

Poder de inchamento e solubilidade de amido de arroz submetido ao tratamento térmico com baixa umidade

Swelling power and solubility of rice starch submitted at heat-moisture treatment

Autores | Authors

✉ **Elessandra da Rosa ZAVAREZE**

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

Andressa Oliveira RODRIGUES

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Departamento de Ciência dos Alimentos
e-mail: andressa1307@msn.com

Cátia Regina STORCK

Letícia Marques de ASSIS

Ana Paula do Sacramento WALLY

Álvaro Renato Guerra DIAS

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Departamento de Ciência e Tecnologia
Agroindustrial
e-mail: catia.sm@gmail.com
assis.leticia@bol.com.br
anapaulawally@yahoo.com.br
argd@ufpel.edu.br

■ Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tratamento térmico com baixa umidade sobre as propriedades de poder de inchamento e solubilidade do amido de arroz. O amido de arroz de alta amilose foi extraído por método alcalino, teve sua umidade ajustada para 15, 20 e 25% e foi armazenado a 4 °C durante quatro dias. As amostras foram autoclavadas a 110 °C durante uma hora e secas em estufa a 40 °C até aproximadamente 10% de umidade. Os amidos foram avaliados pelo poder de inchamento e solubilidade em temperaturas de 60, 70, 80 e 90 °C. O poder de inchamento dos amidos apresentou redução conforme o aumento do teor de umidade do tratamento, sendo mais intenso em temperaturas acima de 80 °C. O tratamento hidrotérmico reduziu a solubilidade dos amidos apenas a 90 °C, e a maior redução ocorreu para o amido com 25% de umidade.

Palavras-chave: Amido; Modificação hidrotérmica; Solubilidade; Poder de inchamento.

■ Summary

This research aimed to determine the influence of heat-moisture treatment of rice starch on swelling power and solubility properties. Rice starch was isolated by alkaline method. The moisture content of rice starch was adjusted to 15, 20 and 25% and stored at 4 °C during four days. The samples were autoclaved at 110 °C for one hour and dried at 40 °C until 10% of moisture. The starches were evaluated by swelling power and solubility in the temperature range of 60-90 °C. The swelling power of starches decreased as the treatment moisture level increased, being more intensive in temperatures higher than 80 °C. The heat-moisture treatment decreased the starches solubility only at 90 °C, being the greater reduction for starch with 25% moisture.

Key words: Starch; Hydrothermal modification; Solubility; Swelling power.

Poder de inchamento e solubilidade de amido de arroz submetido ao tratamento térmico com baixa umidade

ZAVAREZE, E. R. *et al.*

1 Introdução

O amido, na sua forma nativa, nem sempre possui as propriedades físico-químicas adequadas a determinados tipos de processamento, mas, quando modificado, aumenta seu espectro de utilização na indústria alimentícia. A modificação química é muito utilizada, mas há um crescente interesse na modificação física do amido, especialmente para aplicações em alimento, pois é considerado material natural de alta segurança alimentar e não é limitado pela legislação quanto às quantidades utilizadas, sendo considerado como ingrediente. A demanda por produtos naturais e normas mais rigorosas de proteção a consumidores têm dificultado o desenvolvimento de amidos alimentares a partir de modificações, principalmente químicas (BEMILLER, 1997).

O grânulo de amido é constituído de moléculas de amilose e amilopectina associadas entre si por pontes de hidrogênio, formando áreas cristalinas radialmente ordenadas (CEREDA, 2002). Entre essas áreas cristalinas existem regiões amorfas, nas quais as moléculas não têm uma orientação particular. As áreas cristalinas mantêm a estrutura do grânulo e controlam o comportamento do amido fazendo com que o grânulo absorva uma quantidade limitada de água (CIACCO e CRUZ, 1982). O aquecimento de suspensões de amido em excesso de água causa uma transição irreversível denominada gelatinização, que pode ser caracterizada por uma endoterma obtida através de calorimetria diferencial de varredura (DSC), pela perda da birrefringência, observada por microscopia de luz polarizada (perda da cruz de malta) e pelo desaparecimento da cristalinidade evidenciada pela difração de raio X (GARCIA *et al.*, 1997). Durante a gelatinização, a estrutura cristalina do amido é rompida devido ao relaxamento de pontes de hidrogênio e as moléculas de água interagem com os grupos hidroxilas da amilose e da amilopectina, causando um aumento do tamanho dos grânulos e solubilização parcial do amido (HOOVER, 2001). O inchamento dos grânulos e a solubilização da amilose e amilopectina induzem a gradual perda da integridade granular com a geração de uma pasta viscosa. Quando estas moléculas começam a se reassociar favorecendo uma estrutura mais ordenada, denomina-se de processo de retrogradação (CEREDA, 2002). As mudanças que ocorrem nos grânulos durante a gelatinização e retrogradação são os principais determinantes do comportamento de pasta do amido.

O tratamento térmico com baixa umidade é uma modificação física que altera as propriedades físico-químicas do amido, sem ocorrerem mudanças na estrutura molecular. Este tratamento apresenta vantagem de não envolver produto químico que possa causar degradação do amido ou dificuldades em sua purificação.

Os primeiros estudos de tratamento com calor e baixa umidade foram feitos com amido de batata-doce com

a intenção de tornar suas propriedades semelhantes às do amido de milho, para substituí-lo nos períodos de escassez do cereal (STUTE, 1992). No tratamento hidrotérmico com baixa umidade, o amido é aquecido a temperaturas acima da temperatura de transição vítrea e da temperatura de gelatinização, variando de 84 a 120 °C, mas com umidade insuficiente para gelatinizá-lo, geralmente em níveis menores que 35% de umidade, durante um período de tempo que pode variar de 15 min a 16 h (JACOBS e DELCOUR, 1998; TESTER e DEBON, 2000). O tratamento com calor e baixa umidade é um processo que apresenta como parâmetros críticos de controle o teor de umidade, a temperatura e o tempo de aquecimento (TESTER e DEBON, 2000). Como resultado desta modificação, ocorrem alterações no padrão de difração de raio X, na cristalinidade, nas interações entre as cadeias, no intumescimento dos grânulos, na viscosidade e na suscetibilidade à hidrólise enzimática e ácida. No entanto, não ocorrem alterações morfológicas que sejam possíveis de serem observadas ao microscópio eletrônico (VIEIRA, 2004).

O tratamento térmico em baixa umidade proporciona ao amido baixa viscosidade e estabilidade de pasta. A redução da viscosidade ocorre em função da pressão e do tempo de tratamento, sendo possível preparar amidos com uma viscosidade pré-estabelecida apenas pelo controle das condições de processo. Este tipo de modificação promove uma alteração da estrutura cristalina no interior dos grânulos resultando em cristais mais estáveis, pois ocorre uma reorganização das cadeias, acompanhada por movimento ou reorganização nas regiões amorfas ou cristalinas (CEREDA, 2002).

Brumovsky e Thompson (2001); Lin *et al.* (2008) reportaram que o tratamento com calor e baixa umidade tem sido utilizado para formação de amido resistente. O amido resistente é a fração de amido não digerida no intestino delgado de indivíduos saudáveis, sendo fermentada no intestino grosso. As atuações do amido resistente são similares às da fibra alimentar (SHAMAI *et al.*, 2003).

Estudos com modificação hidrotérmica à baixa umidade em amido de arroz têm sido desenvolvidos por Horndok e Noomhorm (2007) com a finalidade de melhorar a funcionalidade e aplicação do amido em produtos alimentícios.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tratamento térmico com baixa umidade sobre as propriedades de poder de inchamento e solubilidade do amido de arroz.

2 Material e métodos

2.1 Material

Amido de arroz com 36% de amilose (b.u), proveniente da cultivar IRGA - 417.

Poder de inchamento e solubilidade de amido de arroz submetido ao tratamento térmico com baixa umidade

ZAVAREZE, E. R. *et al.*

2.2 Extração do amido de arroz

A extração de amido foi baseada no método descrito por Wang e Wang (2004), com algumas modificações. A farinha de arroz foi adicionada de solução de NaOH 0,1% na proporção de 1:2 e deixada em repouso durante 18 h. Após, a dispersão foi submetida a agitação vigorosa em blender durante dois minutos. O material resultante foi passado por peneira de 63 μm e centrifugado a 1200 g durante cinco minutos. O sobrenadante foi descartado e o precipitado foi ressuspensão em solução de NaOH 0,1% e centrifugado novamente, sendo a operação realizada duas vezes. O amido extraído foi disperso com água destilada e neutralizado com HCl 1M até pH 6,5 e centrifugado. O material sedimentado foi suspenso em água destilada e centrifugado; operação repedida duas vezes. O amido resultante foi seco em estufa com circulação de ar a 40 °C até 11% \pm 0,5 de umidade. O rendimento de extração de amido foi calculado sobre a quantidade inicial de amido presente na farinha de arroz e sobre a quantidade total de farinha.

2.3 Tratamento térmico com baixa umidade

O tratamento térmico com baixa umidade dos amidos foi realizado segundo método descrito por Hormdok e Noomhorm (2007). Os amidos foram condicionados em 15, 20 e 25% de umidade para posterior tratamento térmico. A água necessária para atingir a umidade desejada do amido foi adicionada aos poucos com auxílio de uma bureta e misturada em batedeira planetária (Kitchen Aid, ARNO) durante 15 min, com velocidade 1 (baixa). Após a mistura, o amido foi colocado em recipientes de vidro e armazenado a 4 °C por quatro dias para melhor uniformização da umidade. As amostras foram autoclavadas a 110 °C durante uma hora e, posteriormente, secas em estufa com circulação de ar a 40 °C até aproximadamente 10% de umidade. Foram, então, moídas e armazenadas em recipientes herméticos para posteriores avaliações.

2.4 Poder de inchamento e solubilidade

O poder de inchamento e a solubilidade dos amidos foram determinados nas temperaturas de 60, 70, 80 e 90 °C, conforme método descrito por Leach *et al.* (1959). A determinação envolve a suspensão de 1 g de amido em 50 mL de água aquecida em banho-maria. Após 30 min de aquecimento, os tubos foram centrifugados a 1000 g por 20 min. O sobrenadante foi coletado e seco em estufa até peso constante para a quantificação da fração solúvel. Os tubos, previamente tarados, contendo os grânulos de amido intumescidos foram pesados para determinar o poder de inchamento. A solubilidade foi calculada pela relação da massa solúvel e a massa inicial de amido, expressa em percentagem, enquanto o poder

de inchamento foi obtido pela relação da massa final intumescida pela massa inicial de amido.

3 Resultados e discussão

3.1 Poder de inchamento

A determinação do poder de inchamento e solubilidade é realizada em temperaturas elevadas, promovendo a quebra de pontes de hidrogênio. As moléculas de água fixam-se deixando livres grupos hidroxila e os grânulos continuam a intumescer, resultando no aumento da solubilidade do amido (LIMBERGER *et al.*, 2008).

O tratamento hidrotérmico tem sido utilizado para reduzir o poder de inchamento dos grânulos de amido de batata, mandioca (NAKAZAWA e WANG, 2004), trigo (HOOVER e VASANTHAN, 1993; TESTER *et al.*, 1998) e milho (NAKAZAWA e WANG, 2004; QI *et al.*, 2005). A redução do poder de inchamento dos grânulos de amido submetido a este tratamento tem sido atribuída aos seguintes fatores: aumento da cristalinidade e redução da hidratação (TESTER *et al.*, 1998; WADUGE *et al.*, 2006), interação entre as moléculas de amilose e/ou entre amilopectina (JACOBS *et al.*, 1998), aumento da força de ligação intramolecular e da resistência do grânulo (JACOBS *et al.*, 1995) e a formação do complexo amilose-lipídio (WADUGE *et al.*, 2006).

A temperatura de gelatinização do amido varia em função da fonte e do tipo de modificação a que ele é submetido. Diferentes tipos de amidos exibem diferentes densidades granulares que afetam a facilidade com que estes grânulos absorvem água (BULEON *et al.*, 1998). Na Figura 1, pode-se observar que ocorreu um aumento no

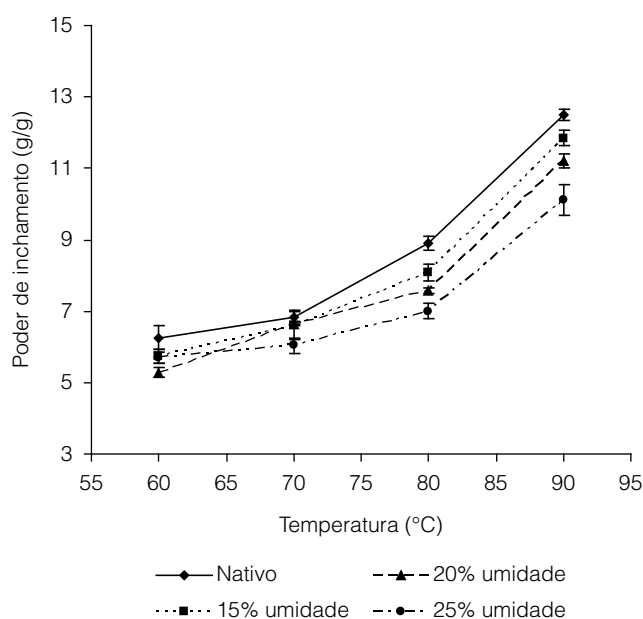


Figura 1. Poder de inchamento do amido de arroz submetido ao tratamento hidrotérmico com baixa umidade.

Poder de inchamento e solubilidade de amido de arroz submetido ao tratamento térmico com baixa umidade

ZAVAREZE, E. R. et al.

poder de inchamento dos amidos com o aumento da temperatura, pois, quando a temperatura de uma suspensão de amido supera o limite de gelatinização, as pontes de hidrogênio são rompidas, as moléculas de água se ligam aos grupos hidroxilas liberados e os grânulos continuam se expandindo. Este comportamento também foi observado por Hoover e Manuel (1996); Adebawale e Lawal (2002).

O poder de inchamento dos amidos tratados com calor e umidade foi sucessivamente reduzido conforme o aumento do teor de umidade do tratamento (Figura 1), sendo o maior efeito evidenciado nas temperaturas acima de 80 °C, em que o amido nativo apresentou o maior poder de inchamento. Esse comportamento é atribuído à reorganização molecular do amido, provocada pela modificação hidrotérmica, que proporcionou uma limitação na hidratação e, portanto, menor capacidade de inchamento. Estes resultados estão de acordo com Horndok e Noomhorm (2007) que estudaram o efeito do tratamento térmico com 20% de umidade sobre o poder de inchamento de amido de arroz comercial, reduzindo o poder de inchamento de 14,11 g/g do amido nativo para 10,29 g/g do amido tratado hidrotérmicamente. A redução do poder de inchamento de amido de outras fontes pelo tratamento hidrotérmico também foi encontrada por Adebawale e Lawal (2002).

3.2 Solubilidade

Analisando-se a Figura 2, verifica-se que os maiores valores de solubilidade dos amidos foram obtidos a 90 °C, quando grande parte dos grânulos está gelatinizada ou intumescida. Nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C, não ocorreu mudança na solubilidade dos amidos tratados hidrotérmicamente em relação ao amido nativo, havendo

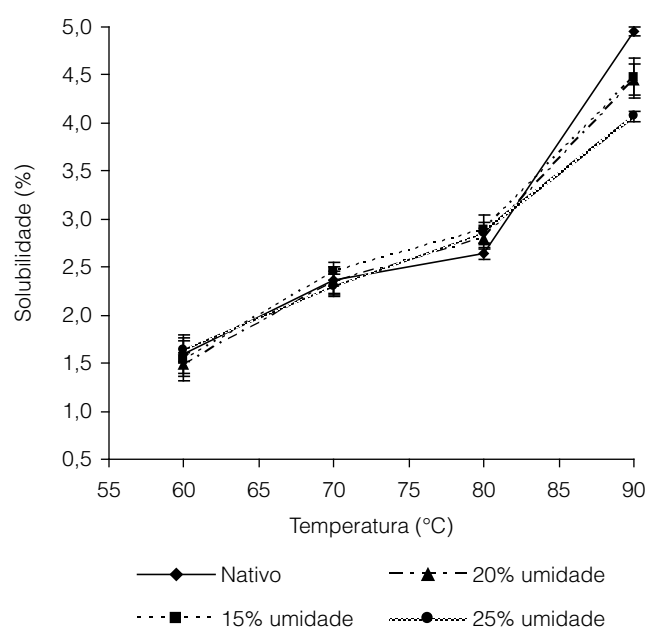


Figura 2. Solubilidade do amido de arroz submetido ao tratamento hidrotérmico com baixa umidade.

diferença apenas para a temperatura de 90 °C, em que ocorreu uma redução na solubilidade, sendo que os amidos tratados com 15 e 20% de umidade não apresentaram diferenças entre si, mas diferiram do amido com 25% de umidade, que apresentou o menor valor de solubilidade. Segundo Adebawale e Lawal (2002), que estudaram o efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre a solubilidade de amido em temperaturas de 60, 70, 80 e 90 °C, ocorreu redução na solubilidade em todas as temperaturas. Olayinka et al. (2008) observaram uma redução na solubilidade de amido de sorgo branco tratado termicamente com umidade entre 18 e 27 °C em relação ao amido nativo, a solubilidade diminuiu conforme o aumento da umidade dos amidos tratados. No entanto, Horndok e Noomhorm (2007) não encontraram diferença significativa para a solubilidade dos amidos de arroz tratado hidrotérmicamente quando comparado ao amido nativo.

A solubilidade é consequência do lixiviamento da amilose. A redução na solubilidade dos amidos tratados com calor e baixa umidade indica que houve um fortalecimento das ligações, com o aumento nas interações entre as moléculas de amilose e amilopectina e entre as moléculas de amilopectina formando uma estrutura mais estável e reduzindo o lixiviamento das moléculas de amilose dos grânulos (GOMES et al., 2005).

Segundo Olayinka et al. (2008); Tester e Morrison (1990) a formação de complexos de amilose-lipídio dentro do grânulo de amido poderia ser responsável pela redução da capacidade de inchamento e da solubilidade do amido.

4 Conclusões

O tratamento térmico com baixa umidade provoca uma redução no poder de inchamento acima de 80 °C e na solubilidade a 90 °C de amido de arroz de alta amilose. O amido tratado com 25% de umidade teve seu poder de inchamento e solubilidade mais reduzido em relação ao amido nativo e aos amidos tratados com umidades de 15% e 20%, portanto apresenta maior interesse para aplicação em alimentos que exijam um menor intumescimento do amido.

Referências

- ADEBOWALE, K. O.; LAWAL, O. S. Effect of annealing and heat moisture conditioning on the physicochemical characteristics of Bambarra groundnut (*Voandzeia subterranea*) starch. **Nahrung-Food**, Berlin, v. 46, n. 5, p. 311-316, 2002.
- BEMILLER, J. N. Starch modification: challenges and prospects. **Starch/Stärke**, Weinheim, v. 49, n. 4, p. 127-131, 1997.
- BRUMOVSKY, J. O.; THOMPSON, D. B. Production of boiling-stable granular resistant starch by partial acid hydrolysis and hydrothermal treatments of high-amylose maize starch. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 78, n. 6, p. 680-689, 2001.

Poder de inchamento e solubilidade de amido de arroz submetido ao tratamento térmico com baixa umidadeZAVAREZE, E. R. *et al.*

- BULEON, A.; COLONNA, P.; PLANCHOT, V.; BALL, S. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 85-112, 1998.
- CEREDA, M. P. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 221 p. (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas).
- CIACCO, C. F.; CRUZ, R. **Fabricação de amido e sua utilização**. São Paulo: Secretaria de Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. n. 7, 152p. (Série Tecnologia Agroindustrial).
- GARCIA, V.; COLONNA, P.; BOUCHET, B.; GALLANT, D. J. Structural changes of cassava starch granules after heating at intermediate water contents. **Starch/Starke**, Weinheim, v. 49, n. 5, p. 171-179, 1997.
- GOMES, A. M. M.; SILVA, C. E. M.; RICARDO, N. M. P. S. Effects of annealing on the physicochemical properties of fermented cassava starch (polvilho azedo). **Carbohydrate Polymers**, Kidlington Oxford, v. 60, n.1, p. 1-6, 2005.
- HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. **Carbohydrate Polymers**, Kidlington Oxford, v. 45, n.3, p. 253-267, 2001.
- HOOVER, R.; MANUEL, H. Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of normal maize, waxy maize, dull waxy maize and amylomaize V starches. **Journal of Cereal Science**, London, v. 23, n. 2, p. 153-162, 1996.
- HOOVER, R.; VASANTHAN, T. The effect of annealing on the physicochemical properties of wheat, oat, potato and lentil starches. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull, v. 17, n. 5, p. 303-325, 1993.
- HORMDOK, R.; NOOMHORM, A. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, Oxford, v. 40, n. 10, p. 1723-1731, 2007.
- JACOBS, H.; DELCOUR, J. A. Hydrothermal Modifications of Granular Starch, with Retention of the Granular Structure: A Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, n. 8, p. 2895-2905, 1998.
- JACOBS, H.; EERLINGEN, R. C.; CLAUWAERT, W.; DELCOUR, J. A. Influence of annealing on the pasting properties of starches from varying botanical sources. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 72, n. 5, p. 480-487, 1995.
- JACOBS, H.; EERLINGEN, R. C.; OUSEU, N.; COLONNA, P.; ELCOUR, J. A. Acid hydrolysis of native and annealed wheat, potato and pea starches. DSC melting features and chain length distribution of lintnerized starches. **Carbohydrate Research**, Kidlington Oxford, v. 308, n. 3-4, p. 359-371, 1998.
- LEACH, H. W.; McCOWEN, L. D.; SCHOCH, T. J. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 36, n. 6, p. 534-544, 1959.
- LIMBERGER, V. M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T.; COMARELA, C. G.; PATIAS, L. D. Modificação química e física do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 84-88, 2008.
- LIN, J. H.; WANG, S. W.; CHANG, Y. H. Effect of molecular size on gelatinization thermal properties before and after annealing of rice starch with different amylose contents. **Food Hydrocolloids**, Kidlington Oxford, v. 22, n. 1, p. 156-163, 2008.
- NAKAZAWA, Y.; WANG, Y. J. Effect of annealing on starch-palmitic acid interaction. **Carbohydrate Polymers**, Kidlington Oxford, v. 57, n. 3, p. 327-335, 2004.
- OLAYINKA, O. O.; ADEBOWALE, K. O.; OLU-OWOLABI, B. I. Effect of heat-moisture treatment on physicochemical properties of white sorghum starch. **Food Hydrocolloids**, Kidlington Oxford, v. 22, n. 2, p. 225-230, 2008.
- QI, X.; TESTER, R. F.; SNAPE, C. E.; ANSELL, R. The effect of annealing on structure and gelatinization of maize starches with amylose dosage series. **Progress in Food Biopolymer Research**, New York, v. 1, n. 1, p. 1-27, 2005.
- SHAMAI, K.; BIANCO-PELED, H.; SHIMONI, E. Polymorphism of resistant starch type III. **Carbohydrate Polymers**, Kidlington Oxford, v. 54, n. 3, p. 363-369, 2003.
- STUTE, R. Hydrothermal modification of starches: the difference between annealing and heat-moisture treatment. **Starch/Stärke**, Weinheim, v. 44, n. 6, p. 205-214, 1992.
- TESTER, R. F.; DEBON, S. J. J. Annealing of starch a review. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p.1-12, 2000.
- TESTER, R. F.; DEBON, S. J. J.; KARKALAS, J. Annealing of wheat starch. **Journal of Cereal Science**, London, v. 28, n. 3, p. 259-272, 1998.
- TESTER, R. F.; MORRISON, W. R. Swelling and gelatinization of cereal starches. II. Waxy rice starches. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 67, n. 6, p. 558-563, 1990.
- VIEIRA, F. C. **Efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre características físicas e funcionais dos amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), de batata-doce (*Ipomoea batatas*) e de gengibre (*Zingiber officinale*)**. Piracicaba, SP, 2004. 103p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de São Paulo – USP.
- WADUGE, R. N.; HOOVER, R.; VASANTHAN, T.; GAO, J.; LI, J. Effect of annealing on the structure and physicochemical properties of barley starches of varying amylose content. **Food Research International**, Amsterdam, v. 39, n. 1, p. 59-77, 2006.
- WANG, L.; WANG, Y. J. Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound. **Journal of Cereal Science**, London, v. 39, n. 2, p. 291 - 296, 2004.