

Efeitos da Temperatura e do Tempo de Armazenamento do Trigo sobre os Parâmetros Alveolares da Farinha

125

Daniel Rutz¹; Vinicius Eicholz Storch¹; Diego Bubolz¹; James Bunde Roschildt¹; Luiz Carlos Gutkoski²; Moacir Cardoso Elias¹

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o tempo (0, 45, 90, 135 e 180 dias) e a temperatura (4, 11, 18 e 25°C) de armazenamento de grãos de trigo sobre parâmetros alveolares da farinha. Alíquotas foram retiradas a cada 45 dias ao longo dos 180 dias de armazenamento para a extração da farinha e a verificação das propriedades alveolares. As variáveis obtidas nos alveogramas foram tenacidade (P), extensibilidade (L), força geral do glúten (W), relação entre tenacidade e extensibilidade (P/L), índice de intumescimento (G), e índice de elasticidade (Ie). A tenacidade das farinhas dos grãos de trigo aumentou ao longo do armazenamento, independentemente da temperatura empregada. Desconsiderando os resultados dos tratamentos a 25°C, pode-se observar que temperaturas de armazenamento mais baixas resultaram em uma maior tenacidade e menor extensibilidade. A força geral do glúten das farinhas dos grãos de trigo reduziu ao longo do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento. Com base no enquadramento do Regulamento Técnico do Trigo, considerando o item força geral do glúten, pode-se afirmar que as farinhas de todos os tratamentos passaram da classe “doméstica” para “básica” ao longo do armazenamento.

Palavras-chave: Trigo, Armazenamento, Farinha, Qualidade, Alveografia.

¹Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS E-mail: eliasmc@uol.com.br.

²Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil. E-mail: gutkoski@upf.br.

INTRODUÇÃO

A qualidade dos grãos é fator primordial para o consumo, sendo necessário na maioria dos casos armazenamento para posterior processamento. No entanto, o armazenamento constitui um ecossistema no qual pode ocorrer deterioração, resultado de interações entre fatores físicos, químicos e biológicos, influenciados pelo teor de água dos grãos, a temperatura e o tempo de armazenamento (ELIAS et al. 2017).

A diminuição da temperatura dos grãos utilizando a refrigeração, com o propósito de evitar a deterioração, pode ser uma técnica para ampliar o tempo de armazenamento de grãos. No entanto, há a necessidade de conhecimentos científicos sobre a influência e o comportamento da temperatura nos grãos armazenados sobre a manutenção da qualidade (DEMITO, 2006).

A qualidade dos grãos de trigo é importante critério na comercialização e na transformação, podendo afetar o preço do produto. Os produtos alimentares, independentemente da sua origem, possuem qualidade limitada à qualidade da matéria prima que lhes originou. Baseado nisto, para a obtenção de produtos finais com alta qualidade industrial é de fundamental importância que a matéria prima visada seja altamente qualificada. (VOLK, 2005). Assim, o presente estudo teve por objetivo estudar o tempo e a temperatura de armazenamento de grãos de trigo sobre os parâmetros alveolares da farinha.

MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos de trigo, *Triticum aestivum* L., cultivar Quartzo com umidade de 12,5%, produzidos na metade sul do Rio Grande do Sul foram doados pela empresa Granello Sementes. Os grãos de trigo foram homogeneizados e segregados em 4 porções, acondicionados em embalagens de polietileno de 200 µm de espessura. As embalagens foram seladas, armazenadas separadamente em 4 câmaras com controle de temperatura e na ausência de luz. Cada câmara operou com uma temperatura de armazenamento (4, 11, 18 e 25 °C) e as avaliações foram feitas depois de decorrido cada período de armazenamento (0, 45, 90, 135 e 180 dias). As umidades relativas de equilíbrio higroscópico foram de 54, 59, 63 e 67%, respectivamente, para as temperaturas de armazenamento de 4, 11, 18, e 25 °C. Para simular o sistema semi-hermético de armazenamento, típico de silos e de armazéns graneleiros, as embalagens contendo os tratamentos foram periodicamente abertas para a renovação do ar ambiente, neutralizando os efeitos da hermeticidade, modificadora da atmosfera pelo processo de respiração dos grãos.

A moagem foi realizada em moinho piloto marca Chopin, de acordo com o método 26-10 da AACCI (1995), através de uma passagem pelo sistema de quebra e duas pelo sistema de redução.

As características viscoelásticas foram determinadas em aparelho alveógrafo da marca Chopin utilizando o método 54-30 da AACCC (1995), através da pesagem de 250 g de farinha e volume de 129,4 mL de água, corrigido para 14% de teor de água (b.u.). As variáveis-resposta obtidas nos alveogramas foram: tenacidade (P), expressas em milímetros de coluna d'água; extensibilidade (L), expressas em milímetros; força geral do glúten (W), expressa em 10^{-4} Joule; relação entre tenacidade e extensibilidade (P/L), adimensional; índice de intumescimento (G), em mililitros; índice de elasticidade (Ie), em percentagem.

Os dados foram analisados no programa estatístico SigmaPlot e interpretados por meio das significâncias das análises de variância e de regressão, considerando-se o nível de probabilidade de erro de até 5% pelo teste de distribuição F. Para estabelecer o modelo que representasse o fenômeno em estudo, utilizou-se o teste "t" de Student para verificar os coeficientes de regressão, adotando-se o nível de probabilidade de erro de até 10% e optando-se, quando dois ou mais modelos eram significativos e explicavam o fenômeno, pelo maior coeficiente de determinação (R^2).

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. A moagem e as análises das propriedades das farinhas dos grãos de trigo foram realizadas no Laboratório de Cereais do Centro de Pesquisa em Alimentação da Universidade de Passo Fundo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está apresentada a tenacidade e a extensibilidade das farinhas dos grãos de trigo armazenados em diferentes temperaturas 6 meses. A tenacidade das farinhas dos grãos de trigo aumentou ao longo do armazenamento, independentemente da temperatura empregada (Figura 1a). Desconsiderando os resultados dos tratamentos a 25°C, pode-se observar que temperaturas de armazenamento mais baixas resultaram em uma maior tenacidade. Os valores médios variaram entre 65,0 e 116,5 mm de coluna d'água. A tenacidade, propriedade de resistência da massa, é fornecida, principalmente, pela glutenina, a qual é uma mistura heterogênea formada por vários polímeros de subunidades de glutenina unidas por ligações dissulfídicas intra e intercadeia (DELCOUR; HOSENEY, 2010).

Embora os mecanismos do processo de maturação ainda não estejam totalmente compreendidos, aceita-se que os grupos tióis (-SH) presentes na proteína do trigo sofrem oxidação, favorecendo a formação de pontes dissulfídicas, que fortalecem o glúten e aumentam a capacidade elástica da massa (PIROZI; GERMANI, 1998). Tal oxidação seria promovida pelo oxigênio atmosférico e/ou pela presença de ácidos graxos livres, cuja concentração aumenta na farinha durante o armazenamento (1954; TSEN et al., 1963).

A variação na extensibilidade das farinhas dos grãos de trigo armazenados em diferentes temperaturas por 180 dias está representada na Figura 1b. A extensibilidade das farinhas dos grãos de trigo reduziu ao longo do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento (Figura 1b). Aos 45 e aos 135 dias nota-se que temperaturas de armazenamento mais baixas tenderam a preservar uma extensibilidade maior, apesar de aos 90 e aos 180 dias de armazenamento não ser possível evidenciar claramente isso, pelos resultados obtidos. Os valores médios variaram entre 33,0 e 59,5 mm.

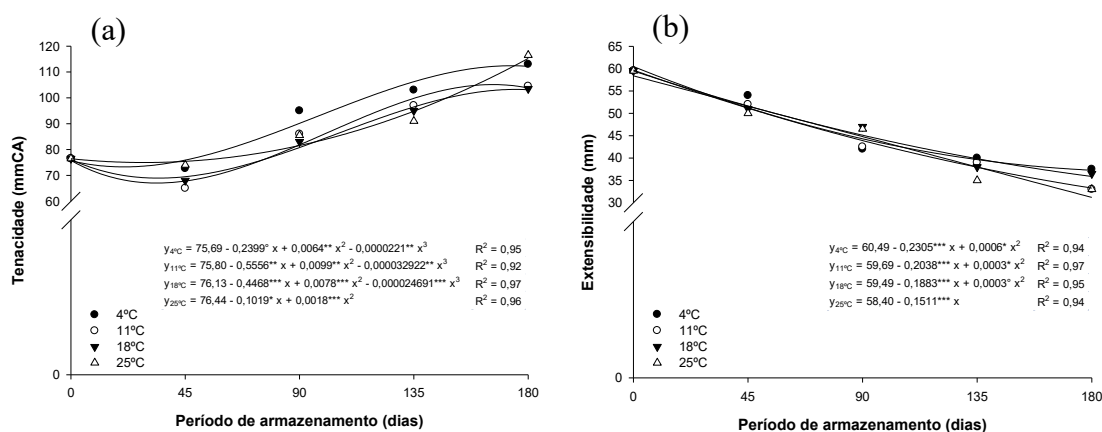


FIGURA 1. Tenacidade (mmCA) (a), e extensibilidade (b) das farinhas dos grãos de trigo submetidos a diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

ns = não significativo ($p \geq 0,10$); ° = significativo a 10% ($0,10 > p \geq 0,05$); * = significativo a 5% ($0,05 > p \geq 0,01$); ** = significativo a 1% ($0,01 > p \geq 0,001$); e, *** = significativo a 0,1% ($p < 0,001$).

A extensibilidade, propriedade de estiramento da massa, é provida, fundamentalmente, pela gliadina, a qual é uma mistura heterogênea formada por monômeros de aminoácidos (DELCOUR; HOSENEY, 2010).

Está demonstrado, na Figura 2a, o comportamento da força geral do glúten das farinhas dos grãos de trigo submetidos a quatro temperaturas distintas de armazenagem, durante 6 meses. A força geral do glúten das farinhas dos grãos de trigo reduziu ao longo do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento. Na temperatura de armazenamento de 4°C, a redução da força geral do glúten das farinhas foi menor quando comparada à das outras temperaturas de armazenagem ao longo do tempo. Nota-se claramente que, a partir dos 135 dias de armazenagem, temperaturas de armazenagem mais baixas tenderam a preservar uma força geral do glúten maior. Os valores médios variaram entre 141,0 e 179,5 x 10⁻⁴ J.

De acordo com o Regulamento Técnico do Trigo (BRASIL, 2010), vigorando desde 1º de julho de 2012, o trigo destinado à moagem e a outras finalidades, considerando apenas o item força geral de glúten, pode ser enquadrado nas classes: “melhorador”, quando o valor da força geral de glúten é maior ou igual a 300 x 10⁻⁴ J; “pão”, quando

entre 220 e 300 x 10⁻⁴ J; “doméstico”, quando entre 160 e 220 x 10⁻⁴ J; “básico”, quando entre 100 e 160 x 10⁻⁴ J; e “outros usos”, quando o valor da força geral de glúten for qualquer. Com base neste enquadramento, considerando-se apenas o item força geral do glúten, pode-se afirmar que a farinha de todos os tratamentos deste experimento passaram da classe “doméstica” para “básica” ao longo armazenamento.

Módenes et al. (2009) avaliando as propriedades reológicas de grãos de trigo de quatro genótipos armazenados (não informaram a temperatura de armazenamento) por 150 dias e analisados a cada 30 dias, os resultados obtidos demonstraram que, no período, não houve evolução na força geral do glúten e pequenas variações ocorreram na tenacidade e na extensibilidade. Os autores verificaram uma leve tendência de aumento na tenacidade e uma leve tendência de redução na extensibilidade, ao longo do tempo.

Ao contrário do que foi notado neste experimento, Gutkoski et al. (2008) estudando o efeito do período de maturação (0, 15, 30, 60 e 90 dias) de grãos nas propriedades físicas e reológicas da farinha de trigo de quatro genótipos armazenados a 22°C observaram aumento no valor da força geral do glúten em todos os tratamentos estudados com o aumento do tempo de armazenagem de trigo. A possível explicação para isso pode estar no genótipo do trigo, no condicionamento do grãos antes da moagem, no grau de extração da farinha dos grãos e no tamanho das partículas, utilizados (GUTKOSKI et al., 2008).

Os valores da relação entre tenacidade e extensibilidade das farinhas dos grãos de trigo armazenados em diferentes temperaturas durante o armazenamento encontram-se representado na Figura 2b.

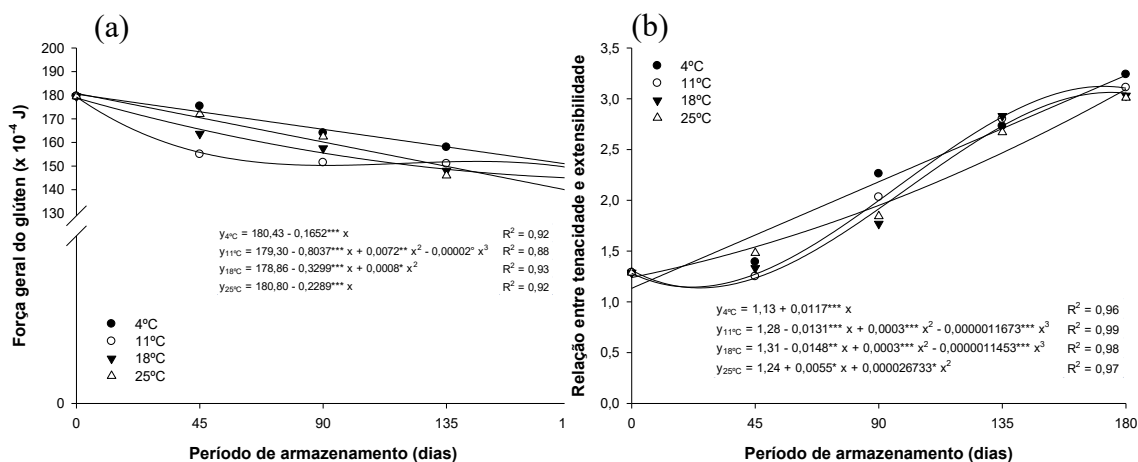


FIGURA 2. Força geral do glúten ($\times 10^{-4}$ J) (a) e relação entre tenacidade e extensibilidade (b) das farinhas dos grãos de trigo submetidos a diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

ns = não significativo ($p \geq 0,10$); ° = significativo a 10% ($0,10 > p \geq 0,05$); * = significativo a 5% ($0,05 > p \geq 0,01$); ** = significativo a 1% ($0,01 > p \geq 0,001$); e, *** = significativo a 0,1% ($p < 0,001$).

A relação entre tenacidade e extensibilidade das farinhas dos grãos de trigo reduziu

ao longo do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento (Figura 2b). Aos 90 e aos 180 dias nota-se que temperaturas de armazenamento mais baixas tenderam a preservar uma relação entre tenacidade e extensibilidade maior, apesar de aos 135 dias de armazenamento não ser possível evidenciar claramente isso, pelos resultados obtidos. Os valores médios variaram entre 1,3 e 3,2.

De acordo com Ortolan (2006), para a produção de pães, a farinha deve possuir valores de relação entre tenacidade e extensibilidade compreendidos entre 0,50 e 1,20, indicando que esta farinha é balanceada; já para bolos e biscoitos, exige-se valores abaixo de 0,49, sendo considerada uma farinha extensível; e, para o fabrico de massas alimentícias, os valores devem ser superiores a 1,21, indicando que esta farinha produz glúten tenaz, ou seja, farinha possuidora de grande força de coesão. Com base nestas informações pode-se considerar a farinha de todos os tratamentos deste experimento como sendo para a fabricação de massas alimentícias apenas.

Estão representados na Figura 3a, os valores do índice de elasticidade das farinhas dos grãos de trigo armazenados em diferentes temperaturas, ao longo de 180 dias de armazenamento. O índice de elasticidade das farinhas dos grãos de trigo reduziu ao longo do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento. Evidenciando, no entanto, a partir dos 90 dias de armazenamento, que temperaturas de armazenamento mais baixas tenderam a manter um índice de elasticidade mais baixo. Os valores médios variaram entre 44,6 e 58,0%. O índice de elasticidade pode variar de 25 a 75% em farinhas sem correção (com ácido ascórbico), sendo que quanto mais próximo a 100%, maior será a resistência elástica da massa (ORTOLAN, 2006).

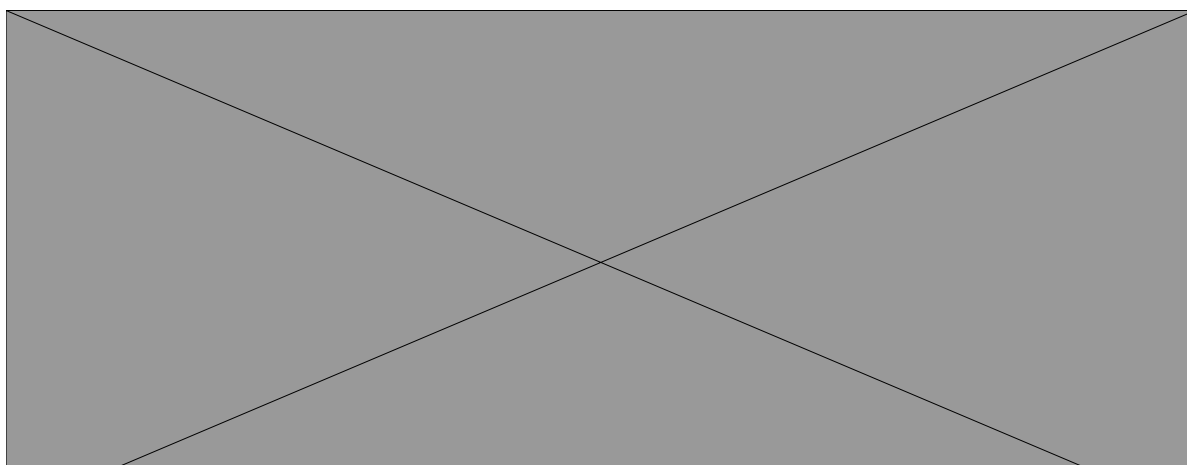


FIGURA 3. Índice de elasticidade (%) (a), e Índice de intumescimento (mL) (b) das farinhas dos grãos de trigo submetidos a diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

^{ns} = não significativo ($p \geq 0,10$); [°] = significativo a 10% ($0,10 > p \geq 0,05$); * = significativo a 5% ($0,05 > p \geq 0,01$); ** = significativo a 1% ($0,01 > p \geq 0,001$); e, *** = significativo a 0,1% ($p < 0,001$).

Na Figura 3b está representado o comportamento do índice de intumescimento das

farinhas dos grãos de trigo armazenados em diferentes temperaturas, ao longo de 180 dias de armazenamento. O índice de intumescimento das farinhas dos grãos de trigo reduziu ao longo do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento (Figura 3b). Porém não se ratificou, por exemplo, pelos resultados obtidos, que temperaturas de armazenamento mais baixas tenderam a preservar um índice de intumescimento menor. Os valores médios variaram entre 12,8 e 17,4 mL. De acordo com os resultados, com o passar do tempo de armazenamento foi necessário cada vez menos volume de ar para estourar a bolha de massa, evidenciando uma relação direta com a força geral do glúten.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of AACC**. 9.ed. Saint Paul: AACC, 1995. Paginação irregular.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n.29, p.2, 2010.

DELCOUR, J. A.; HOSENEY, R. C. **Principles of cereal science and technology**. 3.ed. Saint Paul: AACC International, 2010. 270p.

DEMITO, A. **Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente**. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; LANG, G.H.; VANIER, N.L. **Certificação de Unidades Armazenadoras de Grãos e Fibras no Brasil**. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2017.

GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S.; SILVA, A. C. T.; ELIAS, M. C. Efeito do período de maturação de grãos nas propriedades físicas e reológicas de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.888-894, 2008.

HALTON, P.; FISHER, E. A. Storage of wheaten flour II: the absorption of oxygen by flour when stored under various conditions. **Cereal Chemistry**, v.14, n.3, p.267-291, 1937.

MÓDENES, A. N.; SILVA, A. M.; TRIGUEROS, D. E. G. Avaliação das propriedades reológicas do trigo armazenado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.3, p.508-512, 2009.

ORTOLAN, F. **Genótipos de trigo do Paraná – safra 2004: Caracterização e fatores relacionados à alteração da cor de farinha de trigo**. 2006. 128f. Dissertação (Mestrado

em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PIROZI, M. R.; GERMANI, R. Efeito do armazenamento sobre as propriedades tecnológicas da farinha, de variedades de trigo cultivadas no Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.41, n.1, p.149-163, 1998.

TSEN, C. C.; HLYNKA, I. I. Flour lipids and oxidation of sulfhydryl groups in dough. **Cereal Chemistry**, v.40, n.2, p.145, 1963.

VOLK, M. B. S. **Viabilidade técnica e econômica da utilização do equipamento de ar refrigerado na conservação de trigo armazenado**. 2005. 59f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.