

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.