



Propriedades físico-químicas e tecno-funcionais de extrusados de milho adicionados de farinhas de casca de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth).

Palavras-Chave: Frutas da Amazônia, Coprodutos, Produtos extrusados, Carotenóides.

Autores(as):

Mariana Almeida Santos, FEA - UNICAMP.

Prof^(a). Dr^(a). Lilian Regina Barros Mariutti - Orientadora, FEA - UNICAMP.

Jhonathan Vinicius Menezes - Coorientador, FEA-UNICAMP

1. Introdução.

Os produtos extrusados são alimentos consumidos por diferentes tipos de público. O processo de extrusão envolve a modificação do formato e das propriedades de uma massa original por meio de processos mecânicos, calor e umidade. Esse processo é amplamente utilizado para produção de alimentos prontos para consumo, como cereais, macarrão instantâneo, e com destaque os snacks (Embrapa, 2021; Bouvier & Campanella, 2014).

A pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) é uma palmeira classificada como *Areaceae/Palmae* e é encontrada na região amazônica. A casca dos frutos da pupunheira correspondem a 7% do peso da fruta e apresenta elevado valor nutricional, além da presença de importantes carotenóides com atividade biológica (Matos et al, 2019; Silva et al, 2022; De Rosso & Mercadante, 2007, Chisté et al, 2021).

No mercado atual, observa-se uma tendência crescente da adição de co-produtos de frutas em produtos alimentícios que possuem baixo valor nutricional, como por exemplo, os extrusados. Essa prática visa enriquecer os perfis nutricionais desses alimentos, e modificar o destino final dos subprodutos gerados nas indústrias de processamento de frutas e vegetais (Maskan & Altan, 2012; Tanumihardjo, 2008).

Logo, este estudo propõe a avaliação da adição de farinhas feitas com as diferentes cascas de pupunha, amarela e alaranjada, a um snack extrusado produzido a partir da farinha de milho. Dessa forma, busca-se utilizar as cascas desse fruto para aumentar a quantidade de nutrientes e compostos bioativos em produtos extrusados, e conseqüentemente, o seu valor nutricional.

2. Metodologia.

2.1. Obtenção e processamento das cascas de pupunha e tucumã

A coleta dos frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) foi realizada no estado do Pará. Os frutos colhidos tinham variações na coloração de sua casca, apresentando cascas amarelas e cascas alaranjadas. A partir desses dois tipos de cascas, foram obtidas duas farinhas diferentes, uma originada da casca amarela e outra da casca alaranjada. Para

obtenção dessas farinhas, as cascas foram submetidas a um processo de secagem em estufa de circulação forçada a 60° C e o material seco foi moído utilizando um moinho de facas.

2.2. Obtenção e processamento dos extrusados.

Foram preparadas três formulações para obtenção de diferentes snacks extrusados a partir da farinha de milho e das farinhas de casca de pupunha.

A primeira formulação é constituída apenas por farinha de milho (controle - C), a segunda por 7,5% de farinha de casca de pupunha amarela e 92,5% de farinha de milho (EA), e a terceira por 7,5% de farinha de casca de pupunha alaranjada e 92,5% de farinha de milho (EL). Essas misturas foram condicionadas com água potável, homogeneizadas e adicionadas à extrusora para produção dos snacks.

2.3. Caracterização das farinhas e dos extrusados.

Para caracterização das farinhas e dos extrusados foram realizadas as seguintes análises: análise de cor, utilizando os parâmetros CIELAB; análise centesimal (cinzas, umidade, proteínas, lipídeos e carboidratos); microscopia eletrônica de varredura (MEV) e carotenóides totais através da espectrofotometria UV-vis.

A análise de carotenóides individuais foi realizada, até o momento, apenas nas farinhas de casca de pupunha, utilizando o método de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) acoplada ao detector de arranjo de diodos (DAD).

2.4. Propriedades funcionais dos extrusados

A fim de caracterizar as propriedades funcionais dos extrusados foram realizadas análises de: atividade de água (Aw), textura, índice de expansão (IE), densidade bulk (DB), índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA). Também foi realizado um ensaio de fotos dos snacks.

3. Resultados e Discussão.

Realizou-se a análise estatística dos dados utilizando o software OriginLab, por meio da análise de variância (ANOVA) e do Teste de Tukey, a 95% de significância, a fim de determinar a diferença entre as médias obtidas.

3.1. Caracterização das farinhas e dos extrusados.

Os resultados da análise de cor das farinhas de casca e das três formulações de extrusados podem ser observados na Tabela 1.

Formulação	L*	a*	b*
Farinha de casca amarela (FA)	61,38 ± 0,37 ^b	11,81 ± 0,31 ^b	35,25 ± 0,28 ^b
Farinha de casca alaranjada (FL)	58,4 ± 0,27 ^c	22,72 ± 0,19 ^a	36,39 ± 0,52 ^a
Extrusado controle (C)	70,87 ± 0,15 ^a	4,16 ± 0,01 ^c	29,15 ± 0,09 ^c
Extrusado amarelo (EA)	70,52 ± 0,31 ^a	8,48 ± 0,35 ^d	35,10 ± 0,70 ^b
Extrusado alaranjado (EL)	71,18 ± 1,12 ^a	10,42 ± 0,11 ^c	34,82 ± 0,13 ^b

Tabela 1 - Resultados obtidos na análise de cor das farinhas de casca de pupunha e dos extrusados.

Em relação às farinhas de casca, pode-se notar que a farinha alaranjada apresenta os maiores valores em a* e b*. Tal fator reflete diretamente nos extrusados, visto que o

extrusado alaranjado também apresenta os maiores valores desses índices.

Já na Tabela 2, pode-se observar os valores obtidos após a análise centesimal das amostras.

Formulação	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídeos (%)	Proteínas (%)	Carboidratos (%)
FA	3,66 ± 1,11 ^b	2,01 ± 0,00 ^b	19,65 ± 0,93 ^b	10,42 ± 0,26 ^c	67,91 ± 0,76 ^c
FL	3,60 ± 0,12 ^b	2,41 ± 0,04 ^a	22,41 ± 0,50 ^a	8,60 ± 0,60 ^c	66,59 ± 0,69 ^c
C	3,75 ± 0,01 ^b	0,34 ± 0,02 ^d	0,56 ± 0,10 ^c	7,09 ± 0,08 ^c	92,01 ± 0,14 ^a
EA	5,23 ± 0,05 ^a	0,49 ± 0,05 ^c	0,96 ± 0,04 ^c	7,12 ± 0,25 ^a	91,42 ± 0,31 ^b
EL	3,91 ± 0,02 ^{ab}	0,52 ± 0,04 ^c	1,07 ± 0,10 ^c	7,48 ± 0,18 ^b	90,92 ± 0,28 ^{ab}

Tabela 2 - Resultados obtidos através da análise centesimal das farinhas de casca de pupunha e extrusados.

A partir desses valores, nota-se que a maior variação em relação às farinhas e aos extrusados é a quantidade de lipídios. Há uma quantidade muito menor de lipídeos nos extrusados do que nas farinhas isoladas. Isso ocorre porque, a porcentagem de farinha de casca na formulação dos extrusados é de apenas 7,5%.

As imagens resultantes das análises de microscopia eletrônica de varredura podem ser observadas na Figura 1 e Figura 2.

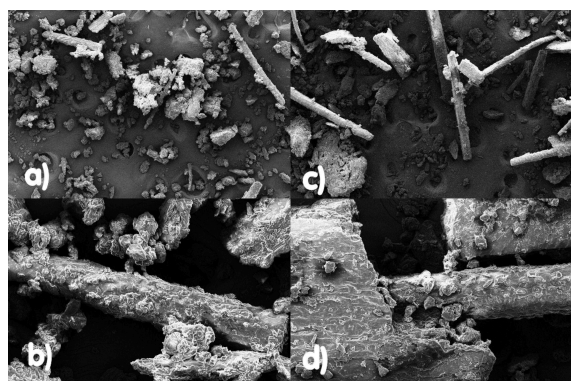


Figura 1 - MEV das farinhas de casca de pupunha.

a) e b) correspondem à farinha de casca amarela.

c) e d) correspondem à farinha de casca laranja

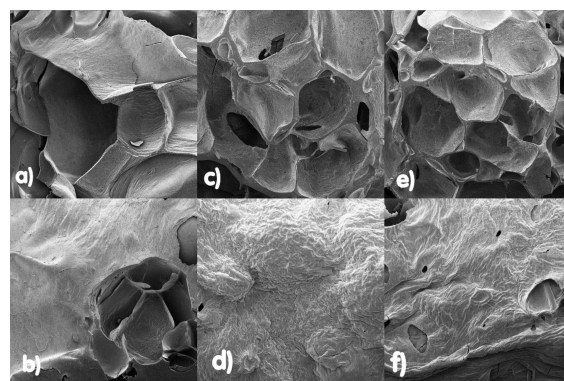


Figura 2 - MEV dos extrusados

a) Corte transversal C, b) Superfície C

c) Corte transversal EA, d) Superfície EA

e) Corte transversal EL e f) Superfície EL.

Na Figura 1, é possível perceber a presença significativa de fibras nas duas farinhas. Na Figura 2, pode-se notar a porosidade dos extrusados.

Em relação à quantificação de carotenóides totais, os valores obtidos podem ser observados na Tabela 3.

Formulação	Carotenóides totais (µg/g)
FA	53,18 ± 23,77 ^b
FL	850,98 ± 17,25 ^a

C	2,39 ± 0,07 ^c
EA	9,79 ± 2,49 ^c
EL	22,47 ± 2,38 ^{bc}

Tabela 3 - Carotenoides totais das farinhas de casca de pupunha e extrusados.

Nota-se que a quantidade de carotenóides totais na farinha de casca alaranjada é maior que na farinha amarela. Esse valor se reflete nos extrusados, visto que o extrusado com maior quantidade de carotenóides totais é o extrusado alaranjado.

Por fim, na análise de carotenóides individuais identificou-se os seguintes compostos nas farinhas de casca de pupunha amarela e alaranjada: (all-*E*)-Luteína, 13*Z*-Luteína, 13*Z*-β-Caroteno, 9*Z*-α-Caroteno, (all-*E*)-β-Caroteno, 9*Z*-β-Caroteno, (all-*E*)-γ-Caroteno, 9*Z*-Licopeno (isômero 2), (all-*E*)-Licopeno, (all-*E*)-α-Caroteno, (all-*E*)-δ-Caroteno, di-*Z*-γ-Caroteno (isômero 2), 13*Z*-Licopeno, 9*Z*-γ-Caroteno, 9*Z*-Licopeno (isômero 1).

2.2. Propriedades funcionais dos extrusados

Os resultados das análises de atividade de água (*Aw*), índice de expansão (*IE*), densidade bulk (*DB*), índice de absorção de água (*IAA*), índice de solubilidade em água (*ISA*), e textura podem ser observados na Tabela 4.

Formu- lação	<i>Aw</i>	<i>IE</i>	<i>DB</i> (kg/ m ³)	<i>IAA</i> (g/g)	<i>ISA</i> (%)	Textura (N)
C	0,15 ± 0,00 ^b	3,50 ± 0,12 ^b	1,75 ± 0,16 ^a	8,76 ± 0,51 ^b	0,60 ± 0,13 ^a	21,49 ± 5,15 ^b
EA	0,21 ± 0,00 ^a	3,88 ± 0,20 ^b	1,99 ± 0,15 ^a	9,59 ± 0,39 ^{ab}	0,23 ± 0,05 ^b	19,84 ± 6,68 ^b
EL	0,21 ± 0,00 ^a	3,30 ± 0,18 ^a	2,00 ± 0,15 ^a	10,06 ± 0,13 ^a	0,21 ± 0,04 ^b	31,97 ± 13,78 ^a

Tabela 4 - Caracterização das propriedades funcionais das três formulações de extrusados.

Pode-se perceber que os parâmetros apresentam valores próximos entre os três tipos de extrusados, com exceção da textura e *ISA*. O extrusado alaranjado apresenta o maior valor na análise de textura, indicando maior dureza que os demais extrusados. Já em relação ao *ISA*, nota-se que a formulação controle possui o maior valor neste parâmetro, indicando maior solubilidade em água que os extrusados acrescidos de farinha de casca.

Na Figura 3, pode-se observar o resultado do ensaio fotográfico realizado com os produtos extrusados já secos.

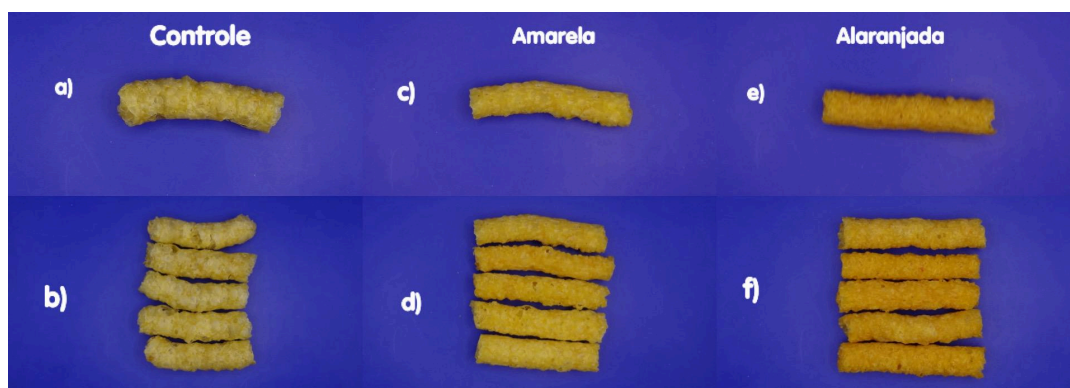


Figura 3 - Produtos obtidos após o processo de extrusão.

Como verificado no teste de análise de cor, é possível perceber a diferença entre a coloração das três diferentes formulações. O extrusado alaranjado apresenta coloração com maior tendência para o vermelho/amarelo.

4. Conclusão.

A adição das farinhas de casca de pupunha, tanto amarela quanto alaranjada, aos extrusados produzidos a base de farinha de milho modifica as características físico-químicas e tecno-funcionais desses produtos.

Pôde-se perceber mudanças na coloração dos produtos, visto que extrusados acrescidos de farinha de casca apresentam cores mais vibrantes. Tal característica é desejada dentro do mercado de snacks, principalmente no de salgadinhos extrusados de milho, onde muitas vezes são adicionados aditivos para mudança da coloração. Destaca-se a diferença na dureza entre os extrusados, e também em sua porosidade.

Por fim, notou-se o acréscimo na quantidade de carotenoides totais nos snacks após a adição das farinhas de casca. O aumento do teor desses compostos nos extrusados modifica o seu valor nutricional, uma vez que muitos desses carotenóides são compostos bioativos. Tal resultado, corrobora com o objetivo inicial do projeto.

5. Bibliografia

ASCHERI, J. L. R. **Extrusão**. EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/extrusao>. Acesso em 11 de Julho de 2024.

BOUVIER, Jean-Marie; CAMPANELLA, O. H. **Extrusion processing technology: Food and non-food biomaterials**. John Wiley & Sons, 2014.

CHISTE, R. C. et al. Carotenoid and phenolic compound profiles of cooked pulps of orange and yellow peach palm fruits (*Bactris gasipaes*) from the Brazilian Amazonia. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 99, p. 103873, 2021.

DE ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5062-5072, 2007.

GONÇALVES, José R. et al. Método Gravimétrico de Determinação de Umidade Comparativo à Determinação por Infravermelho. **Revista Processos Químicos**, v. 8, n. 16, p. 61-64, 2014.

MASKAN, M.; ALTAN, A. (Ed.). **Advances in food extrusion technology**. Taylor and Francis group, Florida, USA: CRC press, 2012.

MATOS, K. A. N. et al. Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. **Food Chemistry**, v. 272, p. 216-221, 2019.

TANUMIHARDJO, S. A. et al. Biofortification of staple crops: an emerging strategy to combat hidden hunger. **Comp Rev Food Sci Food Safety**, v. 7, p. 329-34, 2008.