

Ciências da Educação

ESTUDO COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO DA BATATA DOCE (*IPOMOEA BATATAS*) NATIVO E MODIFICADO POR ACETILAÇÃO

COMPARATIVE STUDY OF THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF THE SWEET POTATO STARCH (*IPOMOEA POTATOES*) NATIVE AND MODIFIED BY ACETATION

Camila Pedrosa Rodrigues¹; Rafael Vieira²; Regiane Rossi Oliveira Lima³.

RESUMO: O amido é um carboidrato essencial para sobrevivência, pois atual na nutrição das células do sistema nervoso central. Sua aplicabilidade na indústria farmacêutica e alimentícia se dá pela exploração de suas propriedades físico-químicas, como a consistência, textura e durabilidade. No entanto, existem métodos que propiciam melhorias para a estrutura do amido, no caso, uma das principais formas de modificação estrutural de carboidratos se dá por acetilação, que tem sido uma opção para alterar as propriedades físico-químicas do amido. A batata doce é uma raiz bastante calórica, apresentando uma faixa de 82,3% de carboidratos, se destacando como uma fonte energética importante e alternativa. O objetivo deste trabalho foi realizar a extração do amido da batata doce nativo, modificá-lo por acetilação e estudar suas propriedades funcionais. O amido foi extraído da polpa da raiz da batata doce. Fez-se uso da microscopia óptica para verificação dos tamanhos dos grânulos do amido nativo e acetilado. Já o poder de intumescimento e a solubilidade foram aplicados em condições diferenciadas de pH e temperaturas diferentes. Na avaliação final, o amido acetilado apresentou melhoras com relação à solubilidade e poder de intumescimento, bem como a capacidade de absorver água/óleo.

Palavras-Chaves: Batata doce, amido nativo, acetilação.

ABSTRACT: *Starch is an essential carbohydrate for survival as it currently nourishes the cells of the central nervous system. Its applicability in the pharmaceutical and food industry is given by the exploration of its physical-chemical properties, such as consistency, texture and durability. However, there are methods that provide improvements to the structure of the starch, in this case, one of the main forms of structural modification of carbohydrates is by acetylation which has been an option to change the physicochemical properties of the starch. The sweet potato is an extremely caloric root, presenting a range of 82.3% of carbohydrates,*

¹ Graduada em Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – Ariquemes – RO. E-mail: camilarodriguespma@gmail.com;

² Mestre, graduado em Licenciatura em Química, docente da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – Ariquemes- RO. E-mail: viera.rafa1986@gmail.com;

³ Especialista, graduada em Farmácia, docente da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – Ariquemes-RO. E-mail: lucas3gabriel4@gmail.com.



standing out as an important and alternative energy source. The objective of this work was to extract native sweet potato starch, to modify it by acetylation and to study its functional properties. The starch was extracted from the sweet potato root pulp. Optical microscopy was used to verify the sizes of the native and acetylated starch granules. The swelling power and the solubility were applied under different conditions of pH and different temperatures. In the final evaluation, the acetylated starch presented improvements with respect to solubility and swelling power, as well as the ability to absorb water / oil.

Words-Keys: *Sweet potato, native starch, acetylation.*

APRESENTAÇÃO

Cientificamente a batata doce é conhecida como Ipomea batatas, trata-se de um tubérculo de importância alimentar por ser fonte de cálcio, fósforo, proteínas, fibras, lipídeos, ferro e energia, pois se destaca por obter 30% de matéria seca e apresentar aproximadamente 82,3 % somente de carboidratos, o que possibilita a extração do amido com mais facilidade devido a disponibilidade da referida molécula(1).

Segundo estudo do IBGE (2), a hortaliça que é cultivada em quarta colocada no Brasil é a batata doce (Ipomea Batatas), tendo uma grande produção em 2010, alcançando na faixa de 495,2 mil toneladas em 41.999 há, a sua produtividade é em torno de 11,8 toneladas há⁻¹ de espécies desta planta.

O cultivo da batata doce tem despertado interesse e a atenção de vários pesquisadores pelas suas características

diversas, pois é uma opção para os pequenos e médios agricultores que queiram investir o cultivo da batata doce não exige muito investimento por ter uma cultura rústica, é uma fonte de renda devido a sua comercialização de suas raízes serem ricas(3).

A batata doce é um vegetal que podemos dividi-lo em três partes primordiais, que cada um exerce uma função particular. Acima da área do solo, a cobertura superior fotossintética capta a energia luminosa e transforma-a em um estado químico constituído por átomos de carbono; talos e as ramas conduzem esta energia e a transporta pelo sistema radicular no interior da planta de um lado para o outro. Em baixo da extensão do solo, através do sistema radicular é absorvido a água e os nutrientes e tem uma atuação protetiva para a planta, ocorrendo o armazenamento do excedente de energia em forma de carboidrato em



amplas raízes tuberosas, facilitando a extração do seu amido(4).

O amido é considerado um polissacarídeo, pois sua composição química é constituída pela junção de moléculas de α -D-glicose conhecidas como amilose e amilopectina. São macromoléculas, que contém características distintas, a amilose é composta por unidades de glicose interligadas contendo apenas um átomo de carbono ligado a quatro moléculas de glicose, a amilopectina tem em sua composição ligações glicosídicas e contém um átomo de carbono ligado a seis moléculas de glicose(5).

O amido é uma matéria-prima considerada um dos principais carboidratos presentes nas plantas e raízes, como a batata doce, possuindo grande valor nutritivo. Esse carboidrato fornece cerca de 70% a 80% das calorias ingeridas diariamente pelo homem. O seu armazenamento, que é encontrado facilmente na natureza ao ser extraído, se torna disponível para dieta humana e nas indústrias(6).

A utilização do amido nas indústrias está em crescimento, a modificação estrutural do amido é uma alternativa que vem se aperfeiçoando com possibilidade

de inserir novas fontes de amidos tanto nos setores industriais de alimentos, quanto nas indústrias químicas e farmacêuticas. O objetivo deste trabalho é analisar as propriedades funcionais do amido da batata doce nativo e modificado por acetilação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Extração e modificação do amido

A matéria-prima utilizada nesse estudo é conhecida vulgarmente como batata doce (*Ipomea batatas*). Tais amostras foram obtidas em um supermercado localizado na cidade de Ariquemes, Rondônia.

O amido foi extraído utilizando um método adaptado na metodologia Lima(17), utilizando-se 3,5 kg de batata doce. A trituração da raiz para a extração do amido foi realizada em liquidificador, aguardando 24 horas, para o processo de decantação. Após esse processo, o material foi seco em estufa de circulação de ar (Marca Nova ética, modelo 40012 ND-300). Em seguida, o amido foi triturado e peneirado em malhas de 200 mesh.

A modificação do amido emprega-se o método adaptado de Sathe e Salunke(11), no qual 244,8g de amido foram dispersos em 1000 mL de água



destilada e a suspensão agitada em agitador magnético durante 20 minutos. Ajustou-se o pH para 8,0 utilizando hidróxido de sódio (NaOH) 1,0 M. Para a alteração química do amido, utilizou-se 20,4 mL de anidrido acético e o seu pH foi mantido na faixa de 8,0 a 8,5. Sequencialmente, o pH foi ajustado para 4,5 utilizando-se ácido clorídrico (HCl) 0,5 M

A amostra foi filtrada a vácuo, em funil de Buchner, e enfim lavada quatro vezes com água destilada. A amostra foi levada para secar na estufa de circulação forçada de ar durante 12 horas a 30°C. Após a secagem, o amido foi peneirado com mesh contendo a abertura de 0,18. Por fim mantidos sob refrigeração.

2.2 Microscopia óptica

A fim de averiguar a sua forma e tamanho dos seus grãos nativo e modificado por acetilação fez-se uso de microscópio óptico da marca OPTON® modelo N-101 B, com o ajuste de visualização de 40x e 10x. Realizou-se esta análise em triplicata e foram preparadas duas gotas de suspensão nas lâminas com 100 mg de amido e 5 mL de uma solução de glicerina/água 1:1 para cobrir as lamínulas⁹.

2.3 Propriedades funcionais do amido nativo e modificado

2.3.1 Solubilidade e poder de intumescimento em função da temperatura

Para a determinação do poder de intumescimento – (PI) e a solubilidade as amostras foram submetidas a altas temperaturas, o que possibilita a quebra das pontes de hidrogênio e das moléculas de água com os grupos hidroxilas, propiciando o aumento do grânulo do amido obtendo a ampliação da solubilidade da amostra.

O poder de intumescimento e a solubilidade foram definidos em diversas temperaturas (55, 65, 75, 87 e 95°C). Tal análise foi realizada com a suspensão de 0,1g da amostra dos amidos em 10 mL de água destilada, e colocada em banho-maria nas temperaturas citadas anteriormente, mantendo a suspensão por agitação mecânica. Após 30 minutos de tratamento térmico, as amostras foram submetidas a centrifugação (1000 rpm durante 15 minutos) para obter as fases separadas. O sobrenadante foi coletado e seco para quantificá-lo em fração solúvel e os tubos, com os grãos de amido intumescidos⁵).

2.3.2 Solubilidade e poder de intumescimento em função do pH

De acordo com estudos de Lawal, para se analisar os efeitos do pH no poder de intumescimento e na solubilidade dos amidos, utiliza-se amostras de 1%, as quais foram preparadas com água destilada com ajuste de pH com os valores de (4, 6, 8, 10 e 12). Preparou-se uma solução padronizada de ácido clorídrico (HCl) a 0,1M e uma de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,12M. Durante 1 hora as amostras ficaram em solução na temperatura de 30°C, logo depois de centrifugadas por 15 minutos a 1000 rpm(5).

2.3.3 Capacidade de absorção de água e óleo

A absorção de água ou de óleo foi analisada através da metodologia escrita

por Okezie e Bello. Uma amostra de 1g suspensa em 10 mL de água ou óleo foi realizada em tubos de centrífuga, agitando durante 1 minuto e centrifugada a 1500 rpm durante 20 minutos, o sobrenadante foi desprezado.

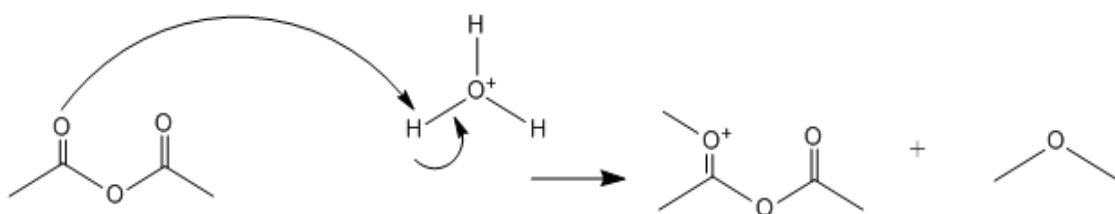
Entre o peso da amostra pôde-se notar a diferença, antes e depois da absorção do óleo e da água, tal diferença se relaciona como a quantidade de óleo e de água que foi absorvida. A habilidade de absorção de água ou de óleo foi descrita como a quantidade de água ou de óleo que teve absorção por 100g de amostra do amido. Este procedimento foi realizado em triplicatas(8).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Mecanismos de reação para modificação estrutural

Figura 1 - Etapa 1 - Proposta mecanística de acetilação.

Etapa I



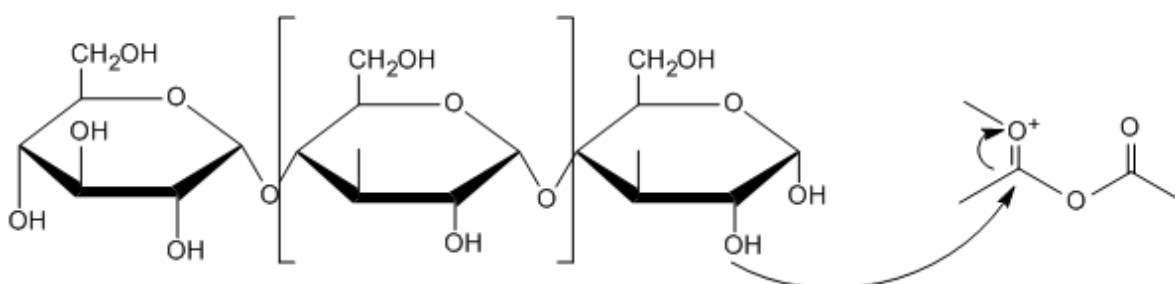
Fonte: AUTOR (2017).

A **Figura 1** contempla o início da reação de acetilação, nessa etapa, usa-se ácido clorídrico com anidrido acético exatamente para ativar (tornar mais eletrofílico) a carboxila do anidrido acético.

Na proposta de mecanismo dessa reação os pares de elétrons do oxigênio que estão ligados através de dupla ligação abstrai um próton do hidrônio, ficando carregado positivamente.

Figura 2 - Etapa 2 do mecanismo de acetilação.

Etapa 2

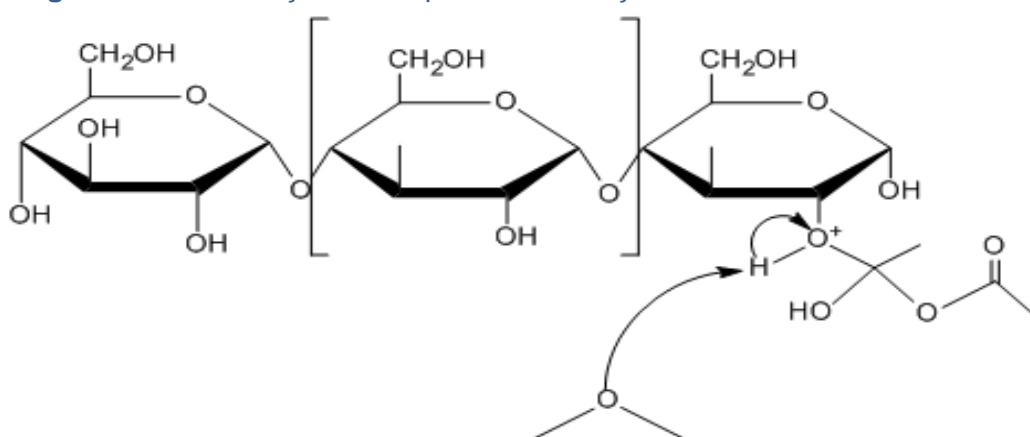


Fonte: AUTOR (2017).

A segunda etapa da reação é mostrada na **Figura 2**. Na estrutura do amido, há grupamentos hidroxílicos que

podem atuar como nucleófilo, e são atraídos pelo carbono da carboxila que está ativado (positivo).

Figura 3 – Continuação da Etapa 2 de acetilação

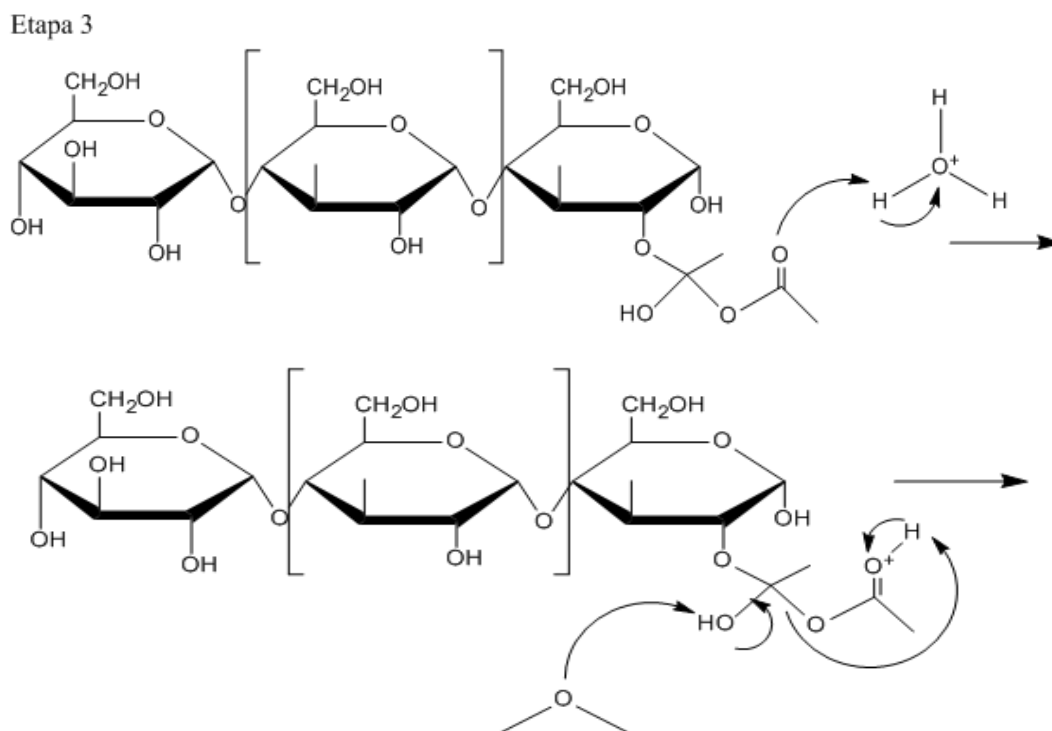


Fonte: AUTOR (2017).

A **Figura 3** retrata a continuação da segunda etapa da reação, em que a água

retira o hidrogênio ácido que está ligado diretamente a um oxigênio positivo.

Figura 4 - Proposta de mecanismo da etapa 3 da acetilação do amido.

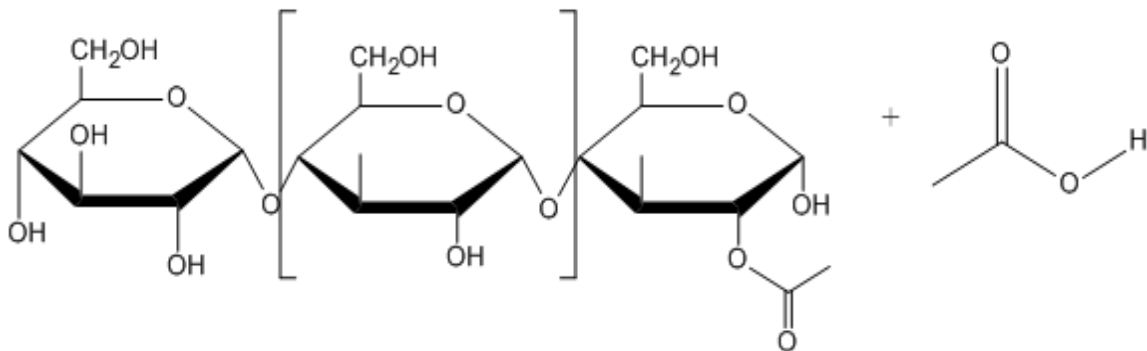


Fonte: AUTOR (2017).

A **Figura 4** apresenta a etapa final da reação, em que o oxigênio que faz parte da carboxila (ligado por dupla ligação ao carbono) abstrai um próton do hidrônio, tornando-se carregado positivamente, o que propicia uma reação concertada, em que a água abstrai próton da hidroxila e o

par de elétrons derivado da quebra da ligação do próton com o oxigênio forma dupla ligação, e retira-se uma molécula de ácido acético, formando os produtos representados abaixo, onde é apresentada a estrutura do amido modificado por acetilação.

Figura 5 - Produtos finais da modificação estrutural do amido.



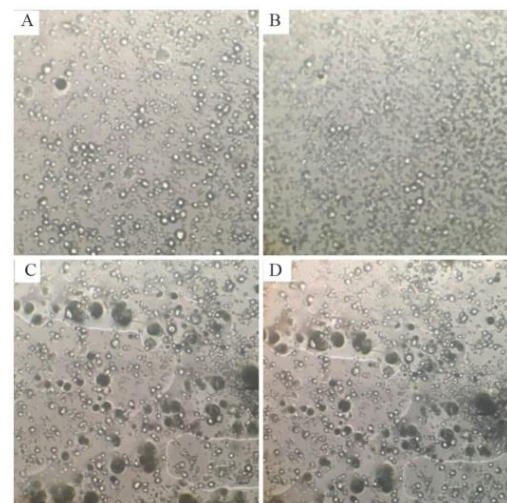
Fonte: AUTOR (2017).

3.2 Microscopia dos grânulos de amido nativo e acetilado

A utilização da glicerina impede a absorção de água pelos grãos do amido que poderia ocasionar de inchá-los e tendo uma apresentação de diâmetro além do que o normal(5).

Após a análise realizada para observar a morfologia dos grânulos nativos e modificados, observou-se que há diferenças entre ambos obtendo características bem opostas, o amido nativo com seus grãos bem miúdos e o amido acetilado com grãos bem mais visíveis, observados em lentes objetivas de 10x e 40x. (**Figura 6**).

Figura 6 - (A) grânulos do amido nativo com lente objetiva 40x; (B) grânulos do amido nativo com objetiva 10x; (C) grânulos do amido acetilado com objetiva 40x; (D) grânulos do amido acetilado com objetiva 10x.



Em um estudo parecido sobre amido extraído do feijão Andu por acetilação, os grânulos obtidos apresentaram características semelhantes que foram analisadas em microscópio. (17). No presente estudo observamos que o grão do amido apresentou estruturas

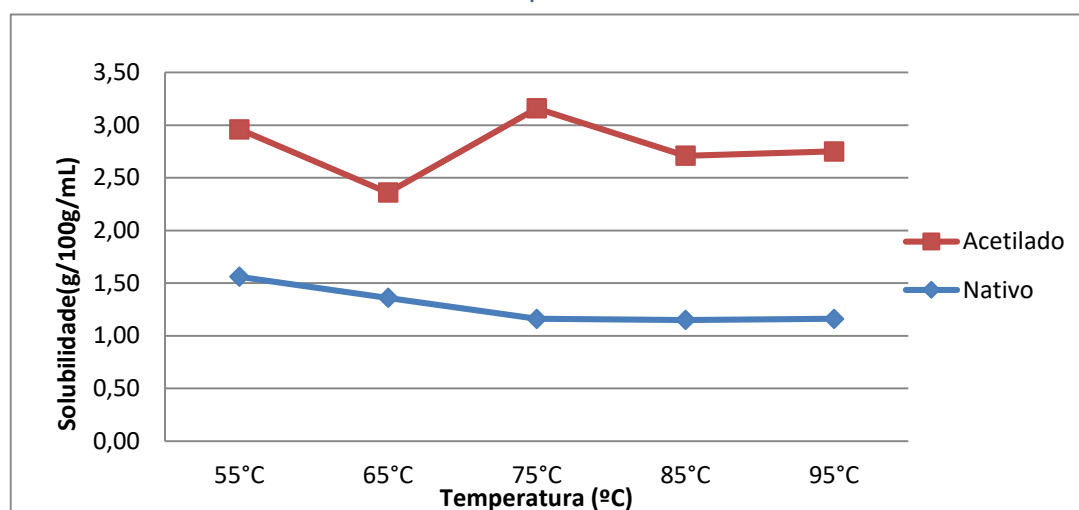
arredondadas em ambos nativos e acetilados.

3.3 Propriedades funcionais do amido

3.3.1 *Solubilidade e poder de intumescimento em função da temperatura do amido nativo e acetilado.*

Os resultados alcançados para a solubilidade dos grãos nativos e acetilados, em função da temperatura estão representados na figura abaixo.

Figura 7 - Solubilidade dos amidos nativos e acetilados da batata doce em relação a temperatura.



Nota-se que a solubilidade dos amidos nas temperaturas estipuladas de 55°C a 95°C, apresentaram consideráveis diferenças. Inicialmente, na temperatura inicial de 55°C, o amido modificado apresenta o dobro da solubilidade do nativo.

Uma análise mais significativa se observa que a 75°C, o amido modificado apresenta a máxima solubilidade,

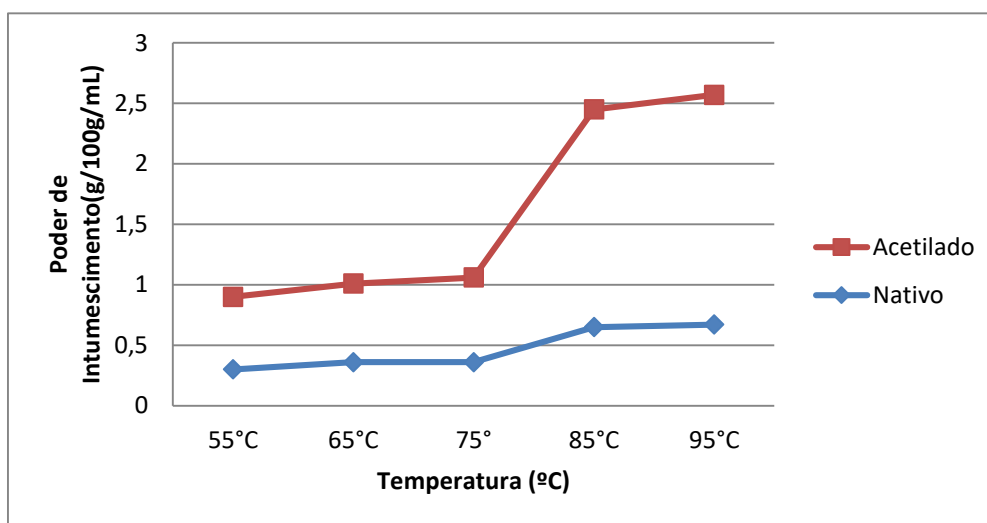
enquanto que a solubilidade máxima do amido nativo se dá na temperatura inicial.

Comparativamente, em estudo desenvolvido por Brasileiro(18), com amido extraído e modificado do inhame analisou-se que nas temperaturas de 55°C até 65°C não obteve solubilidade para as amostras, só a partir do 75°C houve picos demonstrando ter índice de solubilidade parecido com os resultados obtidos neste estudo.

A **Figura 8** contém os resultados do poder de intumescimento dos amidos nativo e acetilado da batata doce em função da temperatura nas faixas de 55°C até 95°C. Pelo gráfico é possível observar

que o poder de intumescimento aumentou em relação a temperatura, porém, o amido acetilado apresentou aumento significativo de 75 a 95°C.

Figura 8 - Poder de intumescimento X temperatura do amido nativo e acetilado.

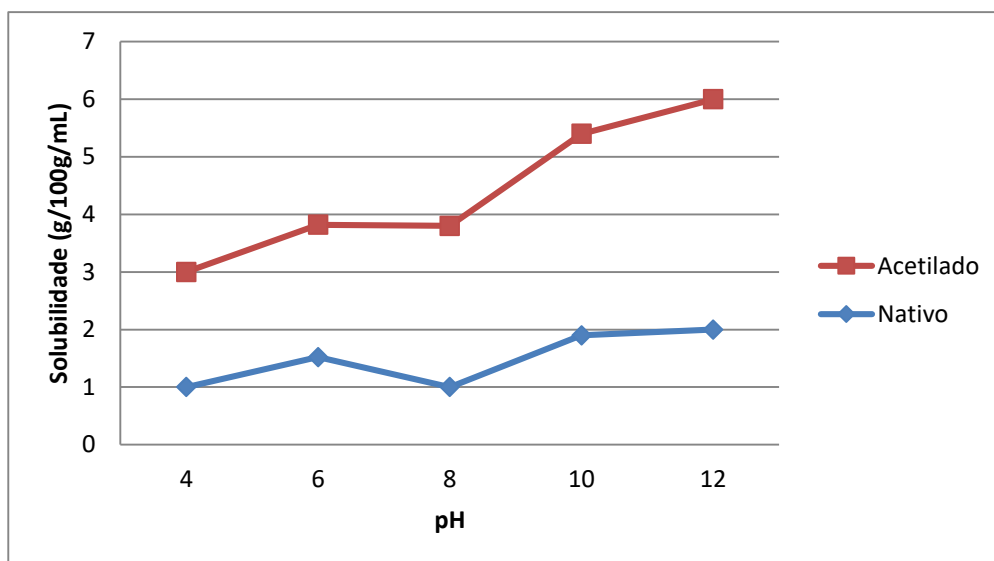


No estudo de Pereira(14), o amido modificado da batata doce obteve aumento do poder de intumescimento se comparado com o nativo, colaborando com os resultados deste estudo. Todavia, Pereira(14) descreveu que na temperatura 95°C houve decréscimo do poder de intumescimento de ambos os amidos, o que não houve no amido acetilado deste trabalho, pois o poder de intumescimento continuou gradativo até a temperatura de 95 °C.

3.3.2 Solubilidade e poder de intumescimento em função do pH

A **Figura 9**, demonstra os resultados representados abaixo com os valores referente a solubilidade dos amidos nativos e acetilados da batata doce em função do pH.

Figura 9 - Solubilidade dos amidos nativo e acetilado em relação ao Ph.



No tratamento dos dados obtidos para desenvolvimento do gráfico da figura 4, notou-se acréscimo dessa propriedade em pH ácido (de 4 a 6). No amido nativo, há um decréscimo significativa a medida que o pH aumenta, decaindo até o pH alcalino, 8.

Todavia, para o amido modificado, apresentou-se uma constante nessa mesma faixa de pH. Em meio alcalino, há aumento da solubilidade de ambos os amidos, porém, muito maior no modificado estruturalmente.

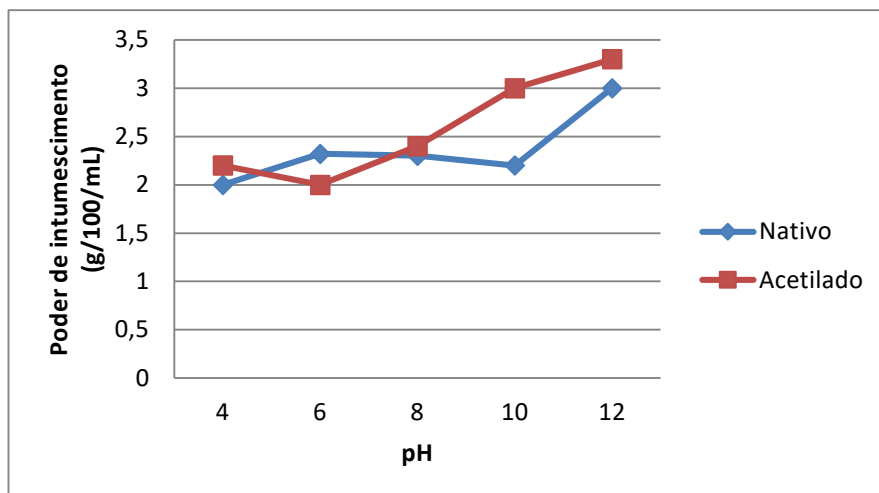
Em um estudo semelhante, o amido do feijão Andú a solubilidade teve um pico significativo no pH 6 e um declive próximo ao pH 8, obtendo uma diversidade

considerável relativo ao aumento do pH(16) se comparado a esse estudo.

A **Figura 10** contempla os valores obtidos da análise sobre o poder de intumescimento em relação ao pH. O gráfico permitiu observar que o poder de intumescimento apresentou diferenças para o amido modificado e o nativo.

Em pH ácido, de 4 a 6, o poder de intumescimento do amido nativo aumento, em detrimento ao modificado. Por outro lado, o amido modificado aumentou seu poder de intumescimento em função do pH. Na faixa de pH de 6 a 10, o amido nativo diminuiu o poder de intumescimento, porém, apresentou os maiores picos em pH alcalino.

Figura 10 - Poder do intumescimento dos amidos nativo e acetilado em relação ao pH.

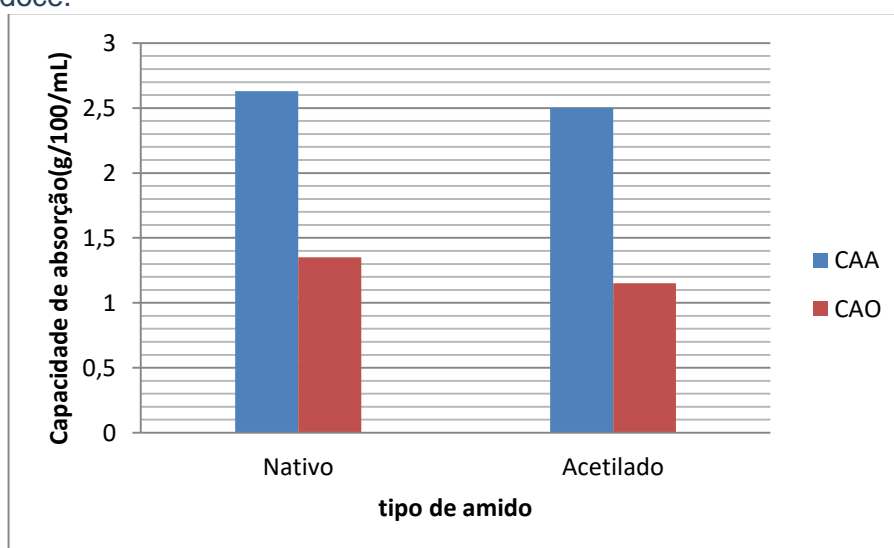


Em um estudo parecido sobre o amido em relação ao pH, observaram-se que o amido nativo explorado, no pH ácido, apresentou um poder de intumescimento e solubilidade semelhante com o amido acetilado(12).

3.3.3 Capacidade de absorção de água e óleo

A **Figura 11** a seguir irá apresentar valores obtidos sobre a capacidade de absorção de água (CAA) e capacidade de absorção de óleo (CAO) nos amidos acetilados e nativos da batata doce.

Figura 11 - Capacidade de absorção de água (CAA) e capacidade de absorção de óleo (CAO) nos amidos nativo e acetilado da batata doce.





Ao analisar o gráfico nota-se que a CAA é superior ao CAO entre os amidos nativos e acetilados. Em um estudo semelhante sobre a batata doce succilnado é notável que a a CAA e CAO do amido nativo é maior que o amido succinilado, sendo parecido com o resultado obtido no presente estudo.

O estudo do amido da batata, descrito por Silva(15), apresentou CAA superior no amido modificado e CAO inferior , a autora justifica que o amido modificado tem a facilidade de absorção com a água em relação ao óleo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modificação estrutural do amido da batata doce por acetilação permite observar diferenças significativas nas propriedades físico-químicas desse

carboidrato. Para o amido nativo, os grânulos apresentaram um formato arredondado e tamanho diversos, por outro lado, o modificado estruturalmente apresentou tamanho maior. Em todas as análises realizadas, o amido modificado apresentou diferenças significativas em todas as propriedades estudadas. Tais análises contribuem para a aplicabilidade do amido modificado no ramo industrial, pois trata-se de uma matéria-prima útil e sempre presente em diferentes setores.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL, Revista Embrapa. Publicada em junho de 2008. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fo ntesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/introducao.pdf.
2. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012, 03 de setembro. Produção Agrícola Municipal 2010, Rio de Janeiro. Disponível em:

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/tabelas_pdf/tabela02.pdf.

3. MOTA, José Hortêncio; OLIVEIRA, Jeander Franco; YURI, Jony Eishi. Qualidade de raízes de batata-doce comercializadas em Jataí-GO. Hortic. bras, v. 29, n. 2.
4. OLIVEIRA, Núbia Mendonça et al. CUSTOS NA PRODUÇÃO DE BATATA DOCE: ANÁLISE EM UMA PEQUENA



PROPRIEDADE LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE TANGARÁ DA SERRA-MT.

5. DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. da. Estrutura do grão nulos de amido e sua relação o com propriedades físico químicas. *Revista Ciência Rural* 39.3 (2008).
6. SILVA, Roberto Marques, et al. "Características físico-químicas de amidos modificados com permanganato de potássio/ácido láctico e hipoclorito de sódio/ácido láctico." *Food Science and Technology (Campinas)* (2008): 66-77.
7. LEONEL, M.; CEREDA M. P. "Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos* 22.1 65-69. 2002.
8. 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.
9. LAWAL, O. S. Composition, physicochemical properties and retrogradation characteristics of native, oxidised, acetylated and acid-thinned new cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. *Food Chemistry*, v.87, p. 205–218, 2004.
10. OKEZIE, B.; BELLO, A. B. Physicochemical and functional properties of winged beans flour and isolated compared with soy isolated. *Journal of Food Scienc.*, v. 53, p. 450, 1988.
11. 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.
12. 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.
13. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. 2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org/beta/en/#data/QC.PDF>.
14. 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.
15. ARAÚJO, V.Q. Propriedades funcionais e térmicas do amido de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) nativo e modificado quimicamente. (Dissertação) Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008. m 09 setembro 2013.
16. ORO, T., LIMBERGER, V. M., MIRANDA, M. Z., RICHARDS, N. S. P. S., GUTKOSKI, L. C., FRANCISCO, A.; Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, n.4, p.754-760, abr, 2013.
17. PEREIRA, D. Propriedades funcionais do amido da batata-doce (*Ipomoea batata* L.) nativo e modificado por succinilação. (Monografia) Graduação em Farmácia Generalista. Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), Ariquemes, 2012.
18. SILVA, Érica Mello da. Estudo de propriedades funcionais do amido da batata (*Solanum tuberosum*) nativo e modificado por succinilação. (Monografia) Graduação em Farmácia Generalista.



Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), Ariquemes, 2013.

19. CAMPOS, Ana Paula Pinho. Propriedades funcionais do amido do feijão andú (*Cajanus cajan* L.) nativo e modificado por succinilação. Monografia) Graduação em Farmácia Generalista. Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), Ariquemes, 2014.

20. LIMA, Regiane Rossi Oliveira. Propriedades funcionais do amido do feijão

andú (*Cajanus cajan* L.) nativo e modificado por acetilação. Monografia) Graduação em Farmácia Generalista. Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), Ariquemes, 2014.

21. BRASILEIRO, O. L. Comparação das propriedades funcionais de amido de inhame (*Dioscorea cayennensis*) nativo e modificado por acetilação e succinilação. (Dissertação) Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal da Paraíba João Pessoa, 2006.