



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

GIAN CARLO BISPO

**ESTUDO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO
AMIDO DO INHAME (*Dioscorea sp.*)
NATIVO E MODIFICADO POR SUCCINILAÇÃO**

Gian Carlo Bispo

**ESTUDO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO
AMIDO DO INHAME (*Dioscorea sp.*)
NATIVO E MODIFICADO POR SUCCINILAÇÃO**

Trabalho apresentado ao curso de Farmácia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel.

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

Gian Carlo Bispo

**ESTUDO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO
AMIDO DO INHAME (*Dioscorea sp.*)
NATIVO E MODIFICADO POR SUCCINILAÇÃO**

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. Fábيا 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. Cláudia Santos Reis
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Ariquemes, 23 de Junho de 2012

*Primeiramente a Deus, pois sem
ele nada seria possível.
Aos meus pais e família
pelo amor e apoio.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, por sempre me guardar, abençoar, dar sabedoria e amparar nos momentos difíceis.

A minha orientadora, Prof^a. Ms. Fábria Maria Pereira de Sá, por ter me concedido o grande privilégio de ser seu orientando, pois sem a sua orientação não teria conseguido, pela confiança e amizade.

Ao meu Pai Carlos Roberto Lopes Bispo e minha Mãe Rosileine de Fátima Lopes Bispo, pelo amor, confiança, apoio e por me proporcionar esse grande passo na vida.

A meus irmãos, pelo amor e confiança.

A minha família, que sempre estava lá para me apoiar, nos momentos difíceis e nos felizes, pelo carinho, amor e por acreditarem em mim.

A minha Paixão Karine de Almeida Martins, pelo amor, carinho, confiança e por estar sempre comigo, nos momentos tristes e nos felizes, incentivando e dando carinho.

A todos os professores e colaboradores da FAEMA.

A Denise, minha companheira de pesquisa, pelo companheirismo, pelas risadas e pelas preocupações partilhadas.

A todos os técnicos de laboratório, pela indispensável ajuda.

A todos que me ajudaram de forma direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer”

Mahatamo Gondhi

RESUMO

O amido se destaca como uma importante matéria-prima para a indústria química, farmacêutica, têxtil e principalmente para a indústria alimentícia, devido as suas propriedades funcionais desejáveis, seja nativo ou modificado. Nos últimos anos, aumentou a busca por novas fontes de amido e a modificação de sua estrutura, seja por via química, física ou enzimática, é muito utilizada para obter propriedades funcionais ideais a sua aplicação. O inhame (*Dioscorea sp.*) pode ser empregado como fonte alternativa de amido, já que é rico neste carboidrato. Esse trabalho teve como objetivo extrair o amido do inhame, modificar sua estrutura pela reação de succinilação e estudar as propriedades funcionais do amido nativo e modificado. Para a extração do amido empregou-se metodologia de Loos, Hood e Graham (1981) e para a modificação química usou-se o anidrido succínico segundo metodologia de Sathe e Salunke (1981). As propriedades funcionais estudadas foram poder de inchamento, solubilidade, capacidade de absorção de água e óleo, claridade de pasta, tendência à retrogradação e viscosidade. O amido succinilado apresentou maior solubilidade, poder de inchamento e capacidade de absorção de água em relação ao amido nativo, e mostrou menor tendência à retrogradação, podendo ser empregado em alimento que necessite de tempo de estocagem maior. As suspensões de amido nativo do inhame mostrou maior resistência a altas temperaturas e maior viscosidade do que o amido succinilado. O amido succinilado formou suspensões de fácil aquecimento, o que mostra uma possível utilidade para alimentos que necessitem de cozimento rápido, como no caso de sopas instantâneas.

Palavras chave: Amido, Amido modificado, Inhame, Propriedades funcionais.

ABSTRACT

Starch stands as an important raw material for the chemical, pharmaceutical, textile and mainly for the food industry due to their desirable functional properties, either native or modified. In recent years, intensified the search for new sources of starch and modification of its structure, whether by chemical, physical or enzymatic, is widely used functional properties ideal for your application. The yam (*Dioscorea* sp.) can be used as an alternative source of starch, since it is rich in carbohydrate. This work aims at extracting the starch from yam, modify its structure by succinylation reaction and studying the functional properties of native starch and modified. For the extraction of starch employed, the methodology of Loos, Hood and Graham (1981) and used for the chemical modification is succinic anhydride according to the methodology Sathe and Salunke (1981). The functional properties were studied swelling power, solubility, absorption capacity for water and oil, of pulp brightness, viscosity and tendency to retrogradation. The succinylated starch had higher solubility, swelling power and the water absorption capacity compared to native starch, and showed less tendency to retrogradation, podende be used in food requiring greater storage times. Suspensions of native starch yam showed greater resistance to high temperatures and higher viscosity than the succinylated starch. And succinylated starch suspensions formed easily heating, which shows a possible use for cooking foods that require fast, as for instant soups.

Keywords: Starch, Modified starch, Yam, Functional properties,

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Inhame (<i>Dioscorea</i> sp.).....	14
Figura 2 - Microfotografia do amiloplasto contendo grânulo de amido.....	17
Figura 3 - Estrutura química da amilose.....	18
Figura 4 - Estrutura helicoidal da amilose	19
Figura 5 - (A) Classificação das cadeias da amilopectina em tipo A, B e C.....	20
Figura 6 - Solubilidade (g/100g) dos amidos nativo e succinilado do inhame	30
Figura 7 - Poder de inchamento (g/100g) dos amidos, nativo e succinilado do inhame	31
Figura 8 - Tendência a retrogradação dos amidos, nativo e succinilado.....	33
Figura 9 - Viscosidade das pastas de amidos, nativo e succinilado em relação a temperatura	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Capacidade de absorção de água e óleo dos amidos nativo e succinilado	32
Tabela 2 - Claridade da pasta do amido nativo e succinilado, medido em transmitância (650 nm).....	33

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C – Antes de Cristo

CAA – Capacidade de absorção de água

CAO – Capacidade de absorção de óleo

DP – Grau de polimerização

FAEMA – Faculdade de Educação e Meio Ambiente

pH –Potencial hidrogeniônico

RDC – Resolução de Diretoria Colegiada

RPM–Rotações por minuto

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 INHAME (<i>Dioscorea</i> sp.)	14
2.1.1 Caracterização botânica	14
2.1.2 Importância socioeconômica	15
2.1.3 Amido do inhame (<i>Dioscorea</i> sp.)	15
2.2 AMIDO.....	16
2.2.1 Estrutura do amido	18
2.2.2 Propriedades funcionais	21
2.3 EMPREGO DE AMIDOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	23
2.4 AMIDOS MODIFICADOS	25
3 OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4 METODOLOGIA	27
4.1 EXTRAÇÃO DO AMIDO.....	27
4.2 MODIFICAÇÃO POR SUCCINILAÇÃO.....	27
4.3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS	28
4.3.1 Poder de inchamento e solubilidade	28
4.3.2 Capacidade de absorção de água e óleo	28
4.3.3 Claridade da pasta e tendência à retrogradação	28
4.3.4 Viscosidade	29
4.2 INFERÊNCIAS ESTATÍSTICAS	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 SOLUBILIDADE E PODER DE INCHAMENTO	30
5.2 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO	32
5.3 CLARIDADE DE PASTA E TENDÊNCIA À RETROGRADAÇÃO.....	32
5.4 VISCOSIDADE	34
CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS	37
BIBLIOGRAFIA	43

INTRODUÇÃO

O amido é a fonte de reserva de energia mais importante dos vegetais, sendo constituído por uma mistura de dois polissacarídeos, a amilose e amilopectina. É caracterizado como uma matéria-prima barata e abundante, destacando-se como uma importante fonte de carboidratos na alimentação humana, com cerca de 80-90% de todos os polissacarídeos consumidos pelo homem. O amido se encontra distribuído em várias espécies vegetais, principalmente em grãos de cereais, raízes e tubérculos. (RIBEIRO, 2004; WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005).

O amido se destaca como um importante ingrediente para as indústrias de papel, química, farmacêutica, têxteis e alimentos. Nesta é utilizado como melhorador das características do alimento no seu processamento, devido a suas propriedades funcionais, tais como: viscosidade, inchamento, absorção de água, formação de gel com água quente, neutralização de sabor e odor, etc. São estes fatores que influenciam na escolha do tipo de amido pelas indústrias alimentícias. (DAIUTO, 2005; BENINCA, 2008).

Entretanto, nem sempre os amidos, na sua forma natural ou nativa, apresentam propriedades físico-químicas desejáveis para aplicação na indústria de alimentos. Deste modo, modificações químicas, físicas e enzimáticas são utilizadas para que estes se tornem mais adequados à tecnologia de alimentos. (PERONI, 2003).

Os amidos modificados são uma alternativa que as indústrias vêm utilizando para satisfazer as exigências do mercado, que vem crescendo e se aperfeiçoando, buscando amidos com propriedades funcionais específicas que sejam capazes de resistir às condições adversas do processamento, ou seja, superar as limitações apresentadas pelos amidos nativos. (GONÇALVES et al., 2009; SPIR, 2010).

Além disso, o sistema de alimentação global tem mostrado que o crescimento contínuo da população, dentre outros motivos, fizeram com que as indústrias de alimentos buscassem a diversidade de matéria-prima em outras fontes botânicas. (LEONEL; OLIVEIRA; FILHO, 2005).

O inhame (*Dioscorea* sp.) é uma tuberosa amilácea de expressivo valor nutricional e energético e é considerado como um negócio promissor, apresentando

grande importância socioeconômica no Nordeste Brasileiro. Nos últimos anos, vem sendo estudado como uma fonte alternativa de amido, devido as suas propriedades desejáveis. (NUNES et al., 2009; NUNES et al., 2010).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INHAME (*Dioscorea* sp.)

2.1.1 Caracterização botânica

O inhame (Figura 1) é uma planta de constituição herbácea, pertencente à família *Dioscoreaceae*, gênero *Dioscorea*, trepadeira e produtora de rizóforos, com um alto valor nutricional e energético, rica em vitaminas do complexo B, sais mineiras e principalmente amido. As espécies mais conhecidas e importante para alimentação são as *Dioscorea alata*, *Dioscorea rotundata*, *Dioscorea cayennenses*, *Dioscorea trifida*. Popularmente, o inhame também é conhecido como “cará”. (OLIVEIRA, [200?]; REIS, 2011).



Figura1 - Inhame(*Dioscorea* sp.)

Fonte: Brasileiro (2006)

O inhame é cultivado a mais de 200 anos em regiões de clima tropical e subtropical, principalmente para consumo direto. Apresenta-se também como uma fonte alternativa para extração de amido. (LEONEL; CEREDA, 2002).

A colheita do inhame é realizada em duas etapas: uma aos sete meses, conhecida como “capação”, e a outra aos nove meses, quando está completo seu ciclo de vida. A primeira etapa tem o objetivo de colher rizóforos para a comercialização e garantir a produção futura, pois, quando estes rizóforos permanecem por mais dois meses no campo, produzem rizóforos-sementes. A segunda tem o objetivo de colher rizóforos maduros. (OLIVEIRA, [200?]).

Em relação à composição centesimal, apresenta os seguintes valores: 28,1-29,5% de matéria seca, da qual 70,3-79,5% é amido, 0,6-2,9% fibras, 1,7-4,3% açúcares totais e 4,6-7,1% é proteína. Além de vitaminas A, B1, B2, B6 e C, bem como lipídeos e sais minerais em menores quantidades. (DURANGO; SOARES; ANDRADE, [200?]; NUNES, et al., 2010).

2.1.2 Importância socioeconômica

Por apresentar grande aceitação pelas diversas camadas da sociedade brasileira, o inhame destaca-se por sua importância socioeconômica em vários estados brasileiros, principalmente os estados Pernambuco e Paraíba, considerados os maiores produtores de inhame a nível nacional. (OLIVEIRA, [200?]).

Apresenta em seus tubérculos 70% de umidade, o que prejudica muito a comercialização *in natura*, devido à deterioração rápida. Por outro lado, pode ser visto como uma grande fonte de matéria-prima para extração de amido, pois possui cerca de 80% deste carboidrato. Assim, sua obtenção para extração de amido alavancaria a exploração agroindustrial, e o cultivo dessa espécie, gerando grande avanço socioeconômico, principalmente para a agricultura nordestina, além de diminuir as perdas. (DURANGO; SOARES; ANDRADE, [200?]).

O cultivo do inhame apresenta alta produtividade e rentabilidade. Entretanto, por ser geralmente cultivada por pequenos produtores, a adaptação de novas tecnologias esbarra no tradicionalismo, mesmo nos tempos modernos. Novas técnicas de cultivo de inhame vêm sendo estudadas, como a substituição do plantio direto de sementes por mudas produzidas, levando a redução do número de sementes usadas para o plantio de 01 (um) hectare, tornando, assim, o cultivo de inhame ainda mais eficiente e econômico. (SILVA, [200?]).

2.1.3 Amido do inhame (*Dioscorea* sp.)

A escolha do amido para utilização na indústria é feita considerando suas características físico-químicas, e como as indústrias estão sempre buscando por novas propriedades tecnológicas, várias fontes de amido vêm sendo estudada nos últimos anos. (MATSUGUMA et al., 2009).

O amido de inhame vem sendo estudado como uma fonte alternativa de amido, pois possui propriedades tecnológicas desejáveis, como estabilidade a altas temperaturas e sob valores baixo de pH, alta consistência a frio e grande resistência do gel, o que favorece sua aplicação industrial. Este amido apresenta grânulo com formato regular, ovóide e elipsóide, o que o difere dos amidos extraídos de outras fontes botânicas. Seu tamanho médio dos grânulos varia de 13-18 μ m. (BRASILEIRO, 2006; NUNES et al., 2009). Além disso, este amidonão possui glúten, ao contrário da farinha de trigo. (NUNES et al., 2010).

O Quadro 1 apresenta a composição centesimal do amido do inhame.

Componente	Quantidade em base seca por g/100g
Amido	83,03
Açúcar redutor	0,11
Protéina	0,09
Lipídeos	0,10
Cinzas	0,22
Fósforo	0,022
Amilose % amido	23,65
Tamanho do grânulo (μ m)	13-18
Forma do grânulo	Elipsóide e ovóide

Fonte: Brasileiro (2006)

Quadro 1- Caracterização do amido do inhame

2.2 AMIDO

De acordo com Mendes (2011), a história do amido remonta a milênios, quando os egípcios (4000 a.C), e um pouco mais tarde os romanos, utilizavam-no como agente viscoso, enquanto os gregos o empregavam para preparações médicas. Mas foi por volta do século XX, na Europa, quando era utilizado como engomador para tecidos e para fins cosméticos, que sua popularidade cresceu. De acordo com RDC nº 263 (2005), os amidos “são os produtos amiláceos extraídos de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes e rizomas”.

A palavra amido, ou *amylum*, vem do grego-latim, e significa material farináceo. Pode ser considerado como conjunto de substâncias amiláceas comestíveis e é classificado como amido *in natura*, ou amido nativo, por apresentar

estrutura que não sofreu nenhuma modificação. Eamido modificado, o qual apresenta estrutura que sofreu algum tipo de alteração por meios físicos, químicos e/ou enzimáticos, com o objetivo de melhorar as propriedades funcionais para atender necessidades estruturais. (PARAGUAIO et al., 2010; grifo meu).

É a fonte de reserva mais importante dos vegetais, sendo encontrado em raízes, sementes e tubérculo. Quimicamente o amido é um carboidrato constituído por dois polissacarídeos: amilose e amilopectina, e se organiza na célula na forma de grânulos que medem de 1 a 100µm. Estes são sintetizados tanto em organelas celulares denominadas amiloplastos (Figura 2), quanto em organelas fotossinteticamente ativas, devido à atividade coordenada de algumas enzimas. As propriedades variam de acordo com a fonte botânica, isto se deve às variações na forma dos grânulos, proporção amilose/amilopectina, entre outras. (RIBEIRO, 2004; BENINCA, 2008, CAVALLINI, 2009).

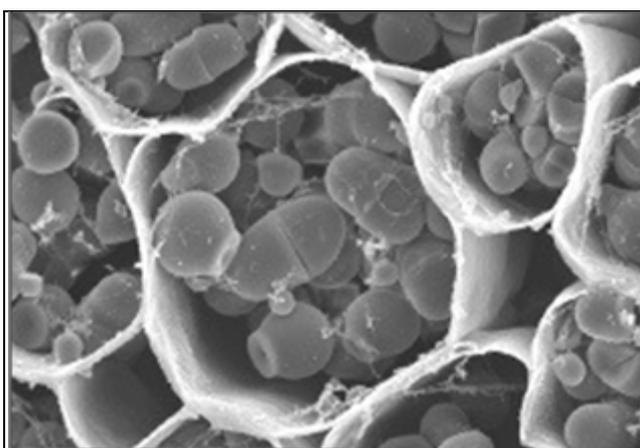


Figura 2– Microfotografia do amiloplasto contendo grânulo de amido

Fonte: Moura (2009)

Os grânulos de amido encontram-se dentro de frutos, raízes, tubérculos e sementes, com formatos variados e estrutura semicristalina, linear e ramificada. A sua funcionalidade e organização física se devem às moléculas de amilose e amilopectina. Estas características também se diferenciam com a fonte botânica. (PERONI, 2003; SILVA et al., 2008).

Os termos amido e fécula são utilizados para designar se este é proveniente de partes superiores ou subterrâneas das plantas, respectivamente. (GIACOMETTO; WOSIACKI, 1985).

2.2.1 Estrutura do amido

A amilose e amilopectina, carboidratos componentes de amido, representam aproximadamente 98-99% de seu peso seco. A amilose apresenta estrutura linear, enquanto a amilopectina é altamente ramificada. No grânulo, as ramificações da amilopectina são responsáveis por sua cristalinidade, enquanto, a formação de regiões amorfas se deve à presença de amilose. A cristalinidade do grânulo é descrita principalmente em função das duplas hélices formadas pelas ramificações da amilopectina, com estas áreas controlando o comportamento do grânulo em presença de água, e a fase amorfa mais susceptível ao ataque enzimático ou químico. (PEREDA, 2005; ROCHA; DEMIATE, FRANCO, 2008; SPIR, 2011).

A amilose (Figura 3) é uma molécula com peso molecular menor do que a amilopectina, formada por cadeia linear de unidades D-glicose unidas por ligações glicosídicas α -(1-4). A estrutura desta macromolécula no grânulo é estabilizada por pontes de hidrogênio, com estrutura helicoidal, em alfa-hélice (Figura 4). Em alguns casos, pode apresentar um pequeno número de ramificações, separadas por uma distância que não altera suas propriedades. (RIBEIRO, 2004; CAVALLINI, 2009).

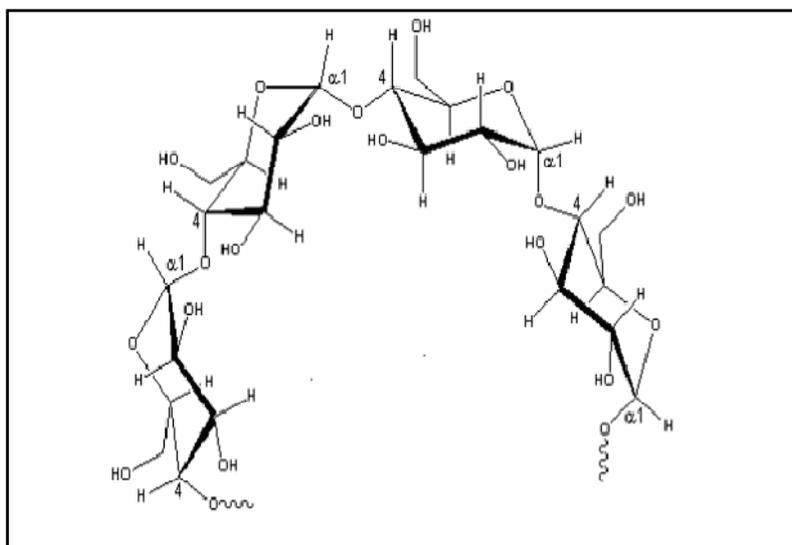


Figura 3 – Estrutura química da amilose

Fonte: Cavallini (2009)

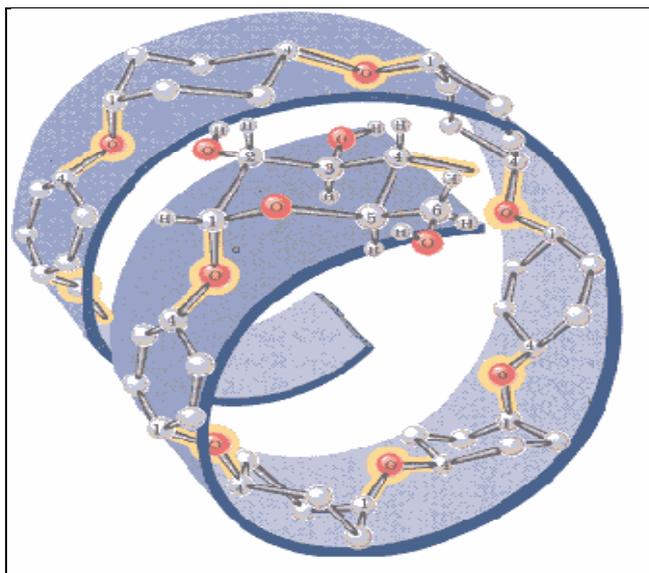


Figura 4 - Estrutura helicoidal da amilose

Fonte: Cavallini (2009)

Segundo Denardin e Silva (2009), a molécula de amilose apresenta um número médio de grau de polimerização (GP), com 500-5000 unidades de resíduos de glicose. O peso molecular é da ordem de 250.000 Daltons, o que equivale a cerca de 15000 unidades de glicose, mas estes valores variam entre as espécies, até mesmo dentro da própria espécie, influenciado pelo grau de maturação. E, devido a essa estrutura helicoidal, é capaz de se ligar a moléculas de alcoóis e lipídios, através da formação de complexos. A maioria dos grãos apresenta níveis entre 15% a 25% de amilose e pode estar presente na forma de complexo amilose-lipídios ou amilose livre. (HERNÁNDEZ-MEDINA, 2008; CAVALLINI, 2009).

A amilopectina (Figura 5B) é um polímero maior que a amilose, parcialmente solúvel em água e estrutura ramificada, constituída por cadeia linear com unidades de α -D-glicose unidas em α -(1,4) e nos pontos de ramificação em α -(1,6). (RIBEIRO, 2004; BENINCA, 2008).

A organização estrutural da amilopectina pode ser explicada por meio da classificação em cadeias A, B e C. A cadeia tipo A é unida a uma cadeia tipo B por ligações α -(1-6) e é composta por cadeias não-redutoras de glicoses unidas por ligações α -(1-4), que não apresentam ramificação. A cadeia tipo B é unida por uma ou várias cadeias tipo A, podendo conter cadeias tipo B unidas por meio de um grupo hidroxila primário, sendo composta por glicose ligada em α -(1-4) e α -(1-6). E a cadeia C, sendo considerada como principal, é composta por ligações α -(1-4) e α -(1-

6), possuindo grupo redutor da molécula (Figura 5). (HERNÁNDEZ-MEDINA, 2008; DENARDIN; SILVA, [200?]).

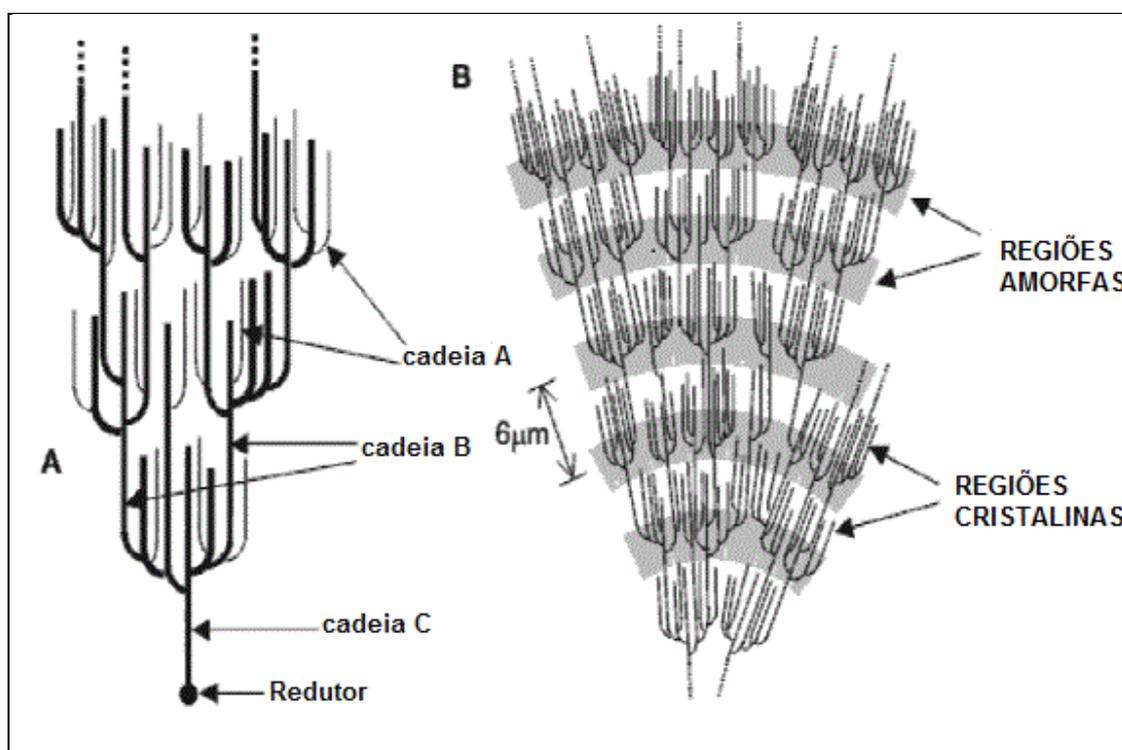


Figura 5 -(A) Classificação das cadeias da amilopectina em tipo A, B e C.
(B) Estrutura da amilopectina formando as regiões amorfas e cristalinas no grânulo de amido

Fonte: adaptada de Ribeiro (2011)

Segundo Mendes (2011), a amilopectina sozinha é suficiente para formar o grânulo, assim, é considerado o mais importante entre as duas frações, do ponto de vista estrutural e funcional. Os grânulos constituídos, em sua quase totalidade, de amilopectina são denominados cerosos. Já os grânulos que apresentam valores elevados de amilose, acima de 50%, são denominados *high-amilose*. (WEBER; COLLARES-QUEIROZ; CHANG, 2009).

Os amidos apresentam outros componentes em sua composição, como lipídios, proteínas e cinzas. As quantidades desses componentes dependem da fonte botânica, modo de extração e purificação do amido. Estas substâncias possuem a capacidade de influenciar nas propriedades físico-químicas, funcionais e até mesmo em processos de modificação do amido. (RIBEIRO, 2011).

2.2.2 Propriedades funcionais

2.2.2.1 Solubilidade e poder de inchamento

Segundo Daiuto (2005), ocorre um rompimento na estrutura cristalina quando o amido, em excesso de água, é submetido a temperaturas de empastamento. Isso ocorre devido à quebra das ligações de hidrogênio que estabilizam a estrutura. As moléculas de água começam a se ligar, também por ligações de hidrogênio, aos grupos hidroxilas da amilose e amilopectina, causando aumento no tamanho e solubilidade dos grânulo.

De acordo com Yamani (2010), o poder de inchamento e solubilidade dependem da fonte botânica, morfologia, organização e estrutura do grânulos diferem significativamente no poder de inchamento e solubilidade. Ainda segundo este autor, o inchamento do grânulo possibilita a exsudação da amilose, o que resulta no aumento da solubilidade, tornando o grânulo cada vez mais suscetível à desintegração, na medida em que se hidratam e perdem a compactação original. Pode-se afirmar, portanto, que o inchamento do grânulo aumenta sua solubilidade.

Além disso, o alongamento da cadeia de amido, torna-o cada vez mais insolúvel. É importante ressaltar que a solubilidade do amido é obtida pela destruição da cadeia de amilose, como por exemplo, em casos de modificações químicas, já que a amilose inibe o poder de inchamento e a solubilidade, enquanto a amilopectina contribui para que estes fenômenos ocorram. (ZEOULA et al., 1999).

2.2.2.2 Capacidade de absorção de água e óleo

Os grânulos podem absorver uma pequena quantidade de água, provocando inchamento de até 10 a 20% em relação ao seu tamanho, mesmo estes não sendo solúveis em água fria. Isso ocorre devido à difusão e absorção de água nas regiões amorfas. Entretanto, esta expansão é reversível e os grânulos podem retornar ao seu estado normal quando submetidos à secagem. (RIBEIRO, 2011).

A “água ligada”, que representa as moléculas de água profundamente adsorvidas nas macromoléculas, reflete o poder de uma superfície molecular em formar ligações fracas não covalentes com a água. É importante ressaltar que a quantidade de água ligada, associada aos grânulos, tem a capacidade de influenciar

as características de expansão dos amidos. E essa ligação do grânulo com a água pode ser explicada como a capacidade que o grânulo desenvolve, após a perda de associação das moléculas de amilose e amilopectina do amido, de formar ligações com a água. (BRASILEIRO, 2006).

2.2.2.3 Claridade da pasta

Aplevicz (2006) relata que a claridade da pasta é um fator muito importante para a aplicação do amido em alimentos e está diretamente relacionada com a tendência à retrogradação, podendo ser definida como o grau de transparência. Varia com a origem botânica do amido, podendo ser alterada por modificações químicas nos grânulos. Além disso, os amidos com alto teor de amilose têm tendência a possuir pastas mais opacas, já amidos com teores de amilose menores formam pastas mais claras.

Segundo Ribeiro (2011), as pastas de amido podem ser classificadas em três categorias: pastas transparentes, pastas moderadamente transparentes e pastas opacas. Ressalta-se que a retrogradação tem a capacidade de influenciar na claridade da pasta, pois, amidos com alta tendência à retrogradação, propiciam pastas mais opacas.

2.2.2.4 Tendência à retrogradação

De acordo com Paraguaio et al. (2010), a retrogradação pode ser definida como a cristalização das moléculas de amido, e este processo deve ser minimizado, já que pode resultar em uma maior perda de água do produto final ou até mesmo o seu endurecimento, fenômeno este conhecido como sinérese.

Segundo Cavallini (2009), a retrogradação é comum em alimentos refrigerados e congelados, pois, nestes produtos, as temperaturas de refrigeração potencializam a retrogradação. É importante ressaltar também que a temperatura de armazenamento e o índice de água controlam a taxa da retrogradação, desta forma, são considerados fatores muito importantes.

A retrogradação pode ser explicada pela reassociação das moléculas do amido, adquirindo estrutura mais ordenada. Quando este processo ocorre, os amidos voltam as suas condições de insolubilidade em água fria, com a formação de

pontes de hidrogênio entre moléculas inteiras ou grupamentos, formando, assim, aglomerados maiores que precipitam. (ARAÚJO, 2008).

Segundo Daiuto (2005), fatores inerentes aos grânulos e seus componentes, como a fonte botânica do amido, linearidade e seu peso molecular, além de outros fatores como pH, umidade, temperatura e outros, influenciam a velocidade de retrogradação das pastas de amido.

2.2.2.5 Viscosidade

A viscosidade é considerada uma das propriedades mais importantes dos materiais amiláceos. A curva de viscosidade é importante para acompanhar o comportamento do amido durante o aquecimento e também avaliar as características da pasta formada. Geralmente emprega-se programação de temperatura/tempo, na qual a temperatura pode ser elevada até 95°C. (GUERREIRO, 2002).

Ainda segundo este autor, a viscosidade pode ser determinada por dois fatores: o grau de inchamento dos grânulos e a capacidade de resistência desses grânulos à dissolução pelo aumento da temperatura.

Os amidos, quando imersos em água e submetidos à aquecimento, passam por um repentino aumento da viscosidade. Isso ocorre porque os polímeros de menor peso molecular, como a amilose, são lixiviados dos grânulos. A viscosidade chega ao seu máximo durante o empastamento, mas, se houver alteração de temperatura para 95°C e agitação constante, este valor pode diminuir. (ZÓRTEA et al., 2011).

A forma dos polissacarídeos pode influenciar a viscosidade. Estes, em soluções viscosas, giram livremente, ocupando determinado espaço, denominado “volume efetivo”. No caso de polissacarídeos com estrutura linear, ao girarem, ocupam mais espaço, com isso, suas moléculas chocam-se umas com as outras, causando fricção que leva ao aumento da viscosidade e ao consumo de energia. Já os polissacarídeos ramificados, com mesmo peso molecular, ocupam menos espaço, o que torna mais difícil que uma molécula choque com a outra, o que resulta em viscosidade menor. (RIBEIRO, 2011).

2.3 EMPREGO DE AMIDOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Os amidos são largamente utilizados na indústria de papel, química, farmacêutica e têxtil, com as indústrias alimentícias se destacando como as principais e maiores consumidoras de amido. São tradicionalmente utilizados devido ao baixo custo e alta rentabilidade como ingrediente calórico e melhorador das propriedades físico-químicas, controlando diversas características como a textura, aparência, umidade, estabilidade, entre outras. (LEONEL; OLIVEIRA, FILHO, 2005; SILVA, 2008; HERNÁNDEZ-MEDINA, 2008).

Segundo Silva et al. (2006) e Cavallini(2009), a indústria de alimentos é a maior interessada neste produto, pois, a grande procura por produtos de fácil preparo, tem levado às indústrias a darem atenção ao desenvolvimento de produtos com preparo fácil. O que torna o amido um ingrediente cada vez mais importante para o desenvolvimento de produtos alimentícios como: pratos prontos, congelados, embalados em porções individuais, entre outros, o qual vai apresentar várias funções, entre elas: melhorador das características do alimento ou, até mesmo, servindo como ingrediente, com o intuito de melhorar estabilidade, cremosidade, satisfazendo a constante mudança nos hábitos alimentares do consumidor.

Entre as aplicações do amido na indústria de alimentos pode-se citar ainda: espessantes em sopas; matéria-prima principal para produtos extrusados, como, por exemplo, em diversos tipos de salgadinhos; massas pré-cozidas; biscoitos; cereais matinais, conferindo ao produto final uma alta expansão e crocância. (SILVA et al., 2004; SILVA et al., 2006).

É importante comentar que os amidos apresentam natureza hidrofóbica, fator que limita sua aplicação no desenvolvimento de produtos. Esta limitação vem sendo estudada com o objetivo de produzir materiais resistentes à água. A modificação do amido é uma alternativa que pode apresentar bons resultados. (SÁ, 2007). Independentemente da fonte botânica, o amido nativo ou em suas formas modificadas, é um ingrediente indispensável na tecnologia de alimentos. (TONELLI; MORR; PARK, 2005).

Outra área importante de utilização de amido é a produção de filmes biodegradáveis ou biofilmes comestíveis, que age como uma barreira contra elementos externos, assim protegendo-o e aumentando sua vida útil. Além de contribuir com a conservação do meio ambiente, já que a maioria das embalagens é

fabricada com plásticos, derivados do petróleo. (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008; REIS, 2011).

2.4 AMIDOS MODIFICADOS

Amidos com algum tipo de modificação em sua estrutura são utilizados pela indústria de alimentos com o intuito de conseguir propriedades funcionais diferentes daquelas dos amidos nativos. (GONÇALVES, 2009).

A produção de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo cada vez mais utilizada nos últimos anos, pois o mercado de amido está em contínuo crescimento e aperfeiçoamento, havendo a necessidade de amidos que atendam todas as exigências das indústrias, com propriedades específicas. Então, amidos modificados constituem-se uma alternativa com objetivo de superar às limitações apresentadas pelos amidos nativos, ou seja, moldá-lo para determinadas situações, assim aumentar a sua utilização na indústria, e permitir a introdução de novas matérias-primas amiláceas na indústria de alimentos. (SILVA et al. 2008).

Ainda hoje a produção de amido modificado, para o uso em alimentos, está limitada às grandes companhias, pois estas conseguem manter os padrões requeridos pela indústria alimentícia, fornecendo produtos de maior qualidade. Entretanto, a aplicação de amidos modificados no Brasil vem crescendo rapidamente, garantindo sua presença em diversos alimentos. Entretanto, apesar do enorme crescimento, não há como comparar com os países europeus, onde a utilização desses produtos é comum. (SILVA et al., 2006).

O termo amido modificado se refere a produtos obtidos a partir do amido, submetidos às modificações de natureza física, química, enzimática ou a combinações destas, com finalidade de atender às necessidades específicas da indústria de alimentos. (KOTOVICZ, 2007; PARAGUAIO et al., 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Modificar quimicamente o amido do inhame (*Dioscorea* sp.) pela reação de succinilação e estudar algumas propriedades funcionais.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair o amido do inhame;
- Modificar o amido do inhame utilizando a reação de succinilação;
- Estudar as propriedades funcionais poder de inchamento, solubilidade, claridade de pasta, tendência à retrogradação e viscosidade dos amidos nativo e modificado.

4 METODOLOGIA

4.1 EXTRAÇÃO DO AMIDO

O inhame (*Dioscorea sp.*) foi obtido em feira livre da cidade de Ariquemes, Rondônia, levado ao Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), em seguida foi lavado, descascado e cortado em pequenos pedaços.

Para extração do amido, empregou-se metodologia de Loos, Hood e Graham (1981) apud Ribeiro (2011), os pedaços foram imersos, por 48 horas, em um recipiente com água destilada contendo metabissulfito de sódio a 0,2%, para desestabilizar a matriz protéica, facilitando a liberação do amido. Posteriormente, efetuou-se trituração da mistura em liquidificador por 30 minutos, peneirou-se em malha de 80 mesh e deixou-se a suspensão para decantar, por um período de 24 horas, desprezando o sobrenadante. A seguir, centrifugou-se a mistura a 5000 rpm por 1,5 minuto, para isso empregou-se centrífuga da marca QUIMIS[®], modelo Q222T, sempre descartando o sobrenadante. O amido obtido foi seco em estufa com circulação de ar da marca Nova Ética[®], modelo 400D, a $40 \pm 2^\circ\text{C}$. O amido seco foi pulverizado em gral de porcelana, acondicionado em recipiente limpo, seco e hermeticamente fechado.

4.2 MODIFICAÇÃO POR SUCCINILAÇÃO

Para modificação do amido foi utilizada metodologia de Sathe e Salunke (1981) apud Sá (2007). Em 30 g de amido foi adicionado 150 mL de água destilada e a mistura agitada por 20 minutos. Após isso, com auxílio de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1M, o potencial hidrogeniônico (pH) da suspensão foi ajustado para 8,0. Em seguida, 3,06 g de anidrido succínico foi adicionado lentamente, mantendo o pH entre 8,0-8,5. Após adição de todo o anidrido, agente responsável pela modificação, deixou-se a reação prosseguir por mais 5 minutos. Em seguida, o pH da suspensão foi ajustado para 4,5 com uma solução de ácido clorídrico (HCl) 0,5M. A mistura foi então filtrada, lavada com água destilada e seca em estufa com circulação de ar a $40 \pm 2^\circ\text{C}$, por 48 horas.

4.3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS

4.3.1 Poder de inchamento e solubilidade

Para determinação do poder de inchamento e solubilidade dos amidos nativo e modificado, adotou-se metodologia de Leach, McConwen e Schoch (1959) apud Yamani (2010). Em tubos de ensaio, pesou-se 0,1g dos amidos e acrescentou-se 10mL de água destilada em cada tubo. As suspensões foram agitadas por 30 segundos e levadas a banho-maria (marca QUIMIS[®], modelo 0334M-14) por 30 minutos, com a temperatura variando entre 55-95°C. O poder de inchamento e solubilidade foram determinados nas seguintes temperaturas: 55°C, 65°C, 75°C, 85°C, 95°C. Após atingirem a temperatura requerida, retirou-se o sobrenadante e 3mL foram destinados à determinação da solubilidade, empregando-se estufa a 105°C. Para quantificação do poder de inchamento, pesou-se os tubos, previamente “tarados” e sem o sobrenadante. As análises foram realizadas em triplicata e determinou-se média e desvio-padrão.

4.3.2 Capacidade de absorção de água e óleo

Em tubos de centrifuga, previamente pesados, adicionou-se 1g de cada amido e acrescentou-se 10mL de água destilada, para determinação da capacidade de absorção de água, e 10mL de óleo de soja, para quantificação da capacidade de absorção de óleo. As suspensões foram agitadas por 30 segundos e deixadas em repouso por 30 minutos e, em seguida, centrifugadas a 2000rpm por 1,5 minutos. Após retirada do sobrenadante, os tubos foram pesados. As análises foram feitas em triplicata e calculou-se média e desvio-padrão. (BEUCHAT, 1997 apud MENDES, 2011).

4.3.3 Claridade da pasta e tendência à retrogradação

A claridade da pasta foi determinada utilizando suspensões de amido 1% em 10mL de água deionizada. As misturas foram, então, mantidas em aquecimento por 30 minutos, em banho-maria, com agitações de 30 segundos a cada 5 minutos. Após isso, mediu-se a transmitância a 650nm utilizando-se espectrofotômetro da

marca QUIMIS[®], modelo Q7980P. Após a determinação da claridade de pasta, foi monitorada a tendência à retrogradação, neste caso as suspensões de amido foram armazenadas por 24 h a 4°C, para nucleação. Em seguida, as suspensões foram armazenadas, em temperatura ambiente, por 9 dias. Durante este período, foram realizadas medidas diárias da transmitância em espectrofotômetro. (APLEVICZ; DEMIATE, 2007).

4.3.4 Viscosidade

Para determinação da viscosidade utilizou-se o aparelho viscosímetro rotativo da QUIMIS[®] modelo Q860M21. A metodologia utilizada foi a descrita por Lawal (2004) apud Brasileiro (2006). Empregou-se suspensões dos amidos a 3% e a faixa de temperatura empregada foi de temperatura das soluções variando entre 50°-90°, com um auxílio de banho-maria.

4.4 INFERÊNCIAS ESTATÍSTICAS

As análises de poder de inchamento, solubilidade, capacidade de absorção de água e óleo, claridade de pasta e tendência à retrogradação, para os amidos nativos e modificados, foram realizados em triplicata e calculou-se a média e desvio-padrão, com o auxílio do *software* EXCEL, Microsoft[®].

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 SOLUBILIDADE E PODER DE INCHAMENTO

Os valores obtidos para solubilidade dos amido nativo e modificado estão expressos na Figura 6.

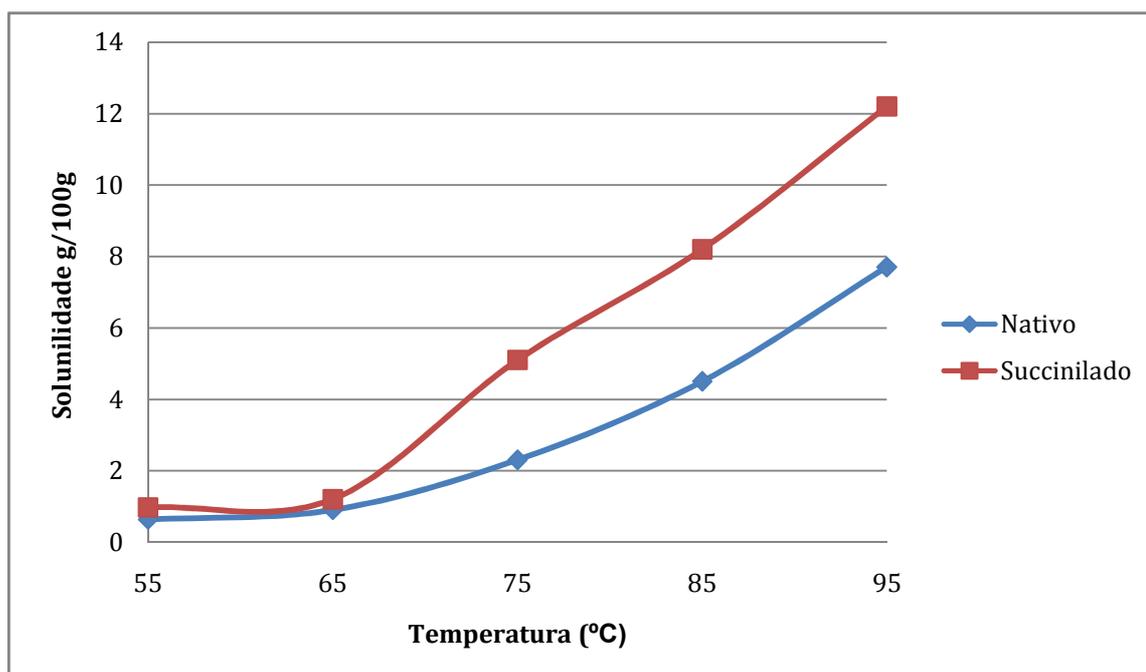


Figura6 -Solubilidade (g/100g) dos amidos nativo e succinilado do inhame

Como expresso pelo gráfico, os valores obtidos de solubilidade, tanto para o amido nativo, como para o succinilado, aumentaram com elevação da temperatura. Mas, como é observado, o amido succinilado apresentou maior solubilidade em relação ao nativo, atingindo um valor de até 12,2 g/100g, a 95°C. Ressalta-se que, a partir da temperatura prevista para gelatinização (75°C), o dois amidos começaram a apresentar valores significantes de solubilidade.

Araújo (2008), avaliando as propriedades funcionais e térmicas do amido da batata-doce, observou que a solubilidade cresceu com o aumento da temperatura, com valores maiores para o amido succinilado quando comparados aos amidos nativo e fosfatado.

De acordo com Limberger et al. (2008), o aumento da solubilidade do amido, quando submetido a temperaturas elevadas, é devido a quebra de pontes de

hidrogênio, permitindo que moléculas de água se liguem à estrutura do amido. Além disso, muitos grupos hidroxilasdo amido ficam livres, o que resulta em um significativo aumento da solubilidade, pela formação de pontes de hidrogênio entre estes grupos hidroxila e moléculas de água.

Os valores de poder de inchamento obtidos em função da temperatura estão representados na Figura 7.

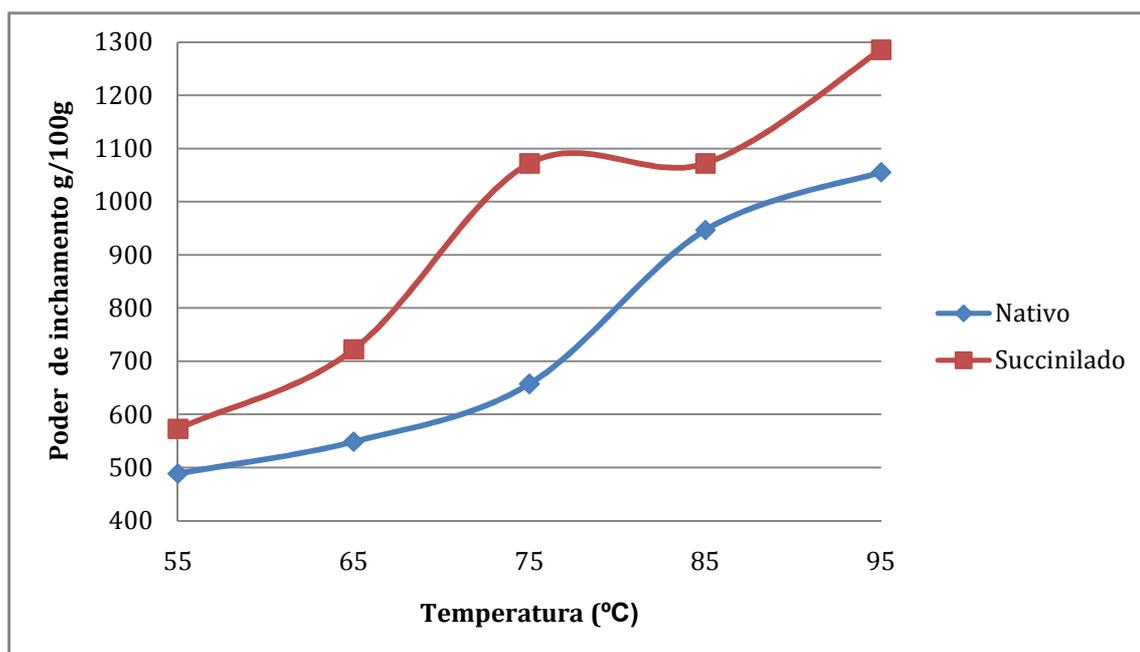


Figura7 -Poder de inchamento (g/100g) dos amidos, nativo e succinilado do inhame

Pela análise do gráfico, verifica-se que o poder de inchamento também aumentou com a temperatura, para todas as amostras. Assim, pode-se dizer que o poder de inchamento é dependente da temperatura. Pode-se observar também que o amido succinilado apresentou poder de inchamento do que o nativo.

Sá (2007), estudando as propriedades funcionais e térmicas do amido da fruta-pão, também observou que o poder de inchamento aumenta em virtude da elevação da temperatura e que o amido succinilado apresentou maior valores de poder de inchamento do que o nativo.

Lawal (2004) apud Brasileiro (2006), ao avaliar o poder de inchamento do amido de milho modificado por oxidação e succinilação, também observou valores crescentes desta propriedade com a elevação da temperatura, destacando-se também o amido modificado por succinilação.

Araújo (2008) comenta que o maior poder de inchamento dos amidos succinilado ocorre graças à introdução de grupos succinil, de polaridade alta, o que confere maior hidrofiliabilidade ao amido e, conseqüentemente, maior penetração de água na estrutura, com isso, maior intumescimento.

5.2 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO

Os valores de capacidade de absorção de água e óleo dos amidos estudados estão representados na Tabela 1.

Tabela 1- Capacidade de absorção de água e óleo dos amidos nativo e succinilado

Amido	CAA (g/100g)	CAO (g/100g)
Nativo	47,61g/100g ± 0,03	42,31g/100g ± 0,04
Succinilado	55,07g/100g ± 0,04	36,76g/100g ± 0,05

Como representado na tabela acima, o amido succinilado apresentou maior de CAA, atingindo 55,07g/100g, enquanto o amido nativo mostrou maior CAO, com valor 42,31g/100g.

Brasileiro (2008), comparando as propriedades funcionais dos amidos nativo e modificado de inhame, chegou a resultados idênticos, observando que a CAA do amido succinilado também foi maior do que nativo, enquanto a CAO do amido nativo foi maior. Essa capacidade de absorção, tanto para água como para óleo, pode ser explicada como consequência da introdução de grupos funcionais volumosos, como o succinil, que causa repulsão eletrostática na molécula do amido, o que facilita a entrada de água e óleo.

5.3 CLARIDADE DE PASTA E TENDÊNCIA À RETROGRADAÇÃO

Os resultados de claridade da pasta do amido nativo e succinilado, obtidos por transmitância, estão representados na Tabela 2.

Tabela 2– Claridade da pasta do amido nativo e succinilado, medido em transmitância (650 nm)

Amido	Transmitância (%)
Nativo	12 ± 1,00
Succinilado	29 ± 2,00

Como expresso na Tabela 2, o amido succinilado apresentou claridade de pasta maior em relação ao amido nativo, pois o percentual de transmitância foi maior.

Na figura 8 estão representados os resultados obtidos para tendência à retrogradação, baseado nos valores de transmitância das suspensões.

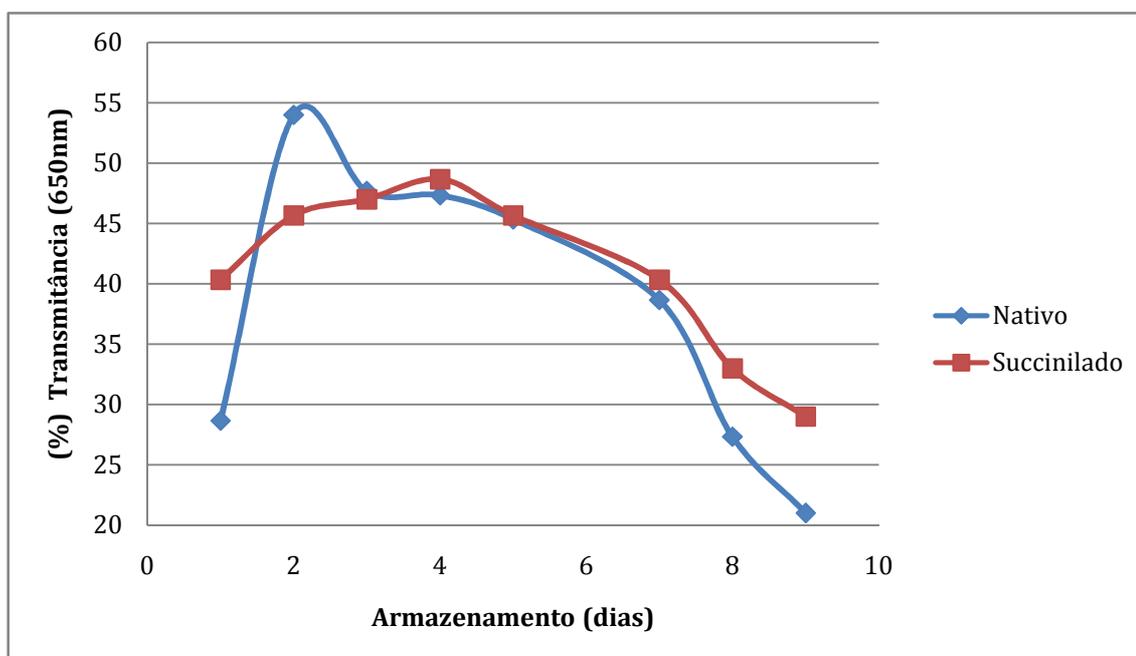


Figura 8 -Tendência a retrogradação dos amidos, nativo e succinilado

Como representado na Figura 8, o amido succinilado apresentou claridade maior no 1º dia de armazenamento, atingindo uma transmitância de 40,33%. Já, a partir do 2º dia, o amido nativo passou a apresentar claridade maior, com valor de transmitância de 54%. A partir do 3º dia, a claridade de pasta do amido nativo diminuiu, ou seja, este amido apresentou forte tendência à retrogradação.

Para o amido succinilado pôde-se observar pequeno e constante aumento na claridade de pasta até 4º dia de armazenamento, ou seja, pequena tendência a

retrogradar. A partir do 4º, observou-se pequena diminuição na claridade, o que passou a ser mais intenso no 5º dia em diante.

Ribeiro (2011) relata em seu trabalho que menor porcentagem de transmitância dos amidos nativos pode ser o resultado da tendência à retrogradação e que essa tendência pode ser minimizada com a introdução de grupos funcionais volumosos, como ocorre na succinilação.

Yamani (2010), estudando as características físico-químicas e funcionais de amido de oca, olluco e mashua, também observou pequena diminuição da claridade até o 5º dia de armazenamento, e a partir desse período essa diminuição foi mais intensa. Essa autora ainda comenta que a elevada claridade apresentada por uma suspensão de amido pode ser explicada por baixos teores de amilose e que essa claridade pode diminuir como consequência do armazenamento, ou seja, este fenômeno pode ser atribuído à reassociação das cadeias de amilose.

5.4 VISCOSIDADE

Os valores de viscosidade, em relação ao aumento da temperatura, dos amidos nativo e succinilado estão representados na figura 9.

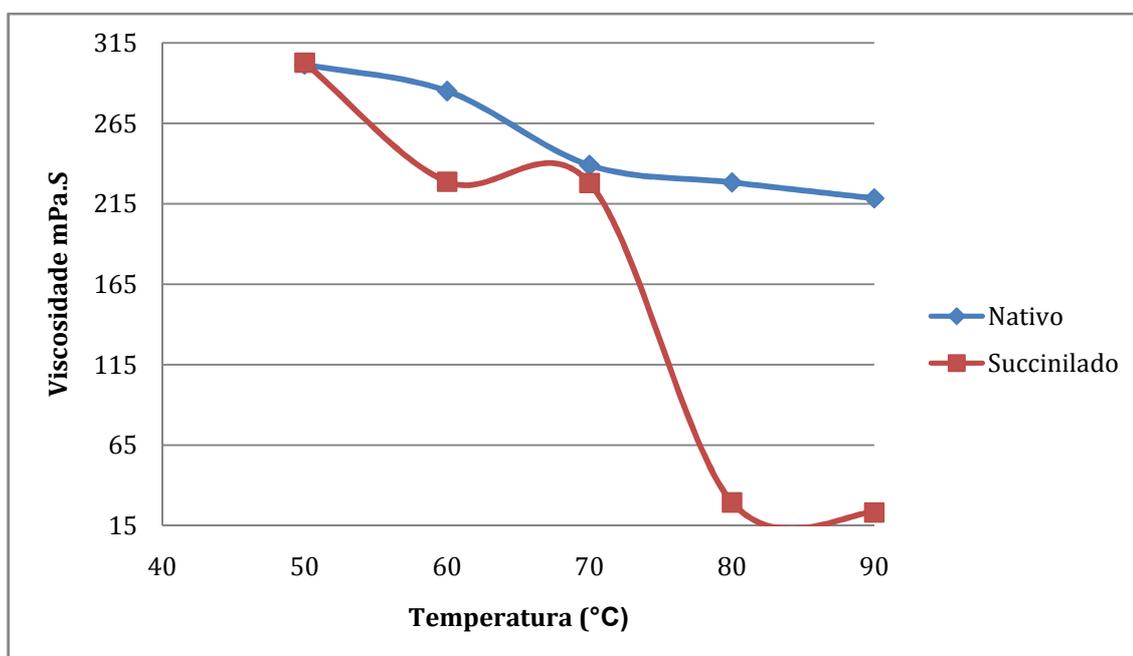


Figura 9 -Viscosidade das pastas de amidos, nativo e succinilado em relação a temperatura

Os dois amidos apresentaram pico de viscosidade semelhante, à 50°C. Em temperaturas maiores, o amido succinilado apresentou contínuo e rápido decréscimo na viscosidade, mostrando baixa resistência a temperaturas altas. É importante comentar também que a suspensão do amido succinilado apresentou tempo menor para atingir altas temperaturas, caracterizando-se como um amido de fácil cozimento. Essa baixa temperatura de empastamento representa um potencial favorável para seu uso em alimentos de preparo instantâneo, como macarrões e sopas. Já o amido nativo, mostrou-se bastante resistente para atingir altas temperaturas.

Vieira (2004), estudando o amido de mandioquinha-salsa nativo, observou baixa temperatura de pasta e também menor tempo para atingir o pico de viscosidade, o que caracterizou este amido como de fácil cozimento. E após o pico de viscosidade também houve uma grande quebra, demonstrando baixa resistência do grânulo quando submetidos ao aquecimento.

CONCLUSÕES

O amido succinilado do inhame apresentou maior solubilidade, poder de inchamento e capacidade de absorção de água em relação ao amido nativo.

O amido succinilado mostrou menor tendência à retrogradação, podendo ser empregado em alimento que necessitem de tempo de estocagem maior.

A suspensão de amido nativo do inhame mostrou maior resistência a altas temperaturas e maior viscosidade do que o amido succinilado. E o amido succinilado formou suspensões de fácil aquecimento, o que mostra uma possível utilidade para alimentos que necessitem de cozimento rápido, como no caso de sopas instantâneas.

REFERÊNCIAS

APLEVICZ, K. S. **Caracterização de produtos panificados à base de fécula de mandioca nativos e modificados**. 2006. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Ponta Grossa, 2006. Disponível em: <http://www.bicen-tede.uepg.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=493> Acesso: 03 março 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: 07 julho 2011.

ARAÚJO, V. Q.. **Propriedades funcionais e térmicas do amido de batata-doce (*Ipomoea batatas L.*) nativo e modificados quimicamente**. 2008. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2008. Disponível em: <http://bdt.d.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/15/TDE-2011-11-22T101429Z-1304/Publico/arquivototal.pdf>Acesso: 15 maio 2012

BENINCA, C. **Emprego das técnicas termoanalíticas na análise de amidos nativos e quimicamente modificados de diferentes fontes botânicas**. 2008. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, fev. 2008. Disponível em: <http://www.bicen-tede.uepg.br/tde_arquivos/7/TDE-2008-22T140930Z203/Publico/Cleoci%20Beninca.pdf>Acesso: 02 março 2012.

BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária: RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamentação técnica para produtos de cereais, amidos, farinha e farelos. São Paulo. DE, 2005. 5p.

BRASILEIRO, O. L. **Comparação das propriedades funcionais de amido de inhame nativo e modificado por acetilação e succinilação**. 2006. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006. Disponível em: <http://bdt.d.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/15/TDE-2011-11-22T101429Z-1304/Publico/arquivototal.pdf> Acesso: 04 março 2012

CAVALLINI, C. M. **Estudos da modificação ácida-etanólica do amido de mandioca seguida de moagem**. 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho. São José do Rio Preto, 2009. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/brp/33004153070P3/2009/cavallini_cm_me_sjrp.pdf> Acesso: 12 junho 2012.

DAIUTO, E. R. **Características de féculas de tuberosas e suas relações com resistência dos géis sob condições de estresse aplicado na industrialização de**

alimentos. 2005. 147f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Campus de Botucatu, jun. 2005. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064021P7/2005/daiuto_er_dr_botfca.pdf> Acesso: 12 out. 2011.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 39, n. 3, p-945-954, mai./jul. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n3/a109cr517.pdf>> Acesso: 04 junho 2012.

DURANGO, A. M.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J. Extração e caracterização do amido de inhame e desenvolvimento de filmes comestíveis antimicrobianos. [S.l.: s.n.], [200?]. Disponível em: <<http://revistas.unicordoba.edu.co/ojs/index.php/temasagrarios/article/viewFile/406/399>> Acesso: 03 abril 2012.

GIACOMETTO, A. P.; WOSIACHI, G. Grânulos e pastas de amidos: estado da arte. **Semina**. v.6, n.3, p. 155-159, 1985. Disponível em: <www.googleacademico.com.br> Acesso: 12 fev. 2002.

GONÇALVES, M. F. V., et al. Tratamento térmico do amido de batata-doce sob baixa umidade em micro-ondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. [s.n], p.270-276, abr./jun. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n2/05.pdf>> Acesso: 15 abril 2012.

GUERREIRO, L. M. R.. **Avaliação de amidos nativos em condições de estresse adaptados ao processamento de alimentos**. 2002. 180f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP – Câmpus de Botucatu. Botucatu, 2002. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064021P7/2002/guerreiro_lmr_me_botfca.pdf> Acesso: 06 maio 2012.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amido modificados de mandinho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28 n,1, p. 231-240, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/32.pdf>> Acesso: 10 fev. 2012.

HERNÁNDEZ-MEDINA, M. Caracterización físicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, n.3, p. 718-726, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a31v28n3.pdf>> Acesso: 21 abril 2012.

KOTOVICZ, V. Caracterização de amostras de polvilho azedo e de amidos de mandioca nativos e modificados utilizados em alimentos processados. In: Encontro Anual de Iniciação Científica. 16. 2007. Ponta Grossa. Anais do XVI de EAIC. Disponível em: < <http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/viewFile>> Acesso: 11 jan. 2012

LEONEL, M.; OLIVEIRA, M.A.; FILHO, J. D. Espécies tuberosas tropicais como matéria-primas amiláceas. **Revista Raízes e amidos tropicais**. Botucatu, v.1, p. 49-68, 2005. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n2/05.pdf>> Acesso: 03 junho 2012

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.22, n.1, p.65-69, jan./abr. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cta/v22n1/a12v22n1.pdf>> Acesso: 14 junho2012.

LIMBERGER, V. M., et al. Modificação química e física do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos. **Química Nova**. v.31, n.1, p. 84-88, nov. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n1/a18v31n1.pdf>> Acesso: 18 maio 2012.

MATSUGUMA, L. S., et al. Characterization of Native and Oxidized Starches of Two Varieties of Peruvian Carrot (*Arracacia xanthorrhiza*, B.) From Two Production Areas of Paraná State, Brazil, Brasil. **Brazilian archives of biology and technology**. v. 52, n. 3, p. 701-713, May/June. 2009. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/babt/v52n3/v52n3a22.pdf>> Acesso: 10 junho2012.

MENDES, M. L. M. **Caracterização para fins industriais dos amidos nativo e modificados extraídos de amêndoas de sementes de manga, variedade "Tommy Atkins"**. 2011. 115f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bfa/33004030055P6/2010/jorge_p_cs_me_arafcf.pdf>Acesso: 10 maio 2012

MOURA, W. S. **Extração e caracterização do amido do *Hedychium coronarium* elaboração de filmes biodegradáveis**. 2008. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência Molecular) – Universidade Federal de Goiás. Anápolis, 2008. Disponível em: <http://www.unucet.ueg.br/biblioteca/arquivos/DISSERTACAO_FINAL_WELLINGTON_2008.pdf> Acesso: 13 junho 2012.

NUNES, L. S., et al. Avaliação do comportamento higroscópico de amido de inhame. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande. v.11, n.2, p. 149-158, 2009. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev112/Art1127.pdf>> Acesso: 25 abril 2012.

NUNES, L. S., et al. Comportamento reológico de pasta de amido de inhame variedade são Tomé. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande. v.12, n.2, p. 141-154, 2010. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev122/Art1225.pdf>> Acesso: 12 março 2012.

OLIVEIRA, A. O. Nutrição e época de colheita do inhame (*Dioscorea sp.*) e seus reflexos na produção e qualidade de rizóforos. [S.l.: s.n.], [200?]. Disponível em: <[http://emepa.org.br/anais/volume 1/av106.pdf](http://emepa.org.br/anais/volume%201/av106.pdf)> Acesso: 21 abril 2012.

PARAGUAIO, T. Avaliação por meio de ferramentas estatísticas dos tempos de escoamento das pastas de amido nativo e modificado com Trípolifosfato de sódio de a 5%, entre temperaturas de 200 a 80°C. In: Encontro de engenharia de produção agroindustrial, 4, 2010, Campo de Mourão.

PEREDA, J. A. O., et al. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. v.1. Porto alegre: Artnet, 2005. 294p.

PERONI, F. G. **Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas**. 2003. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) Instituto de Biociências Letras e Ciências exatas da Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Campus de São José de Rio Preto, jun. 2003. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/brp/33004153070P3/2003/peroni_hg_me_sjrp.pdf> Acesso: 23 abril 2011.

REIS, R. C. **Curvas de secagem, propriedades tecnológicas e aplicação pós-colheita de filmes biodegradáveis de fécula de inhame e glicerol**. 2011. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agroindustriais). Universidade Estadual de Goiás-UEF, Anápolis, 2011. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bfa/33004030055P6/2010/jorge_cs_me_arafcf.pdf>Acesso: 12 fev. 2012

RIBEIRO, E. P. **Química de alimentos**. 1ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher , 2004. 184p.

RIBEIRO, A. P. L. **Estudos dos amidos de mandioca nativo, modificado e modificado combinado por via química para utilização na indústria alimentícia**. 2011. 109f. Tese (Doutorado 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: 23 abril 2012

ROCHA, T. S.; DEMIATE, I. M.; FRANCO, C. M. L. Características estruturais e físico-químicas de amilose de mandiocinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v.28, n.3, p. 620-628, jul./set. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a18v28n3.pdf>> Acesso: 03 maio 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**. 2007. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2007. Disponível em: <http://bdtb.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/15/TDE-2011-11-22T101429Z-1304/Publico/arquivototal.pdf> Acesso: 21 abril 2012

SILVA, G. O., et al. Características físico-química de amidos modificados de grau alimentício comercializado no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.26, n.1, p. 188-197, Jan./Mar. 2006. Disponível em: <http://ri.uepg.br:8080/riuepg/bitstream/handle/123456789/168/ARTIGO_CaracteristicasFisicoQuimAmidos.pdf?sequence=1> Acesso: 02 jan. 2012.

SILVA, R. M., et al. Características físico-químicas de amidos modificados com permanganato de potássio, ácido láctico e hipoclorito de sódio/ácido láctico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, jan./març. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/10.pdf>> Acesso: 13 fev. 2012.

SILVA, Maria. Processamento de amido de milho em câmara de mistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.24, n.2, p. 303-310, abr./jun. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v24n2/v24n2a25.pdf>> Acesso: 03 maio 2012.

SILVA, A. D. A. Novas opções tecnológicas para o cultivo do inhame (*Dioscorea sp.*) no Nordeste do Brasil. [S.l.: s.n.], [200?]. Disponível em: <<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/Inhame%20Novas%20op%C3%A7%C3%B5es%20tecnol%C3%B3gicas%20para%20o%20cultivo.pdf>> Acesso: 02 junho 2012.

SPIR, F. **Efeito dos tratamentos alcalino, ácido e oxidativo nas propriedades de amido de milho**. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Univesidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010. Disponível em: <http://dcta.create.inf.br/manager/uploads/documentos/dissertacoes/MEST_FRANCI_ELA_SPIER.pdf> Acesso: 04 abril 2012.

TONELI, J. T. C. L.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande. v.7, n.2, p. 181-204, 2005. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev72/Art720.pdf>> Acesso: 12 junho 2012.

VIEIRA, F. C. **Efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre características físicas e funcionais dos amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), de batata-doce (*Ipomoea batatas*) e de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2004. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/.../tde-23112004-170358/> Acesso: 03 maio 2012

WALTER, M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T.. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**. Santa Maria. v.35, n.4, p.974-980, jul./ago. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cr/v35n4/a41v35n4.PDF>> Acesso: 12 maio 2011.

WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.29, n.4, p. 748-753, out./dez. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n4/08.pdf>> Acesso: 02 fev. 2012.

YAMANI, B. V. **Caracterização físico-química e funcional de amido de tuberosas originárias da América do Sul: Oca (*Oxalis tuberosa* Molina), olluco (*Ullucus tuberosus* Calda) e mashua (*Tropaeolum tuberosum* Raiz e Pavón)**. 2010. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-31012011-163155/pt-br.php>> Acesso: 23 abril 2012.

ZEOULA, L. M., et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Maringá, v.28, n.5, p. 898-905, 1999. Disponível em: <<http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/Artigos/2332.pdf>> Acesso: 25 junho 2012.

ZORTÉA, M. E. B., et al. Avaliação da viscosidade aparente de pastas de amidos nos viscosímetros brookfield RVDV-II+PRO e rápido viscoanalisador RVA-4. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Paraná, 2011. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/periodicos/index.php/rbta/article/viewFile/751/69>> Acesso: 12 maio 2012.

BIBLIOGRAFIA

SHIRAI, M. A., et al. Características físico-químicas e utilização em alimentos de amidos modificados por tratamento oxidativo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.27, n.2, p. 239-247, abr./jun. 2007.

DAROS, M. et al. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 20, n. 1, p. 43-47, março 2002.

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.