.; GARCIA-CASAL, M. N. Processing maize flour and corn meal food products. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1312, n. 1, p. 66-75, 2014.
- JUSTEN, A. P.; FRANCO, M. L. R. S.; MONTEIRO, A. R. G.; MIKCHA, J. M. G.; GASPARINO, E.; DELBEM, A. B. Inclusión de harina de pescado en snacks. **Infopesca Internacional**, v. 47, n. 3, p. 35-38, 2011.
- JUSTEN, A. P.; SOUZA, M. L. R. D.; MONTEIRO, A. R.; MIKCHA, J. M.; GASPARINO, E.; DELBEM, Á. B.; DEL VESCO, A. P. Preparation of extruded snacks with flavored flour obtained from the carcasses of Nile tilapia: physicochemical, sensory, and microbiological analysis. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 26, n. 3, p. 258-266, 2017.
- MATIUCCI, M. A. et al. Aproveitamento de resíduos da filetagem de tilápia na produção de patê com adição de óleo essencial de orégano. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e59510213059-e59510213059, 2021b.
- MATIUCCI, M. A. et al. Savory cereal bars made with seed, fruit peel, and fish meal. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 14, n. 4, 2020a.

- MOREIRA, R. T.; LEMOS, A. L. D. S. C.; HARADA, M. M.; CIPOLLI, K.; MENDES, E. S.; GUIMARÃES, J. L.; CRISTIANINI, M. Desenvolvimento e aceitação de embutido emulsionado tipo mortadela elaborado com tilápia (*Oreochromis niloticus* L.). **Hig. Aliment**, p. 47-52, 2008.
- NAÇÕES UNIDAS. World urbanization prospects: the 2014 revision: highlights. New York: 2014.
- NUNES, E. S. C. L.; BITTENCOURT, R. H. F. P. M.; SILVA, M. C., MÁRSICO, E. T.; FRANCO, R. M.; Avaliação da qualidade do camarão salgado seco (aviú) e da farinha de peixe (piracuí) comercializados em mercados varejistas da cidade de Belém, Pará. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 7, n. 2, p. 147-54, 2013.
- OLIVEIRA, G. G.; THOMAZINI, A. A. C.; GRANZOTO, G. H.; GASPARINO, E., CASSETTA, J.; FEIHRMANN, A. C. et al. Panquecas sem glúten enriquecida com mix desidratado proteico de salmão e tilápia. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 29909-29928, 2022.
- PAULA, P. R. P.; JÚNIOR, A. P. N.; DE SOUZA, W. L.; DE ABREU, M. J. I.; TEIXEIRA, R. M. A.; CAPPELLE, E. R.; TAVARES, V. B. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiacu com inclusão fubá de milho. **Pubvet**, v. 14, p. 148, 2020.
- PEIXE, B. R. 2022. Anuário Peixe BR da Piscicultura 2021. São Paulo **Associação Brasileira de Piscicultura**, 1-79, 2021.
- REGITANO-DARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F.; CASTELLUCCI, A. C. L. Processamento e industrialização do milho para alimentação humana. **Visão Agrícola**, n. 13, p. 138-140, 2015.
- SARY, C.; FRANCISCO, J. G. P.; DALLABONA, B. R.; DE MACEDO, R. E. F.; GANECO, L. N.; KIRSCHNIK, P. G. Influência da lavagem da carne mecanicamente separada de tilápia sobre a composição e aceitação de seus produtos. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 7, n. 4, p. 423-432, 2009.
- SAS. Institute Inc. 2010. **Guia do usuário SAS/STAT, versão 9.3 of the SAS System for Windows**. Cary. EUA. 1, 943.
- SIGNOR, F. R. P.; SIGNOR, A. A.; COLDEBELLA, P. F.; SIMÕES, G. S.; BOSCOLO, W. R. Increase in the nutritional quality of tilapia mechanically separated meat and application in fish patties. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 47047-47061, 2020.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise De Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos, Viçosa, **Universidade Federal De Viçosa**, ed. 3, p. 235, 2002.
- SILVA, JULYA RACHEL ANDRADE DA. Milho não transgênico- Caracterização e formulação de produtos. 2019.
- SOUCI, S. W. et al. **Food composition and nutrition tables**. 2000.
- SOUZA, M. L. R. de; SILVA, D. D. S. da; PEREIRA, I. L. .; ROCHA, L. M. P.; OLIVEIRA, G. G. .; CORADINI, M. F. .; MATIUCCI, M. A. .; FEIHRMANN, A. C.;
- VIDAL, J. M. A., RODRIGUES, M. D. C. P., ZAPATA, J. F. F., & VIEIRA, J. M. M. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 92-99, 2011.

