ESTUDO DOS ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE CEREAIS MATINAIS DESENVOLVIDOS COM SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS

Talita Ranger Ajuz (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), Crislaine Vieira Farago (coorientadora), Grasieli Beloni de Melo, Ana Caroline Carneiro, Amanda Voorsluys, Tayla Danieli Lopes Dias, Eliane Dalva Godoy (Orientadora),
e-mail: edgodoy@uepg.br.
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Alimentos.

5.07.02.02-5 - Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal
Palavras-chave: extrusão, farinha de casca de uva, farinha de palmito pupunha.

Resumo
Para atender apelos de saudabilidade, as formulações de cereais matinais vêm sofrendo adaptações. O objetivo deste trabalho foi desenvolver cereais matinais substituindo a base amilácea de milho por diferentes proporções de farinha de subprodutos de uva (FU) e palmito pupunha (FP), obtidos a partir de um delineamento fatorial 2^2, e adoçá-los com xilitol. As análises de caracterização foram: cor (L, a*, b*), densidade aparente, índice de expansão, solubilidade em água e de absorção de água e propriedades mecânicas. O parâmetro L* variou de 32,14±0,78 a 62,73 ± 1,25. A menor luminosidade foi verificada nas formulações com FU. A adição isolada de FP ou FU apresentou densidade aparente 0,34g/cm^3, e índice de expansão de 690,76±147,88 e 645,58±132,78, respectivamente. As formulações com adição de FU apresentaram maior índice de solubilidade em água, o máximo valor verificado foi de 62,13±32,34 g de água/ g de matéria seca. O índice de absorção de água variou de 3,67±0,00 a 5,74 ± 0,54. As menores proporções de FU e FP apresentaram crocância e dureza significativamente semelhante com os cereais matinais elaborados somente com farinha de milho.

Introdução

O crescente interesse dos consumidores por alimentação saudável impulsiona pesquisas para adaptações de formulações de cereais matinais (OLIVEIRA, ROSELL, STEEL, 2015). Como alternativa para desenvolvimento de produtos com aumento do potencial nutricional pode-se utilizar subprodutos agroindustriais que são gerados em grandes quantidades, são ricos em fibras alimentares e compostos bioativos, podendo ser uma suplementação de baixo custo (ELLEUCH et al., 2011).

Na obtenção de produtos extrusados o amido é o principal componente, onde sofre expansão configurando a textura específica dos alimentos assim processados. No desenvolvimento de formulações onde a base amilácea é substituída por materiais que são fontes de fibras alimentares a estrutura física dos produtos pode sofrer alterações que refletirão na qualidade (BOLANHO et al., 2014).

O presente estudo teve como objetivo avaliar as características tecnológicas de cereais matinais desenvolvidos com farinha de subprodutos de uva e palmito pupunha e adoçados com xilitol.

Materiais e Métodos

As cascas de uva Bordeaux desidratadas e os subprodutos de palmito pupunha foram doados por empresas Uva'Só e Marbbel, respectivamente. Foram desidratados e processados em moinho para obtenção de farinhas. Os demais ingredientes foram adquiridos em mercado local.

Foi utilizado um planejamento fatorial 2^2 (Tabela 1) gerando 6 formulações, sendo 1 Kg de cada formulação. As variáveis independentes foram farinha de uva (FU) que variou de 5 a 10%, e farinha de subproduto de palmito pupunha (FP) que variou de 7,5 a 15%. Para completar os 100% da mistura foi adicionado farinha de milho (fubá). A umidade foi ajustada com suco de uva integral até a porcentagem de 18%.

Tabela 1 - Planejamento fatorial 2^2 adotado para as formulações de cereais matinais

Fatores	Níveis		
	-1	0	+1
X_1: FU	0	5,0	10
X_2: FP	0	7,5	15

Formulações	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	X_1	X_2	X_1: FU (%)	X_2: FP(%)
A	-1	1	0	15
B	1	-1	10	0
C	-1	-1	0	0
D	1	1	10	15
E	0	0	5	7,5
F	0	0	5	7,5

FU = Farinha de subproduto de uva; FP = Farinha de subproduto de palmito pupunha

As misturas foram extrusadas, em seguida os cereais foram secos a 60°C até atingirem umidade de 4±1%. Foi realizado recobrimento dos cereais com borrifos de solução saturada de xilitol, esses foram secos a 80°C/ 1 h e acondicionados em embalagens Ziploc®. As análises para avaliação dos parâmetros tecnológicos foram cor instrumental, volume específico, densidade aparente, índice de expansão, propriedades mecânicas a seco e após imersão em leite (OLIVEIRA, SCHMIELE, STEEL, 2017), índice de solubilidade em água (ISA) e de absorção de água (IAA) (SEIBEL e BELÉIA, 2009; BOLANHO et al., 2017).

Resultados e Discussão

Para avaliação da cor instrumental todos os parâmetros avaliados apresentaram diferença significativa ($p<0,05$). O parâmetro L* variou de 32,56±0,56 a 62,73±1,25. Foi observado que os cereais que não continham FU apresentaram-se mais claros. Os parâmetros a* e b* variaram de 2,35±0,18 a 4,68±0,17 e 2,18±0,25 a 27,29±1,02, respectivamente. Esses valores demonstram que os cereais tenderam para coloração vermelha e amarela.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de densidade aparente (DA) que variou de 0,18±0,01 a 0,59±0,02. A DA está relacionada com a expansão onde produtos com maior índice de expansão tendem a apresentar menor densidade aparente. Menores valores de DA foram verificados nas amostras que continham maior proporção de FU e FP, esses subprodutos contêm fibras alimentares, que reduzem a formação de bolhas de ar nos extrusados o que influencia negativamente para expansão do produto e DA (OLIVEIRA, SCHMIELE, STEEL, 2017).

Para os resultados do índice de expansão (IE) dos cereais matinais (Tabela 2), foi verificada diferença significativa entre as formulações. A combinação das maiores proporções de FU e FP nas formulações exerceu influência negativa sobre os valores de índice de expansão, a formulação D, apresentou menor valor de IE.

Tabela 2 – Resultados densidade aparente, índice de expansão, de solubilidade e de absorção de água dos cereais matinais

Formulações	FU* (%)	FP** (%)	DA***	IE****	ISA*****	IAA******
A	0	15	0,34±0,02^{c}	690,76±147,88^{a}	21,85±0,09^{b}	5,15±0,05^{b}
B	10	0	0,34±0,03^{c}	645,58±132,78^{b}	62,13±32,34^{a}	3,81±0,11^{d}
C	0	0	0,18±0,01^{d}	510,81±106,22^{c}	32,39±0,49^{b}	5,74±0,54^{a}
D	10	15	0,59±0,02^{a}	330,61±90,46^{d}	46,19±18,82^{ab}	3,67±0,00^{d}
E	5	7,5	0,45±0,02^{b}	592,09±138,63^{bc}	25,69±4,36^{b}	4,35±0,04^{c}
F	5	7,5	0,45±0,02^{b}	595,80±206,23^{bc}	20,37±0,17^{b}	5,56±0,02^{a}
p-valor (Levene)			0,375	0,009	0,375	0,043
p-valor (ANOVA/ teste Welch)			≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001

*FU: farinha de subproduto de uva; **FP: Farinha de subproduto de palmito pupunha; ***DA: densidade aparente (g/cm^{3}); ****IE: Índice de expansão (%); *****ISA: Índice de solubilidade em água (g.100g^{-1}); ******IAA - Índice de absorção de água (g de água absorvida/g de matéria seca)

O índice de solubilidade em água (ISA) na Tabela 2 apresentou diferença significativa, os resultados variaram de 20,37 a 62,13 g.100g^{-1}. Este índice está relacionado com a quantidade de moléculas solúveis, resultado da hidrólise do amido, ou seja, mede o grau de danificação do amido (OLIVEIRA, SCHMIELE, STEEL, 2017). O índice de absorção de água (IAA) (Tabela 2) variou de 3,67±0,00 a 5,56±0,02, esse parâmetro mede a quantidade de água absorvida pelo amido presente no extrusado.

As propriedades mecânicas avaliadas dos cereais matinais foram dureza (Tabela 3) que mede a força máxima necessária para romper a amostra, e crocância (Tabela 4) que é a força exigida para o *probe* penetrar no cereal (OLIVEIRA, SCHMIELE, STEEL, 2017). Os produtos com os máximos valores de dureza apresentavam em sua formulação a combinação FU e FP, nas maiores proporções. Entretanto a formulação A com 15% de FP, apresentou dureza inferior à formulação sem adição de subprodutos. A crocância foi menor na formulação B, que apresentava 10% de FU. No entanto a combinação de FP e FU influenciou de forma positiva essa propriedade. Em relação à imersão em leite, as amostras seguiram o esperado, com o passar do tempo as propriedades de crocância e dureza foram reduzidas, exceto para dureza da formulação B.

Tabela 3 - Propriedades mecânicas dos cereais matinais

	Dureza (N)				
Formulações	Sem imersão	Imersão 30s	Imersão 1min	Imersão 2min	Imersão 3min
A	4,55±2,56^{b}	3,36±2,03^{c}	4,96±1,97^{cd}	7,68±5,12^{b}	8,48±4,43^{ab}
B	7,28±1,78^{b}	5,52±2,79^{bc}	5,69±2,01^{c}	4,84±1,85^{cd}	11,22±1,98^{a}
C	7,39±2,09^{b}	3,30±0,88^{c}	2,98±0,98^{d}	3,73±1,85^{d}	4,13±2,04^{c}
D	40,39±30,28^{a}	8,89±4,50^{ab}	4,88±2,57^{cd}	11,21±4,95^{a}	10,42±3,28^{a}
E	12,06±6,06^{b}	11,21±6,71^{a}	13,29±4,18^{a}	8,14±3,64^{ab}	8,88±4,77^{ab}
F	8,26±3,10^{b}	4,88±3,77^{c}	8,43±2,13^{b}	8,06±2,30^{ab}	6,14±2,07^{bc}
p- valor (Levene)	≤0,001	0,019	≤0,001	0,012	≤0,001
p-valor (teste de Welch)	0,002	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001
p-valor (ANOVA)	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001

Resultados expressos em média±desvio padrão (n=10). Médias na mesma coluna com letras diferentes são significativamente diferentes (p≤0,05) pelo teste de Fischer LSD.

Tabela 4 - Crocância dos cereais matinais

	Crocância (n° de picos)				
Formulações	Sem imersão	Imersão 30s	Imersão 1min	Imersão 2min	Imersão 3min
A	34,00±9,33^{b}	40,80±9,98^{a}	33,90±9,05^{a}	30,20±10,22^{ab}	27,10±10,55^{a}
B	4,43±1,59^{d}	3,29±0,81^{c}	3,45±0,97^{b}	3,01±1,30^{c}	3,00±1,05^{c}
C	43,50±12,67^{a}	31,10±5,26^{b}	32,80±14,42^{a}	30,00±10,43^{ab}	19,60±6,24^{b}
D	19,30±1,64^{c}	27,60±4,50^{a}	29,20±4,26^{a}	23,40±5,68^{b}	21,30±5,06^{ab}
E	35,70±9,52^{ab}	32,90±10,77^{a}	31,00±6,73^{a}	32,50±7,06^{a}	23,00±6,94^{ab}
F	34,50±11,80^{b}	33,40±7,03^{a}	27,90±9,05^{a}	32,30±12,94^{a}	25,70±8,03^{ab}
p- valor (Levene)	≤0,001	≤0,001	0,004	0,003	0,031
p-valor (teste de Welch)	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001
p-valor (ANOVA)	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001

Resultados expressos em média±desvio padrão (n=10). Médias na mesma coluna com letras minúsculas distintas são significativamente diferentes (p ≤ 0,05) pelo teste de Fischer LSD.

Conclusões

A substituição parcial da fonte amilácea por subproduto de uva proporcionou redução da luminosidade dos cereais, as formulações com subproduto do palmito pupunha apresentaram-se com coloração mais clara. Em relação aos parâmetros a* e b* as amostras tenderam para pigmentação vermelha e amarela. A combinação de FP e FU proporcionou os valores máximos para DA e os menores resultados para IE, a adição isolada FU ou FP propiciou valores mais próximos da formulação elaborada somente com farinha de milho. O índice de absorção de água (IAA) não teve diferenças expressivas entre as seis formulações avaliadas. Os cereais matinais com as menores proporções de FU e FP apresentaram crocância e dureza significativamente semelhante com os cereais matinais elaborados somente com farinha de milho. A aplicação de subprodutos de uva e palmito de pupunha, de maneira isolada ou a combinação em menores proporções, mostrou-se promissora para o desenvolvimento de cereais matinais.

Agradecimentos

À Fundação Araucária pela bolsa concedida e a UEPG pela infraestrutura fornecida.

Referências

BOLANHO, B. C.; DANESI, E. D. G.; BELÉIA, A. D. Characterization of flours made from peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) by-products as a new food ingredient. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 53, p.51-59, 2014.

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v. 124, p. 411-421, 2011.

OLIVEIRA, L. C.; ROSSEL, C. M.; STEEL, C. J. Effect of the addition of whole-grain wheat flour and of extrusion process parameters on dietary fibre content, starch transformation and mechanical properties of a ready-to-eat breakfast cereal. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 50, p. 1504-1514, 2015.

SEIBEL, N. F., BELÉIA, A. D. P. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, p.113-122, 2009.