

Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase

Technological characteristics of breads made with rice flour and transglutaminase

Autores | Authors

✉ **Cátia Regina STORCK**

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Departamento de Ciência e Tecnologia
Agroindustrial
Caixa Postal: 354
CEP: 96010-900
Pelotas/RS - Brasil
e-mail: catia.sm@gmail.com

Juliane Mascarenhas PEREIRA

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Departamento de Ciência e Tecnologia
Agroindustrial
e-mail: juliane_mascarenhas@yahoo.com.br

Gabriela Wickboldt PEREIRA

Andressa Oliveira RODRIGUES

Marcia Arocha GULARTE

Departamento de Ciência dos Alimentos
e-mail: gabi_wick@hotmail.com
andressa1307@msn.com
guarte@ufpel.tche.br

Álvaro Renato Guerra DIAS

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Departamento de Ciência e
Tecnologia Agroindustrial
e-mail: argd@ufpel.edu.br

■ Resumo

A farinha de arroz é um produto passível de produzir pães sem glúten, no entanto não retém o CO₂ formado na fermentação, pois o glúten é o responsável pelas características estruturais e propriedades viscoelásticas da massa. Uma alternativa é o uso da enzima transglutaminase, que catalisa ligações cruzadas covalentes nas proteínas, fazendo com que estas apresentem capacidade de retenção de ar. Este trabalho verificou o efeito da transglutaminase em diferentes concentrações nas características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz de alta amilose. Em relação às propriedades de pasta, apenas a viscosidade máxima aumentou significativamente com a adição da enzima. A dureza, adesividade, gomosidade e mastigabilidade da massa aumentaram com a adição de transglutaminase, enquanto que a flexibilidade e coesividade da massa não foram modificadas. O volume específico dos pães de arroz aumentou quando foi adicionado 1,5% da transglutaminase e a perda de peso dos pães no forneamento não foi influenciada. A adição de 0,5% de transglutaminase diminuiu a firmeza e aumentou a adesividade, não afetando a dureza. A adição de maiores concentrações de enzima não afetou a textura.

Palavras-chave: *Textura; Volume específico; Perda de peso.*

■ Summary

Gluten is the responsible for structure characteristics and properties of breads, so it is a challenge to produce gluten free bread with high quality. Rice flour is a proper product to produce gluten free breads, however it does not retain the CO₂ formed in fermentation. An alternative is the use of transglutaminase, an enzyme that catalyses a covalent cross-linking of proteins, making them present capacity to retain gas. This research verified the effect of different transglutaminase levels in technological characteristics of breads made of rice flour. Results show that in relation to pasting properties, only peak viscosity significantly increased with enzyme addition. Dough hardness, adhesiveness, gumminess and chewiness increased with transglutaminase addition, while dough springiness and cohesiveness have not change. Specific volume of rice bread increased when 1.5% of transglutaminase was added and bake loss was not influenced. The addition of 0.5% of transglutaminase decreased firmness and increased adhesiveness and have not changed hardness of breads. The addition of higher enzyme concentrations has not affected texture.

Key words: *Texture; Specific volume; Bake loss.*

Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase

STORCK, C. R. et al.

1 Introdução

Os produtos de panificação são produzidos, principalmente, a partir da farinha de trigo, sendo uma constante na indústria alimentícia a procura por matérias-primas que não contenham glúten e que possam resultar em produtos que apresentem boa aceitação pelo consumidor, principalmente os portadores da doença celíaca.

A doença celíaca é uma enteropatia crônica causada pelo consumo de proteínas do glúten de cereais, encontradas em trigo, centeio, cevada e aveia. Apesar dos avanços na compreensão da fisiopatologia desta doença e o desenvolvimento de terapias, atualmente o único tratamento seguro e efetivo para essa doença é a total restrição de alimentos que contenham glúten, no entanto, produtos de cereais, especialmente pães, são os principais componentes da dieta humana, sendo assim, a dieta de celíacos fica muito restrita e monótona.

Apesar de existir no mercado vários produtos sem glúten, esses geralmente não apresentam a qualidade desejada devido à falta da rede de glúten. O glúten é formado pela gliadina, que é responsável pela coesividade da massa e pela glutenina, que é responsável pela resistência da massa à extensão. A combinação destas duas proteínas, que resulta no complexo de glúten, confere à massa propriedades viscoelásticas únicas e a habilidade de reter gases, resultando em pães de boa qualidade (MACHADO, 1996), por esta razão, é um desafio produzir pão sem glúten de alta qualidade.

A farinha de arroz é um produto versátil, pois tem gosto suave, apresenta propriedades hipoalergênicas, baixos níveis de sódio e carboidratos de fácil digestão e por isso é uma das mais indicadas para produzir produtos sem glúten (SIVARAMAKRISHNAN et al., 2004). No entanto, cereais sem glúten, como o arroz, não preenchem as necessidades indispensáveis para processar produtos fermentados panificáveis, pois, quando a farinha de arroz é amassada com água, não ocorre a formação de uma massa viscoelástica que retém o CO₂ formado durante a fermentação e, conseqüentemente, o produto resultante tem baixo volume específico e apresenta características muito distintas do pão de trigo.

Para melhorar a qualidade de pães com farinha de arroz, alguns ingredientes tais como amido modificado (CLERICI e EL-DASH, 2006), hidrocolóides (LAZARIDOU et al., 2007; SIVARAMAKRISHNAN et al., 2004), outras fontes de proteína (MARCO et al., 2008; MARCO e ROSELL, 2008a,b; BONET et al., 2006) e enzimas (MARCO e ROSELL, 2008a,b; CABALLERO et al., 2007; RENZETTI et al., 2008; MOORE et al., 2006; GUJRAL e ROSELL, 2004) têm sido usados.

As enzimas são largamente empregadas por serem de alta especificidade e por dificilmente formarem produtos tóxicos, sendo consideradas seguras e mais

aceitáveis pelos consumidores do que os aditivos químicos. São ingredientes úteis na panificação devido à sua capacidade de aperfeiçoar o processamento da massa promovendo a rede de proteína e a qualidade de produtos panificados (RENZETTI et al., 2008).

Uma alternativa para produzir pão de farinha de arroz de boa qualidade é o uso da enzima transglutaminase, uma γ -glutamyl-transferase que catalisa a reação entre um grupo ϵ -amino dos resíduos de lisina e um grupo γ -carboxiamida nos resíduos de glutamina e uma variedade de amins primárias, levando a uma ligação cruzada covalente das proteínas (MOTOKI e SEGURO, 1998) o que converte proteínas solúveis em polímeros insolúveis de alto peso molecular (LARRE et al., 2000). Essa conversão faz com que essas proteínas apresentem capacidade de retenção de ar durante a fermentação, papel semelhante ao desempenhado pelo glúten. Renzetti et al. (2008) pesquisaram o efeito da transglutaminase em diferentes farinhas e encontraram que a farinha de trigo e a de arroz foram os melhores substratos para a ação desta enzima.

Gujral e Rosell (2004) e Moore et al. (2006) descrevem que a ligação cruzada formada após a adição de transglutaminase resultou em uma massa com melhor comportamento elástico e viscoso, o que melhorou a capacidade de retenção de gás durante o forneamento da massa, resultando em pão com maior volume específico e força da massa. Segundo Renzetti et al. (2008), um aumento na resistência à deformação e maior grau de elasticidade, ao mesmo tempo em que a viscosidade inicial aumenta, é indício da formação de uma rede de proteína e/ou aglomerados de proteína por ligações cruzadas covalentes. Outros experimentos demonstram que essa enzima também apresenta capacidade de aperfeiçoar a atividade emulsificante (MARCO e ROSELL, 2008a,b) e capacidade de absorção de água (MARCO e ROSELL, 2008a,b; RENZETTI et al., 2008) de proteínas de alimentos.

Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar a influência da transglutaminase em diferentes concentrações nas características tecnológicas de maior importância na produção de pães com farinha de arroz de alto teor de amilose.

2 Material e métodos

2.1 Material

A farinha de arroz foi produzida a partir de grãos da cultivar IRGA-417 que foram descascados, polidos, moídos e peneirados (70 mesh), apresentando 31,6% de amilose e 7,3% de proteína. A Transglutaminase Activa STG-M (27 U.g⁻¹) foi gentilmente cedida pela Ajinomoto Co. O melhorador de pão utilizado foi da marca Puratos, contendo amido de milho e amilase.

Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase

STORCK, C. R. et al.

2.2 Propriedades de pasta

As propriedades de pasta da farinha de arroz de alta amilose foram avaliadas pelo RVA "Rapid Visco Analyser" (modelo RVA-4, Newport Scientific, Austrália), através do método *Newport Scientific Rice Profile* com 3,0 g de amostra corrigida para 12% de umidade e pelo software ThermoLine for Windows, versão 2.0. Os parâmetros avaliados foram temperatura e tempo de início de formação de pasta, viscosidade máxima, quebra da viscosidade, viscosidade final e capacidade de retrogradação.

2.3 Teste de panificação

Os pães foram elaborados de acordo com as especificações da Tabela 1. A quantidade de água adicionada foi determinada através de testes preliminares nos quais se verificou a textura da massa e o volume dos pães.

Para o preparo dos pães, uma pré-mistura de 10 g da farinha em 55 mL de água foi levada ao fogo até gelatinizar o amido formando uma pasta (MACHADO, 1996). Após o resfriamento da pasta, esta foi adicionada ao restante dos ingredientes, que foram batidos em batedeira planetária durante 10 min em velocidade média. A massa foi colocada em fôrmas de 7 cm de largura, 14 cm de comprimento e 4,3 cm de altura, que foram mantidas em estufa a 38 °C por 90 min para fermentação e assadas em forno a 200 °C por aproximadamente 40 min. Em seguida, foram desenformadas e mantidas à temperatura ambiente durante 1 h antes das avaliações.

A textura da massa crua dos pães foi avaliada em um analisador de textura TA.XTplus através do teste de perfil de textura (TPA), utilizando um probe cilíndrico de 45 mm de diâmetro. A massa crua foi colocada em placas de petri de 50 mm de diâmetro e mantidas em descanso por 10 min. A amostra foi comprimida até atingir 60% do volume original em uma velocidade de 2 mm.s⁻¹ com o tempo de 75 s entre compressões. A primeira avaliação foi feita utilizando-se um filme plástico sobre a amostra para evitar a distorção causada pelo pico negativo da

Tabela 1. Formulação dos pães com farinha de arroz e transglutaminase.

Ingrediente	Quantidade
Farinha de arroz (g)	100
Açúcar (g)	5
Sal (g)	3
Fermento (g)	3
Melhorador (g)	3
Óleo de soja (g)	3
Melhorador (g)	3
Goma xantana (g)	1
Transglutaminase (g)	0; 0,5; 1,0; e 1,5
Água (mL)	130

adesividade. A segunda avaliação foi realizada sem o filme, para obter a adesividade.

2.4 Avaliações dos pães

Os pães foram pesados e o volume foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço, sendo o volume de sementes deslocadas medido em uma proveta em mL. O volume específico foi verificado pela razão entre o volume e o peso assado (mL.g⁻¹). O percentual de perda de peso no forneamento foi calculado em relação ao peso da massa crua e da massa assada.

A textura do miolo foi determinada através de um analisador de textura TA.XTplus, utilizando o método padrão da AACCC (74-09), no qual um probe cilíndrico de 36 mm comprimiu a amostra em 40% do tamanho original, a uma velocidade de 1,7 mm.s⁻¹, obtendo-se, assim, os parâmetros de firmeza (g), dureza (g) e adesividade (g). Para a análise, foram utilizadas três fatias de 25 mm de espessura.

2.5 Estatística

Os dados referentes aos 4 níveis de Transglutaminase foram submetidos à análise da variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 95% de significância.

3 Resultados e discussão

3.1 Propriedades de pasta

A Figura 1 representa graficamente o comportamento viscoamilográfico da farinha de arroz frente à adição de transglutaminase. Apenas a viscosidade

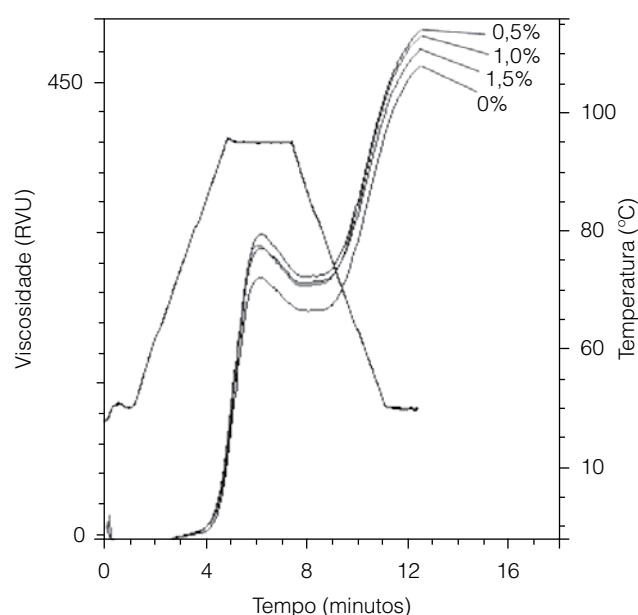


Figura 1. Comportamento viscoamilográfico da farinha de arroz adicionada de transglutaminase.

Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase

STORCK, C. R. et al.

máxima foi influenciada significativamente pela adição da enzima, na qual se pode observar um aumento significativo na viscosidade, sendo a adição de 0,5% a que resultou no maior valor, diferindo das concentrações de 1,0 e 1,5%, que não diferiram entre si.

Collar e Bollain (2004) relataram uma progressiva diminuição no pico da viscosidade e viscosidade final em farinha de trigo com o aumento do nível de transglutaminase acima de 0,5%. Por outro lado, Marco e Rosell (2008a) não encontraram diferença significativa nos parâmetros de RVA de farinha de arroz com mistura de isolados protéicos quando a transglutaminase foi adicionada. A natureza distinta das proteínas dos cereais é o grande responsável por este comportamento variado.

3.2 Textura da massa dos pães

Na Figura 2, observa-se a textura da massa dos pães de farinha de arroz com transglutaminase.

A dureza da massa só aumentou quando 1,5% de transglutaminase foi adicionada (20% de aumento), não havendo diferença quando menores quantidades foram adicionadas. Da mesma forma, em trabalho realizado por Gujral e Rosell (2004), foi encontrada maior consistência na massa com o aumento da concentração de transglutaminase. Esse aumento indica que mais água está sendo ligada pelas proteínas modificadas na estrutura da massa. Marco e Rosell (2008b) encontraram que a adição de transglutaminase promoveu um aumento na dureza da massa, o que pode ser explicado pelo aumento no peso molecular das proteínas resultantes da ligação cruzada.

A adesividade aumentou quando foi adicionada 0,5% da enzima, diminuindo nas concentrações de 1,0 e 1,5%. Possivelmente a adição de 0,5% de transglutaminase favoreça a absorção e a retenção de água, resultando em aumento da adesividade da massa. A adição de maior quantidade de enzima forma fortes ligações cruzadas das proteínas, ocorrendo menor retenção de água. Marco e Rosell (2008b) também encontraram que a adesividade da massa aumentou com a adição de transglutaminase.

A gomosidade e a mastigabilidade aumentaram com a adição de 0,5% de transglutaminase, não sendo modificadas por maiores concentrações. As medidas de flexibilidade e coesividade não foram alteradas com a adição de enzima, coincidindo com os resultados encontrados por Marco e Rosell (2008b). Collar e Bollaín (2004) encontraram aumento da flexibilidade e coesividade da massa de farinha de trigo, ressaltando assim a diferença do comportamento da enzima entre diferentes cereais.

3.3 Avaliação dos pães

O volume específico é uma medida importante para verificar a capacidade da farinha de reter o gás no

interior da massa e conseqüentemente proporcionar o crescimento dos pães. Já a perda de peso é uma medida que demonstra a capacidade da massa em reter água durante o forneamento. Na Figura 3, pode-se observar a influência da adição de transglutaminase no volume específico e a perda de peso dos pães elaborados com farinha de arroz.

Podemos observar que os volumes específicos dos pães de arroz somente foram influenciados quando adicionados de 1,5% da transglutaminase, passando de 1,64 para 1,74 mL.g⁻¹. Por outro lado, Renzetti et al. (2008) observaram diminuição do volume específico dos pães com farinha de arroz quando a enzima transglutaminase foi adicionada, da mesma forma que Caballero et al. (2007) na avaliação de pães de trigo.

Em experimento desenvolvido por Gujral e Rosell (2004), em que foi testada a adição de transglutaminase (100 U.g⁻¹) e HPMC (hidroxipropilmetilcelulose), foi encontrado que o volume específico de pães com 2% de HPMC aumentou 46,5% com a adição de 1% de transglutaminase, sendo este volume maior quando foram usados 4% de HPMC e sem a enzima, concluindo que a interação de HPMC e transglutaminase nestes níveis apresentam um efeito sinérgico. Maiores níveis de transglutaminase (1,5%) resultaram em diminuição no volume específico dos pães. Renzetti et al. (2008) sugerem que a interação da transglutaminase com hidrocolóides poderia exercer maior influência no efeito geral na enzima.

A perda de peso dos pães no forneamento não foi influenciada pela adição de transglutaminase, demonstrando que, possivelmente, maiores teores da enzima sejam necessários para promover uma maior retenção de água na massa. Moore et al. (2006) avaliaram a perda de peso em pães de farinha de arroz com adição de outras fontes de proteína e diferentes níveis de transglutaminase e também não encontraram diferença. Por outro lado, Renzetti et al. (2008) encontraram uma diminuição na perda de peso quando a enzima foi adicionada.

A textura é uma medida importante porque avalia propriedades que afetam diretamente a qualidade dos produtos de panificação. Na Figura 4, são apresentados os resultados de textura de pães elaborados com farinha de arroz adicionados de transglutaminase.

Os resultados demonstram que a adição de 0,5% de transglutaminase em pães com farinha de arroz diminuiu a firmeza e aumentou a adesividade, não afetando a dureza. A adição de maiores concentrações de enzima não afetou a textura. Renzetti et al. (2008) e Moore et al. (2006) encontraram aumento da dureza do miolo quando a enzima foi adicionada, já Gujral e Rosell (2004) encontraram diminuição da dureza com o aumento de transglutaminase adicionada. Caballero et al. (2007), que avaliaram a textura dos pães de trigo, encontraram aumento na dureza com adição da enzima.

Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase

STORCK, C. R. et al.

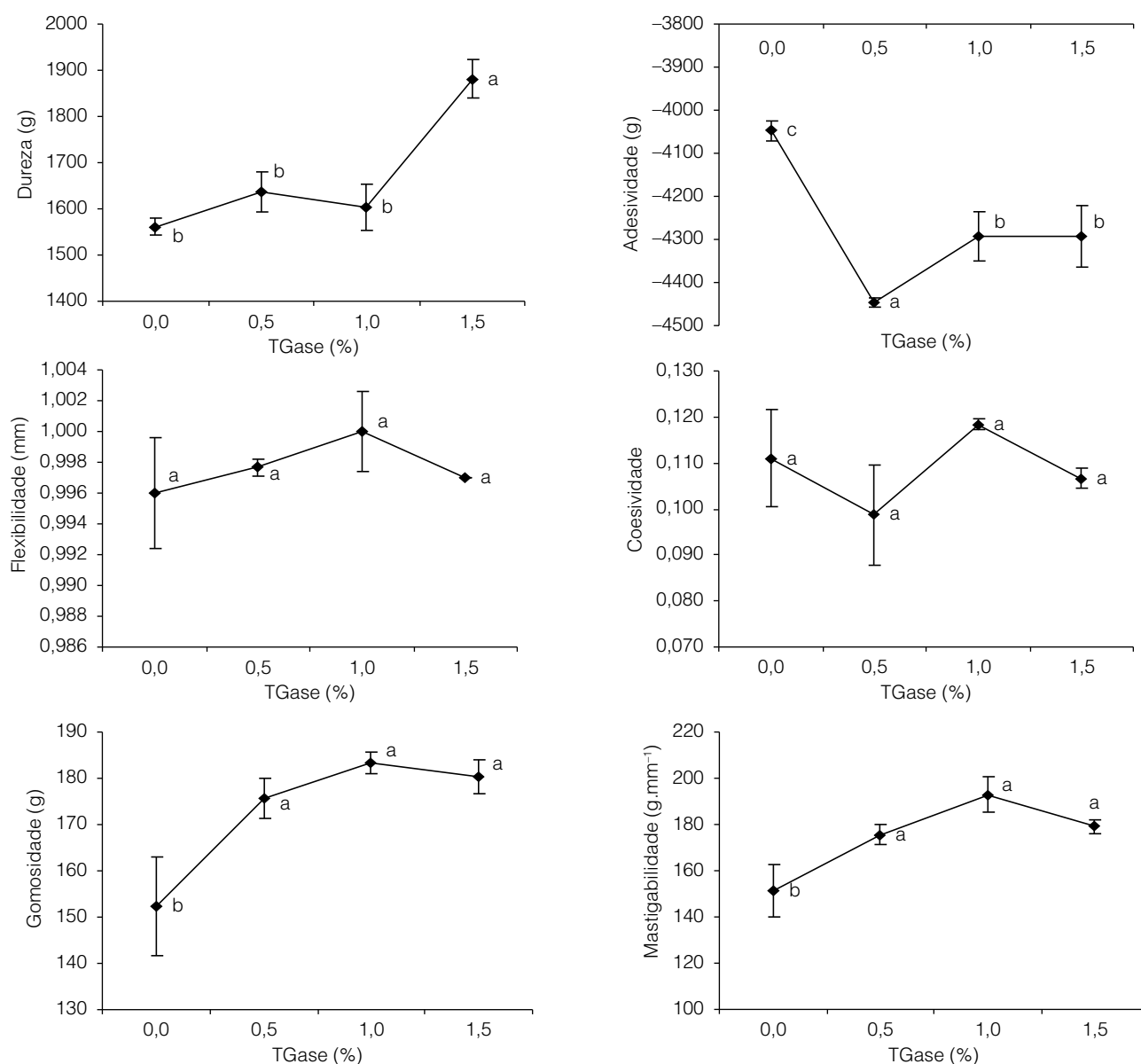


Figura 2. Textura de massa de pão de farinha de arroz com adição de 4 níveis de transglutaminase. * Os valores são médias de três repetições. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($\alpha = 0,5$).

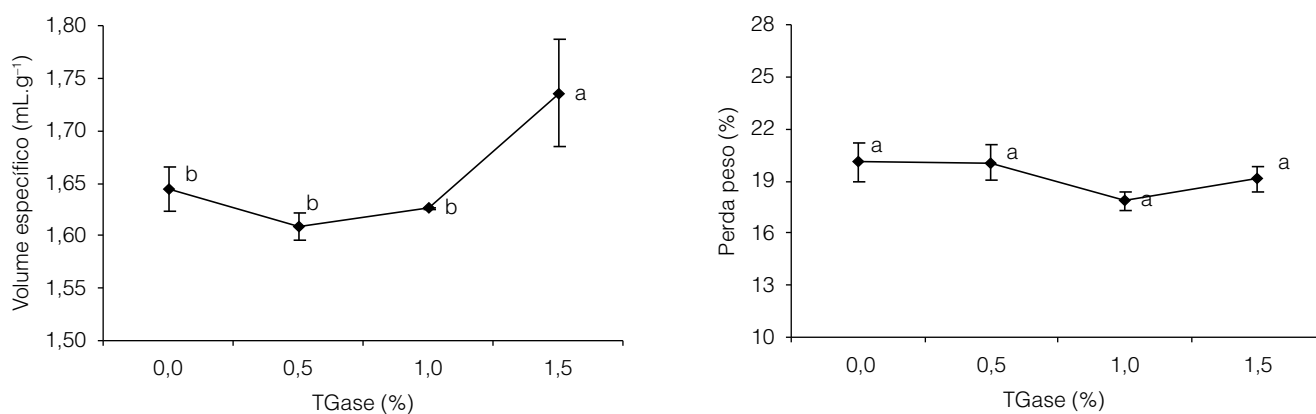


Figura 3. Volume específico e perda de peso de pães elaborados com farinha de arroz acrescidos de quatro níveis de transglutaminase. * Os valores são médias de três repetições. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($\alpha = 0,5$).

Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase

STORCK, C. R. et al.

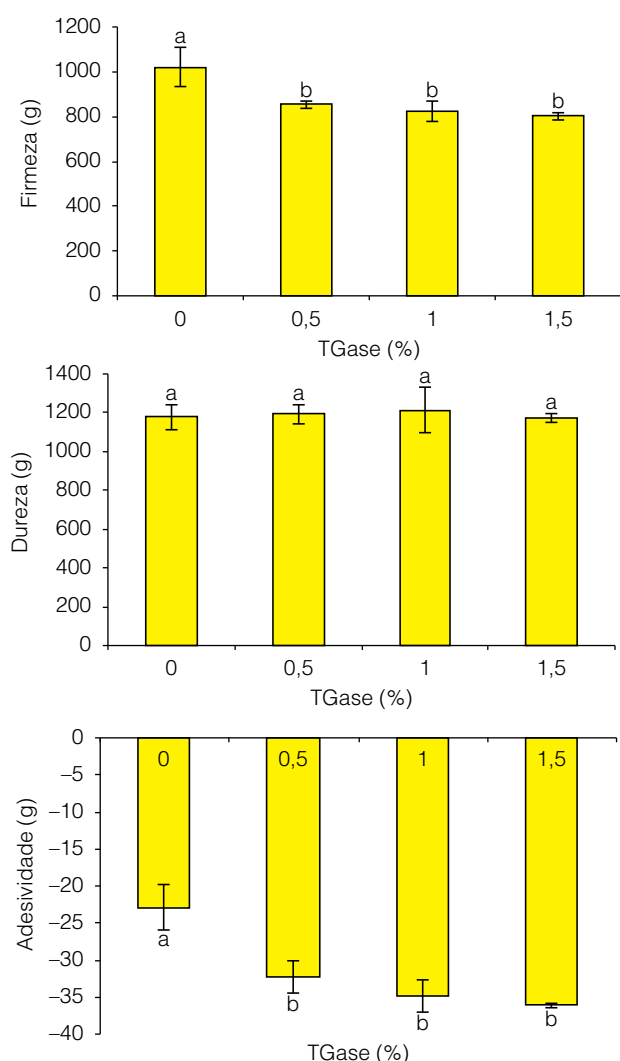


Figura 4. Influência da concentração de transglutaminase nas propriedades de textura de pães de farinha de arroz. * Os valores são médias de três repetições. Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ($\alpha = 0,5$).

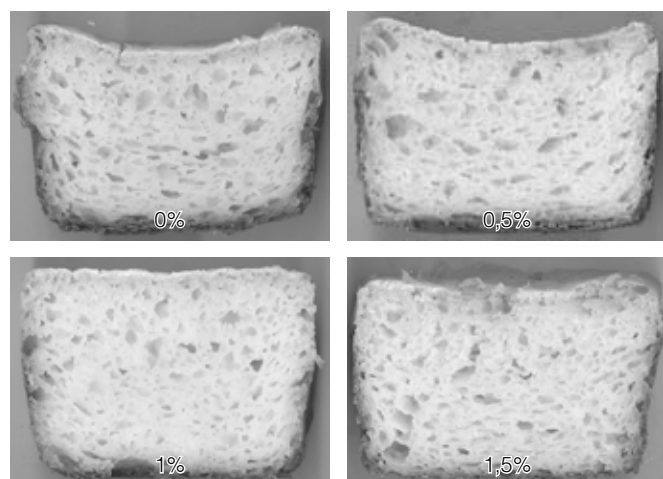


Figura 5. Pães elaborados com farinha de arroz e 4 níveis de transglutaminase.

Essas diferenças de comportamento podem ser atribuídas às diferentes quantidades de enzima adicionadas e a comportamentos diferentes entre os cereais.

De acordo com Renzetti et al. (2008), o aumento na dureza pode ser considerado como um melhorador na estrutura do miolo. Em seu estudo, analisando a microestrutura do miolo do pão, encontrou a confirmação de que o aumento da firmeza é um resultado da ligação cruzada da proteína.

Na Figura 5, observa-se a foto dos pães elaborados com farinha de arroz e diferentes níveis de transglutaminase, na qual se constata a melhora no volume à medida que aumenta a quantidade da enzima.

4 Conclusões

A funcionalidade da farinha de arroz pode ser melhorada pela ação de transglutaminase, resultando em pães com maior volume específico e melhor qualidade de textura.

Agradecimentos

À Ajinomoto Interamericana Indústria e Comércio Ltda., ao Instituto Riograndense do Arroz e à CAPES.

Referências

- BONET, A.; BLASZCZAK, W.; ROSELL, C. M. Formation of homopolymers and heteropolymers between wheat flour and several protein sources by transglutaminase catalyzed cross-linking. **Cereal Chemistry**, v. 83, n. 6, p. 655-662, 2006.
- CABALLERO, P. A.; GÓMEZ, M.; ROSELL, C. M. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. **Journal of Food Engineering**, Meppel, v. 81, n. 1, p. 42-53, 2007.
- CLERICI, M. T. P. S.; EL-DASH, A. A. Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Venezuela, v. 56, n. 3, p.288-298, 2006.
- COLLAR, C.; BOLLAÍN, C. Impact of microbial transglutaminase on the viscoelastic profile of formulated Bread doughs. **European Food Research Technology**, Berlin, v. 218, n. 2, p. 139-146, 2004.
- GUJRAL, H. S.; ROSELL, C. M. Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. **Journal of Cereal Science**, v. 39, n. 2, p. 225-230, 2004.
- LARRÉ, C.; DENERY-PAPINI, Y.; POPINEAU, G.; DESHAYES, C.; DESSERME, C.; LEFEBVRE, J. Biochemical Analysis and Rheological properties of Gluten Modified by Transglutaminase. **Cereal Chemistry**, v. 77, n. 2, p. 121-127, 2000.
- LAZARIDOU, A.; DUTA, D.; PAPAGEORGIOU, M.; BELC, N.; BILIADERIS, C. G. Effects of hydrocolloids on dough rheology

Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase*STORCK, C. R. et al.*

and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering**, Meppel, v. 79, n. 3, p. 1033-1047, 2007.

MACHADO, L. M. P. **Pão sem glúten: otimização de algumas variáveis de processamento**. Campinas, 1996. 186f. Dissertação (Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

MARCO, C.; PÉREZ, G.; LEÓN, A. E.; ROSELL, C. M. Effect of transglutaminase on protein electrophoretic pattern of rice, soybean, and rice-soybean blends. **Cereal Chemistry**, v. 85, n. 1, p. 59-64, 2008.

MARCO, C.; ROSELL, C. M. Effect of different protein isolates and transglutaminase on rice flour properties. **Journal of Food Engineering**, Meppel, v. 84, n. 1, p. 132-139, 2008a.

MARCO, C.; ROSELL, C. M. Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours. **Journal of Food Engineering**, Meppel, v. 88, n. 1, p. 94-103, 2008b.

MOORE, M. M.; HEINBOCKEL, M.; DOCKERY, P.; ULMER, H. M.; ARENDT, E. K. Network Formation in Gluten-Free Bread with Application of Transglutaminase. **Cereal Chemistry**, v. 83, n. 1, p. 28-36, 2006.

MOTOKI, M.; SEGURO, K. Transglutaminase and its use for food processing. **Trends Food Science & Technology**, v. 9, n. 5, p. 204-210, 1998.

RENZETTI, S.; BELLO, F. D.; ARENDT, E. K. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 1, p. 33-45, 2008.

SIVARAMAKRISHNAN, H. P.; SENGE, B.; CHATTOPADHYAY, P. K. Rheological properties of rice dough for making rice bread. **Journal of Food Engineering**, Meppel, v. 62, n. 1, p. 37-45, 2004.