

PROPRIEDADES REOLÓGICAS DA MASSA DE FARINHA DE TRIGO ADICIONADA DE ALFA-AMILASE

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF WHEAT FLOUR PASTA AFTER THE ADDITION OF ALPHA-AMYLASE

**Mary de F. Dias Queji¹, Maria Helene Canteri Schemin²,
José Luiz Ferreira da Trindade²**

¹ Autor para contato: Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Programa de Mestrado em Ciência de Tecnologia de Alimentos, Campus em Uvaranas, Ponta Grossa, PR, Brasil; (42) 3220-4823; e-mail: lmqueji@pop.com.br

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Coordenação de Alimentos, Ponta Grossa, PR

Recebido para publicação em 11/11/2005

Aceito para publicação em 19/06/2006

RESUMO

O amido, considerado o mais importante carboidrato presente na farinha de trigo, contribui para a formação da estrutura, consistência e textura da massa, é fonte de açúcares para as leveduras, favorecendo a coloração do miolo e da casca do pão, como também, favorece o volume do produto final devido à produção de gás carbônico. É formado por amilose e amilopectina, esta última altamente ramificada, o que caracteriza a complexidade da molécula. Devido à dureza dos grãos de trigo, o amido pode ser danificado na etapa da moagem, ocasionando um aumento na absorção de água e prejudicando a qualidade do produto final. Entretanto, a enzima alfa-amilase, que é utilizada como aditivo para melhorar a qualidade tecnológica age, simbioticamente, com a beta-amilase sobre os grânulos de amido danificados, modificando a absorção de água e a extensibilidade da massa. O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações da reologia da massa após suplementação com alfa-amilase, utilizando os equipamentos Farinógrafo Brabender, Extensógrafo Brabender e o Falling Number. Assim, quatro amostras de farinha de trigo comum foram analisadas, sendo uma controle (sem enzima) e as demais com 0,05, 0,15 e 0,30 gramas de alfa-amilase por quilograma de farinha de trigo. Os resultados obtidos revelaram que o aumento na concentração da enzima provoca redução na absorção de água, melhora a tolerância ao processo mecânico e aumenta a extensibilidade da massa.

Palavras-chave: amido, alfa-amilase, absorção de água, extensibilidade, farinha de trigo

ABSTRACT

Starch is the most important carbohydrate present in wheat flour. It contributes to the formation of the structure, the consistency and the texture of pastas, and it is a source of sugars for yeasts that improves, not only the color of bread, but also its crust. It also improves the volume of the final product due to the production of carbon gas. It consists of amylose and amylopectin, which presents a large number of branches that characterize its molecular complexity. Due to the hardness of wheat grains, starch may be damaged during the grinding process, which causes an increase in the absorption of water and damages the quality of the final product. However, the alpha-amylase enzyme, which is used as an additive to improve its technological quality, acts symbiotically with beta-amylase on the damaged starch, changing the absorption of water as well as the extensibility of the pasta. The aim of this research was to show the physicochemical changes in the rheology of the pasta after the addition of alpha-amylase, with the use of Brabender Farinograph and Extensograph equipments and also by means of the Falling Number, which measures the enzyme activity. In order to accomplish this, four wheat flour samples were analyzed, a control one (without enzyme), and three others with 0,05, 0,15 and 0,30 grams of alpha-amylase per kilogram of wheat flour. The results obtained showed that an increase in the concentration of enzymes not only decreases the absorption of water, but also improves the tolerance to the mechanical process and the extensibility of the pasta.

Key words: starch, alpha-amylase, water absorption, extension capability, wheat flour

1. Introdução

Uma farinha de trigo com potencial de panificação é aquela que possui capacidade de produzir, uniformemente, um produto final atrativo com custo competitivo. Se a farinha não apresentar bons resultados no produto final, poderá ser suplementada com aditivos, que farão o seu tratamento, visando corrigir características funcionais. Os aditivos são substâncias que inibem, enaltecem, complementam, otimizam ou alteram componentes ou características da farinha de trigo (Carvalho, 1999).

A adição de alguns ingredientes opcionais, tais como glúten de trigo, farinha de soja ou de fava, até um máximo de 1% e outros autorizados pela legislação vigente, estão nomeados na Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. Dentre os autorizados pela legislação consta a alfa-amilase, que atua como melhorador de farinha, segundo a Resolução nº 386 de 05 de agosto

de 1999 (ANVISA, 2005).

As substâncias que fazem o tratamento da farinha de trigo com a finalidade de torná-la potencialmente panificável são o sal, as enzimas amilases e proteolíticas, os amaciadores, os agentes branqueadores e oxidantes, os inibidores da flora microbiana, os espessantes, os emulsificantes, os enriquecedores vitamínicos e os agentes redutores (El-Dash, 1990). As enzimas, de uma forma geral, têm uma grande utilidade em panificação, pois melhoram o volume, o sabor, o aroma, a estrutura da casca e do miolo, a maciez e aumentam a vida útil dos produtos (AMFEP, 2004).

Na prática, é possível verificar, indiretamente, o potencial de panificação de uma farinha de trigo através de um conjunto de análises físicas e químicas. Dentre estas análises, de grande importância, estão as relacionadas com o comportamento reológico da massa, avaliados com o auxílio dos aparelhos Farinógrafo e Extensógrafo Brabender, além do Falling Number.

O princípio do Farinógrafo é demonstrar a resistência da massa mediante uma ação mecânica (Quaglia, 1991). O aparelho é composto por um malaxador que mistura a farinha de trigo, uma bureta milimetrada para auxiliar na adição de água destilada e um registrador que elabora um diagrama conhecido como farinograma, o qual oferece os seguintes parâmetros: absorção de água, tempo de desenvolvimento da massa, estabilidade, índice de tolerância à mistura e tempo de quebra (Ranken, 1993).

O princípio do Extensógrafo é revelar a força da farinha de trigo mediante uma distensão, sendo esta análise útil para examinar a influência de alguns agentes melhoradores (Lewis, 1993). O aparelho é formado por um boleador, um rolo modelador, cápsulas receptoras de massa, uma câmara de fermentação, uma alavanca de distensão e um registrador que elabora o extensograma, o qual oferece os seguintes parâmetros: extensibilidade e resistência da massa (Carvalho, 1999).

O aparelho Falling Number tem como princípio a determinação indireta da atividade enzimática, na qual o amido geleificado é liquefeito pela alfa-amilase (Aquarone *et al.*, 2001). É composto por duas divisões, uma elétrica e outra mecânica, com funções de fornecimento de calor para ocorrer a gelatinização do amido e, ao mesmo tempo, misturar a suspensão de água e farinha de trigo. A atividade da enzima alfa-amilase inicia com a geleificação do amido (55-65°C) e finaliza após sua desnaturação, próximo a 80°C (Carvalho, 1999).

Os fatores de qualidade da farinha de trigo podem ser divididos em dois grupos básicos: os inerentes ao trigo, resultantes da composição genética e das condições de crescimento da planta e os que dependem do processo de armazenamento e moagem do trigo em farinha. As proteínas formadoras do glúten (gliadina e glutenina), o amido, os lipídeos e outros compostos hidrossolúveis são essenciais para garantir o potencial de panificação, dependendo do teor e da qualidade destes na farinha (Aquarone *et al.*, 2001).

O amido desempenha papel importante na manutenção da estrutura do pão no cozimento, ajudando na retenção dos gases produzidos durante a fermentação (Aquarone *et al.*, 2001). É considerado um polissacarídeo de alto peso molecular, formado estruturalmen-

te, por cadeias retas e por outras altamente ramificadas de moléculas de glicose, apresentando duas frações: a de amilose e a de amilopectina, em proporções que variam de acordo com as espécies e com o grau de maturação das plantas (Bobbio e Bobbio, 1992).

A amilose e a amilopectina estão associadas através de pontes de hidrogênio e, internamente, os seus grupamentos de glicose estão estabilizados por meio de ligações glicosídicas. A amilose possui ligações glicosídicas do tipo alfa (1→4) e não é ramificada, embora possam ocorrer torções e redobramentos em sua estrutura. Já a amilopectina, possui ligações glicosídicas do tipo alfa (1→4), porém a cada 20 ou 30 unidades de glicose há um ponto de ramificação onde a ligação é alfa (1→6) (Lehninger *et al.*, 1995). A dimensão dessas frações varia conforme a fonte de amido, sendo que a amilose pode conter, no máximo, 6000 (seis mil) unidades de glicose e a amilopectina 2.000.000 (dois milhões), e por isso é considerada uma das maiores moléculas da natureza (Maarel *et al.*, 2001).

O amido possui boa capacidade de hidratação devido ao grande número de grupos hidroxila expostos que podem formar pontes de hidrogênio com a água (Lehninger *et al.*, 1995). Porém essa capacidade de hidratação depende da temperatura, pois em água fria o grânulo absorve somente 30% do seu peso em água, devido à sua estrutura cristalina. Quando a temperatura aumenta e atinge um certo intervalo, chamado de temperatura de gelatinização, o grânulo começa a intumescer e formar soluções viscosas, devido aos grupos hidroxila expostos e também pelo rompimento das pontes de hidrogênio mais fracas entre as cadeias de amilose e amilopectina (Ciacco e Cruz, 1982, citado por Herbario, 2004). Na panificação, durante as etapas de cocção do pão, ocorre exatamente este procedimento, ou seja, à medida que a temperatura aumenta o amido adquire solubilidade e aumenta a viscosidade da massa (Aquarone *et al.*, 2001). A Figura 1 mostra a estrutura química da amilose e da amilopectina, com suas ligações glicosídicas, pontos de ramificação e os grupos hidroxila expostos.

O problema na hidratação do amido é quando este é danificado por ação da moagem ou pela dureza dos grãos. Isto ocasiona aumento na absorção de

água pela farinha de trigo, influenciando negativamente no produto final, pois a massa adquire uma consistência mais pegajosa, ocorrendo redução de volume nos pães e alteração da textura do miolo, entre outros. Esses problemas tecnológicos ocorrem pelo rompimento de algumas ligações do tipo pontes de hidrogênio

entre amilose e amilopectina, como também, pela facilidade da formação de pontes de hidrogênio entre a água e os grupos hidroxila (Quaglia, 1991). As farinhas de trigo, que são destinadas à panificação, podem possuir uma porcentagem de amido danificado entre 4 e 8% (Aquarone *et al.*, 2001).

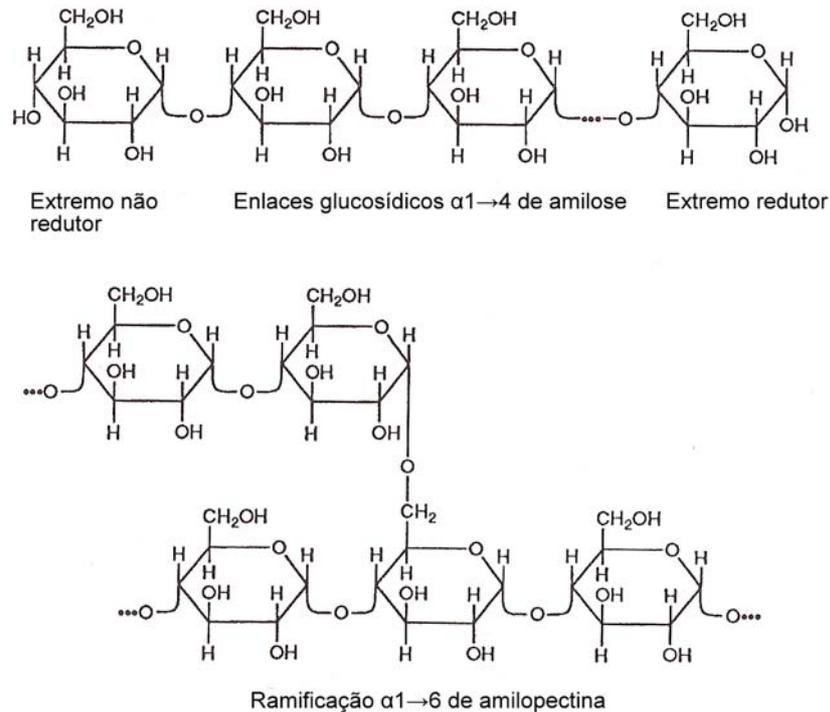


Figura 1 - Estrutura química da amilose e da amilopectina Fonte: Coultate, 1984.

Diante da complexidade e da possibilidade de formação de amido danificado, a indústria da panificação suplementa a farinha de trigo com amilases, especificamente alfa-amilase, para melhorar a qualidade tecnológica da farinha. Essas enzimas quando atuam sobre o amido danificado alteram a absorção de água e, conseqüentemente, a consistência e extensibilidade da massa. Quando a ação é sobre o amido gelatinizado, na etapa do forneamento, ocorrem melhorias no volume e na coloração da crosta e miolo, bem como, proporcionam maciez e retardam o envelhecimento precoce dos pães. A enzima alfa-amilase age simbioticamente com a beta-amilase, e é adicionada à farinha de trigo porque está presente em quantidades muito pequenas para atuar no sistema da massa. Porém, sua adição deve estar fundamentada por análises prévias que demonstrem a necessidade da suplementação, bem

como, de outros aditivos auxiliares (Aquarone *et al.*, 2001).

As amilases utilizadas em panificação são obtidas a partir de cereais, bactérias ou fungos, bem como do pâncreas do porco. Para esse estudo foi empregada a alfa-amilase de origem fúngica, que segundo Ranken (1993), é obtida pelo crescimento do fungo *Aspergillus oryzae* em cultivo profundo, a partir da extração e purificação da enzima que se acumula no meio.

Na panificação, a proporção de uso da alfa-amilase é de 30 gramas por 100 Kg de farinha de trigo, mas deve-se evidenciar a necessidade de compatibilizar a quantidade a ser suplementada com as características do produto final (Aquarone *et al.*, 2001).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento reológico da farinha de trigo comum após

suplementações com alfa-amilase, utilizando os equipamentos Farinógrafo Brabender, Extensógrafo Brabender e o Falling Number.

2. Material e métodos

2.1. Material

A enzima alfa-amilase de origem fúngica, com nome comercial Panzym FA-40, da empresa Prozyn, foi utilizada para o tratamento da farinha de trigo. Sua atividade por unidade corresponde a 1160 Fau/g (unidade alfa-amilásica por grama de farinha de trigo).

A farinha de trigo utilizada foi classificada industrialmente como farinha comum, podendo ser indicada tanto para uso doméstico quanto industrial, e isso dependerá dos tratamentos posteriores dados a essa farinha.

2.2. Métodos

2.2.1. Preparo das amostras

Foram avaliados quatro tratamentos, sendo eles o controle (farinha de trigo sem alfa-amilase) e os demais, os aditivados nas concentrações de 0,05, 0,15 e 0,30 gramas de alfa-amilase por quilograma de farinha de trigo, respectivamente. Segundo Aquarone *et al.* (2001), a quantidade máxima permitida de alfa-amilase é de 30 (trinta) gramas por 100 (cem) quilogramas de farinha de trigo, o que corresponde a 0,3 gramas de

enzima em 1 quilograma de farinha.

Cada amostra, correspondente aos quatro tratamentos, continha um quilograma de farinha de trigo, sendo que sua obtenção foi representativa de um total de cinco quilogramas, homogeneizados em misturador Chopin. O restante da farinha foi desprezado.

Para a aditivação das farinhas de trigo foi utilizado o misturador Chopin, por vinte minutos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polietileno a fim de evitar absorção de umidade. Em continuidade, foram realizadas análises de reologia da massa e de atividade enzimática.

2.2.2. Análises reológicas da massa

Estas análises foram realizadas de acordo com a metodologia oficial da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995).

Os parâmetros do farinograma foram obtidos segundo o método 54-21, as análises de extensografia foram realizadas segundo o método 54-10 e a determinação da atividade enzimática seguiu o método de análise 54-81 B.

3. Resultados e discussão

3.1. Farinograma

A Figura 2 ilustra os farinogramas obtidos com a farinha de trigo controle e aditivadas com 0,05, 0,15 e 0,30 gramas de alfa-amilase / quilograma de farinha.

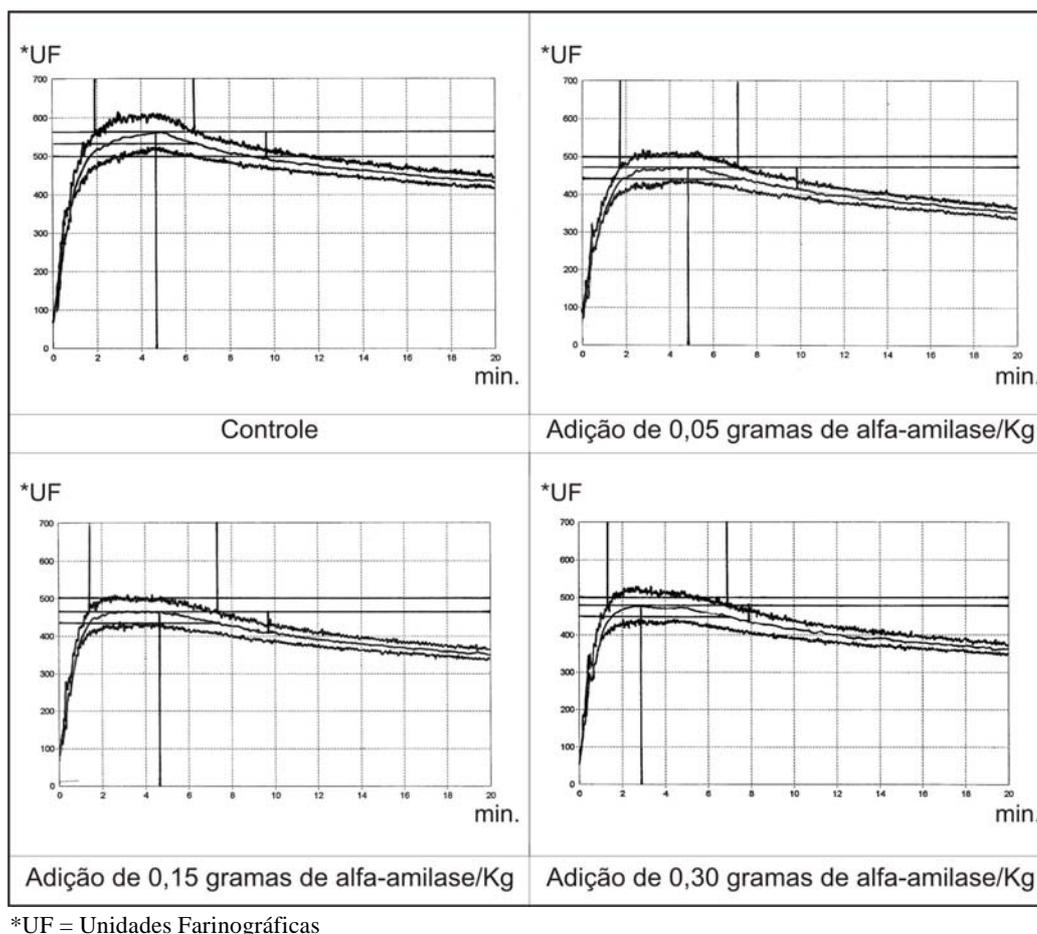


Figura 2 - Farinogramas obtidos com a farinha de trigo controle e aditivadas com alfa-amilase.

Os parâmetros obtidos pelo farinógrafo Brabender das amostras de farinha de trigo, com e

sem a adição de alfa-amilase, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros obtidos pelo farinograma da farinha de trigo controle (sem enzima) e das farinhas aditivadas com alfa-amilase.

Parâmetros	Controle	0,05 gramas/Kg	0,15 gramas/Kg	0,30 gramas/Kg
Absorção de água (%)	61,6	59,8	59,1	58,5
Tempo de Desenvolvimento (min.)	4,7	4,8	4,7	2,9
Estabilidade (min.)	4,5	5,4	5,9	5,5
Índice de Tolerância (UB)*	70,0	53,0	56,0	42,0

*UB = Unidades Brabender

O primeiro parâmetro analisado no farinograma é a porcentagem de absorção de água. Esta determinação é importante, do ponto de vista tecnológico, porque a água assegura a união das proteínas que dão

origem ao glúten, controla a consistência da massa, dissolve os sais, umedece e intumescce o amido, deixando-o mais digerível e fornece meio propício ao desenvolvimento da atividade enzimática. Houve, entre-

tanto, certa redução da absorção de água conforme a concentração da enzima foi aumentada. De acordo com Lehninger *et al.* (1995), quando o amido é danificado há maior exposição dos grupos hidroxila, como também, ocorre rompimento de ligações do tipo pontes de hidrogênio entre amilose e amilopectina, favorecendo o aumento de absorção de água pela farinha. Porém, quando a enzima alfa-amilase está presente há uma modificação na estrutura química do amido, alterando a absorção de água da farinha.

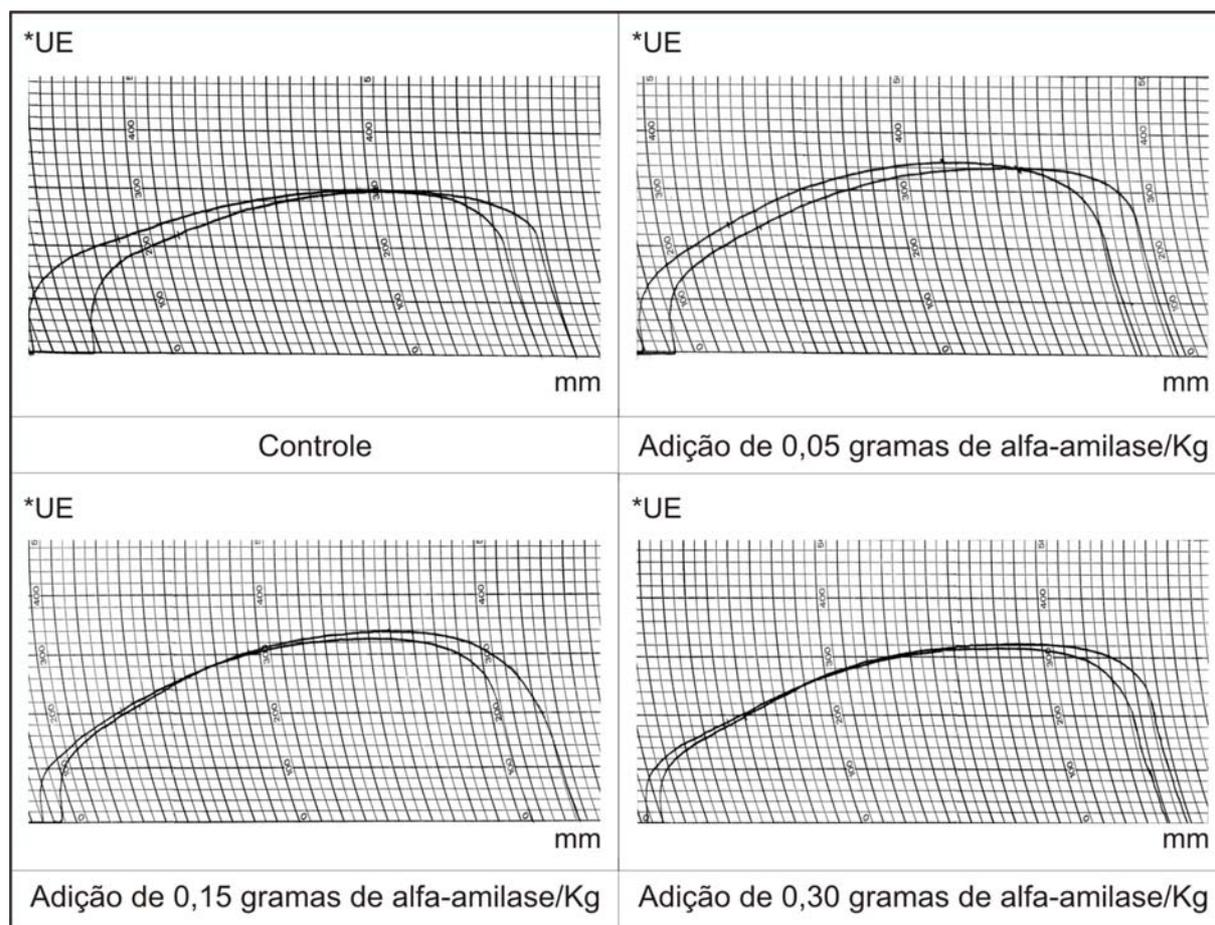
O segundo parâmetro analisado foi o tempo de desenvolvimento da massa. Este se relaciona com a etapa de fermentação, pois se a massa se desenvolver em tempo insuficiente, ela não será capaz de reter os gases produzidos pelas leveduras, resultando em um produto de baixo volume (Carvalho, 1999). Nesse estudo o tempo de desenvolvimento inicial do glúten dos tratamentos com até 0,15 gramas da enzima, man-

teve-se inalterado, porém houve uma redução de 1,8 minutos na amostra adicionada de 0,30 gramas de enzima.

Os outros parâmetros avaliados foram o índice de tolerância à mistura e a estabilidade. De acordo com Carvalho (1999), as farinhas de trigo com baixo índice de tolerância e alta estabilidade possuem boa capacidade ao processo mecânico de mistura e são chamadas de farinhas “fortes”. As análises demonstraram que a adição da enzima na farinha proporcionou uma melhoria na estabilidade e uma redução no índice de tolerância à mistura.

3.2. Extensograma

A Figura 3 ilustra os extensogramas obtidos com a farinha de trigo controle e aditivadas com 0,05, 0,15 e 0,30 gramas de alfa-amilase / quilograma de farinha.



*UE = Unidades Extensográficas

Figura 3 - Extensogramas obtidos com a farinha de trigo controle e aditivadas com alfa-amilase.

Os parâmetros extraídos dos extensogramas obtidos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Parâmetros obtidos pelo extensograma da farinha de trigo controle (sem enzima) e das farinhas aditivadas com alfa-amilase

Parâmetros	Controle	0,05 gramas/Kg	0,15 gramas/Kg	0,30 gramas/Kg
Resistência à extensão (UE)*	215	235	205	195
Extensibilidade (mm)	208	206	227	238

*UE = Unidades Extensográficas

A resistência da massa corresponde à propriedade de resistir a uma força de distensão e a tendência de retornar à forma original (elasticidade). Esta característica está relacionada com o tempo de mistura e de desenvolvimento da massa. A fração protéica responsável por esta função é a glutenina (Carvalho, 1999). Os resultados obtidos revelam que conforme a concentração enzimática foi aumentada, a resistência da massa diminuiu.

Segundo Aquarone *et al.* (2001), a extensibilidade está relacionada com o volume na panificação, ou seja, o quanto a massa é capaz de esticar sem rompimento da estrutura. A fração gliadina é responsável

por esta característica. Nas análises percebe-se que o aumento na concentração da enzima proporcionou maior distensão da massa, sendo o máximo atingido com 0,30 gramas de alfa-amilase.

3.3. Atividade enzimática

Pela análise dos resultados obtidos pelo Falling Number (Tabela 3), pode-se observar que o tempo de liquefação do gel de amido foi reduzindo com o aumento da concentração enzimática, comprovando a afirmação de Quaglia (1991).

Tabela 3- Avaliação da atividade enzimática, pelo Falling Number, da farinha de trigo controle (sem enzima) e das farinhas aditivadas com alfa-amilase.

Parâmetro	Controle	0,05 gramas/Kg	0,15 gramas/Kg	0,30 gramas/Kg
Tempo de queda (segundos)	281	270	254	234

Em uma indústria moageira, os moleiros utilizam o valor obtido pelo Falling Number para produzir produtos específicos ou fazem uma mescla de farinhas com valores diferentes até atingir a faixa ideal para um determinado produto. Quando as farinhas de trigo são destinadas à panificação a verificação da atividade enzimática é muito importante, pois possui relação com o volume e as características do miolo do pão (Carvalho, 1999).

4. Conclusão

A adição da enzima alfa-amilase à farinha de trigo melhorou as características mecânicas de mistura da massa, observadas pelos resultados obtidos de estabilidade e índice de tolerância. A propriedade de distensão da massa (extensibilidade) foi intensificada e a elasticidade foi reduzida conforme a concentração da enzima foi sendo aumentada.

Agradecimentos

A autora e co-autores agradecem à empresa Bunge Alimentos S.A. pela disponibilização das amostras de farinha de trigo, pela enzima alfa-amilase e utilização dos equipamentos.

REFERÊNCIAS

1. AMFEP – Association of Manufacturers and Formulators of Enzyme Products – Enzyme. Disponível em: <<http://www.anfep.org/enzymes>>. Acesso em: 17 set. 2004.
2. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Disponível em: <http://anvisa.gov.br>. Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. Aprova a Norma Técnica referente à farinha de trigo. Publicação em D.O.U; Poder Executivo, de 22 de julho de 1996. Acesso em: 10 março 2005.
3. AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia industrial**: biotecnologia na produção de alimentos. 1. ed. São Paulo: Edgar Blücher, v. 4, 2001. p. 365-395.
4. BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. p. 47-58.
5. CARVALHO, D. **Controle de qualidade de trigo e derivados e tratamento e tipificação de farinhas**. Granotec do Brasil (apostila), 1999.
6. COULTATE, T. P. **Alimentos**: química de sus componentes. Zaragoza: Acribia, 1984. p.27.
7. EL-DASH, A. A. **Panificação**: tecnologia, procesamiento e controle. Campinas: Unicamp, 1990.
8. HERBARIO. Disponível em: <<http://www.herbario.com.br/cie/1003amid.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2004.
9. LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: SARVIER, 1995. p. 147-164 e 222-237.
10. LEWIS, M. J. **Propriedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado**. Zaragoza: Acribia, 1993. p.155.
11. MAAREL, M. J.E.C. van der; VEEN, B. van der; UITDEHAAG, J. C. M.; LEEMHUIS, H.; DIJKHUIZEN, L. Properties and applications of starch-converting enzymes of the α -amylase family. Disponível em : <<http://www.elsevier.com/locate/jbiotec>>. Acesso em: 20 fev. 2005.
12. QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnologia de la panificación**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1991. p. 34-39, 51-57 e 61-64.
13. RANKEN, M. D. **Manual de industrias de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. p. 151-192.