

PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO DO FEIJÃO ANDÚ (*Cajanus cajan*L.) NATIVO E MODIFICADO POR ACETILAÇÃO

FUNCTIONAL PROPERTIES OF STARCH ANDU BEAN (*Cajanus cajan*L.) NATIVE AND MODIFIED BY ACETYLATION

Regiane Rossi Oliveira Lima¹; Nelson Pereira da Silva Júnior²; Fábria Maria Pereira de Sá³

RESUMO

O amido é o principal carboidrato consumido pelo homem e apresenta inúmeras aplicações industriais. Entretanto, para melhorar essas aplicações, necessita de alterações em sua estrutura química e, entre as modificações químicas, a acetilação do amido é conhecida a mais de um século. O feijão andú pode ser utilizado como fonte alternativa de amido, pois apresenta concentração deste carboidrato em torno de 51,28%. O objetivo deste trabalho foi extrair o amido do feijão andú, modifica-lo através da acetilação e estudar suas propriedades funcionais. O amido, contido na polpa do feijão, foi extraído por técnica adaptada de Durango, empregando-se 8,1 kg de feijão. Para modificação do amido, utilizou-se método adaptado de Sathe e Salunkhe, empregando-se 200g de amido. Para a análise da forma e tamanho dos grânulos do amido nativo e modificado, utilizou-se microscopia óptica, com visualização nas objetivas de 40x e 10x. A solubilidade e poder de intumescimento foram determinados em diferentes temperaturas e pH. A capacidade de absorção de água e de óleo foi medida segundo o método descrito por Okezie e Bello. A claridade da pasta de amido foi quantificada como descrito por Demiate, empregando-se pasta de amido a 1%. O amido

¹ Discente do curso de Farmácia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), Ariquemes (RO).

² Graduado em Farmácia Bioquímica na modalidade Alimentos pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP – Araraquara), Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP – Araraquara), coordenador e docente na Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA).

³ Graduada em Farmácia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Doutora em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários pela Universidade Federal do Pará (UFPA), coordenadora e docente da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA); fabiasa@faema.edu.br.

acetilado apresentou maior solubilidade e poder de intumescimento, tanto com o aumento da temperatura quanto com as variações de pH, e maior capacidade de absorção de água e de óleo. Além disso, o amido acetilado apresentou menor tendência à retrogradação, podendo ser empregado em produtos que necessitem de tempo de estocagem maior.

Palavras-chave: Feijão andú, amido, amido modificado.

ABSTRACT

Starch is the main carbohydrate consumed by man and has many industrial applications. However, to improve these applications require changes in its chemical structure and chemical changes between the acetylation of starch is know for over a century. Pigeon peas beans can be used as an alternative source of starch as carbohydrate present in concentration of about 51.28 %. The aim of this study was to extract the starch of beans Andu, modifies it by acetylation and study their functional properties. The starch contained in the bean pulp was extracted technique adapted Durango, using 8.1 kg of beans. For modification of the starch used is adapted Sathe and Salunkhe method, using which 200 g of starch. To analyze the size and shape of the granules of native and modified starch, we used light microscopy visualization in objective 40x and 10x. The solubility and swelling power was determined at different temperatures and pH. The absorptive capacity for water and oil was measured according to the method described by Okezie and Bello. The clarity of the starch slurry was quantified as described by Demiate, using starch paste and 1%. The acetylated starch had increased solubility and the swelling power with both increasing temperature and with the pH variations, and higher absorption capacity for water and oil. In addition, the acetylated starch had less tendency to retrogradation and may be used in products requiring greater storage time.

Keywords: Andu bean, starch, modified starch.

1 INTRODUÇÃO

O amido é um importante composto na alimentação humana e uma fonte energética de grande relevância. É o

principal carboidrato de reserva produzido pelas plantas e consumido pelo homem. O fato de ser armazenado em grânulos insolúveis em água e de ser facilmente extraído promove a utilização diretamente

na dieta humana ou na indústria alimentícia[1]. Quimicamente, o amido é composto por unidades de glicose, organizadas em dois homopolissacarídeos, amilopectina e a amilose, as quais constituem as macromoléculas dos grânulos [2] [3]. Entretanto, para ampla aplicação industrial, a molécula do amido sofre modificações, seja por métodos químicos, físicos, genéticos ou enzimáticos [4].

Em relação às modificações químicas, a acetilação do amido é uma modificação química conhecida a mais de um século. Este processo envolve a conversão de parte dos grupos hidroxilas das unidades de glicose em grupos -O-(etanoato), ou seja, é a esterificação dos grupos hidroxilas das unidades de anidroglicose da molécula de amido [5].

Assim, A produção de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo desenvolvida há algum tempo com o objetivo de superar limitações dos amidos nativos e assim acrescentar vantagens a utilidade deste polímero nas aplicações industriais. O amido, quando extraído das plantas, sem alteração, denomina-se nativo, tendo ampla aplicação em diversos setores como indústria têxtil, de papel, farmacêutica, siderúrgica, plástica e alimentícia [2].

O feijão andú pode ser utilizado como fonte alternativa de amido, pois apresenta concentração deste carboidrato em torno de 51,28% [6]. Em relação às propriedades funcionais, o concentrado de feijão andú, apresenta capacidade de absorção de água e óleo, capacidade de formação de gel e estabilidade da emulsão, com características que possibilitam uma possível utilização deste em produtos de padaria e confeitaria [7]. O objetivo deste trabalho foi extrair o amido do feijão andú, modifica-lo através da acetilação e estudar suas propriedades funcionais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 EXTRAÇÃO E MODIFICAÇÃO DO AMIDO

A matéria-prima utilizada foi o feijão andú (*Cajanus cajan* L) obtido na feira municipal da cidade de Ariquemes, Rondônia. E o amido, contido na polpa, foi extraído por técnica adaptada de Durango [8], empregando-se 8,1 kg de feijão. A trituração do amido foi realizada em liquidificador e o tempo de decantação foi de aproximadamente 24 horas, para cada lavagem e ciclo de decantação. Depois de seco em estufa de circulação de ar, o amido foi triturado e peneirado em malhas de 200 mesh.

Para modificação do amido, utilizou-se método adaptado de Sathe e Salunkhe [9], no qual 200g de amido foram dispersos em 1000mL de água destilada e a suspensão agitada em agitador magnético por 20 minutos. O pH foi ajustado para 8,0 com hidróxido de sódio 1M, para a modificação, 20,4g de anidrido acético foram adicionados por uma 1 hora e o pH foi mantido entre 8,0-8,5. Após isso, a reação ocorreu por mais 5 min. Em seguida, ajustou-se o pH para 4,5, usando ácido clorídrico 0,5 M. A amostra foi filtrada a vácuo, em funil de buchner, e então lavada quatro vezes com água destilada, e levada para secar por 12 horas a 30 °C em estufa com circulação forçada de ar. O amido seco foi peneirado (abertura de 0,180 mesh) e conservado em temperatura de refrigeração.

2.2 MICROSCOPIA ÓPTICA

Para a análise da forma e tamanho dos grânulos do amido nativo e modificado, utilizou-se microscópio óptico (marca OPTON® modelo N- 101 B) com visualização nas objetivas de 40x e 10x. O tamanho foi determinado a partir da medição do diâmetro maior dos grânulos. A análise foi realizada em triplicata e as lâminas foram preparadas com duas gotas de suspensão com 100mg de amido em 5

mL de solução 1:1 de glicerina: água cobertas por uma lamínula. O uso da glicerina dificulta a absorção de água pelos grânulos de amido que poderiam inchar e apresentar diâmetros maiores que os reais [10].

2.3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO NATIVO E MODIFICADO

2.3.1 Solubilidade e poder de intumescimento em função da temperatura

A determinação do poder de intumescimento (PI) e solubilidade pode ser realizada em temperaturas elevadas, pois promove a quebra das pontes de hidrogênio e as moléculas de água fixam-se, deixando livres grupos hidroxila, assim, os grânulos continuam a inchar, resultando no aumento da solubilidade do amido [11].

A solubilidade e poder de intumescimento foram determinados em diferentes temperaturas (55, 65, 75, 85 e 95°C), conforme descrito por Silva et al. [12]. A determinação foi realizada em suspensão de 0,1g de amostra em 10 mL de água destilada, a qual foi colocada em banho-maria nas temperaturas citadas, sendo mantida em suspensão por agitação mecânica. Após 30 min de tratamento térmico, os tubos foram levados à

centrífuga (1000 rpm/15 min.) para a separação de fases. O sobrenadante foi coletado e seco para a quantificação da fração solúvel e os tubos, contendo os grânulos de amido intumescidos, pesados. A solubilidade é expressa em g por 100g, em base seca, enquanto o poder de intumescimento é quantificado em relação a massa final intumescida e a massa inicial do amido, as análises foram realizadas em triplicata.

2.3.2 Solubilidade e poder de intumescimento em função do pH

Para se estudar os efeitos do pH na solubilidade e poder de intumescimento do amido, foram utilizadas amostras a 1% p/v, preparadas com água destilada e o pH ajustado para os valores desejados (4,6,8,10 e 12), com solução de HCl a 0,1 M e NaOH a 0,12 M. As amostras foram deixadas em solução por 1h, a 30°C, em seguida, centrifugadas a 1000 rpm, por 15 minutos [13].

2.3.2 Capacidade de absorção de água e óleo

A capacidade de absorção de água ou de óleo foi medida segundo o método descrito por Okezie e Bello [14]. Uma

suspensão com 1g de amostra e 50mL de água ou de óleo foi preparada em tubos de centrífuga, agitada em agitador de tubos por 1 minuto e centrifugada a 1500rpm por 20 minutos, desprezando-se o sobrenadante. A diferença entre o peso da amostra, antes e após absorção de água ou de óleo, foi tomada como a quantidade de água ou de óleo absorvida. A capacidade de absorção de água ou de óleo foi expressa como a quantidade de água ou de óleo absorvida por 100g de amostra e o procedimento foi realizado em triplicata [8].

2.3.3 Claridade da pasta e tendência à retrogradação

A claridade da pasta de amido foi quantificada como descrito por Demiate [10], empregando-se pasta de amido a 1%. A dispersão de amido foi aquecida até a ebulição, a cerca de 98 °C, durante 30 minutos, a fim de promover a gelatinização completa dos grânulos, com eventual agitação, e a transmitância da amostra foi medida, depois do resfriamento da pasta, em espectrofotômetro (marca Quimis®, modelo Q798DP). O procedimento foi realizado com três repetições.

O monitoramento da tendência à retrogradação foi realizado por medida diária da transmitância, empregando-se água destilada como branco (100% de

transmitância). As medidas foram realizadas por um período de 7 dias [11].

2.4 INFERÊNCIAS ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos neste estudo foram submetidos à estatística descritiva, com cálculo das médias e desvios-padrão. E as análises foram realizadas em triplicata.

3.1 MICROSCOPIA DOS GRÂNULOS DE AMIDO NATIVO E ACETILADO

A análise microscópica dos grânulos demonstrou que ambos os amidos, nativo e modificado, não apresentaram diferenças em suas características morfológicas, quando observados em objetivas de 40x e 10x (Figura 1).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

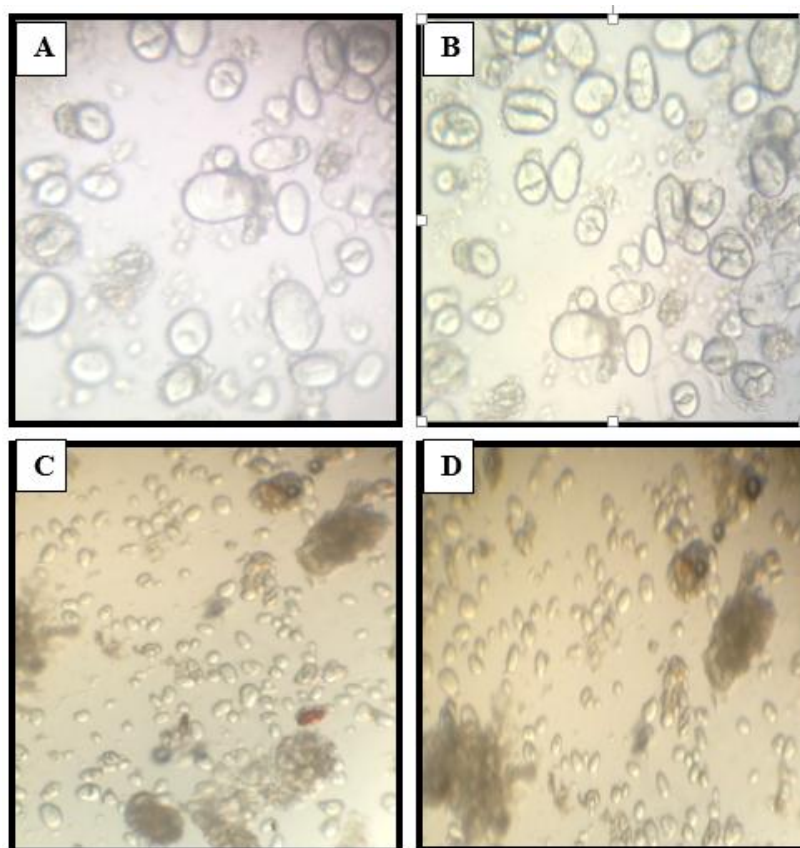


Figura 1 - (A) grânulos de amido nativo na objetiva de 40x; (B) grânulos de amido acetilado na objetiva de 40x; (C) grânulos de amido nativo na objetiva de 10x; (D) grânulos de amido acetilado na objetiva de 10x.

Em estudo semelhante realizado com a taioba (*Xanthosomasagittifolium*) também não se observou diferença morfológica entre os grânulos de amido modificado e nativo [13]. Em outro estudo realizado com amido da araruta (*Marantaarundinacea*) e biri (*Cannaedulis*), os grânulos apresentaram-se circulares e ovalados [15], semelhantes aos obtidos nos amidos (nativo e acetilado) do feijão andú pesquisados neste estudo. A regularidade na forma, ou seja, baixa variabilidade das medidas é uma característica desejável para papéis químicos, como os usados para cópias e fax [16].

3.2 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO

3.2.1 Solubilidade e poder de intumescimento em função da temperatura

Os resultados obtidos para a solubilidade dos amidos nativo e modificado, em função da temperatura, estão representados na figura 2.

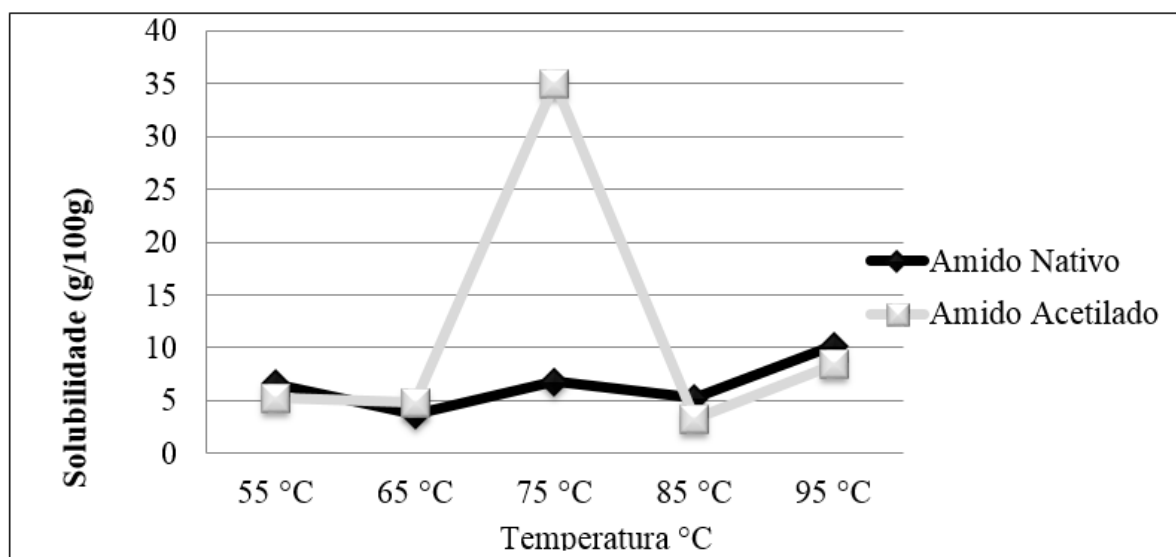


Figura 2 – Solubilidade dos amidos nativo e modificado do feijão andú *versus* temperatura

A análise do gráfico demonstrou que as solubilidades do amido nas temperaturas 55, 65, 85 e 95°C se

mostraram semelhantes para ambos, modificado e nativo. Entretanto, na temperatura de 75°C, o amido acetilado

apresentou elevada solubilidade, cerca de seis vezes maior quando comparado ao amido nativo.

Mudanças nas propriedades térmicas dos amidos podem ser atribuídas à presença de grupos hidrofílicos e as substituições das moléculas que realizam ligação de hidrogênio, o que diminui a temperatura de gelatinização [17].

Waliszewski et al. [18] observaram que, após a modificação por acetilação do amido da banana, a solubilidade aumentou, o que corrobora com os resultados obtidos neste estudo.

A figura 3 representa o poder de intumescimento dos amidos nativo e modificado por acetilação na faixa de temperatura entre 55°C a 95°C.

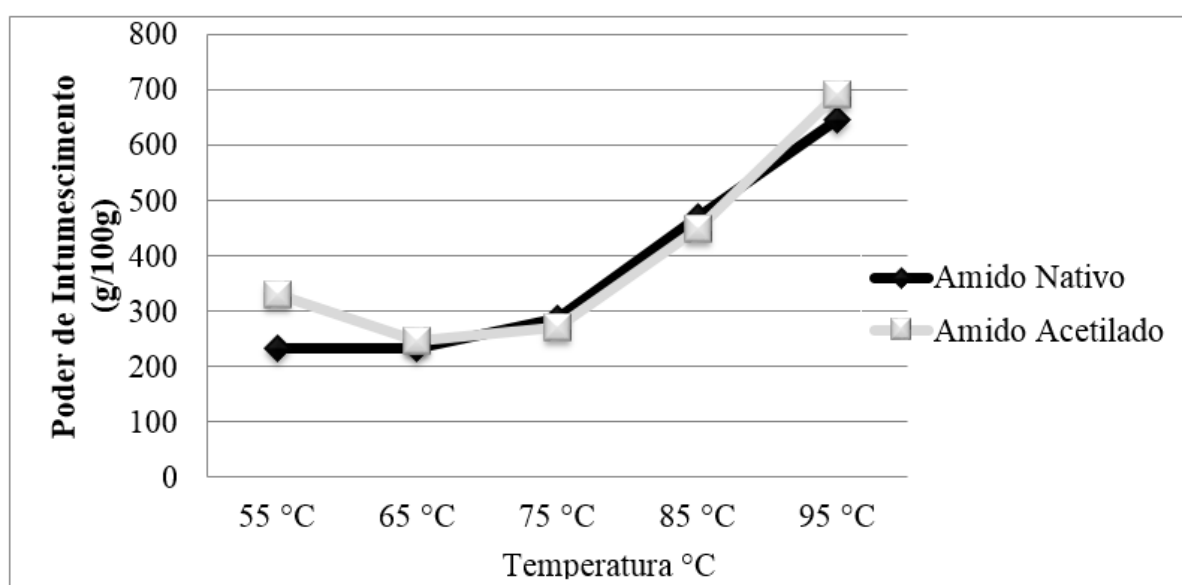


Figura 3 – Poder de intumescimento dos amidos nativo e modificado do feijão andú *versus* temperatura

Pela análise da figura 3, verificou-se que os maiores valores de PI dos amidos foram obtidos a temperatura de 95 °C, ou seja, grande parte dos grânulos está gelatinizada ou intumescida. Nas temperaturas de 65, 75 e 85 °C não ocorreu mudança de PI em ambos os amidos. Na temperatura de 55 °C, observou-se redução

no PI do amido nativo, com o amido acetilado ligeiramente mais intumescido. Assim, o PI do amido acetilado do feijão andú não mostrou diferenças significativas quando comparado ao amido nativo.

Singh et al. [19] comentam que o poder de intumescimento do amido acetilado é superior ao do amido nativo,

devido à reação do grupo acetil, na região amorfa do grânulo, favorecendo a entrada da água. Segundo Sá [20], em um estudo semelhante realizado com o amido da fruta-pão, verificou-se que o poder de intumescimento de ambos os amidos, nativo e modificado, aumentou com a temperatura, o que ocorre devido ao enfraquecimento das forças das ligações no interior do grânulo, permitindo, assim, a entrada de água nos espaços intramoleculares.

Segundo Gonzáles et al. [17], a introdução de grupos acetil dentro das cadeias do polímero resultam em desestabilização da estrutura granular, e, como consequência, ocorre aumento da

capacidade de intumescer e diminuição da temperatura de gelatinização. Observações similares foram feitas por Barts et al. [21], no amido do arroz.

A indústria alimentícia necessita, cada vez mais, de produtos que apresentem propriedades alteradas em temperaturas cada vez mais baixas, em virtude da rapidez desejada no preparo de produtos, como, sopas, molhos e sobremesas, entre outros alimentos instantâneos [15].

3.2.2 Solubilidade e poder de intumescimento em função do pH

A figura 4 expõe os resultados da solubilidade, em função do pH, dos amidos nativo e modificado do feijão andú.

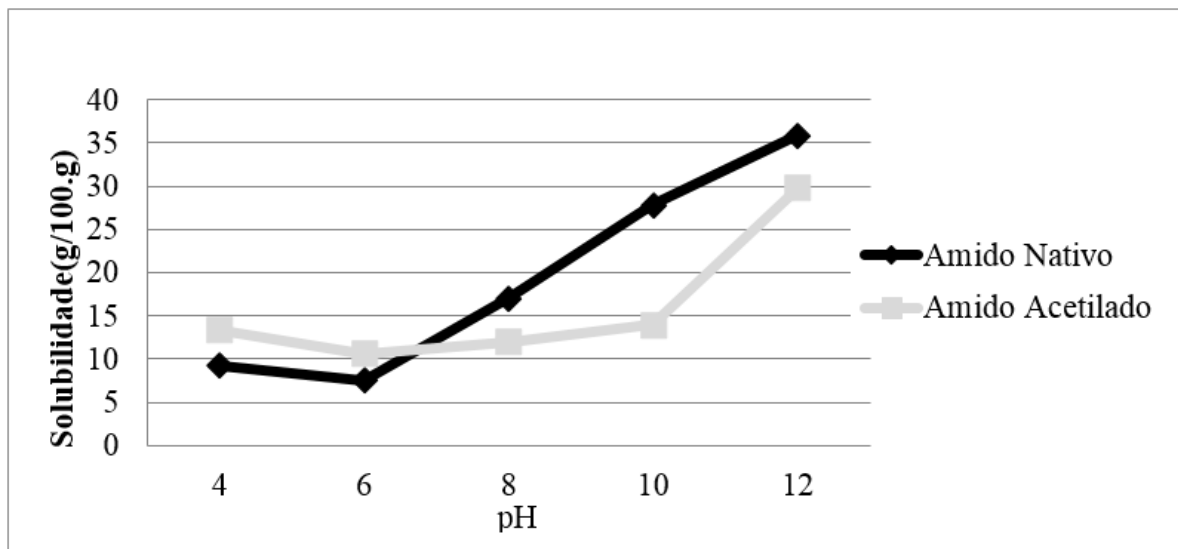


Figura 4 – Solubilidade, em função do pH, dos amidos nativo e modificado do feijão andú

A análise da figura 4, demonstrou que, em pH entre 4 e 6, o amido acetilado

mostrou maior solubilidade do que o nativo. Em valores de pH 8, 10 e 12, o

amido nativo mostrou maior solubilidade que o amido acetilado e ambos obtiveram solubilidade máxima em pH 12. Lawal [13], em estudo com o amido da taioba, chegou a resultados semelhantes a este estudo.

A figura 5 contém os resultados do poder de intumescimento dos amidos nativo e modificado do feijão andú, em função do pH.

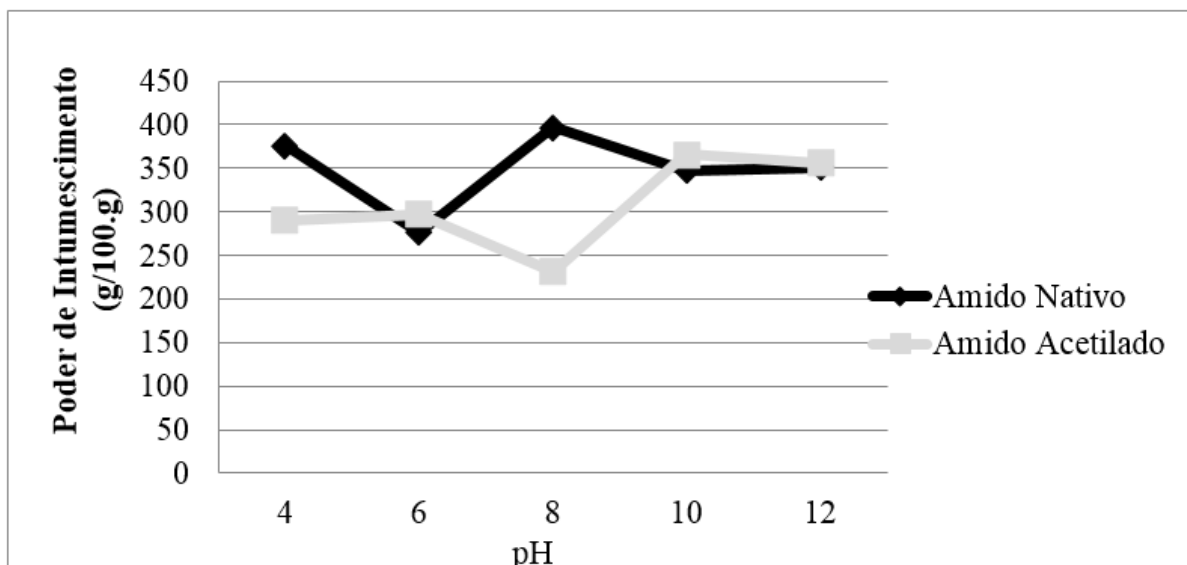


Figura 5 – Poder de intumescimento, em função do pH, dos amidos nativo e modificado do feijão andú

Pela análise da figura 5, observou-se que, em pH 4 e 8, o amido nativo apresentou maior valor de PI do que o amido modificado. Já nos valores de pH 6, 10 e 12, o PI, para ambos os amidos, mostraram-se semelhantes.

Lawal [13], em estudo semelhante com variação de pH, verificou que o maior valor de PI foi detectado no pH 12,0 para ambos os amidos estudados, nativo e modificado. Mendes et al. [1], em seu

estudo, também verificaram que o PI não ascende com os valores de pH, o que corrobora com os resultados deste estudo.

3.2.3 Capacidade de absorção de água e óleo

A figura 6 apresenta o perfil de capacidade absorção de óleo e água para os amidos nativo e acetilado do feijão andú.

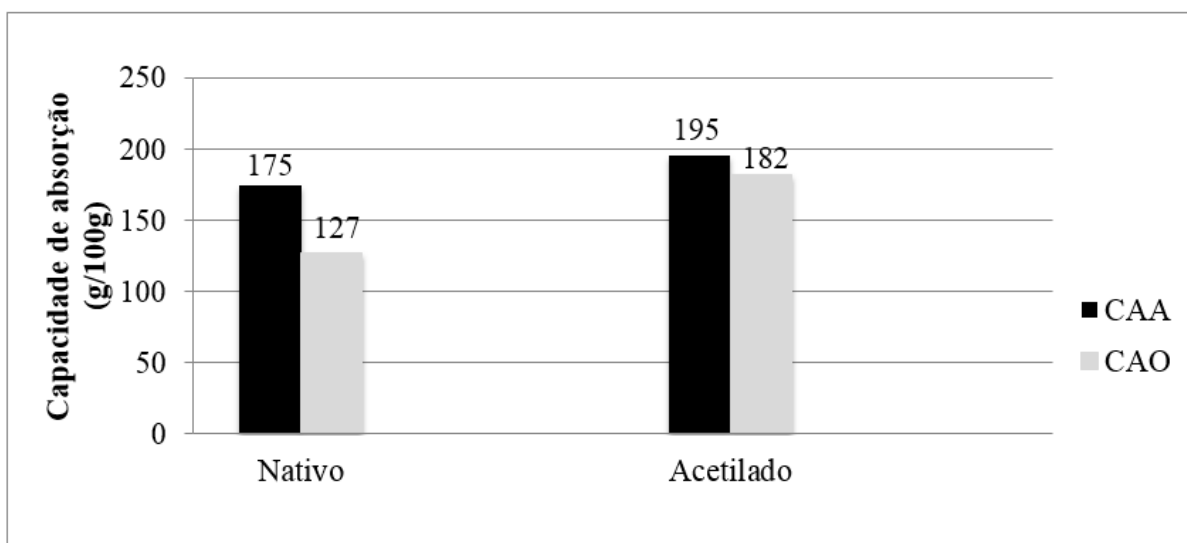


Figura 6 –Capacidade de absorção de água (CAA) e capacidade de absorção de óleo (CAO) dos amidos nativo e modificado do feijão andú

A análise da figura 6 demonstrou que a CAA é maior do que a CAO, em ambos os amidos estudados. Entretanto, após modificação por acetilação, observou-se maior CAA e CAO, diferente dos achados de Sathe e Salunke[9], que, ao estudarem a CAA e CAO do amido do feijão norte, não encontraram aumento destes parâmetros após modificação.

Mendes [1] em estudo com o amido do caroço da manga verificou, valores inferiores de CAA e CAO do que os

encontrados neste estudo. Lawal [13], em estudo com o amido da taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), encontrou valores de CAA e CAO diferentes dos encontrados neste estudo, observando maior CAO.

3.2.4 Claridade da pasta e tendência a retrogradação

A figura 7 expõe os resultados para a claridade de pasta e tendência à retrogradação, dos amidos nativo e modificado do feijão andú, por tempo de estocagem.

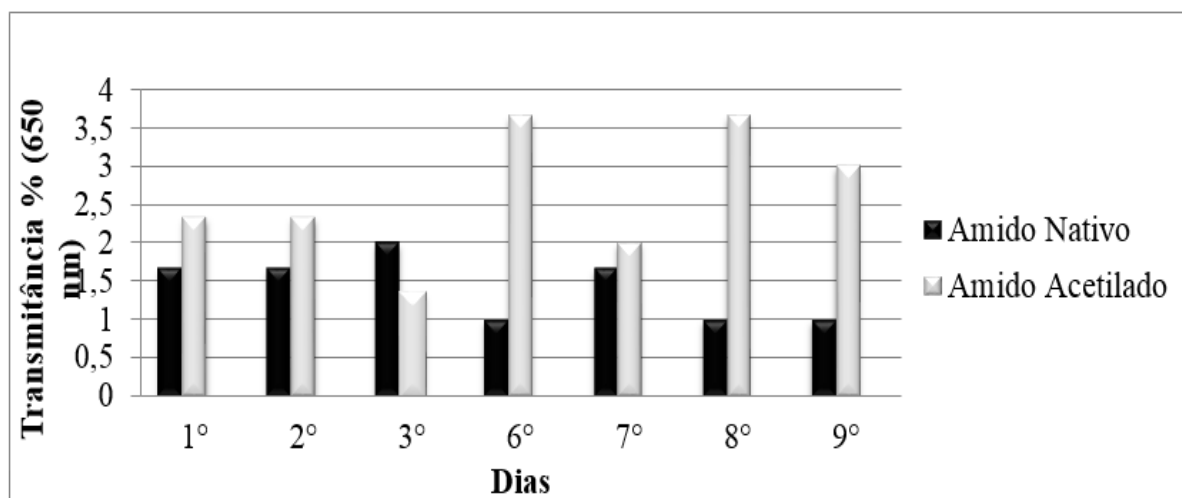


Figura 7 – Claridade de pasta e tendência à retrogradação dos amidos nativo e modificado do feijão andú em função do tempo de estocagem

A observação da figura 7 mostrou que a transmitância no 1°, 2° e 3° dias permaneceu constante para o amido nativo e acetilado e no 6°, 8° e 9° dias a transmitância do amido nativo sofreu ligeira queda, assim, houve diminuição na claridade de pasta, ou seja, aumentou a tendência à retrogradação. Segundo Silva et al. [22], durante a estocagem ocorre o processo de retrogradação, que torna as dispersões em géis mais rígidos.

Além disso, observou-se que, a partir do 6° dia de estocagem, a pasta do amido modificado tornou-se mais translúcida, ou seja, aumentou a claridade de pasta, indicando que a acetilação diminui a tendência à retrogradação. Essa

redução na tendência à retrogradação, vai de encontro a outros estudos com acetilação de amido [13] [21].

4 CONCLUSÃO

A acetilação do amido do feijão andú interferiu sobre suas propriedades funcionais quando comparadas ao amido nativo. O amido acetilado tem maior solubilidade e poder de intumescimento, tanto com o aumento da temperatura quanto com as variações de pH, do que o amido nativo. A modificação química também aumentou a capacidade de absorção de água e de óleo do amido. Além disso, o amido acetilado apresentou menor

tendência à retrogradação, podendo ser empregado em produtos que necessitem de tempo de estocagem maior.

REFERÊNCIAS

- [1] MENDES, M. L. M.; BORA, P. S.; RIBEIRO, A. P. L. Propriedades morfológicas e funcionais e outras características da pasta do amido nativo e oxidado da amêndoa do caroço de manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins. Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 71, n.1, p. 76-84, 2012.
- [2] APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. Revista Ciência Tecnologia Alimentos, v. 27, n. 3, p.478-484, 2007.
- [3] AMARAL, L. I. V.; et al. Novo método enzimático rápido e sensível de extração e dosagem de amido em materiais vegetais. Hoehnea, v. 34, n. 4, p. 425-431, 2007.
- [4] MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Efeito da Adição de Sacarose em Algumas Propriedades Funcionais de Adipatos de Diamido Acetilados Produzidos via Extrusão. Brazilian Journal Food Technology, v. 2, n. 1,2, p. 51-55, 1999.
- [5] FEIRA, J. M. C. Obtenção de polieletrólito a partir da modificação química de mandioca. (Dissertação) Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de materiais. Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2010.
- [6] SOUZA, P. A.; et al. Avaliação físico-química e nutricional de grãos de feijão grandu (*Cajanus cajan* L.). Alimento Nutrição, v.3, p. 51-52, 1991.
- [7] AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão andu: Uma Planta Multiuso. Revista da Fapese, v. 3, n. 2, p. 81-86, jul-dez. 2007.
- [8] DESHPANDE, S. K.; et al. Effects of Dehulling on Fuctional Properties of Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Flours. Cereal Chemistry, v. 59, n. 5, 1982.
- [9] SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Isolation, partial characterization and modification of the great Northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.).Journal of Food Science, v. 46, p. 617-621, 1981.
- [10] DEMIATE, I. M.; KOTOVICZ, V. Amido de Mandioca na Indústria Brasileira de Alimentos. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 31, n. 2, p. 388-397, 2011.
- [11] MUCCILLO, R. C. S. T. Caracterização e Avaliação de Amido Nativo e Modificado de Pinhão Mediante Provas Funcionais e Térmicas. (Tese) Doutorado em Engenharia de Alimentos.Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- [13] LAWAL, O. S. Composition, physicochemical properties andretrogradation characteristics of native, oxidised, acetylated and acid-thinned new cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. Food Chemistry, v.87, p. 205-218, 2004.
- [14]OKEZIE, B.; BELLO, A. B. Physico-chemical and functional properties of winged beans flour and isolated compared with soy isolated. Journal of Food Scienc., v. 53, p. 450, 1988.
- [15] ALMEIDA, E.C; BORA, P. S.; ZARÁTE, N.A.H. Amido nativo e modificado de taro (*Colocasia esculenta* L. Schott): caracterização química, morfológica e propriedades de pasta. B. CEPPA, v. 31, n. 1, p. 67-82, 2013.
- [16] LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, n. 3, p. 579-588, 2007.
- [17] GONZÁLES, M. R.; FLORES, P.B.Z.; PÉREZ, L. A. B. Efecto Del grado de acetilación em las características morfológicas

y físico-químicas Del almidón de plátano. Revista Mexicana de Ingeniería Química, v. 8, n. 3, p. 291-297, 2009.

[18] WALISZEWSKI, K. N.; et al. Changes of banana starch by chemical and physical modification. Carbohydrate Polymers, v. 52, p. 237-242, 2003.

[19] SINGH, H.; et al. Influence of prior acid treatment on physicochemical and structural properties of acetylated sorghum starch. Starch/Starke, v. 63, p. 291-301, 2011.

[20] SÁ, F. M. P. Avaliação das propriedades funcionais e térmicas do amido da fruta-pão (*artocarpus altilis*) nativo e modificado por succinilação e hidrólise ácida. (Dissertação) Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

[21] BARTZ, J.; et al. Propriedades de pasta de amidos de arroz nativo e acetilados. Braz. J. Food Technol, p. 78-83, maio de 2012.

[22] SILVA, G. O.; et al. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializado no Brasil. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.26, n. 1, p. 188-197, 2006.