



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

DIANA DA SILVA ZAPPANI

**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO
AMIDO DA FRUTA-PÃO (*Artocarpus altilis*) NATIVO
E MODIFICADO POR ACETILAÇÃO**

ARIQUEMES – RO

2012

Diana da Silva Zappani

**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO
AMIDO DA FRUTA-PÃO (*Artocarpus altilis*) NATIVO
E MODIFICADO POR ACETILAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Farmácia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do Grau de Bacharel em Farmácia.

Orientador (a): Prof.^a Ms. Fábila Maria Pereira de Sá

Ariquemes – RO

2012

Diana da Silva Zappani

**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO
AMIDO DA FRUTA-PÃO (*Artocarpus altilis*) NATIVO
E MODIFICADO POR ACETILAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Farmácia, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel.

COMISSÃO EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Ms. Fábiana Maria Pereira de Sá
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof. Ms. Nelson Pereira da Silva Júnior
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof^a. Esp. Claudia Santos Reis
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Ariquemes, 23 de Junho de 2012

Ao meu pai, que amarei eternamente.

À minha mãe, pela guerreira que é.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom do entendimento e pela força para concluir mais uma etapa da minha vida.

À minha professora orientadora, Ms. Fábria Maria Pereira de Sá, pela dedicação e disponibilidade durante todas as etapas deste trabalho.

À minha família, por ser meu alicerce, me apoiar, compreender, esperar e acreditar na concretização deste sonho.

Aos colegas e amigos, pelo companheirismo e dia a dia compartilhados.

À FAEMA pela concessão dos laboratórios para a realização das pesquisas.

Aos técnicos de laboratório, que contribuíram muito durante o projeto de pesquisa.

Aos professores, pela sabedoria compartilhada, e colegas de curso, pelo objetivo em comum.

Ao namorado, pelo incentivo a minha formação profissional.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização e finalização deste trabalho.

O papel do Farmacêutico no mundo é

tão nobre quão vital.

MONTEIRO LOBATO

RESUMO

O amido é a principal reserva de energia do reino vegetal e a principal fonte de energia para os seres humanos, fornecendo, através da alimentação, cerca de 70 a 80 % das calorias consumidas pelo homem. O mercado de amidos vem crescendo e se aperfeiçoando nos últimos anos, levando à busca de produtos com características específicas que atendam às exigências da indústria. Amidos nativos são muito utilizados na indústria de alimentos por apresentar baixo custo e boa aceitabilidade por parte dos consumidores. Porém, estes possuem algumas limitações em suas propriedades que são superadas pela produção de amidos modificados. Os amidos podem ser modificados por métodos físicos, químicos, enzimáticos ou ainda pela combinação destes. O presente trabalho teve como objetivo extrair e modificar o amido da fruta-pão através da acetilação e estudar as propriedades dos amidos nativo e modificado. Em relação às propriedades analisadas, a morfologia dos grânulos de amido não apresentou alteração significativa após a modificação. A capacidade de absorção de água e óleo e a claridade de pasta dos amidos modificados se apresentaram bem mais elevadas em relação ao amido nativo. O amido nativo apresentou forte tendência a retrogradação, já o contrário aconteceu com o amido modificado. A viscosidade foi medida em função da temperatura e observou-se pico de viscosidade a 70°C para o amido nativo e a 80 °C para o modificado. Sugere-se aplicação do amido nativo para produtos que necessitem de altas temperaturas de cozimento e o acetilado para produtos que requeiram tempo de estocagem maior.

Palavras-chave: Amido; Fruta-pão; Propriedades funcionais; Amido modificado; Acetilação

ABSTRACT

Starch is the main energy reserve of the plant kingdom and the main source of energy to human beings by providing, through diet, about 70-80% of the calories consumed by humans. The starch market has been growing and improving in recent years, leading to search for products with specific features that meet industry requirements. Starches are widely used in food industry because of its low cost and good acceptance by consumers. However, these have some limitations in their properties that are overcome by the production of modified starches. Starches can be modified by physical, chemical, enzymatic or by combining them. The present work aims at extracting and modifying the starch from breadfruit through acetylation and study the properties of native and modified starches. Regarding the properties analyzed, the morphology of starch granules was not significantly changed after the modification. The capacity to absorb oil and water and pulp brightness of modified starch is present in much higher compared to native starch. The native starch showed a strong setback, since the opposite happened with the modified starch. The viscosity was measured as a function of temperature and observed peak viscosity at 70 ° C for native starch and at 80 ° C for modified. It is suggested application of native starch for products which require high temperatures for cooking and acetylated products requiring greater storage times.

Keywords: Starch; Breadfruit; Functional properties; Modified starch; Acetylation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fórmula estrutural da amilose e amilopectina.....	15
Figura 2 – Fruta-pão.....	21
Figura 3 – Grânulos dos amidos nativo e modificado da fruta-pão observados em microscopia óptica.....	26
Figura 4 – Viscosidade do amido nativo e acetilado da fruta-pão em função da temperatura.....	30

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CAA – Capacidade de Absorção de Água

CAO – Capacidade de Absorção de Óleo

FAEMA – Faculdade de Educação e Meio Ambiente

MERCOSUL – Mercado Comum do Sul

pH – Potencial Hidrogeniônico

rpm – Rotação por minuto

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 AMIDO.....	14
2.1.1 Estrutura química do amido	14
2.1.2 Grânulos de amido e sua síntese na célula	15
2.2 AMIDO NATIVO E MODIFICADO E SUA APLICABILIDADE NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.....	16
2.2.1 Amido modificado por acetilação	18
2.3 ASPECTOS GERAIS SOBRE AS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO.....	18
2.4 LEGISLAÇÃO PARA AMIDO.....	19
2.5 FRUTA-PÃO (<i>Artocarpus altilis</i>).....	20
3 OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GERAL.....	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
4 METODOLOGIA	23
4.1 EXTRAÇÃO DO AMIDO DA FRUTA-PÃO.....	23
4.2 MODIFICAÇÃO DO AMIDO DA FRUTA-PÃO POR ACETILAÇÃO.....	23
4.3 OBSERVAÇÃO DOS GRÂNULOS DE AMIDO EM MICROSCOPIA ÓPTICA.....	24
4.4 ESTUDO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS AMIDOS NATIVO E ACETILADO DA FRUTA-PÃO.....	24
4.4.1 Capacidade de absorção de água e óleo	24
4.4.2 Claridade de pasta e tendência à retrogradação	24
4.4.3 Viscosidade	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 MICROSCOPIA DOS GRÂNULOS.....	26
5.2 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO.....	28
5.3 CLARIDADE DE PASTA E TENDÊNCIA À RETROGRADAÇÃO.....	29
5.4 VISCOSIDADE.....	30

CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

INTRODUÇÃO

O amido é um produto amiláceo extraído de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes e rizomas, que fornece cerca de 70 a 80% das calorias consumidas pelo homem. Nas células vegetais é armazenado na forma de grânulos e é composto principalmente por dois polímeros, a amilose e a amilopectina, que se apresentam em proporções diferentes de acordo com a fonte botânica. O amido deve muito de sua funcionalidade e organização física a estas duas macromoléculas. (DAIUTO, 2005; ARAÚJO, 2008).

O amido, quando extraído das plantas, sem qualquer alteração em sua estrutura química é denominado nativo e apresenta ampla utilização em diversos setores, como na indústria têxtil, de papel, farmacêutica, siderúrgica, plástica e principalmente na indústria de alimentos. Porém, os amidos nativos possuem algumas limitações em relação às suas propriedades funcionais. Há algum tempo a produção de amidos modificados vem sendo desenvolvida com o objetivo de superar uma ou mais limitações dos amidos nativos e assim aumentar a utilidade deste polímero nas aplicações industriais. (APLEVICZ; DEMIATE, 2007).

Devido ao custo relativamente baixo, é amplamente utilizado na indústria alimentícia, tanto como ingrediente como melhorador das propriedades funcionais, podendo servir para alterar ou controlar diversas características, bem como fornecer textura, servir como espessante, facilitar o processamento, fornecer sólidos em suspensão e proporcionar estabilidade no armazenamento dos alimentos. (ZORTÉA et al., 2011).

No Brasil, menos de 10% dos amidos modificados são destinados à indústria de alimentos, com a produção destes focalizada na indústria de papel e papelão. Apesar disso, os produtores agrícolas e as indústrias de alimentos estão interessadas na identificação e no desenvolvimento de espécies que produzam amidos com características físico-químicas especiais, que poderiam abrir novos mercados. Nos últimos anos, amidos que apresentam propriedades particulares, como o arroz, trigo, amaranto e milho ceroso foram introduzidos para uso alimentar, sendo essas propriedades particulares ausentes no milho regular. O mercado de amido vem crescendo cada vez mais e se aperfeiçoando, levando a busca contínua

de produtos com características específicas que atendam as exigências industriais. (BRASILEIRO, 2006; ZORTÉA et al., 2011).

Entre estas fontes com potencial para a utilização na indústria de amidos, pode-se citar a fruta-pão (*Artocarpus altilis*), com a variedade sem-semente (*Apyrena*) rica neste carboidrato em sua polpa. (MOREIRA; CARVALHO; VASCONCELOS, 2006).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AMIDO

O amido está presente em abundância na natureza. É encontrado em raízes, caules, sementes ou frutas de todas as formas de vegetais de folhas verdes. De todos os polissacarídeos, é o único produzido em pequenos agregados individuais denominados grânulos. O amido serve de alimento para as plantas e de fonte de energia para o homem. No setor industrial, este carboidrato e seus derivados são utilizados em cerca de mil produtos acabados destinados a vários setores, porém, apresenta destaque na indústria de alimentos. (FENIMAN, 2004).

O setor alimentar é um grande consumidor de amido, tanto nativo como modificado, para o emprego principalmente em alimentos preparados. O crescimento deste setor intensifica as pesquisas para identificação de novos amidos, com propriedades diferenciadas de interesse tanto para o mercado produtivo quanto para o consumidor. (FERRARI; LEONEL; SARMENTO, 2005).

Atualmente, as principais fontes de amido comercial são o milho, o trigo, a batata e a mandioca. No mundo, 48,5 milhões de toneladas deste carboidrato são produzidos anualmente, com os Estado Unidos da América (EUA) como os maiores produtores de amido de milho e a União Européia responsável pela maior produção de amido de batata e trigo. Ainda em nível mundial, 2,5 milhões de amidos de outras origens são produzidos, com a mandioca como a principal fonte. (FERRARI; LEONEL; SARMENTO, 2005).

2.1.1 Estrutura química do amido

Os amidos são compostos por dois tipos de polímeros de glicose: amilose e amilopectina (Figura 1). A molécula de amilose representa cerca de 20-30% do amido, apresenta as moléculas de glicose unidas por ligações glicosídicas $\alpha(1,4)$, possui baixo peso molecular e é encontrada na forma linear, por possuir baixo número de ramificações. Já a amilopectina apresenta peso molecular muito maior que a amilose e representa de 70-80% do amido. Apresenta as moléculas de glicose unidas por ligações glicosídicas $\alpha(1,4)$, com pontos de ramificação com ligações

glicosídicas $\alpha(1,6)$, possui alto peso molecular e é altamente ramificada. A funcionalidade e a organização física dentro da estrutura granular do amido depende destes polímeros, sendo que os teores de amilose e amilopectina variam com a espécie botânica. (DAIUTO, 2005; ARAÚJO, 2008).

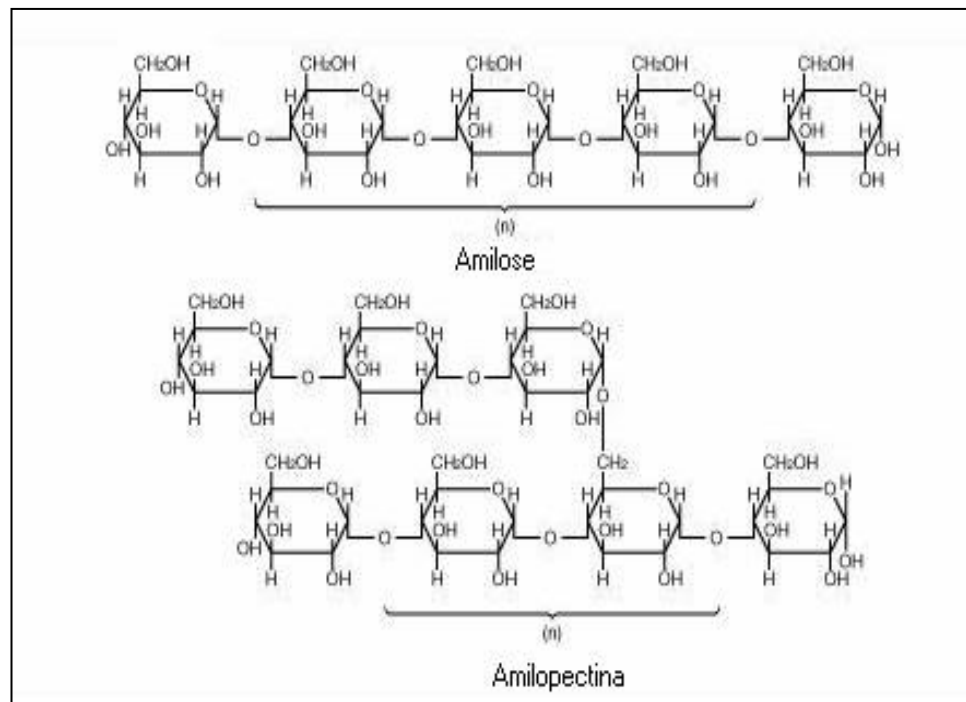


Figura 1 – Fórmula estrutural da amilose e amilopectina

Fonte: Horimoto (2006)

2.1.2 Grânulos de amido e sua síntese na célula

Os amidos são armazenados nas plantas na forma de grânulos, cujo tamanho e a forma variam de acordo com a sua origem botânica. Podem ter forma regular como: esférica, oval e poligonal ou ainda podem ser irregulares. Os grânulos de amidos estão localizados em caules, folhas, frutas, raízes, sementes, tubérculos e polens das plantas, constituindo a mais importante reserva de nutrição dos vegetais superiores através do processo de fotossíntese. (HORIMOTO, 2006).

Um parâmetro importante na morfologia dos grânulos de amido é a regularidade na forma, ou seja, diâmetro maior e menor que indica regularidade do tamanho. A baixa variabilidade das medidas também é desejável, pois é uma

característica de amido adequado em papéis químicos, como por exemplo, os usados para cópias e fax. (DAIUTO, 2005).

O tamanho dos grânulos de amido está compreendido entre 1 a 100 μm de diâmetro. Sendo considerados grânulos pequenos os de diâmetro compreendido entre 5 a 10 μm , grânulos médios de 10 a 25 μm e grânulos grandes os maiores de 25 μm . É importante ressaltar ainda que a forma e o tamanho dos grânulos têm influência sobre as propriedades funcionais do amido. (MENDES, 2011).

Os grânulos de amido se desenvolvem nas células vegetais dentro de estruturas especiais denominadas amiloplastos, envolvidos por uma matriz protéica denominada estroma. O centro de crescimento do grânulo é chamado de hilo, ao redor do qual, camadas sucessivas de amilose ou amilopectina são depositadas, determinando se a camada é amorfa ou cristalina, uma vez que a cristalinidade do grânulo de amido se deve basicamente à molécula de amilopectina, devido a formação de dupla hélice das suas cadeias ramificadas. (TEIXEIRA, 2007).

A síntese do amido, dentro dos amiloplastos, é devida à presença de enzimas, nestas estruturas, que catalisam a biossíntese da amilose e da amilopectina. Para o início da biossíntese do amido, moléculas de sacarose são transportadas dos tecidos fotossintéticos da planta em desenvolvimento para os órgãos de armazenamento. (BRASILEIRO, 2006).

As cadeias poliméricas do amido são formadas em uma matriz lipoprotéica. O amiloplasto, quando em desenvolvimento, contém materiais lipídicos e protéicos na membrana que constitui o seu envoltório e nas membranas da sua matriz interna. O grânulo de amido, dentro do amiloplasto, desenvolve-se ocupando uma proporção crescente do volume até que, com o grânulo totalmente desenvolvido, o volume interno é ocupado pelo amido. (BRASILEIRO, 2006; ARAÚJO, 2008).

2.2 AMIDO NATIVO E MODIFICADO E SUA APLICABILIDADE NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Quando o amido é extraído das plantas, sem qualquer alteração, é denominado amido nativo, sendo utilizado em vários setores da indústria têxtil, farmacêutica, siderúrgica, química, papelreira e principalmente na indústria alimentícia. Neste setor, apresenta aplicabilidade diversa, seja como ingrediente

básico dos produtos, bem como aditivo que melhora a produção, apresentação e conservação dos alimentos. Os amidos nativos possuem aspecto de pó branco e ao serem utilizados em produtos alimentícios não causam alteração sensorial, uma vez que não apresenta sabor ou odor. Estes aspectos tornam o amido um produto com prática aplicação, facilitando a mistura de outros ingredientes. (APLEVICZ; DEMIATE, 2007; PARAGUAIO et al., 2010).

Contudo, os amidos nativos possuem algumas limitações em relação às suas propriedades funcionais. Para superar essas limitações, são produzidos amidos modificados por métodos físicos, químicos, enzimáticos ou ainda pela combinação desses métodos, visando aumentar a utilidade destes compostos na indústria alimentícia. As aplicações dos amidos modificados são determinadas de acordo com a modificação a qual o amido foi exposto. (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008; ZAVAREZE et al., 2010).

Segundo Silva et al. (2006), as principais razões que levam ao emprego de amidos modificados são: alterar as características de cozimento (gomificação); aumentar a estabilidade das pastas ao resfriamento e descongelamento, a transparência das pastas ou géis e a adesividade; diminuir a retrogradação e a tendência das pastas em formarem géis; adicionar grupamentos hidrofóbicos; melhorar a textura das pastas ou géis e introduzir poder emulsificante.

Na indústria de alimentos, os amidos funcionam como agente espessante, estabilizante, agente de textura, ligante de água ou de gordura na indústria de carnes. Polissacarídeos como ágar e a carragenana servem de espessante na produção de sorvetes. A sacarose como adoçante na indústria de doces. O açúcar invertido pela quebra da sacarose é muito usado na fabricação de balas e biscoitos. Um polissacarídeo derivado da quitina, a quitosana, tem sido muito utilizado no tratamento da água, na alimentação e na saúde. (POMIN; MOURAO, 2006, PEDROSO; DEMIATE, 2008).

Dependendo do tipo, os amidos podem, entre outras funções, facilitar o processamento dos produtos alimentícios servindo como estabilizante em molhos de salada, espessante em sopas, caldos e molhos de carne, ligante em embutidos de carne, fornecem sólidos em suspensão e textura e ainda protegem os alimentos durante o processamento. (SILVA et al., 2006).

Além de agregar vantagens aos alimentos por suas características físicas, os amidos ainda apresentam baixo custo, tecnologia conhecida e aceitabilidade por parte dos consumidores. (PEDROSO; DEMIATE, 2008).

2.2.1 Amido modificado por acetilação

As modificações químicas dos amidos são feitas no intuito de modificar as suas propriedades físico-químicas, o que pode envolver a introdução de grupos funcionais dentro da molécula do amido, com a estrutura de pelo menos uma unidade de glicose alterada. A acetilação é um tipo de modificação química do amido, no qual parte de grupamentos hidroxil são convertidos em grupos acetil por reação de esterificação. (HORIMOTO, 2006, ARAÚJO, 2008).

A reação de acetilação em amidos de grau alimentício tem como principal objetivo reduzir a temperatura de gelatinização, aumentar a claridade de pasta e tornar o gel mais resistente a retrogradação. Assim, a introdução de grupos acetil reduz a interação entre moléculas de amido, aumentando o poder de intumescimento e solubilidade do grânulo e diminuindo a tendência a retrogradação do gel. (LAWAL, ADEBOWALE, ODERINDE, 2004; BRASILEIRO, 2006).

Devido à propriedade de formar filmes, os amidos modificados por acetilação são bastante utilizados na confecção e acabamento de tecidos e na cobertura de papel. Na indústria alimentícia, os acetilados são largamente empregados na produção de sorvetes, sobremesas, macarrões instantâneos, balas, sopas, molhos, etc. (HORIMOTO, 2006, HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008).

É importante frisar que o amido modificado por substituição química possui propriedades químicas e funcionais dependentes de fatores como a fonte do amido, condições da reação (concentração de reagentes, tempo de reação, pH e a presença de catalisador), tipo de substituinte e extensão da substituição. (ARAÚJO, 2008).

2.3 ASPECTOS GERAIS SOBRE AS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO

O amido possui propriedades funcionais que dependem, em grande parte, do estado físico do alimento, o qual muda durante o preparo, com amido passando por

diferentes estados físicos, estes dependentes da sua estrutura química. (HORIMOTO, 2006).

O amido puro possui coloração branca, não tem sabor e apesar de sofrer certo grau de inchamento, é praticamente insolúvel em água fria. Esta insolubilidade é devida as fortes ligações de hidrogênio que mantêm as cadeias de amido unidas no grânulo. Entretanto, nas aplicações dos amidos e féculas em processamento de alimentos, é comum que os amidos sejam suspensos em água e submetidos a aquecimento. Quando a água é incorporada a estrutura do grânulo, a amilose, por ser um componente mais solúvel, dissocia-se e se difunde para fora do grânulo, ocasionando um pequeno inchamento. A esse processo dá-se o nome de **gelatinização**. (TEIXEIRA, 2007; grifo meu).

Com a gelatinização, os grânulos são totalmente quebrados e as regiões cristalinas desaparecem, aumentando assim, a viscosidade do meio. Quando a suspensão de amido é deixada em repouso, antes ou depois de esfriar, sem agitação, a tendência é que as moléculas de amido gelatinizado comecem a se reassociar de forma organizada e a água é exudada. Esse processo reverso a gelatinização é chamado de **retrogradação**. Fatores inerentes ao grânulo como o tipo de amido, peso molecular e linearidade, além de fatores como concentração, pH, temperatura, umidade e constituição do meio podem alterar a velocidade de retrogradação das pastas do amido (DAIUTO, 2005; TEIXEIRA, 2007; grifo meu).

O **poder de inchamento** dos grânulos, assim como a **solubilidade** do amido pode ser determinado na mesma suspensão pelo aquecimento da amostra de amido em excesso de água. Sendo o primeiro definido como o peso do sedimento inchado, em gramas, por grama de amido e o segundo sendo expressa a porcentagem (em peso) da amostra de amido que é dissolvida após aquecimento. (SPIER, 2010; grifo meu).

2.4 LEGISLAÇÃO PARA AMIDO

No Brasil, assim como na França, amido e fécula são considerados sinônimos. Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 1978) a fração amilácea encontrada em órgãos aéreos como grãos e frutas são denominados amidos, e a

fração amilácea de órgãos subterrâneos como raízes e tubérculos são denominadas féculas. (ARAÚJO, 2008).

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 263, de 22 de setembro de 2005, aprovou o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, e definiu amido como sendo os produtos amiláceos extraídos de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes ou rizomas.

A Resolução do MERCOSUL nº 106/94 estabeleceu as características dos amidos a serem utilizados na indústria alimentícia:

Art. 1 – Os amidos modificados quimicamente são considerados como ingredientes e serão mencionados na lista de ingredientes como amidos modificados.

Art. 2 – Os amidos nativos e os amidos modificados por via física ou enzimática serão mencionados na lista de ingredientes como amidos.

Art. 3 – Os amidos modificados quimicamente que sejam utilizados pela indústria alimentícia deverão obedecer às especificações estabelecidas pelo *Food Chemical Codex*, 3rd, Edition, 1981.

2.5 FRUTA-PÃO (*Artocarpus altilis*)

A fruta-pão (*Artocarpus altilis*) é uma árvore cultivada nas regiões tropicais e subtropicais do mundo e originária da região Indomalásia, onde se localizam as ilhas do Pacífico Sul. A árvore da fruta-pão foi introduzida no Brasil no início do século XIX pelo governador do Estado do Pará que trouxe as mudas da Guiana Francesa. Atualmente, esta fruteira é encontrada desde o Estado do Pará até o norte do Estado de São Paulo sendo frequente em pomares domésticos. (SANTANA, 2010).

A árvore pertence à família *Moraceae*, que possui aproximadamente 50 gêneros e 1000 espécies. Os frutos (Figura 2) são grandes, podendo medir de 10 a 30 cm de diâmetro e redondos, semelhantes a melões, chegando a pesar 3 kg. A planta pode alcançar até 30 m de altura, com mais de 1,5 m de largura. As folhas, antes de serem abertas, são protegidas por estípulas decíduas e quando abertas possuem coloração verde-escura e são alternadas e ovatas. (SÁ, 2007; SANTANA, 2010).



Figura 2 – Aspectos dos frutos da Fruta-pão

Fonte: Worrell (2001)

A espécie *Artocarpus altilis* divide-se em duas variedades: *apyrena*, conhecida como “fruta-pão de massa”, o qual não possui sementes e *seminífera*, conhecida como “fruta-pão de caroço”, que possui sementes em meio à massa. A fruta sem sementes é a mais utilizada por conter alto teor de carboidratos na polpa. (MOREIRA; CARVALHO; VASCONCELOS, 2006).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Estudar algumas propriedades funcionais do amido nativo e modificado por acetilação da fruta-pão (*Artocarpus altilis*)

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Extrair o amido da fruta-pão;
- ✓ Modificar o amido extraído pela reação de acetilação;
- ✓ Observar, através de microscopia óptica, a forma dos grânulos do amido nativo e modificado;
- ✓ Caracterizar o amido nativo e modificado em relação as seguintes propriedades funcionais: capacidade de absorção de água e óleo, claridade de pasta, tendência à retrogradação e viscosidade.

4 METODOLOGIA

4.1 EXTRAÇÃO DO AMIDO DA FRUTA-PÃO

O procedimento para extração do amido foi realizado de acordo com Daiuto (2005), com modificações. As frutas foram primeiramente lavadas com água corrente para retirada das impurezas, após isso foram descascadas, cortadas em cubos e lavadas com água purificada. Os cubos foram batidos com água destilada na proporção de 1:2, respectivamente, em liquidificador. O tempo foi fixado em 5 minutos. Esta etapa libera os grânulos de amido do tecido parenquimatoso de armazenamento.

A suspensão obtida foi passada por peneiras de abertura de 0,075 e 0,045 mm, respectivamente. O bagaço retido nas peneiras foi batido em liquidificador por mais uma vez com água (proporção 1:2), por 3 minutos, para melhorar a extração do amido residual, embora não fosse objetivo fazer a extração completa.

A suspensão decantou por 30 minutos e após isso o amido foi recuperado do fundo do recipiente. A secagem do amido foi realizada em estufa com circulação de ar, em temperatura entre 37 a 40 °C, por 48 horas.

4.2 MODIFICAÇÃO DO AMIDO DA FRUTA-PÃO POR ACETILAÇÃO

O método utilizado para a modificação por acetilação foi o de Sathe e Salunkhe (1981). Em 500 ml de água destilada foram dispersos 100g de amido nativo, a suspensão foi agitada em agitador magnético por 20 minutos. O pH da amostra obtida foi ajustado para 8,0 usando solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 1M e mantido durante toda a reação. Para a modificação, foram adicionados, de maneira lenta, 10,2 g de anidrido acético por um período de 1 hora. Após a adição do anidrido acético, deixou-se a reação proceder por 5 minutos. Após isso, o pH da amostra foi ajustado para 4,5 usando solução de ácido clorídrico (HCl) a 0,5M. A suspensão foi filtrada e lavada 4 vezes com água destilada e finalmente seca por 48 horas a $30\pm 2^{\circ}\text{C}$, em estufa com circulação de ar. (BRASILEIRO, 2006).

4.3 OBSERVAÇÃO DOS GRÂNULOS DE AMIDO EM MICROCOPIA ÓPTICA

A morfologia dos grânulos do amido da fruta-pão foi visualizada em microscópio óptico marca OPTON[®] modelo N-101B, segundo a metodologia de Daiuto (2005), onde pequenas quantidades de amido foram dispersos em uma lâmina de vidro, usando uma gota de água e uma lamínula sobre a dispersão para espalhar a amostra e deixá-la uniforme. Os grânulos de amido foram observados nas objetivas de 10x e 40x.

4.4 ESTUDO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS AMIDOS NATIVO E ACETILADO DA FRUTA-PÃO

4.4.1 Capacidade de absorção de água e óleo

A capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO) foi realizada em triplicata, onde a metodologia utilizada foi a de Lawal e Adebowale (2005). Adicionou-se 2,5 mL de água em 250 mg de cada amido, a suspensão foi agitada por 30 segundos e deixada em repouso por 30 minutos. Após isso, a mistura foi centrifugada por 1 minuto a 7500 rpm (rotação por minuto), o sobrenadante descartado e a amostra pesada para calcular o valor da água absorvida. O mesmo procedimento foi realizado com óleo vegetal. (ARAÚJO, 2008).

4.4.2 Claridade de pasta e tendência a retrogradação

A claridade de pasta foi determinada seguindo a metodologia de Lawal (2004), com modificações, no qual 50 mg dos amidos nativo e modificado foram suspensos em 5 mL de água destilada, usando tubos de ensaios vedados. Os tubos foram então aquecidos em banho-maria com água fervente por 30 minutos (com ocasional agitação). Depois do resfriamento, à temperatura ambiente, a porcentagem de transmitância das suspensões foi determinada a 650 nm, utilizando um branco, através de Espectrofotômetro marca Quimis[®] modelo Q7980DP. Na mesma análise foi determinada a tendência para retrogradação, onde as amostras foram estocadas por 24 h a 4 °C para nucleação, e, depois deste tempo, foram

estocadas a 30 °C por 1-9 dias para determinação da absorvância nos dias 1, 2, 3, 5, 7, 8 e 9. (SÁ, 2007).

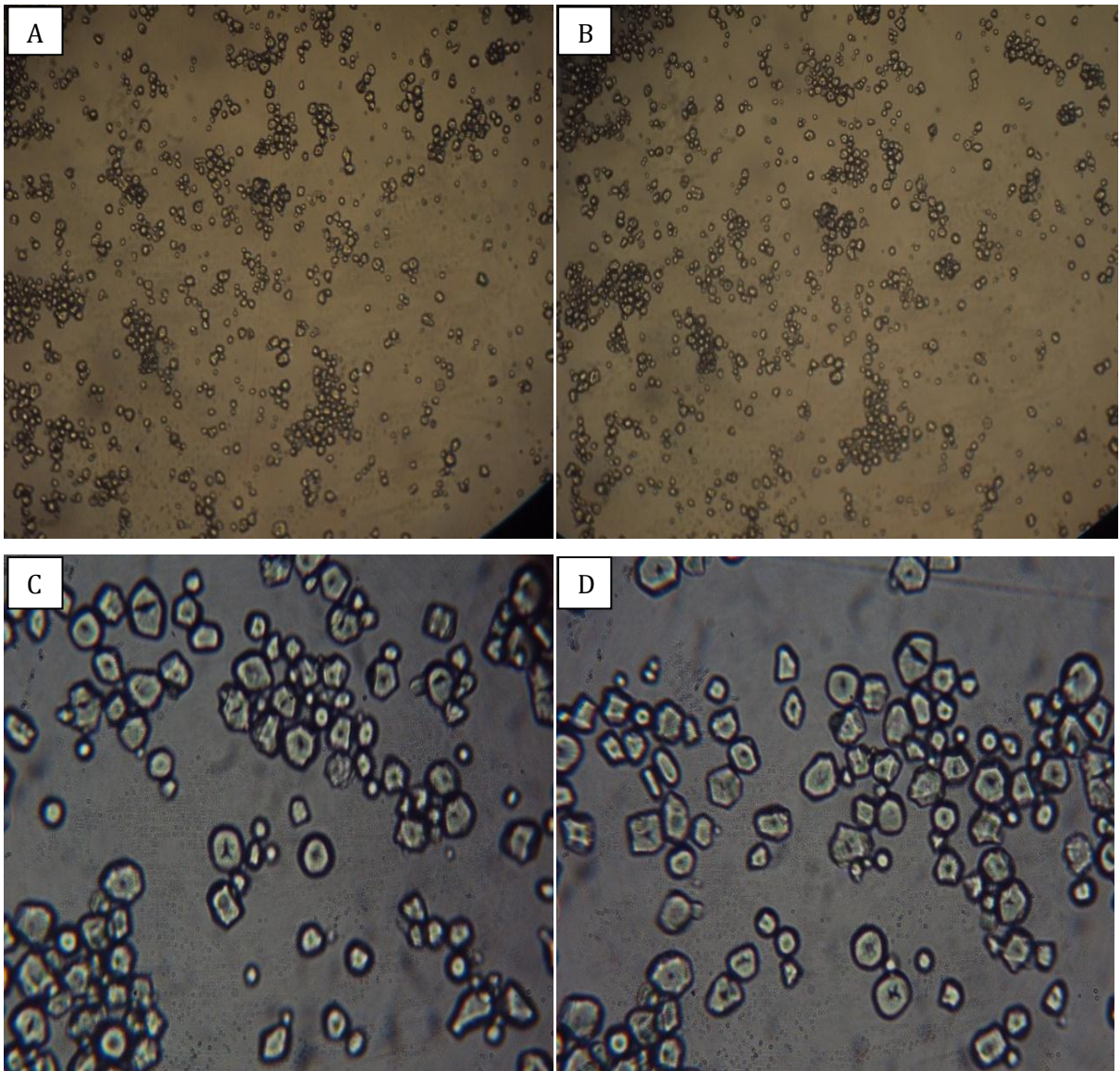
4.4.3 Viscosidade

Para a medição da viscosidade, em relação à variação de temperatura, foram utilizadas concentrações de 5% para o amido nativo e acetilado, variando a temperatura de 50-85°C. O aparelho usado para a análise da viscosidade foi o Viscosímetro Rotativo Microprocessado marca Quimis[®], modelo Q860M21. (BRASILEIRO, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 MICROSCOPIA DOS GRÂNULOS

A Figura 3 ilustra as micrografias dos grânulos de amido nativo e acetilado da fruta-pão, analisados sob microscopia óptica.



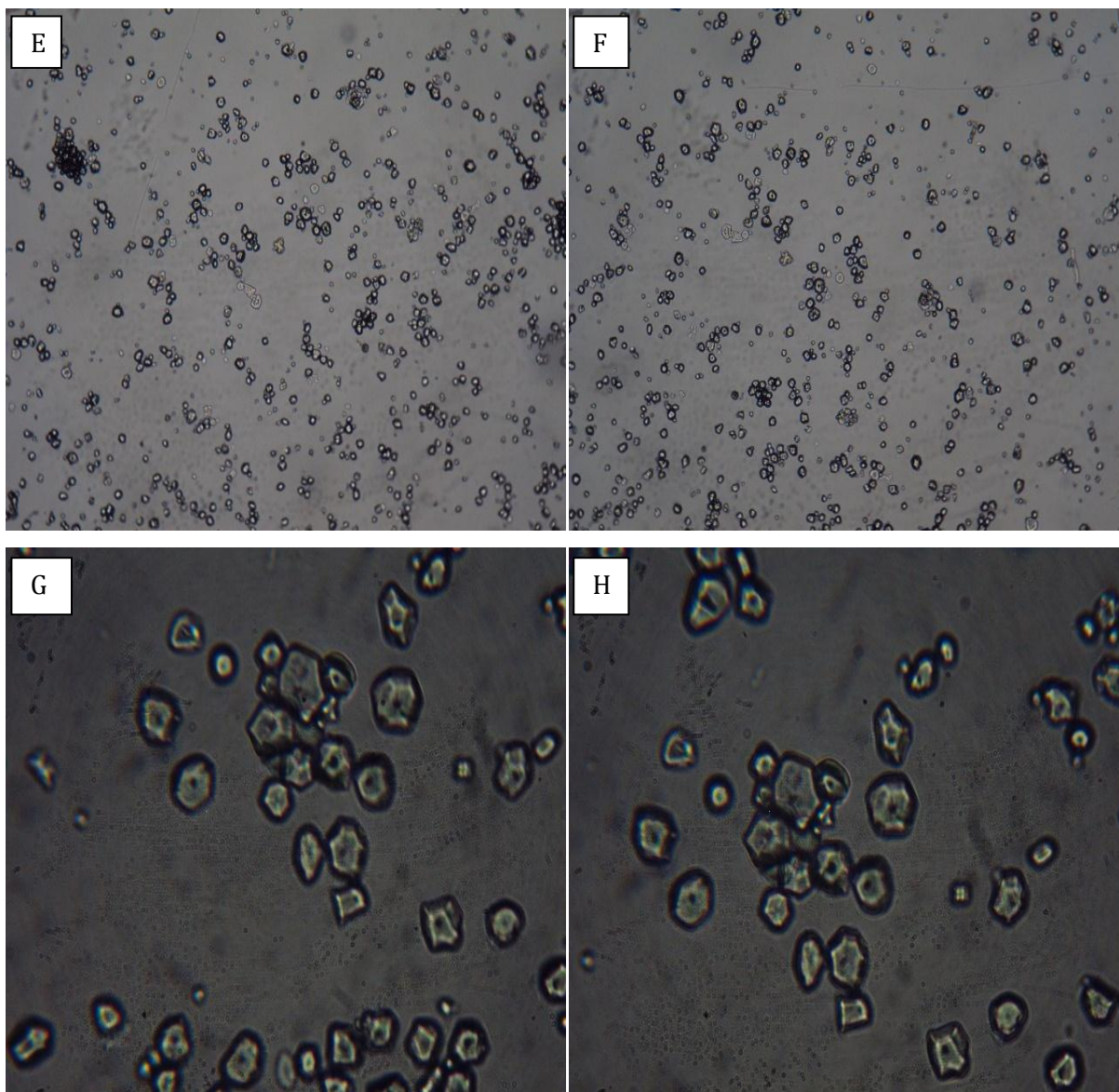


Figura 3 – Grânulos dos amidos nativo e modificado da fruta-pão observados em microscopia óptica: (A) e (B) – Amido nativo no aumento de 10x; (C) e (D) – Amido nativo no aumento de 40x; (E) e (F) – Amido modificado no aumento de 10x; (G) e (H) – Amido modificado no aumento de 40x.

A observação microscópica mostrou que a morfologia dos grânulos de amido não apresentou alterações significativas após a modificação, mostrou também que os grânulos de amido não são uniformes quanto à forma e tamanho, já que, em sua maioria, apresentaram-se com formatos irregulares e variados tamanhos. Segundo Horimoto (2006), os grânulos podem se apresentar de diversas formas: oval, poligonal e irregulares, dependendo da origem botânica e o tamanho varia com o estágio de desenvolvimento da planta e forma de tuberização.

Feniman (2004), pesquisando amido nas raízes de mandioca, constatou que os grânulos não eram uniformes quanto à forma e tamanho. Sendo que os formatos encontrados nas raízes foram arredondados, convexo-bicôncavo, cupuliforme e mitriforme.

Gonçalves (2007), ao aplicar tratamento térmico nos amidos de batata-doce e mandioquinha-salsa, observou tamanhos e formas variadas no amido da batata-doce (redondos, ovalados e poligonais) e da mandioquinha-salsa (ovalada e truncada).

Mendes (2011), analisando o amido da amêndoa do caroço de manga, verificou a presença de grânulos de amidos de vários tamanhos, pequenos e grandes, e formas, de ovais a elípticos.

5.2 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO

Os valores da capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO) expressos em g/100 estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Capacidade de Absorção de Água (CAA) e Óleo (CAO) dos amidos nativos e acetilados da fruta-pão

Amido	CAA (g/100g de amido*)	CAO (g/100g de amido*)
Nativo	78,52 ± 0,00	103,60 ± 0,01
Acetilado	123,04± 0,07	124,44± 0,02

*As análises foram realizadas em triplicata e calcula a média e desvio-padrão

Tanto a capacidade de absorção de água quanto a capacidade de absorção de óleo aumentaram com o processo de acetilação. Para a absorção de óleo, os dois tipos de amido apresentaram valores maiores do que a absorção de água. Segundo Ribeiro (2011), a acetilação melhora a CAA e a CAO dos amidos, devido à introdução do grupamento acetil, que é volumoso, isto causa repulsão eletrostática dentro da molécula do amido, facilitando então o acesso da água e provavelmente do óleo.

A CAA do amido nativo deste estudo apresentou valor próximo ao encontrado por Ribeiro (2011), o qual chegou a 75,57 g/100g para o amido de mandioca. Entretanto, o valor foi menor do que o Mendes (2011), que encontrou 98,58 g/100g, para o amido de amêndoas de sementes de manga. Já a CAO do amido nativo foi maior do que o encontrado por Brasileiro (2006), o qual chegou ao valor de 64,40 g/100g, para o amido de inhame.

5.3 CLARIDADE DE PASTA E TENDÊNCIA A RETROGRADAÇÃO

A claridade de pasta é uma propriedade importante dos amidos principalmente no que diz respeito a aplicações em alimentos e pode ser definida como o grau de transparência da pasta de amido. Esta propriedade pode ser alterada por modificação química e está relacionada com a tendência à retrogradação do amido, sendo que, amidos com alta tendência a retrogradação produzem pastas mais opacas em relação àqueles com baixa tendência. (APLEVICZ, 2006).

Os valores da claridade de pasta do amido nativo e acetilado da fruta-pão estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Efeito do tempo de estocagem na claridade de pasta dos amidos nativos e acetilados da fruta-pão

Amido	% de Transmitância (650nm)						
	1° dia	2° dia	3° dia	5° dia	7° dia	8° dia	9° dia
Amido Nativo	18	18	18,66	21,33	24	24	21
Amido Acetilado	34,66	18,66	19	19	18,33	18,33	17,33

*As análises foram realizadas em triplicata e calcula a média e desvio-padrão

Diferenças entre a porcentagem (%) de transmitância foram observadas tanto para o amido nativo quanto para o amido acetilado. Nos dois casos, a transmitância

variou com os dias de estocagem. Durante a estocagem, os amidos nativos e acetilados apresentaram retrogradação, o que é evidenciado pela diminuição da transmitância, porém, este processo é mais evidente no amido nativo.

Sá (2007), analisando amidos nativos, succinilados e acidificados da fruta-pão, também observou diferenças entre o percentual de transmitância para os amidos estudados, sendo que, nos três casos, a transmitância diminuiu com os dias de estocagem, sendo evidente, portanto, a tendência à retrogradação para estes amidos. Araújo (2008), ao estudar o amido nativo, succinilado e fosfatado da batata-doce, observou um aumento na transmitância do amido succinilado em relação ao amido nativo e um aumento da claridade do amido fosfatado com o passar dos dias de estocagem, concluindo, neste caso, que as modificações diminuíram a tendência a retrogradação para estes amidos.

5.4 VISCOSIDADE

Por serem grandes moléculas, todos os polissacarídeos formam soluções viscosas. A viscosidade de uma solução de polissacarídeos depende da forma e do tamanho de sua molécula e da conformação que esta adota na solução. Os resultados da viscosidade em função da temperatura das soluções dos amidos nativo e acetilado da fruta-pão encontram-se na Figura 4.

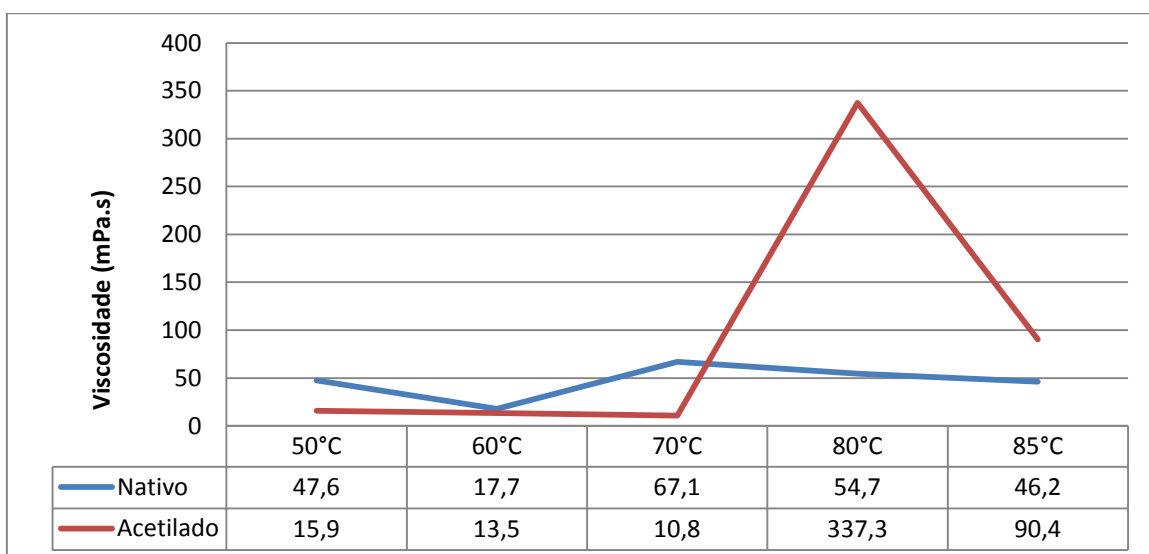


Figura 4 – Viscosidade do amido nativo e acetilado da fruta-pão em função da temperatura

A viscosidade dos amidos nativo e modificados foram diferentes nas diversas temperaturas analisadas. O pico de viscosidade do amido nativo, que corresponde a viscosidade máxima do amido durante o ciclo de aquecimento, foi observado a 70°C apresentando viscosidade de 67,1 mPa.s. Já o amido acetilado apresentou pico de viscosidade bem definido aos 80°C com viscosidade de 337,3 mPa.s. Assim, pode-se notar que o amido acetilado da fruta-pão apresentou pico de viscosidade maior do que o amido nativo, sendo que para o primeiro o pico ocorreu a 80 °C e, para o segundo, a 70 °C.

Brasileiro (2006), pesquisando o amido de inhame observou que o valor da viscosidade aumentou com a temperatura, na faixa de 50°C a 90°C. Entretanto, este autor não observou pico de viscosidade para o amido nativo, ou seja, sendo necessária uma temperatura maior que 90°C para se observar o pico neste tipo de amido.

Araújo (2008), estudando o amido da batata-doce, observou que o amido nativo e o succinilado apresentaram viscosidade aumentada com a temperatura, porém o succinilado se destacou com valores superiores ao amido nativo. A 90 °C, o amido succinilado gelatinizou, não sendo possível quantificar sua viscosidade. O amido fosfatado apresentou viscosidade inferior ao nativo, sendo que este valor diminuiu com o aumento da temperatura, confirmando a propriedade deste amido de ser resistente a mudanças de temperatura.

Não se pode descartar um amido ou fécula por sua característica de viscosidade, pois o melhor valor de viscosidade depende da aplicação do amido. Uma sopa pronta, por exemplo, não deve apresentar viscosidade final muito elevada, pois causaria sensação desagradável. Já para o recheio de tortas, viscosidade maior evitaria transbordamentos no transporte. Outras características como a estabilidade a altas temperaturas sob acidez e estabilidade mecânica serão sempre desejáveis, o que favorece o uso como ingrediente adequado em diversos alimentos.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nos experimentos realizados neste trabalho permitiram concluir que:

- Após a modificação, a forma e tamanho dos grânulos de amido da fruta-pão não sofreram alterações aparentes na visualização por microscopia óptica.
- Por ser estável a altas temperaturas, o amido nativo pode ser usado em indústria de conservantes e alimentos que necessitem de altas temperaturas de cozimento, como sopas desidratadas.
- O amido acetilado apresentou elevada capacidade de absorção de água, favorecendo sua utilização em produtos de panificação e elevada capacidade de absorção de óleo, com indicação para indústria de produtos cárneos. Também apresentou pastas mais claras, disponibilizando sua aplicação em doces, balas de goma, geleias, recheios de torta, pudins, cremes e outros produtos que exigem transparência. Além disso, pode ser indicado para o uso em alimentos congelados ou em produtos que necessitem de tempo de estocagem maior, pois apresentou baixa tendência à retrogradação.

REFERÊNCIAS

APLEVICZ, K. S. **Caracterização de produtos panificados à base de féculas de mandioca nativas e modificadas**. Ponta Grossa: UEPG, 2006. 131 p. Dissertação (Mestrado) Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2006. Disponível em: http://www.uepg.br/mestrados/mescta/Arquivos/Dissertacoes/APLEVICZ,_KS.pdf. Acesso em: 13 abr. 2012.

APLEVICZ K. S.; DEMIATE I. M. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.27, n. 3, p. 478-484, jul.-set. 2007. Disponível em: > <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n3/a09v27n3.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2011.

ARAUJO V. Q. **Propriedades funcionais e térmicas do amido de batata-doce (*ipomoea batatas* L.) nativo e modificado quimicamente**. João Pessoa: UFPB, 2008. 90 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008. Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/pos/ppgcta/portal/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=20&view=finish&cid=68&catid=34&m=0>. Acesso em 17 out. 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 106 de 1994. MERCOSUL. Grupo Mercado Comum.– Amidos Modificados. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/mercosul/alimentos/106_94.htm>. Acesso em:

BRASIL. Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias - Abima. RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. São Paulo, 2005. Disponível em: < http://www.abima.com.br/dload/13_46_resol_263_05_leg_alim_nac.pdf >. Acesso em: 09 dez. 2011.

BRASILEIRO O. L. **Comparação das propriedades funcionais de amido de inhame (*Dioscorea cayennensis*) nativo e modificado por acetilação e succinilação.** João Pessoa: UFPB, 2006. 88 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2006. Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/pos/ppgcta/portal/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=20&view=finish&cid=41&catid=32&m=0>. Acesso em: 16 nov. 2011.

DAIUTO E. R. **Características de féculas de tuberosas e suas relações com resistência dos géis sob condições de estresse aplicada na industrialização de alimentos.** Botucatu: UNESP, 2005. 162 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônomas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, Jun. 2005. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064021P7/2005/daiuto_er_dr_botfca.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2011.

FENIMAN C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 57670 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita.** Piracicaba: ESALQ, 2004. 99 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luíz Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, jul. 2004. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde.../cristiane.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2011.

FERRARI T. B., LEONEL M., SARMENTO S. B. S., Características dos Rizomas e do Amido de Araruta (*Maranta arundinacea*) em Diferentes Estádios de Desenvolvimento da Planta. **Brazilian Journal Of Food Tecnology.** São Paulo, v.8, n.2, p. 93-98, abr. - jun., 2005. Disponível em: <http://www.ital.sp.gov.br/bj_old/brazilianjournal/free/p05191.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2012.

GONÇALVES M. F. V. **Tratamento térmico dos amidos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) e de mandioquinha-salsa (*Arracaccia xanthorrhiza*.) sob baixa**

umidade em microondas. Piracicaba: ESALQ, 2007. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luíz Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20de%20raizes%20de%20mandioca&source=web&cd=1&ved=0CFMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F11%2F11141%2Fde-24112004-080950%2Fpublico%2Fcrisiane.pdf&ei=YtHWT6qvMeLd0QHTwJWnAw&usg=AFQjCNE3Sna_9mb0-ri0hNqMNRdKcjrDw>. Acesso em: 19 nov. 2011.

HENRIQUE C. M.; CEREDA M. P.; SARMENTO S. B. S.; Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e tecnologia de alimentos.** Campinas, v.28, n.1, p. 231-240, jan.-mar. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/32.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

HORIMOTO L. K. **Cationização de amidos de tuberosas tropicais para fabricação de papéis.** Botucatu: UNESP, 2006. 80 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônomas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, fev. 2006. Disponível em: <www.fca.unesp.br/pos_graduacao/Teses/PDFs/Arq0028.pdf>. Acesso em: 17 out. 2011.

LAWAL, O.S., ADEBOWALE, K.O. ODERINDE, R. A. Functional properties of amylopectin and amylose fractions isolated from bambarra groundnut (*Voandzeia subterranean*) starch. **African Journal of Biotechnology** Vol. 3, p. 399-404, August 2004. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/AJB>>. Acesso em: 20 jan. 2012.

MENDES M. L. M. **Caracterização para fins industriais dos amidos nativo e modificados extraídos de amêndoas de sementes de manga, variedade Tommy Atkins.** João Pessoa: UFPB, 2011. 132 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2011. Disponível em: <

http://bdtb.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/15/TDE-2011-10-06T081547Z-1210/Publico/arquivototal.pdf >. Acesso em: 09 mar. 2012.

MOREIRA D. K.; CARVALHO A. V.; VASCONCELOS M. A. M. Aproveitamento Tecnológico da Farinha de Fruta-Pão. **Embrapa**, Belém, dez. 2006. Disponível em: < http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/409744/1/Com_tec.187.pdf >. Acesso em: 20 out. 2011.

PARAGUAIO, et al. Avaliação por meio de ferramentas estatísticas dos tempos de escoamento das pastas de amido nativo e modificado com tripolifosfato de sódio a 5%, entre as temperaturas de 20 a 80 °C. IN: **ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**. Nov. 2010. Campo Mourão. Disponível em: < http://www.fecilcam.br/anais_iveepa/arquivos/14/14-01.PDF >. Acesso em: 07 dez. 2011.

PEDROSO R. A., DEMIATE I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28 n.1, p. 24-31, jan.-mar. 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/04.pdf> >. Acesso em: 02 dez 2011.

POMIN V. H., MORÃO P. A. S. Carboidratos: De adoçantes a medicamentos. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 233, p. 24-31, dez. 2006. Disponível em: < [http://gaia.liberato.com.br/quimicaonline/Disciplinas/Bioqu%C3%ADmica/carboidratos\[1\]CH.PDF](http://gaia.liberato.com.br/quimicaonline/Disciplinas/Bioqu%C3%ADmica/carboidratos[1]CH.PDF) >. Acesso em: 20 out. 2011.

RIBEIRO A. P. L. **Estudo dos amidos de mandioca nativo, modificados e modificados combinados por via química para utilização na indústria alimentícia**. João Pessoa: UFPB, 2011. 111 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2011. Disponível em: < http://bdtb.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/15/TDE-2011-11-22T101429Z-1304/Publico/arquivototal.pdf > Acesso em: 09 mar. 2012.

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.** João Pessoa: UFPB, 2007. 51 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba João Pessoa, 2007. Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/pos/ppgcta/portal/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=20&view=finish&cid=54&catid=33&m=0>. Acesso em: 28 out. 2011.

SANTANA H. V. **Propagação de fruta-pão a partir de estacas de raiz.** Cruz das Almas: UFRB, 2010. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, out. 2010. Disponível em: <www.ufrb.edu.br/pgcienciasagrarias/.../169-hugo-vieira-de-santana>. Acesso em: 17 out. 2011.

SILVA et al. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, v. 26, n. 1, p. 188 – 197, jan.-mar. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n1/28869.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2011.

SPIER F. **Efeito dos tratamentos alcalino, ácido e oxidativo nas propriedades de amido de milho.** Pelotas: UFPel, 2010. 72 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010. Disponível em: http://www.dcta.create.inf.br/manager/uploads/documentos/dissertacoes/MEST_FRANCIELA_SPIER.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2011.

TEIXEIRA E. M. **Utilização de amido de mandioca na preparação de novos materiais termoplásticos.** São Carlos: USP, 2007. 201 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75131/tde-25102007-164338/pt-br.php>>. Acesso em: 30 nov. 2011.

ZAVAREZE E. R. et al. Teor de amido resistente e perfil de textura de amidos de arroz com diferentes níveis de amilose modificados hidrotermicamente. **Brazilian Journal of Food Technology**. Pelotas, nov. 2010. Disponível em: <http://bjft.ital.sp.gov.br/artigos/especiais/2010/artigos_bjb_v70ne/17_bjft_v13ne_13e0116.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2011.

ZORTÉA M. E. B. et al. Avaliação da viscosidade aparente de pastas de amidos nos viscosímetros BROOKFIELD RVDV-II+ PRO e rápido visco-analisador RVA-4. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Ponta Grossa, v. 05, n.01, p.326-335, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/rbta/article/viewFile/751/689>>. Acesso em: 22 nov. 2011.