

ESTABILIDADE AO ARMAZENAMENTO DE MISTURAS TERNÁRIAS DE *Spirulina platensis* E FARINHAS DE TRIGO E AVEIA

Morgana Bervian, Andriele Mann, Daniela Cristiane Piccini, Christian Oliveira
Reinehr, Telma Elita Bertolin, Luiz Carlos Gutkoski*

*Laboratório de Cereais, Curso de Engenharia de Alimentos, Centro de Pesquisa em Alimentação da
Universidade de Passo Fundo*

**Email: gutkoski@upf.br*

RESUMO

Nas misturas de farinhas de cereais, há uma preocupação com a conservação do produto durante o armazenamento, pois ocorre rápida deterioração pelas alterações físicas e químicas. Objetivou-se, com o trabalho, avaliar a influência das matérias primas microalga, farinha de trigo e farinha de aveia na estabilidade ao armazenamento de misturas. As matérias primas utilizadas para a elaboração das misturas foram farinha de trigo tipo 1, farinha de aveia integral e microalga *Spirulina platensis*. As análises foram realizadas no laboratório de Cereais do Centro de Pesquisa em Alimentação da UPF. Para o estudo foi empregado o delineamento de misturas de três componentes, sendo realizado 11 tratamentos. A estabilidade ao armazenamento foi avaliada através das determinações de umidade, atividade de água (a_w), cor, lipídios, acidez graxa e peróxidos. Os resultados foram analisados pelo emprego da análise de variância, no programa Statistica 6.0 da Statsoft, em sistema Windows, sendo determinados os modelos de regressão, coeficientes de determinação e falta de ajuste das equações. Ao longo do armazenamento, o fator tempo não interferiu significativamente em a_w , luminosidade, coordenada de cromaticidade a^* , porém aumentou o teor de lipídios, índice de acidez graxa, teor de umidade e a coordenada de cromaticidade b^* .

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, *Avena sativa*, lipídios, acidez graxa, cor.

1 INTRODUÇÃO

A estabilidade com a resultante manutenção de qualidade e aceitabilidade dos produtos de aveia deve ser buscada nas várias etapas ao longo da cadeia de produção, como na seleção de cultivares, manejo de lavoura, colheita, armazenamento, moagem até a obtenção

dos produtos finais. Contudo, a ocorrência de moléstias, instabilidade climática, danificação mecânica e manejo deficiente nas operações de colheita, armazenamento e moagem levam ao aumento de rancidez e subsequente diminuição da estabilidade ao armazenamento de grãos e de produtos de aveia (GUTKOSKI, 2000).

As farinhas armazenadas por longo período têm sua acidez aumentada. Isso tem sido atribuído à ocorrência de vários fenômenos diferentes: hidrólise gradual de lipídios, produzindo ácidos graxos; hidrólise de proteína, produzindo aminoácidos ou produtos intermediários da decomposição de proteínas, e separação enzimática da fitina, produzindo ácido fosfórico (JOHNSON; GREEN, 1931 apud MIRANDA; EL-DASH, 2002)

O presente trabalho objetivou avaliar a influência do tempo na estabilidade de misturas de microalga *Spirulina platensis* e farinhas de trigo e aveia.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Material e Métodos

As matérias primas utilizadas para a elaboração das misturas foram farinha de trigo tipo 1, farinha de aveia e microalga *Spirulina platensis*. As análises foram realizadas nos laboratórios de Cereais, de Físico-Química e de Aulas Práticas do Centro de Pesquisa em Alimentação da UPF.

O delineamento de misturas de três componentes (misturas ternárias) foi utilizado com a finalidade de estudar o efeito combinado das variáveis, concentrações de farinha de aveia, farinha de trigo e microalga *Spirulina platensis*, realizado de acordo com Barros Neto et al. (1995). Neste experimento foram empregados 11 tratamentos, sendo os níveis determinados a partir de estudos preliminares. Para o delineamento foram estipuladas as seguintes restrições: teor mínimo de farinha de trigo de 25 %; teor máximo de farinha de aveia de 50 %; teor máximo de *Spirulina platensis* de 25 % (Tabela 1).

O teor de umidade foi determinado segundo o método nº 44-15^a da AACC (1995). A determinação de lipídios foi realizada de acordo com Bligh-Dyer (1959). O índice de acidez e o índice de peróxidos foram determinados de acordo com os métodos números Ca 5a-40 e Cd 8-53 da AOCS (1990) e expressos em mg de KOH/g óleo e miliequivalentes de peróxido por 1000g de amostra, respectivamente. A determinação de a_w através do aparelho testo 650. A análise de cor foi realizada com o emprego do espectrofotômetro de refletância difusa Hunter

Lab, modelo Color Quest II Sphere (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, EUA), com sensor óptico geométrico de esfera, sendo utilizada a equação CIELab de cor.

Tabela 1 Delineamento experimental de concentração de misturas a base de aveia

Experimento	Farinha de trigo	Farinha de aveia	<i>Spirulina platensis</i>
1 (v)	100,00	0,00	0,00
2 (v)	75,00	0,00	25,00
3 (v)	50,00	50,00	0,00
4 (v)	25,00	50,00	25,00
5 (c)	62,50	25,00	12,50
6 (c)	62,50	25,00	12,50
7 (c)	62,50	25,00	12,50
8 (c)	81,25	12,50	6,25
9 (c)	68,75	12,50	18,75
10 (c)	56,25	37,50	6,25
11 (c)	43,75	37,50	18,75

V: vértice, c: centróide.

A análise dos resultados foi realizada através do emprego da análise de variância (Anova), incluindo a significância dos modelos de regressão, coeficiente de determinação e falta de ajuste, utilizando o programa Statistica 6.0 da Statsoft, em sistema Windows, para a determinação dos coeficientes das equações (STATISTICA, 2002).

2.2 Resultados e Discussão

Os valores experimentais encontrados das determinações de a_w , lipídios, acidez graxa, umidade, L^* , a^* e b^* do sistema CIELab de cor no tempo inicial de diferentes concentrações das misturas farinha de trigo, aveia e *Spirulina* estão apresentadas na Tabela 2.

Nas condições experimentais empregadas, não foram detectados peróxidos nos tratamentos no tempo inicial nem após sessenta dias de armazenamento. A ausência de peróxidos, mesmo em amostras com quantidades relativamente altas de ácidos graxos livres e armazenadas por sessenta dias, mostra que a aveia e a *Spirulina* possuem boa capacidade

antioxidativa. Os tratamentos não foram submetidos à altas temperaturas, evitando, assim, o aparecimento de peróxidos.

Os valores experimentais encontrados das determinações de a_w , teores de lipídios, acidez graxa e umidade no tempo inicial das misturas trigo, aveia e *Spirulina* apresentadas na Tabela 2 demonstram que as diferentes concentrações não variaram significativamente os valores encontrados para a_w e umidade. A aveia, que por sua vez é um cereal rico em lipídios, tendo, assim, influência direta no aumento no teor de lípideos. A proporção de farinha de trigo e *Spirulina* ocasionou um acréscimo no valor da acidez graxa.

Observou-se que o parâmetro L^* da cor das misturas foi menor nos tratamentos que continham maior teor de *Spirulina*, caracterizando amostras mais escuras, porque o parâmetro analisado varia de 0 (intensidade para o preto) a 100 (intensidade para o branco), conforme a Tabela 2. Quanto maior a quantidade de *Spirulina* utilizada nas misturas, maior a intensidade para o verde ($-a^*$). Os valores encontrados para o tratamento T2 (Tabela 2 e 3), que contém em sua formulação 25 % de microalga, foram os menores, comprovando que a quantidade de *Spirulina* interfere nos valores de a^* e b^* .

Tabela 2 Valores experimentais das determinações de a_w , lipídios, acidez graxa, umidade, L^* , a^* e b^* do sistema CIELab de cor no tempo inicial de diferentes concentrações das misturas farinha de trigo, aveia e *Spirulina platensis*

Tratamento	Determinações						
	a_w	Lipídios	Acidez	Umidade	L^*	a^*	b^*
T1	0,662	1,5995	33,8562	12,45	91,8	-0,86	8,76
T2	0,667	2,9400	20,2950	12,52	69,5	-4,95	6,89
T3	0,611	4,1352	3,0143	11,32	88,8	-0,66	8,66
T4	0,629	6,0103	8,3422	10,78	70,6	-4,93	8,93
T5	0,641	3,5559	8,3765	11,57	77,1	-4,11	8,56
T6	0,642	3,6200	9,9000	12,05	76,4	-4,11	8,13
T7	0,637	3,9090	10,2199	11,92	77,2	-3,90	7,97
T8	0,636	2,6199	12,8770	12,53	81,8	-3,29	7,94
T9	0,643	3,5436	12,9928	11,94	73,1	-4,60	7,66
T10	0,617	3,9376	5,2615	11,32	81,6	-3,21	8,68
T11	0,637	4,8688	9,4850	11,73	72,6	-4,61	8,28

Os valores experimentais encontrados das determinações de a_w , lipídios, acidez graxa, umidade, L^* , a^* e b^* no tempo sessenta dias de diferentes concentrações das misturas farinha de trigo, aveia e *Spirulina* estão apresentadas na Tabela 3 e na Tabela 4 os modelos de regressão, com os seus respectivos coeficientes de determinação, níveis de significância e falta de ajuste.

O modelo de regressão para a_w , lipídios, acidez graxa, umidade, L^* , a^* e b^* foram significativos ($p \leq 0,10$). Não há falta de ajuste do modelo aos dados. Os coeficientes de determinações (R^2) foram de 85,47%, 98,71%, 94,41%, 84,10%, 99,52%, 97,62% e 90,32%, respectivamente, o que mostra uma variância considerada alta. Portanto, conclui-se que as equações da Tabela 4 são adequadas para representar a_w , lipídios, acidez graxa, umidade, L^* , a^* e b^* das misturas.

Tabela 3 Valores experimentais das determinações de atividade de água (a_w), lipídios, acidez graxa, umidade, L^* , a^* e b^* do sistema CIELab de cor de diferentes concentrações das misturas farinha de trigo, aveia e *Spirulina* após sessenta dias de armazenamento

Tratamento	Determinações						
	a_w	Lipídios	Acidez	Umidade	L^*	a^*	b^*
T1	0,655	1,6949	35,2503	12,95	91,97	-0,85	8,81
T2	0,680	3,9304	20,2950	12,54	70,51	-5,02	8,63
T3	0,594	4,5705	10,0044	11,59	89,57	-0,75	8,84
T4	0,63	5,7908	17,7859	11,46	69,13	-5,22	11,15
T5	0,642	3,9684	23,6070	11,99	76,4	-0,53	11,05
T6	0,622	3,8787	20,4873	11,78	76,11	-4,53	10,87
T7	0,635	3,9200	21,9240	12,01	76,65	-4,43	10,98
T8	0,624	3,1210	28,5359	12,69	81,19	-3,86	10,74
T9	0,639	3,4135	26,1214	12,63	73,29	-4,97	10,13
T10	0,615	4,1045	13,1911	11,96	81,33	-3,78	11,01
T11	0,626	4,7777	18,7267	11,75	72,97	-4,96	10,87

Tabela 4 Modelo de regressão, coeficiente de determinação (R^2), nível de significância e falta de ajuste para a_w , lipídios, acidez graxa, umidade, L^* , a^* e b^* do sistema CIELab de cor de diferentes concentrações das misturas farinha de trigo, aveia e *Spirulina* após sessenta dias de armazenamento

Resposta	Modelo	R^2	Probabilidade	Falta de ajuste
a_w	$y=0,0065x_1+0,0057x_2+0,0070x_3$	0,8547	0,000446	0,1024
Lipídios	$y=0,0148x_1+0,0703x_2+0,0811x_3$	0,9871	0,000001	0,8010
Acidez	$y=0,3180x_1+0,2744x_2+0,1746x_3$	0,9441	0,000670	0,0948
Umidade	$y=0,1265x_1+0,0979x_2+0,1176x_3$	0,8410	0,000639	0,5786
*L	$y=0,9141x_1+1,1803x_2-0,2095x_3$	0,9952	0,000001	0,2734
*a	$y=0,1312x_1-0,0103x_2-0,3798x_3$	0,9762	0,000053	0,1063
*b	$y=0,0865x_1+0,0753x_2+0,1534x_3$	0,9032	0,003361	0,7901

x_1 = concentração de farinha de trigo (%); x_2 = concentração de aveia (%) e x_3 = concentração de *Spirulina* (%)

Ao longo do armazenamento, o tempo não interferiu significativamente na a_w , luminosidade e na coordenada de cromaticidade a^* dos tratamentos, apenas houve uma variação significativa nas diferentes concentrações de misturas da farinha de trigo, aveia e *Spirulina platensis*.

O teor de lipídios, o índice de acidez graxa, o teor de umidade e a coordenada de cromaticidade b^* variaram significativamente em função de tratamento e também do tempo de armazenamento. Como podemos observar, após sessenta dias de armazenamento o valor da acidez graxa aumentou significativamente, exceto os tratamentos 1 e 2 que variação não foi significativa. Ocorreu um acréscimo no teor de lipídios e no teor de umidade com passar do tempo. A coordenada de cromaticidade b^* , variou significativamente exceto os tratamento 1 e 3 que não variaram com o tempo, pois este não possuem a microalga em sua formulação.

3 CONCLUSÃO

Ao longo do armazenamento, o tempo não interferiu significativamente na a_w , na luminosidade, na coordenada de cromaticidade a^* . Porém aumentou o teor de lipídios, o índice de acidez graxa, o teor de umidade e a coordenada de cromaticidade b^* . Os modelos de

regressão foram significativos para todas as respostas estudadas. Os coeficientes de determinações foram acima de 83%, indicando bom ajuste dos modelos.

REFERÊNCIAS

AACC- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods of the AACC. 9. ed. St Paul, MN, 1995.

AOCS – AMERICAN OIL CHEMISTS’ SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists’ Society**. 4th ed. Champaign, USA, AOCS, 1900.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas: Unicamp, 1995.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem Physiol**, p.911-917, 1959.

GUTKOSKI, L. C., PEDÓ, I.; **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Livraria Varela, 2000.

MIRANDA, M. Z., EL-DASH, A; Farinha integral de trigo germinado, 3. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, 22(3): 216-223, set.-dez. 2002.

STATISTICA. **Versão 6.0 for windows volume IV**. Tulsa: Statsoft Inc (software), 2002.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica e Moinho Vacaria, Naturalle Alimentos e Fundação Universidade de Rio Grande (FURG) pelo material experimental.