



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

JUREMA RITA BORGES DOS SANTOS

**ESTUDO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO
AMIDO DA PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)
NATIVO E MODIFICADO POR SUCCINILAÇÃO**

Jurema Rita Borges Dos Santos

**ESTUDO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO
AMIDO DA PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)
NATIVO E MODIFICADO POR SUCCINILAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Licenciatura em QUÍMICA da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do grau de Licenciado em: QUÍMICA.

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

Jurema Rita Borges Dos Santos

**ESTUDO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO DA
PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth) NATIVO E MODIFICADO
POR SUCCINILAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Química, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado.

COMISSÃO EXAMINADORA

Orientador (a): Prof^a. Ms. Fábيا Maria Pereira de Sá
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof^a. Ms. Filomena Maria Minetto Brondani
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

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

Ariquemes, 24 de maio de 2013

A Deus, pois sem ele nada seria possível.

*Ao meu esposo João, filhos e família
pelo amor, paciência e apoio.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde, por sempre me guardar, abençoar, dar-me sabedoria, por nunca me abandonar e sempre segurar minhas mãos nos momentos mais difíceis e dar-me força para dar mais esse passo.

A minha Professora orientadora, Ms. Fábيا Maria Pereira de Sá, pela dedicação e disponibilidade em todas as etapas deste trabalho e pela sua confiança.

Ao meu amado esposo, João Batista Barbosa de Souza, por seu amor incondicional, amizade, compreensão e força nessa etapa importante de nossa vida.

Aos meus filhos, Camila, Anderson e Andressa, por serem meu alicerce, me apoiarem, compreender, esperar, acreditar, pelo amor e paciência que tiveram comigo nesse momento, pois se não fosse assim não teria conseguido.

Aos meus amados pais, João Borges dos Santos e Aparecida dos Santos, por me proporcionarem a estada neste mundo, pelo amor, e seus ensinamentos para vida.

Aos meus irmãos, pelo amor e confiança, em especial a Rose, pois sem ela jamais teria concluído essa importante etapa de minha vida.

A querida amiga, Kelen Cristine, pela força e amizade.

A querida professora, Ms. Filomena Maria Minetto Brondani, por sempre ter me incentivado, pela confiança e apoio em todas as etapas deste curso.

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

A todos os professores, pela sabedoria partilhada, colegas de curso, pelo objetivo em comum, e colaboradores da FAEMA.

A todos os técnicos de laboratório, pela indispensável ajuda.

A todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste estudo e deste curso.

"O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis."

Fernando Pessoa

RESUMO

O amido é o carboidrato de reserva do reino vegetal, possui alto teor energético, constituindo-se, portanto, em uma excelente fonte de energia para o homem. Além disso, possui inúmeras aplicações na indústria de alimentos e em outros ramos, como a indústria de polímeros sintéticos. Entretanto, o amido, quando nativo, possui certas limitações em suas propriedades, as quais podem ser superadas por modificação de sua estrutura, o que pode ser feito por meios físicos, químicos, enzimáticos, genéticos ou pela combinação destes. Como uma fonte potencial de amido para a indústria, pode-se citar a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), uma espécie de palmeira cultivada em toda bacia Amazônica, com frutos apresentando alto teor de carboidratos. O presente trabalho teve por objetivo extrair e modificar o amido da pupunha por succinilação e estudar algumas propriedades funcionais. Para extração do amido dos frutos da pupunha empregou-se metodologia utilizada por Oliveira et al. (2001) e para a modificação empregou-se anidrido succínico segundo Ribeiro (2011). O amido succinilado obtido apresentou maior resistência a temperaturas elevadas, poder de intumescimento, solubilidade, viscosidade e capacidade de absorção de água superior em comparação ao amido nativo. Enquanto o amido nativo mostrou capacidade de absorção de óleo superior ao modificado. Ambos os amidos, nativo e succinilado, apresentaram baixa tendência à retrogradação. De acordo com as propriedades apresentadas pelos amidos estudados, o amido succinilado pode ser empregado, por exemplo, em alimentos que necessitem de altas temperaturas de cozimento, como sopas desidratadas, por sua resistência a temperaturas mais elevadas e o amido nativo, por apresentar maior viscosidade, pode ser utilizado em alimentos instantâneos, como sopas.

Palavras-chave: Amido, Amido modificado, Pupunha, Propriedades funcionais, Succinilação, Amido succinilado.

ABSTRACT

Starch is the carbohydrate reserves of the plant kingdom, has high energy, constituting, therefore, an excellent source of energy for man. Moreover, it has numerous applications in the food industry and other branches, such as synthetic polymers industry. However, the starch when native, has certain limitations in its properties, which can be overcome by modifying its structure, which can be done by physical, chemical, enzymatic, or genetic by their combination. As potential source of starch for the industry, we can mention the peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth), a species of palm tree cultivated throughout the Amazon basin, with fruits having high carbohydrate content. The present study aimed to extract and modify the starch by succinylation and study some properties. To extract the starch of fruits of peach palm was employed methodology used by Oliveira et al. (2001) and employed for modification succinic anhydride second Ribeiro (2011). The succinylated starch obtained showed resistance to high temperatures, the swelling power, solubility, viscosity, water absorbency higher compared to native starch. While the native starch showed absorption capacity than the native oil. Both starches, native and succinylated showed low tendency to retrogradation. According to the properties displayed by the studied starches, starch succinylated can be employed, for example, in foods that require high baking temperatures, such as dehydrated soups, for their resistance to higher temperature and native starch, due to its higher viscosity, may be used in instant foods such as soups.

Keywords: Starch, modified starch, Pupunha, functional properties, succinylation, succinylated starch.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Palmeira, cacho e fruto da pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth)..	19
Figura 2 -	Estrutura molecular do amido.....	22
Figura 3 -	Representação esquemática do grânulo de amido.....	25
Figura 4 -	Estrutura da amilose.....	26
Figura 5 -	Estrutura helicoidal da amilose.....	26
Figura 6 -	Estrutura da amilopectina.....	27
Figura 7 -	(A) Classificação das cadeias da amilopectina em tipo A, B e C	28
Figura 8 -	Microfotografia do amiloplasto contendo grânulo de amido.....	29
Figura 9 -	Estrutura do amido succinilado.....	46
Figura 10 -	Efeito da temperatura no poder de intumescimento (g/100g) do amido nativo e succinilado da pupunha.....	53
Figura 11 -	Efeito da temperatura na solubilidade (g/100g) do amido nativo e succinilado de pupunha.....	55
Figura 12 -	Clareza da pasta do amido nativo e succinilado, medido em transmitância (650nm).....	58
Figura 13 -	Viscosidade de pastas de amidos, nativo e succinilado da pupunha em função da temperatura.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Capacidade de absorção de água e óleo dos amidos nativo e succinilado da pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	56
Tabela 2 -	Tendência a retrogradação dos amidos, nativo e succinilado.....	59

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABAM	Associação Brasileira dos Produtores de Mandioca
a.C	Antes de Cristo
CAA	Capacidade de Absorção de Água
CAO	Capacidade de Absorção de Óleo
GP	Grau de polimerização
D.O.U	Diário Oficial da União
FAEMA	Faculdade de Educação e Meio Ambiente
IAA	Índice de Absorção de Água
GS	Grau de Substituição
MERCOSUL	Mercado Comum da América do Sul
PI	Poder de Intumescimento
pH	Potencial Hidrogeniônico
rpm	rotação por minuto
UG	Unidade de glicose
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 PUPUNHA (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	15
2.2 CARACTERÍSTICAS DO AMIDO.....	22
2.2.1 Estrutura do amido	24
2.2.1.1 Amilose	25
2.2.1.2 Amilopectina	27
2.2.2 Grânulos de amido	29
2.3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO.....	31
2.3.1 Solubilidade dos grânulos e poder de inchamento	32
2.3.2 Capacidade de absorção de água e óleo	33
2.3.3 Gelatinização e Retrogradação	34
2.3.4 Claridade da pasta	36
2.3.5 Viscosidade	37
2.4 MERCADO E APLICABILIDADE DO AMIDO NATIVO E MODIFICADO...	38
2.5 LEGISLAÇÃO QUE REGULAMENTA A COMERCIALIZAÇÃO DO AMIDO.....	41
2.6 MODIFICAÇÃO DO AMIDO.....	42
2.6.1 Succinilação	45
3 OBJETIVOS	48
3.1 OBJETIVO GERAL.....	48
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	48
4 METODOLOGIA	49
4.1 EXTRAÇÃO DO AMIDO DA PUPUNHA (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	49
4.2 MODIFICAÇÃO DO AMIDO DE PUPUNHA.....	49
4.3 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO.....	50
4.3.1 Poder de inchamento e solubilidade	50
4.3.2 Capacidade de absorção de água e óleo	51

4.3.3	Clareza da pasta e tendência a retrogradação.....	51
4.3.4	Viscosidade.....	51
4.3.5	INFERÊNCIAS ESTATÍSTICAS.....	52
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
5.1	PODER DE INTUMESCIMENTO E SOLUBILIDADE DOS GRÂNULOS.	53
5.1.1	Poder de Intumescimento.....	53
5.1.2	Solubilidade.....	54
5.2	CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO.....	56
5.3	CLARIDADE DA PASTA E TENDÊNCIA A RETROGRADAÇÃO.....	57
5.4	VISCOSIDADE.....	60
	CONCLUSÃO.....	63
	REFERÊNCIAS.....	65

INTRODUÇÃO

A pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) é uma palmeira perene heliófila de alto potencial econômico em razão do elevado valor nutritivo de seus frutos que são muito utilizados na alimentação humana e animal. A produtividade agrícola (13.500 t/ano) desta palmeira vem se destacando nos últimos anos por possuir alto perfilhamento e rusticidade de plantio para produção de palmito em substituição ao açaí e a palmeira Jussara que estão em processo de extinção (OLIVEIRA et al., 2001; OLIVEIRA, 2008; SILVA, 2009).

A pupunheira apresenta um grande número de variedade, sendo uma palmeira nativa dos trópicos úmidos americanos, domesticada e disseminada pelos ameríndios desde épocas pré-colombianas, encontrada em toda a bacia amazônica (MORA-URPÍ, 1984; CLEMENT, 2000a; CLEMENT, 2000b).

Sua inflorescência ocorre no início do período chuvoso e varia de local para local, produz grandes e numerosos cachos de frutos, que são do tipo drupa, monospermico com mesocarpo carnosos, comestível, com forma, tamanho e coloração variável o qual produz uma enzima que inibe a digestão de proteínas e um ácido que irrita a mucosa da boca por isso só deve ser consumido cozido (OLIVEIRA et al., 2001; CLEMENT; MARGARET, 2005; GOMES, 2007).

Todas as partes da pupunheira são aproveitadas (madeira, sementes, flores, raízes, palmito etc.) para várias aplicações domésticas e comerciais, além de apresentar vantagens ecológicas. Seus frutos são ricos em carboidratos principalmente amido, apresentando amplo consumo regional (GOMES, 2007).

O amido é um polissacarídeo de cadeia linear ou ramificada formada por 20-25% de amilose e 75-80% de amilopectina, encontrado em pequenos agregados individuais denominados grânulos produzidos nos órgãos dos vegetais, constituindo-se numa excelente fonte de energia (MENDES, 2011).

O mercado de amido é bem expressivo e são cinco as fontes de matéria-prima que compõe esse mercado: milho, trigo, batata, arroz e a mandioca (ALBUQUERQUE, 2011).

Nos últimos anos tem ocorrido uma intensa busca por novas fontes de amido, e a pupunha sendo rica neste polímero pode ser uma alternativa.

No entanto os amidos nativos apresentam certas restrições em relação as suas propriedades funcionais, o que os torna inadequado para determinados fins. Para contornar esse fator, seja qual for seu fim, o amido tem sido modificado pela introdução de pequenas quantidades de grupos iônicos hidrofílicos em suas moléculas, por processos químicos, físicos, enzimáticos, genéticos ou pela combinação de ambos, antes de seu uso, com intuito de melhorar suas propriedades funcionais de acordo com a aplicação o qual é regulamentado por legislação específica (CEREDA et al., 2001; XIE et al., 2005; SILVA et al., 2006)

A Succinilação é um processo de modificação química que esterifica grupos hidroxilas e carbonilas livres, convertendo-os num polieletrólito de caráter hidrofílico, fazendo com que seus derivados adquiram propriedades típicas do mesmo, além de serem adicionadas outras propriedades aos succinatos (LAWAL, 2004b).

O estudo das propriedades funcionais do amido como solubilidade e poder de intumescimento do grânulo, capacidade de absorção de água e óleo, gelatinização, tendência a retrogradação, claridade de pasta e viscosidade são de suma importância devido ao seu alto potencial de consumo alimentar, assim como sua aplicabilidade nas indústrias em geral, na busca de manter e realçar as propriedades dos seus produtos mesmo após estocagens e refrigeração (MATSUGUMA, 2006; MOURA, 2008).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)

A pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) é uma palmeira perene que pode ser encontrada com formação espontânea ou não nas regiões tropicais das Américas que à séculos foi domesticada por povos indígenas em tempos pré-colombianos, tendo por finalidade inicial a extração de madeira e somente mais tarde para produção de frutos, até hoje estes são utilizados na alimentação humana e animal como fonte de energia (amido e lipídeos), sendo, portanto a base da alimentação dos povos dessa região (CLEMENT; MARGARET, 2005; CLEMENT et al., 2007).

A pupunheira doméstica tem sua origem provavelmente proveniente de diferentes estágios de domesticação a partir de grupos selvagens, os primeiros frutos eram muito oleosos, característica essa que foi sendo eliminada com o avanço da domesticação no intuito de produzir mais amido, além de alguns estágios de hibridização o qual foi posteriormente disseminada pelos índios de maneira a atender suas necessidades (CLEMENT; MARGARET, 2005; GOMES, 2007).

A origem da pupunheira é um assunto controvertido, apesar de existir várias hipóteses sobre o assunto, uma delas é considerar a pupunha como uma espécie sintética, resultante de vários processos de domesticação por povos indígenas independentes. Tendo seu centro de origem em uma área extensa na parte Oriental dos Andes, numa faixa que se estende da Bolívia-Brasil, desde o Oriente na Bacia Amazônica até a Colômbia, estendendo do Ocidente Andino, desde o Oceano Pacífico até o Panamá, Colômbia e Venezuela (MORA-URPÍ, 1993; CLEMENT, 2000a).

A distribuição geográfica da pupunha está demarcada pelas extensas rotas migratórias de algumas tribos indígenas que a cultivavam, contribuindo com a especiação genética, abrangendo um imenso território estendendo-se nos trópicos úmido americanos desde o paralelo 15°N até o 17°S, que vai de Honduras na América Central até o norte da Bolívia, ao longo da costa do Atlântico na América central e do Sul, até São Luiz do Maranhão em território brasileiro, estendendo-se ao longo da costa do Pacífico no sul da Costa Rica e ao Norte do Peru, com exceção, as regiões secas, pantanosas, pradarias e com

altitudes superiores a 1000 m pois, nessas condições a pupunheira não se desenvolve com eficiência, além do mais estas áreas possuem temperatura média anual de 25°C, precipitação anual baixa próxima de 1900 mm, com longos períodos estacionais secos, de 3 a 4 meses (MORA-URPÍ, 1984; CLEMENT et al., 2001).

No Brasil seu habitat natural é toda região da Bacia Amazônica em decorrência de sua condição endofoclimática, compreendendo os seguintes Estados: Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, norte do Mato Grosso, Pará, Roraima e Rondônia, o qual também foi domesticada e disseminada pelos povos indígenas brasileiros pelo processo migratório, assim como a utilização de seus frutos na culinária amazônica. Já, nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo, foi introduzida para o cultivo do palmito, aonde vem se desenvolvendo com relativo sucesso (BEZERRA et al., 2002; CLEMENT; MARGARET, 2005).

Até 1981 já havia sido reconhecido 187 espécies de *Bactris*, das quais aparecem 14 com o nome genérico de *Guilielma*. Hoje estão catalogadas 205 gêneros e 2.500 espécies Clement et al. (2007). A classificação taxionômica da pupunha se dá conforme demonstrado a seguir:

Reino: Plantae

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Liliopsida

Ordem: Arecales

Família: Arecaceae (Palmae)

Gênero: *Bactris*

Espécie: *Bactris gasipaes* Kunth

Espécies sinônimas: existe no gênero *Bactris* reconhecidas 73 espécies e 21 variedades que se distribuem desde o Sul do México e Caribe até o Sul do Brasil e Paraguai, com maior diversidade na Amazônia (HENDERSON, 2000).

Nomes comuns: Pupunha, Pupunheira, Pupunha-Marajá, Pirajá-Pupunha (Brasil); Pibá e Pisbae (Panamá); Chonta (Bolívia e Equador); Peach Palm e Pawa Palm (Trinidad e Tobago); Pejibaye (Costa Rica, Nicarágua); Chontaduro (Colômbia, Equador); Pijuayo (Peru); Pijiguao, Macana e Gachipae (Venezuela); Tembé (Bolívia); Cachipay (Colômbia); Paripie (Guiana); Parépou (Guiana)

Francesa) e Paripoe (Suriname). O cognome Gasipaes é derivado do nome “cachipay” utilizado em certas regiões da Colômbia (HENDERSON, 2000; CHAIMSONH, 2001).

A classificação das raças e espécies do gênero *Bactris* se dá basicamente quanto à região geográfica, em orientais ou amazônicas, as quais estão situadas do lado oriental dos Andes, e ocidentais, situadas na vertente oposta. Além dessa, outra classificação das raças domesticadas da pupunha baseia-se no tamanho do fruto, gerando três categorias: microcarpa (fruto com menos de 20 g), mesocarpa (com 21 a 70 g) e macrocarpa (com mais de 70 g) (HENDERSON, 2000; CHAIMSONH, 2001).

A pupunheira se desenvolve em áreas úmidas, cujos índices pluviométricos variam de 2.000 a 6.000 mm/ano. Porém não tolera solos encharcados. Normalmente a espécie é encontrada em altitudes que vão desde o nível do mar até próximo a 2.000 m, apresentando melhor crescimento e produção em locais com altitude entre 200 e 800 m, temperatura média anual nas áreas de ocorrência entre 22 e 28°C e onde a umidade relativa do ar situa-se acima de 80%. A pupunheira é uma espécie heliófila, isto é, expressa seu máximo potencial de produção a pleno sol (BOVI, 1998).

No seu habitat natural a pupunha se desenvolve bem em solo com baixos teores de bases trocáveis, com baixa capacidade de troca de cátions e inexistência de minerais primários para reposição de nutrientes do sistema. Já para o cultivo o solo deve ser fértil e nutricionalmente bem balanceado, onde existe associação com micorrizas em suas raízes, elas suportam solos ácidos, por serem capazes de utilizar o fósforo presente no solo (TRACZ, 2005).

A pupunha é uma palmeira monóica, com flores masculinas e femininas numa mesma inflorescência com prevalência de fecundação cruzada, com ocasional ocorrência de flores hermafroditas, cespitosa, com o estipe monopodial, cilíndrico ficando entre os 12-25 metros de altura na fase adulta. O caule (estipe) é ereto e delgado com diâmetro na faixa de 15 a 25 cm, apresentando nós lisos e entre nós curtos com cicatrizes nodais e dependendo da variedade podem apresentar ou não espinho, nos indivíduos adultos. A parte terminal do estipe apresenta um broto denominado meristema ou gema terminal, protegidos por bainhas de folhas jovens o qual constitui o palmito. Possui ciclo perene e perfilhamento abundante (TRACZ, 2005; GOMES, 2007).

Possui sistema radicular fasciculado e superficial de baixa resistência no período da estiagem, 75% das raízes se encontra a apenas 20 cm do solo, por isso não se adapta onde o vento é abundante. As inflorescências se dão, por flores monóicas que nascem abaixo das folhas protegidas por espatas, cada planta pode emitir de 8 a 10 inflorescências, sendo normalmente 3 a 4 (CLEMENT; MARGARET, 2005; TRACZ, 2005; GOMES, 2007).

As flores são unissexuais as masculinas são maiores e mais numerosas de 10000 a 30000 enquanto que as femininas são menores e menos numerosas de 50 a 1000 flores. A inflorescência da pupunha ocorre no início do período chuvoso e varia de local para local, normalmente vai de agosto a outubro e frutifica de dezembro a março, a qual depende do início da floração, além destas há espécies que frutificam fora desta época (CLEMENT; MARGARET, 2005; GOMES, 2007).

A primeira florescência ocorre a partir do 3º ou 4º ano após o plantio. O número de inflorescência é influenciado pelas condições nutricionais do solo em que a planta é submetida, só havendo produção de semente caso a polinização ocorra por meio de outra planta, mesmo se forem hermafroditas não ocorre à autopolinização devido à auto-incompatibilidade. Cada planta produz 5 a 10 cachos de frutos por ano com 100 a 350 frutos aproximadamente, porém existe palmeira que pode produzir em ano chuvoso e solo bem adubado até 25 cachos. A polinização insuficiente, estiagem, solo sem matéria orgânica e compactados causa a baixa na produção de frutos (CLEMENT; MARGARET, 2005; GOMES, 2007).

Os frutos são do tipo drupa (Figura 1), monospérmicos, com mesocarpo carnoso, comestível, com forma, tamanho e coloração variáveis dependendo do teor de caroteno, quando jovem são verdes, já, ao madurarem podem apresentar o epicarpo vermelho, amarelo, alaranjado ou da combinação destas cores; com forma ovóide, globosa, cônico-globosa; tamanho na faixa de 1 a 1,5 cm para frutos partenocárpicos chegando a 7 cm nos frutos normais. O epicarpo é liso (casca), o mesocarpo farináceo com fibras e o endocarpo (semente) liso com três poros. Apesar de serem citadas como possuidora de espinhos no estipe, encontram-se genótipos sem estes. O mesocarpo constitui de 60 a 95% do peso da pupunha. Sua textura varia dependendo do seu conteúdo de água, óleo, amido e fibras (TRACZ, 2005; GOMES, 2007).



Figura 1 – Palmeira, cacho e fruto da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth)

Em decorrência da grande variedade fenotípica da pupunheira, ela apresenta variados tipos de frutos, que varia quanto ao tamanho e teor de nutrientes, em geral a pupunheira da Amazônia Ocidental apresenta frutos maiores e contém maior teor de carboidratos, enquanto que as da parte Oriental possuem frutos menores com maior teor de óleo. Assim como nas espécies com ausência de espinhos, seus frutos são maiores e ricos em carboidratos e vitamina A (YUYAMA, 2005; SILVA, 2009).

Todas as partes da pupunha são aproveitadas: do tronco, madeira dura e resistente às intempéries, pode ser utilizada na construção de casas, artesanatos, arcos, flechas, varas de pescar, arpões, na fabricação de instrumentos musicais, cabos de ferramentas, pisos, produção de papel, além da produção de celofane e rayon; a raiz como vermífica, preparo de chá para encefaléia e desarranjos intestinais; as folhas para cobertura de telhados, confecção de utensílios domésticos, como cestos, além de servir de forragem para animais sendo uma fonte adicional de nutrientes com aproximadamente 7,5% de proteína bruta; as flores masculinas são utilizadas em alguns países da América Central na forma de salada e tempero, já o pólen tem sua utilização na apicultura e o palmito como alimento (COUTO et al., 1999; CHAIMSONH, 2001; TRACZ, 2005; SILVA, 2009).

Tradicionalmente a pupunha apresenta cinco utilizações básicas: fruto cozido, óleo, farinha, ração animal e palmito (SILVA, 2008).

O fruto da pupunha possui excelente valor energético com alto conteúdo de nutrientes, proteínas, lipídios, caroteno, amido, elevado teor de vitamina A, B, Ácido Ascórbico e ferro. Dos frutos processa diversos derivados: como a farinha que serve de suprimento humano e animal, vinho, vinagre, álcool, licor, doce em pasta ou em composta, conserva de frutos verdes, semente torrada e moída ou granulada para recheio de carnes, molhos, cremes, sopas e manteigas. Além da produção de óleo, o qual possui elevado teor de ácido graxo insaturado, sendo esse tipo de óleo de elevado valor comercial, pois é vantajoso do ponto de vista nutricional e comercial (COUTO et al., 1999; KULCHETSCKI et al., 2001; TRACZ, 2005; OLIVEIRA; MARINHO, 2010; CLEMENTE et al., 2012).

Estudos realizados pela Universidade de São Paulo (USP) verificaram que a pupunha é uma das maiores fontes de selênio do reino vegetal (35 a 55 µg/100g), mineral este que atua na prevenção de câncer (BRASIL, 2002).

A pupunheira apresenta vantagens ecológicas, pois pode ser cultivada em pleno sol em todo o seu estágio de desenvolvimento, podendo ser consorciada com outras espécies de vegetais de menor porte sem nenhum dano a vegetação local o que trás vantagens econômicas. Além disso, ela pode ser utilizada, na recuperação de área ambientalmente degradadas, plantadas nas encostas de barrancos com risco de desabamento, na preservação do solo exposto a erosão, ornamentação, além de outros produtos para utilização agrícola (TRACZ, 2005; COUTO et al., 1999).

Seu cultivo exige mão de obra com pouca especialização, podendo ser explorada de modo ambientalmente sustentável, alta rentabilidade, devido seu elevado perfilhamento não necessita ser replantada em curto prazo, além de ser uma espécie da nossa região (GOMES, 2007).

Tradicionalmente o fruto da pupunha é consumido em sua forma in natura, cozido com água e sal em decorrência da presença de uma enzima que inibe a digestão de proteínas e um ácido (oxálico) que irrita a mucosa da boca, o fruto pode ser utilizado em uma variedade de receita na culinária. Em alguns estados da Região Norte como o Pará esta havendo a introdução da pupunha no cardápio escolar (OLIVEIRA et al., 2001).

O fruto pode ser utilizado no fabrico de ração para pintos, aves para corte, galinhas poedeiras em substituição total ou parcial do milho ou sorgo, como substituto do fubá em ração para alevinos de tambaqui. Pode ser introduzido na alimentação infantil, para crianças entre 4 a 10 meses em substituição ao mingau de milho por ser rica em energia, cálcio, tiamina, e outros nutrientes que foram citados acima, que são deficientes na alimentação infantil. Ou seja, a composição química dos frutos da pupunha e sua produtividade agrícola (13.500t/ano) são os responsáveis pelo seu potencial econômico e amplo consumo regional (OLIVEIRA et al., 2001).

Apesar disso, ela possui seu maior potencial econômico, na produção de palmito, que desde 1970 vem se investindo em pesquisas sobre o palmito da pupunha, principalmente a espécie sem espinho em substituição aos palmitos tradicionais extraídos da palmeira Jussara (*Euterpe edulis* Mart.) e do açai (*Euterpe oleracea* Mart.), por apresentar maior rusticidade de cultivo, precocidade de corte, alto perfilhamento além de seu palmito ser mais adocicado e resistente à oxidação em comparação com os demais (CLEMENT; BOVI, 2000; SILVA, 2008).

Dependendo da espécie a pupunha é rica em carboidratos principalmente o amido 42%, sendo os produtos amiláceos muito requisitados, em variadas aplicações o que torna a pupunha uma excelente fonte alternativa para a produção de amido (BRASIL, 2002).

2.2 CARACTERÍSTICAS DO AMIDO

O amido é um polissacarídeo de cadeia linear ou ramificada, com fórmula molecular $(C_6H_{10}O_5)_n$. É encontrado no mercado na forma de um pó ou granulado branco, insolúvel em água fria e/ou álcool e não possui cheiro ou sabor.

A estrutura molecular do amido (Figura 2) deve-se à combinação de dois polissacarídeos, 20 a 25% de amilose e 75 a 80% de amilopectina. Além disso, existem amidos constituídos, em quase sua totalidade, de amilopectina, chamados amidos “cerosos” Ferrini (2006), encontrados em pequenos agregados individuais denominados grânulos Feniman (2004), os quais são produzidos pelos vegetais nas suas raízes, caules, folhas, frutos e sementes, onde utilizam o amido como fonte primordial de energia.

O amido pode ser utilizado na alimentação humana assim como na animal, constituindo-se em excelente fonte de energia na dieta, além de possuir outras aplicações no ramo industrial (MENDES, 2011).

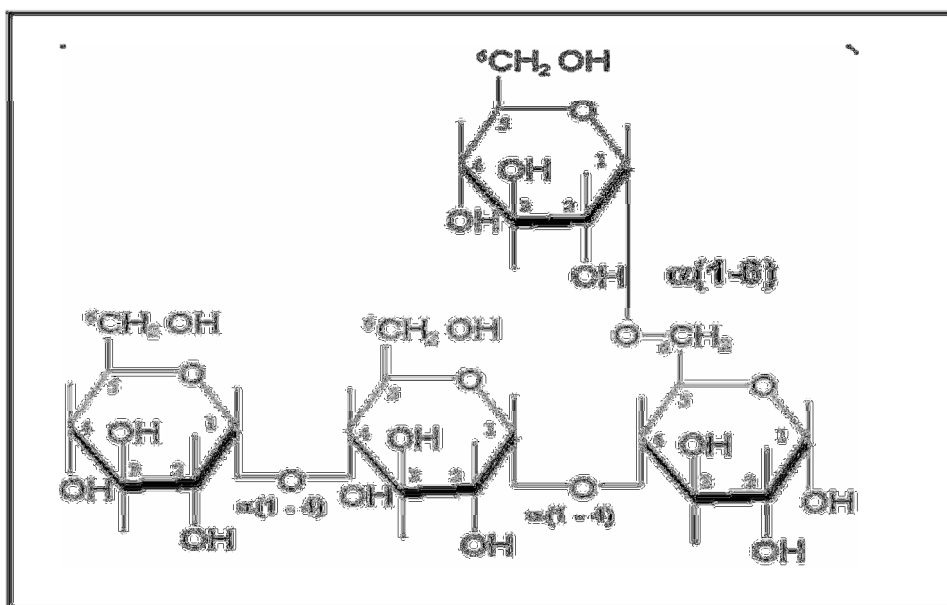


Figura 2 – Estrutura molecular do amido

Fonte: Feniman (2004)

A história da utilização do amido é tão antiga quanto o próprio homem e remonta a milênios antes de Cristo (a.C). No Egito antigo, era utilizado para cimentar tiras de papiro, posteriormente como agente viscoso pelos romanos, já

os gregos empregavam na preparação de medicamento. Nos países europeus na Idade Média, o amido de trigo tornou-se produto importante na indústria, sendo utilizado após uma forma primária de modificação por hidrólise ácida. O amido tinha como principal função, nesse período, o engomamento de tecidos, que era considerado na época um produto de alto luxo, utilizado apenas pela alta burguesia, com posterior utilização na Idade Moderna para fins cosméticos, estando presente hoje em vários setores industriais; agroalimentar, papelero, químico e têxtil. Em proporções muito menores, nas indústrias petroquímicas, de metalurgia e de construção civil (MENDES, 2011).

De acordo com Albuquerque (2011) somente o amido produzido pela Tailândia, Filipinas, Indonésia e Brasil somam juntos 8% do mercado mundial, devido a sua ampla utilização na indústria em geral principalmente alimentícia, servindo como agente espessante, de enchimento, ligar ou desintegrar, expandir ou tornar denso, para aumentar ou alterar a viscosidade de alguns produtos, clarear ou tornar opaco, produzir texturas curtas ou longas, lisa ou de polpa, atrair ou inibir umidade, coberturas leves ou crocantes, formar filmes resistentes a óleos, estabilizar emulsões e demais fins.

Encontrado na forma nativa ou modificada, para alterá-lo usam-se métodos físicos, químicos, enzimáticos, combinado ou até mesmo genético, que pode também ser utilizado como substituto de gorduras e agente funcional numa gama de produtos pudins, molhos, produtos de confeitaria e embutidos cárneos (PONTES, 2006).

O amido é uma substância amilácea comestível podendo ser classificada como in natura, ou nativa a qual não sofreu nenhuma modificação em sua estrutura, e se apresentar alguma modificação pelos métodos citados acima, com o intuito de melhorar as suas propriedades funcionais ou atender outro tipo de demanda ele é considerado amido modificado (RIBEIRO, 2011).

De acordo com Cereda et al. (2003) e Brasileiro (2006) amido é o produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis (frutos, sementes, pseudofrutos, etc...). Enquanto que os produtos amiláceos extraídos das partes subterrâneas dos vegetais que são comestíveis (tubérculo, raízes e rizomas) são denominados fécula, e ainda de acordo com a legislação brasileira Brasil (1978) o amido utilizado no processamento de alguns tipos de produtos deverão ser designados amido ou fécula, seguido com a designação do nome do vegetal de

origem. Para que haja a diferenciação entre amidos e féculas, dos amidos modificados, os primeiro devem ser chamados de naturais ou nativos.

O amido juntamente com a celulose são os polímeros orgânicos disponíveis mais abundantes da natureza, estes são muito semelhantes em estrutura, diferindo apenas no arranjo espacial das ligações glicosídicas, sendo no amido α - glicose 1,4, já na celulose β - glicose 1,4 o que os tornam indigeríveis pelo sistema digestório dos seres humanos, devido às suas fortes ligações intermoleculares (MUCCILLO, 2009).

O amido é um homopolissacarídeo formado por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α -1,4 e α -1,6. Apresenta-se na forma de grânulos de tamanhos e formatos variados (POLESI, 2011).

O grânulo de amido é formado por duas macromoléculas, a amilose e a amilopectina que estão na célula organizada na forma de grânulos (CAVALLINI, 2009).

2.2.1 Estrutura do Amido

De acordo com Ribeiro (2004) o amido é formado por duas macromoléculas poliméricas, amilose e amilopectina respectivamente, que variam em proporção de acordo com a fonte botânica e grau de maturação. O que corresponde cerca de 98-99% de seu peso seco. Não sendo encontradas livres na natureza, mas em agregados semicristalinos denominados grânulos, essas macromoléculas estão ligadas entre si por ligações muito fortes denominadas pontes de hidrogênio favorecido pelos grupos hidroxilas e carbonílas (ALBUQUERQUE, 2011).

Os grânulos são formados nos plastídios das plantas superiores, sintetizado em suas folhas através da fotossíntese, onde serve de reserva temporária de carboidrato, durante o dia acumulam-se nos cloroplastos e a noite serve como fonte principal para a síntese de sacarose citosólica. Posteriormente transportada para sementes, frutas, tubérculos e raízes que são os órgãos de armazenamento das plantas (OLIVEIRA, 2011).

Sendo o único polissacarídeo que produz grânulos em pequenos agregados individuais (Figura 3) (FENIMAN, 2004).

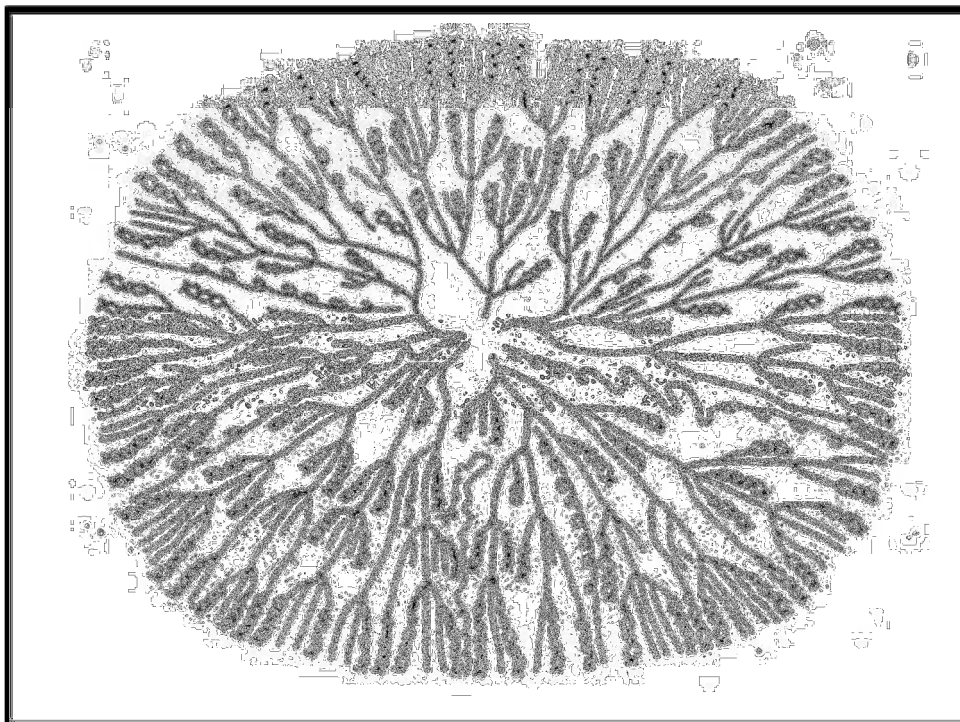


Figura 3 - Representação esquemática do grânulo de amido

Fonte: Feniman (2004).

Segundo Sebio (2003) a modificação desta estrutura é possível em decorrência de o amido possuir importantes grupos funcionais, como no caso do grupo – OH que é susceptível às reações de substituições e as ligações C–O–C que são susceptíveis à ruptura de cadeias. Tendo os grupos hidroxila da glucose caráter nucleofílico.

2.2.1.1 Amilose

De acordo com Feniman (2004) a amilose é uma macromolécula linear constituída de monômeros D-glicose unidas por ligações glicosídicas em α -1,4, (Figura 4) com poucas ramificações (ligações α -1,6). Tendo entre 500 e 5000 unidades de glicose e massa molecular média de 10^7 , que pode variar dependendo da espécie, ou até mesmo dentro de espécies semelhantes Denardin e Silva (2009). Apresenta formação de estruturas helicoidais, formadas por pontes de hidrogênio entre os radicais de hidroxilas das moléculas de glicose, existindo evidências que em solução a amilose forma dupla hélice (Figura 5) (RIBEIRO, 2004).

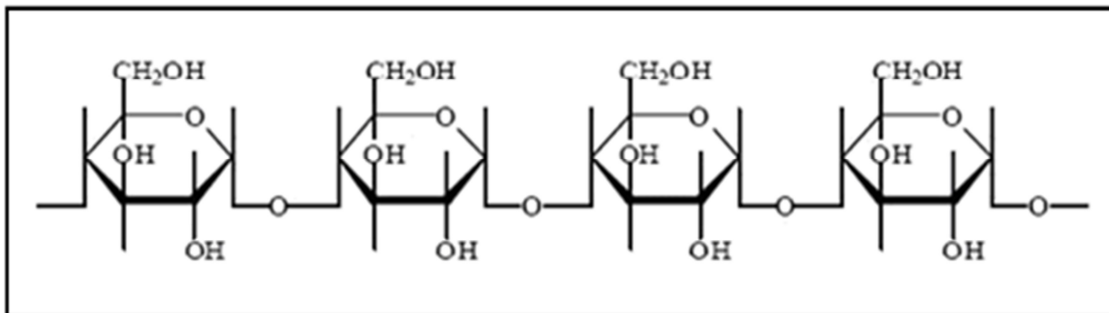


Figura 4 – Estrutura da amilose

Fonte: Feniman (2004)

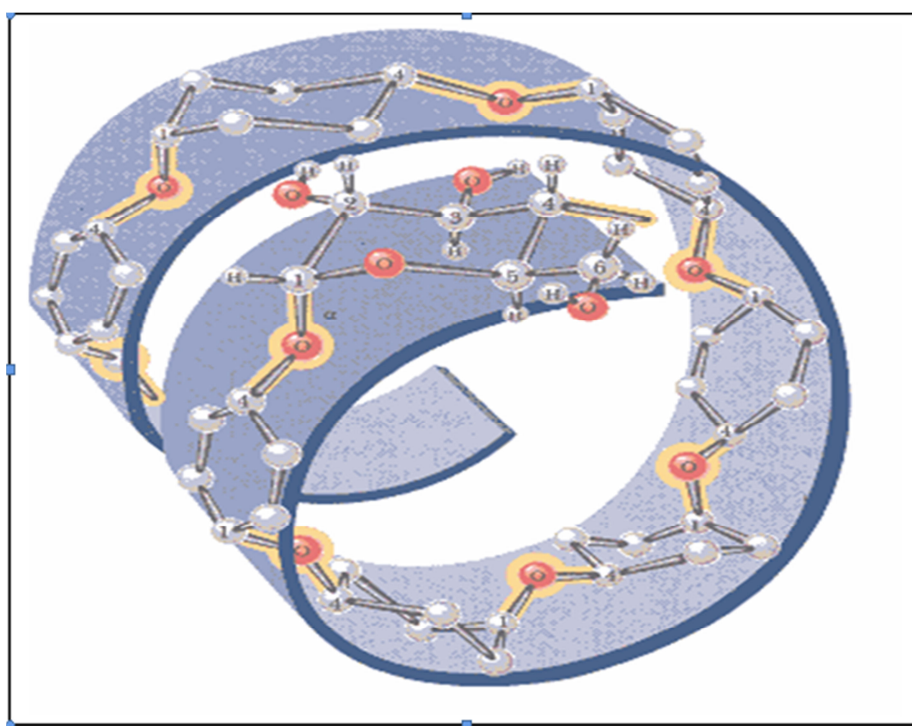


Figura 5 - Estrutura helicoidal da amilose

Fonte: Cavallini (2009)

De acordo com Cavallini (2009), a presença de estrutura helicoidal na amilose, a torna capaz de se ligar a moléculas de alcoóis e lipídios, complexando-se. E que os grãos em sua maioria podem apresentar níveis entre 15% a 25% de amilose, além de apresentar-se na forma de complexos amilose-lipídios ou amilose livre.

As ramificações presentes na amilose são extremamente separadas, o que permite a ela a separação de suas moléculas, possibilitando que ela atue de maneira essencialmente linear, o que não provoca severas mudanças de suas

propriedades como capacidade de se complexar com o iodo, alcoóis e/ou lipídios (CAVALLINI, 2009).

2.2.1.2 Amilopectina

A amilopectina é um polímero pouco solúvel em água, sua estrutura é muito maior que a da amilose, que também é formada por unidade D-glicose, unidas por ligações glicosídicas em α -1,4 e α -1,6, porém contém uma estrutura ramificada, a amilopectina é predominante nos amidos, constituído de um peso molecular elevado em média de 5×10^7 a 10^9 , nessa o grau de polimerização apresenta-se na ordem de 10^4 a 10^5 , sendo comum a presença de 20 a 30 unidades de glicose no comprimento variável das ramificações, tendo estrutura esférica (Figura 6). Contudo a distribuição da massa molar da amilopectina é variável, dependente também em suma da fonte botânica e o método de extração (RIBEIRO, 2004; BENINCA, 2008).

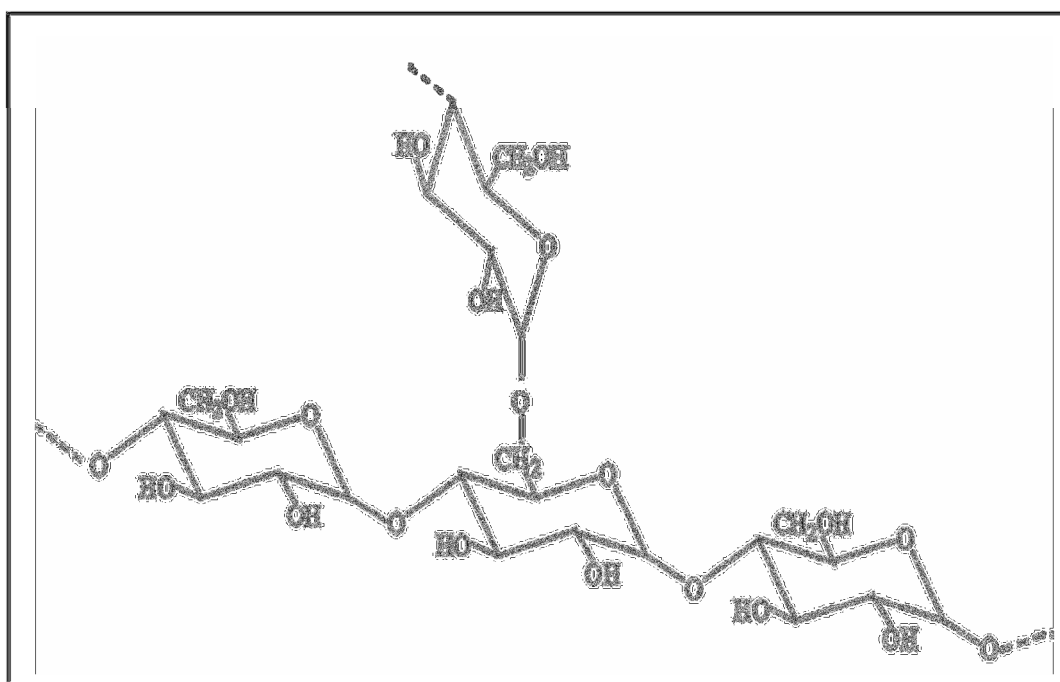


Figura 6 – Estrutura da amilopectina

Fonte: Ferrini (2006)

Segundo Cavallini (2009) e Denardin e Silva (2009), a amilopectina apresenta uma organização estrutural que é explicada por meio da classificação

em cadeias A, B e C (Figura 7). A cadeia tipo A é unida a uma cadeia tipo B por ligações α -(1-6) sendo constituída por cadeias de glicose não-redutoras unidas α -(1-4), não ramificadas. Enquanto a do tipo B é unida por uma ou várias cadeias tipo A, que pode conter cadeias tipo B unidas por meio de um grupo hidroxila primária, composta por glicose ligada em α -(1-4) e α -(1-6). A cadeia C, composta por ligações α -(1-4) e α -(1-6), é considerada como principal, pois possui grupo redutor na molécula.

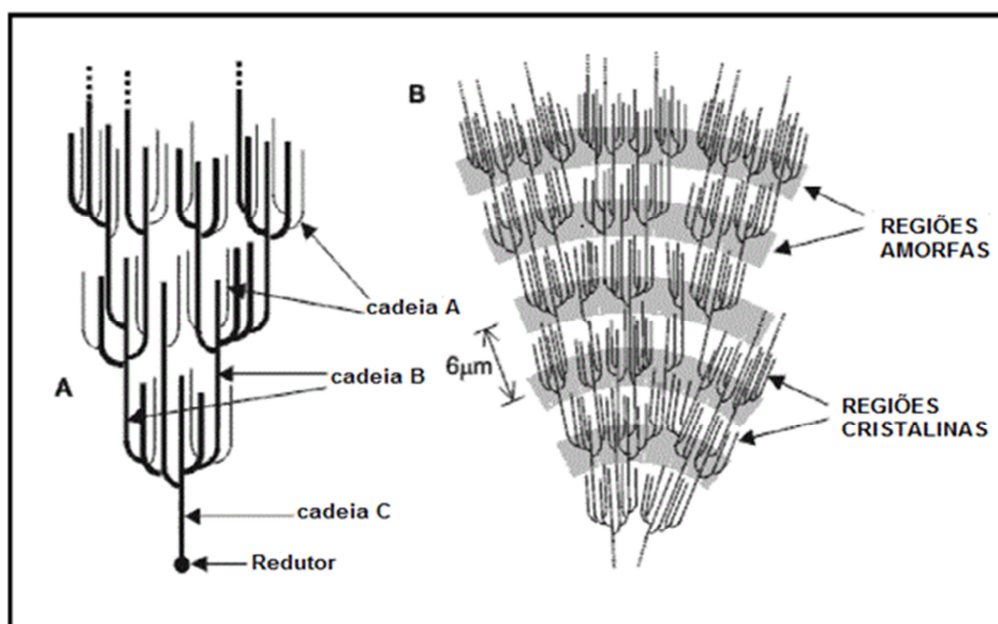


Figura 7 – (A) Classificação das cadeias da amilopectina em tipo A, B e C
(B) Estrutura da amilopectina formando as regiões amorfas e cristalinas no grânulo de amido

Fonte: Adaptada de Cavallini (2009)

Sendo considerado o mais importante entre as duas frações, do ponto de vista estrutural e funcional a amilopectina forma o grânulo de amido sozinho. Quando o grânulo é formado quase em sua totalidade de amilopectina o amido é denominado amido “ceroso”. Os ricos em amilose, acima de 50%, são denominados high-amilose (MENDES, 2011).

2.2.2 Grânulos de amido

Através da fotossíntese por reação de biossíntese os vegetais superiores sintetizam os grânulos de amido em organelas subcelular especializada denominada amiloplasto (Figura 8) que possui uma membrana lipoproteica limitante denominada estroma (MOURA, 2008).

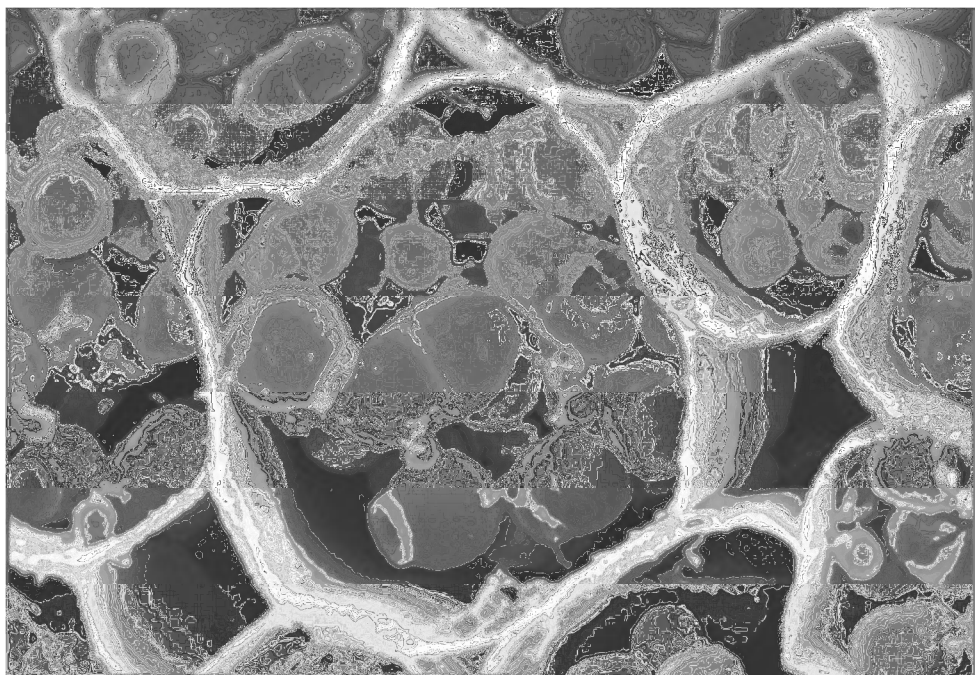


Figura 8 - Microfotografia do amiloplasto contendo grânulo de amido

Fonte: Moura (2008)

Os grânulos de amidos estão localizados em diferentes órgãos das plantas desde os polens até suas raízes. Constitui a fonte mais importante de reserva energética a esses seres, podendo o teor e qualidade do amido variar de espécie para espécie de vegetal. Tendo os grânulos formas variadas, irregular, esférica, oval ou poligonal, essas formas dependem da variedade genética e do estágio de desenvolvimento do vegetal (MATSUGUMA, 2006; ARAÚJO, 2008).

No interior do amiloplasto há enzimas que catalisam a biossíntese de amilose e amilopectina a qual estão envolvidas por uma membrana lipoproteica no interior do mesmo (CAVALLINI, 2009).

Segundo Albuquerque (2011) o tamanho do grânulo de amido, afeta suas propriedades funcionais, como suscetibilidade enzimática, características de

cozimento, poder de inchamento, cristalinidade, gelatinização e propriedades de pasta, mostrando ser um campo do saber em pleno desenvolvimento.

Ribeiro (2004) afirma que os grânulos de amido são resistentes a impactos durante os principais tipos de processamento para fins industriais, seja físico ou químico. A causa dessa característica são as condições físicas impostas pelo sistema biossintético nos tecidos dos vegetais, que variam conforme a fonte botânica.

O tamanho do grânulo de amido está compreendido entre 1 a 100 μm de diâmetro. Os de diâmetro compreendido entre 5 a 10 μm são considerados pequenos, já os de 10 a 25 μm de grânulos médios e os de 25 μm acima são considerados de tamanho grande. Vale ressaltar que as propriedades funcionais do amido são influenciadas pela dimensão desses (BRASILEIRO, 2006).

Ainda de acordo com Ribeiro (2004) a forma e tamanho dos grânulos de amido são severamente dependentes da variedade genética, ou seja, em cada espécie de vegetal os grânulos possuem um tamanho e, por isso, podem ser examinados ao microscópio servindo de meio para identificação e origem do amido.

Seja qual for a fonte botânica ou o grau de maturação do grânulo, todos apresentam um hilo, que são fissuras formadas no centro de nucleação (crescimento) no qual em seu envoltório é formado os grânulos de amido, que possuem regiões cristalinas e não cristalinas alternadas (MATSUGUMA, 2006).

De acordo com Peroni (2003) e Muccillo (2009) os grânulos de amido são birrefringentes, quando submetida à luz polarizada observa-se a típica cruz de malta, que pode ser concêntrica ou excêntrica. Sendo o responsável por essa propriedade a maneira do ordenamento estrutural dos grânulos. Tais grânulos estão organizados em regiões cristalinas e amorfas de transição, sendo a amilopectina a responsável por essa propriedade, existem evidências de que a amilose não faça parte dessa região e amidos de determinadas fontes botânica como os provenientes de raízes e tubérculos a região cristalina é constituída das frações lineares da amilopectina, enquanto que os pontos de ramificação da amilose são os principais componentes das regiões amorfas (PERONI, 2003; FERRINI, 2006; MATSUGUMA, 2006).

De acordo com estudo de Ferrinni (2006) são facilmente degradáveis as regiões amorfas dos grânulos de amidos por ação enzimática, isso ocorre devido

às cadeias poliméricas localizadas nessa região não serem eficientemente ordenadas.

O grânulo de amido incha muito pouco em água fria, ou seja, é pouco solúvel, mas quando aquecida a certas temperaturas, essa solubilidade aumenta em várias vezes aumentando assim o tamanho granular. Essa temperatura é denominada de temperaturas de gelatinização, em que ocorre a perda de cristalinidade dos grânulos, com o resfriamento desse composto ocorre à formação de um gel denominado amido intumescido (PONTES, 2006).

2.3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO

De acordo com Moura (2008) a designação “propriedade funcional do amido” tem sido definido como qualquer propriedade físico-química desses polímeros que afeta e modifica determinadas características de um alimento de modo a contribuir na qualidade do produto final.

O estudo das propriedades funcionais do amido é de suma importância em razão de seu grande potencial tanto na alimentação humana ou animal, tanto quanto sua aplicabilidade nas indústrias em geral, na busca de manter e realçar as propriedades dos seus produtos mesmo após estocagens e refrigerações, sendo integrantes vitais dos produtos alimentares em termos de estruturas quanto ao tipo e concentração do mesmo no manufaturado (MENDES, 2011).

A escolha para esses fins devem ser baseadas nessas propriedades, o que exerce grande influência nas propriedades funcionais do produto, portanto muito importante na formulação dos alimentos Moura (2008). Essas propriedades são: consistência de pasta, que varia conforme o grau de gelatinização e do poder de intumescimento granular; textura da pasta que pode ser determinada pela sua deformação viscoelástica que também é influenciada pelas forças intermoleculares e a quantidade de grânulos rompidos durante o processamento; claridade de pasta ou gel, propriedade está, relacionada à dispersão da luz que resulta da associação amorfa da amilose e de outros componentes que pode variar de clara a opaca (MATSUGUMA, 2006).

São extremamente importantes as propriedades funcionais do amido dependendo da aplicação, pois o tipo de utilização do amido é baseado em suas

propriedades, para isso deve se investigar e investir em pesquisa na estrutura macro e micromolecular para obter sua plena e eficaz utilização (RIBEIRO, 2011).

2.3.1 Solubilidade dos Grânulos e Poder de Inchamento

A solubilidade de uma substância seja amido ou não, é a capacidade de se dissolver em água óleo ou qualquer outro solvente, já o poder de inchamento é uma medida da capacidade de hidratação dos grânulos, determinada pelo peso do grânulo de amido intumescido (inchado ou expandido). Desta forma, a qualidade do alimento está associada pelo poder de retenção de água em suas moléculas, mesmo quando submetido por longos períodos de aquecimento, amidos com elevado teor de amilose possuem solubilidade e inchamento restrito (MOURA, 2008).

Por ser formado em camadas o grânulo de amido pode ser visualizado em microscópio ótico. Sua identificação é possível em razão de às camadas de grânulos terem aparência clara e escura, tratadas termicamente em meio aquoso essas camadas se distanciam por causa da absorção de água (MENDES, 2011).

O amido é pouco solúvel em água fria, possui, quando no seu estado puro coloração branca e insípida, quando em solução à temperatura ambiente, sob agitação ocorre à formação de uma suspensão de caráter leitoso que se precipita quando em repouso, nesse estado observa-se que uma pequena fração de amido se solubiliza, acarretando um pequeno inchamento, esses fatores ocorrem em consequência da pouca solubilidade do amido, que é considerado pouco solúvel ou praticamente insolúvel. O responsável por essa característica são as ligações de hidrogênio que são interações intermoleculares muito fortes mantendo assim a união das cadeias poliméricas (PERONI, 2003; MATSUGUMA, 2006).

No entanto, quando a solução de amido é submetida ao aquecimento, acima da temperatura de empastamento, há o rompimento da estrutura cristalina proporcionada em razão do relaxamento das ligações de hidrogênio, proporcionando assim a interação das moléculas de água com os grupos hidroxilas do amido, causando o inchamento dos grânulos provocando o aumento do tamanho dos mesmos tornando-os parcialmente solúvel em água (SPIER, 2010).

É possível determinar a solubilidade do amido, para isso basta expressar a porcentagem da amostra antes e após a solução ser submetida ao aquecimento. Já o poder de inchamento dos grânulos, também pode ser determinado pelo aquecimento da amostra em excesso de água, sendo definido como o peso do sedimento inchado (g) por grama de amido (MATSUGUMA, 2006).

Segundo Ribeiro (2011) a expansão da molécula de amido pode ser irreversível se a temperatura a qual está submetida for maior que a de gelatinização, isso ocorre em consequência da perda da estrutura cristalina no gel expandido.

Para Araújo (2008) o aumento na solubilidade, claridade e viscosidade da pasta de amido são consequências diretas do intumescimento, além disso, estas propriedades são dependentes do pH e da temperatura.

2.3.2 Capacidade de absorção de água e óleo

Outra propriedade que mede o grau de modificação do amido e indica a possibilidade de utilização desses, é a absorção de água e óleo. A capacidade elevada de absorção de água é útil para preparar, mingaus, sopas e pudins instantâneos. Quando há grupos hidrofílicos disponíveis, o amido absorve água, mesmo submetido à temperatura ambiente. Sendo esta propriedade possível com o processo de modificação (MOURA, 2008).

No grânulo de amido existe molécula de água adsorvida denominada “água ligada” que demonstra à capacidade de superfícies moleculares formarem ligações não moleculares com a água, essas ligações são mais fracas que as demais, característica esta que influencia a expansão do mesmo, a qual é atribuída ao grânulo de amido nativo pela desassociação das moléculas de amilose e amilopectina (ALBUQUERQUE, 2011).

De acordo com Ribeiro (2011) a água absorvida não é elevada, porém provoca inchamento de 10 a 20% em relação ao seu tamanho inicial, apesar de o amido ser pouco solúveis em água fria. Fator esse creditado a difusão e absorção de água nas regiões amorfas. Entretanto, os grânulos de amido retornam ao estado original após secagem, mostrando que a expansão pode ser um processo reversível, apesar de na maioria dos casos serem irreversíveis.

Mendes (2011) afirma que os componentes da zona amorfa da amilose e de algumas amilopectina se expandem, expansão essa limitada por camadas contínuas de amilopectina. Característica importante na produção de produtos expandidos como biscoito, snacks entre outros.

2.3.3 Gelatinização e Retrogradação

A gelatinização é o colapso da ordem molecular no interior do grânulo de amido, manifestada através de mudanças irreversíveis em propriedades como inchaço granular, fusão de cristais, perda da birrefringência e solubilização do amido, que ocorre inicialmente no hilo do grânulo seguindo posteriormente para regiões periféricas (FERRINI, 2006).

De acordo com Mendes (2011) em temperaturas acima de 60° C, ocorre a ruptura irreversível do ordenamento molecular no interior do grânulo de amido quando em solução aquosa diluída, que resulta no processo de gelatinização e o amido torna-se transparente. O que provoca em determinado intervalo de temperatura a perda da birrefringência, que é típico para cada tipo de amido.

O amido possui em torno de 12 a 14% de umidade e para que não ocorra perturbação nas zonas cristalinas, a água fria que penetra nas regiões amorfas dos grânulos não deve ultrapassar 30% da massa do amido (RIBEIRO, 2004).

A gelatinização possui dois estágios comportamentais: no primeiro estágio a gelatinização ocorre a uma temperatura de 60 a 75°C, sendo limitado pelo intumescimento e a um baixo nível de solubilização. Enquanto que no segundo estágio ocorre em temperatura aproximadamente a 90° C, nesse estágio os grãos incham e se rompem, provocando uma solubilização de 30 a 60%. O intumescimento é uma propriedade em suma da amilopectina, já a amilose e a presença de lipídios inibem-no (BERTOLINI, 2010).

Enquanto ocorre a gelatinização muitos eventos ocorrem simultaneamente: difusão das moléculas de água para o interior do grânulo o que provoca vibração intensa das moléculas, ocasionando quebra das pontes de hidrogênio, com intumescimento limitado, nesse estágio ocorre à perda da birrefringência e cristalinidade do grânulo, fase essa conhecida de transição endotérmica, após esse estágio ocorre à absorção máxima de água tornando o grânulo plenamente intumescido e um decaimento do tempo para o relaxamento das moléculas de

água. A desorganização radial das cadeias de amilose e amilopectina é decorrência da perda da birrefringência durante o processo de gelatinização (RIBEIRO, 2004; BERTOLINI, 2010).

Para Mendes (2011) a propriedade de gelatinização possui características próprias para ocorrer, tais como, teor de água, pH, presença de sais, tamanho do grânulo, fonte botânica e intervalos de temperatura definidos. A suscetibilidade ao ataque enzimático aumenta à medida que o amido gelatiniza, apresenta viscosidade máxima na temperatura de gelatinização, ocorre aumento da viscosidade com o decréscimo de temperatura e novas pontes de hidrogênio serão formadas, ocorrendo assim à formação de um gel duro dependendo da concentração e tipo de amido presente na amostra (RIBEIRO, 2004).

Durante o processo de gelatinização e retrogradação ocorrem mudanças nos grânulos de amido, que são determinantes no comportamento de pasta, em temperatura constante de 95°C, nessa fase os grânulos se rompem e a solubilização do amido continua, ocorrendo a perda de viscosidade (MENDES, 2011).

No decorrer do resfriamento a amilose e a amilopectina que tinha solubilizado começam a reassociar-se novamente, aumentando assim mais uma vez a viscosidade, momento esse conhecido por tendência a retrogradação que depende da concentração e massa molar da amilose, presença de outros componentes químicos e temperatura de armazenamento (MATSUGUMA, 2006).

Existe uma crescente demanda no mercado consumidor de alimentos congelados, que de forma geral passam por sucessivos processos de congelamento e descongelamento durante o período de comercialização, o que provoca mudanças significativas na textura, perda de fluidos causando assim a perda de qualidade desse produto. A perda de fluido (sinérese) é denominada retrogradação, e provoca mudanças na estrutura de pasta do amido, após congelamento e descongelamento do mesmo. Essa liberação de água ou sinérese é uma propriedade indesejável que ocorre em consequência da retrogradação especialmente em produtos prontos como pudins, flans, musse entre outros produtos os quais são congelados e descongelados (MATSUGUMA, 2006).

Pode-se definir tendência a retrogradação como sendo a cristalização das moléculas de amido, este processo pode resultar em perda excessiva de água o

que pode causar endurecimento do produto desejado, esse processo de perda de fluido é a sinérese, por isso deve-se minimizar essa perda (FERRINI, 2006).

Com o intuito de adquirir estruturas mais ordenadas, usufruí-se do processo da retrogradação que é a reassociação das moléculas de amido, condição essa em que o amido retorna as condições iniciais como insolubilidade em água fria devido à formação de pontes de hidrogênio inteiras ou grupamentos, formando, assim, aglomerados maiores que precipitam (ARAÚJO, 2008; CAVALLINI, 2009).

Para Ribeiro (2004) a retrogradação é um fenômeno irreversível e ocorre mais rápido em temperaturas próximas de 0°C, o que resulta em diminuição do volume, aumento de firmeza do gel e sinérese, sendo a amilose a responsável por esse fenômeno em decorrência de sua estrutura linear. Elas se aproximam mais facilmente, enquanto que nas moléculas de amilopectina ocorre somente em sua periferia.

2.4.4 Claridade da pasta

Peroni (2003) pesquisando sobre amidos de diferentes fontes botânicas, concluiu que o amido é amplamente requisitado por indústrias de processamento de alimentos tanto em nível nacional como internacional, com o propósito na melhoria de propriedades tecnológicas no sistema de produção de alimentos. Propriedades essas que relaciona características estruturais e propriedades térmicas e de pasta.

Daiuto (2005) reporta que o inchamento e solubilização parcial do amido devem-se a perda da estrutura cristalina do grânulo durante o aquecimento em excesso de água, resultando no aparecimento das propriedades viscoelásticas do amido. Propriedades essas, dependentes das condições do tratamento térmico sofrido “cisalhamento e pressão, tempo e temperatura, teor de umidade e outros constituintes”, havendo a possibilidade de iniciar a fase de separação da amilose e amilopectina durante o processamento, o que resulta em um composto não puro, ou seja, heterogêneo.

Os principais determinantes do comportamento de pasta do amido são as mudanças que ocorrem nos grânulos durante a gelatinização e retrogradação (SPIER, 2010).

A claridade da pasta varia consideravelmente com a variedade genética do amido, além de ser alterada pelas modificações químicas sofridas pelos grânulos, sendo fator importante na aplicação do amido em alimentos estando diretamente relacionada com a tendência a retrogradarão, podendo então ser definida como o grau de transparência. Entretanto, amidos com alto teor de amilose têm tendência a possuir pastas mais opacas, enquanto amidos com teores de amilose menores formam pastas mais claras (APLEVICZ, 2006).

Há possibilidade de classificar as pastas de amido em três categorias: pastas transparentes, pastas moderadamente transparentes e pastas opacas. No entanto a claridade de pasta é influenciada pela retrogradação, pois, existe tendência de formar pastas mais opacas com amidos que possuem alta tendência a retrogradação (RIBEIRO, 2011).

Geralmente os grânulos de amidos são insolúveis em água fria, entretanto, sob aquecimento, os grânulos de amido incham, resultando numa pasta viscosa, fenômeno este conhecido por gelificação do amido. Depois de uma dada temperatura ocorre a gelificação dos grânulos maiores com posterior gelificação dos menores, sendo o método de medir é a relação amido água, tipo de grânulo e heterogeneidade no interior do grânulo influi na temperatura inicial de gelificação (PERONI, 2003).

De acordo com Albuquerque (2011) amidos com essas propriedades podem ser usados em molhos para saladas, como coberturas em tortas de frutas, espessantes e outros, pois, nestes casos a transparência é altamente vantajosa.

2.3.5 Viscosidade

A viscosidade é uma das propriedades funcional mais importante do amido, que depende da forma e tamanho da molécula e sua conformação adotada na solução. Decorrente do fornecimento de calor, a suspensão passa para uma pasta, pasta esta altamente viscosa, que quando submetido ao resfriamento à viscosidade permanece no gel formado, sendo possível a medida dessa variação de viscosidade por viscoamílografo, pois possibilita acompanhar as mudanças de viscosidade, sistema amido/água em relação à temperatura/tempo (RIBEIRO, 2011).

Segundo Zortea et al. (2011) é possível determinar a viscosidade de pasta através de dois fatores que são: o grau de inchamento dos grânulos, resistência desses grânulos à dissolução pelo calor ou à fragmentação pela agitação mecânica. Polímeros de peso molecular baixo como a amilose sob a ação da água e calor lixívia os grânulos de amido com mais facilidade.

De acordo com Mendes (2011) ocorre a quebra de viscosidade com a ação de temperaturas constantes (95°C), pois nesse estágio ocorre a quebra da estrutura dos grânulos.

Para Ribeiro (2011) quando em solução aquosa a estrutura da molécula de amido influencia a viscosidade, pois essas giram livremente, ocupa os espaços chamados “volume efetivo”. No caso de moléculas 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. No entanto se a molécula de amido for ramificada em igualdade de peso molecular o volume efetivo diminui o que dificulta o choque entre as moléculas diminuindo assim a viscosidade.

Brasileiro (2006) afirma que a viscosidade é uma propriedade importante em atributos de qualidade da aparência física dos alimentos como molhos, sopas etc.

2.4 MERCADO E APLICABILIDADE DO AMIDO NATIVO E MODIFICADO

O amido pode ser empregado diretamente na forma de grânulos, de grânulos intumescidos, dispersa, na forma de filme obtido da secagem de uma dispersão ou após extrusão, depois da modificação forma uma mistura de polissacarídeos ou glucose, que pode ser isomerizada enzimaticamente para frutose, essas características são únicas, o que permite larga aplicação industrial (SILVA et al., 2006).

De acordo com Cereda e Vilpoux (2005) existem cinco matérias-primas que compõe o mercado mundial de amido: que são amido de milho, trigo, mandioca, batatas e arroz, desses o mais expressivo é o de milho responsável por 75% da produção mundial e os maiores produtores são os Estados Unidos, China, União Europeia, Tailândia, Filipinas, Indonésia e Brasil, os quatros últimos somam juntos 8% do mercado mundial. Os maiores exportadores são Tailândia, Vietnã e

Indonésia e os maiores importadores a China e União Europeia, o amido produzido no Brasil tem sua produção quase que totalmente consumido em seu mercado.

O grande e crescente interesse pelos produtos amiláceos deve-se ao seu número elevado de aplicação, sendo as indústrias alimentícias as maiores consumidoras, mas seu uso não se limita somente nesse segmento, como também em indústrias química, têxtil, papelreira, siderúrgica, petroquímica e de construção civil (LEONEL; CEREDA, 2002; APLEVICZ; DEMIATE, 2007).

No entanto, os amidos nativos apresentam algumas limitações em relação as suas propriedades funcionais, o qual tem sido superado pela produção de amidos modificados, com o intuito de aumentar a aplicação e utilidade destes compostos na indústria principalmente a de alimentos. Sendo sua aplicação determinadas pelo tipo de modificação sofrida pelo amido (HENRIQUE et al., 2008; ZAVAREZE et al., 2009).

Os amidos são ditos nativos quando extraídos das suas fontes botânicas e não sofreram nem um dos tipos de modificação exposta acima, já os modificados são os que sofreram tais processos. O amido se apresenta em seu estado natural na forma de um pó branco e quando utilizado em determinadas aplicações não causam alteração sensorial por não possuírem certas propriedades organolépticas como odor e sabor (APLEVICZ; DEMIATE, 2007).

O amido é largamente utilizado em razão de sua abundância, baixo custo de produção, altamente calórico e melhorador de propriedades físico-químicas, controlando características como umidade, textura, aparência, estabilidade entre outras, tecnologia conhecida e de boa aceitabilidade pelos consumidores. Independente da fonte botânica o amido nativo ou modificado é um agregado importante na tecnologia de alimento (PEDROSO; DEMIATE, 2008).

A população mundial está aumentando, e juntamente à demanda por alimentos, principalmente por produtos pré-cozidos que sejam de fácil preparo, durabilidade e aparência. O que tem levado à indústria de alimento a procura de produtos que satisfaça a necessidade do consumidor. O que torna o amido um insumo muito desejável para o desenvolvimento de produtos alimentícios como: congelados, pratos prontos entre outros, o qual possui função de melhorar as características do alimento ou, mesmo, atuando como ingrediente, que pode

melhorar a estabilidade, cremosidade, atendendo e satisfazendo o consumidor nos seus hábitos alimentares (SILVA et al., 2006; CAVALLINI, 2009).

Além de servir como agente espessante, de enchimento, para aumentar ou alterar a viscosidade em alguns produtos e outros fins, como sopas, sorvetes; matéria-prima principal para produtos extrusados, como, por exemplo, em diversos tipos de salgadinhos; massas pré-cozidas; biscoitos; cereais matinais, assim como, ligar ou desintegrar; clarear ou tornar opaco; atrair ou inibir umidade; expandir ou tornar denso; produzir textura longa ou curta; lisa ou de polpa; estabilizar emulsões ou formar filmes resistentes a óleos; ingredientes funcionais em produtos de confeitarias, embutidos cárneos, molhos, pudins e substituto de gorduras em uma variedade considerável de produtos (PONTES, 2006; SILVA et al., 2006, PEDROSO; DEMIATE, 2008; ALBUQUERQUE, 2011).

Sá (2007) destaca que o fator que limita a aplicação do amido no desenvolvimento de produtos é a presença de uma natureza hidrofóbica, sendo a modificação desse uma alternativa para produzir materiais menos resistentes à percolação de água.

A produção de biofilmes comestíveis, que atua protegendo e aumentando à durabilidade do alimento, além da produção de biopolímeros como o papel que pode ser utilizado na colagem superficial ou como adesivo de revestimento são outras áreas de expressiva utilização do amido, pois é vantajosa a utilização desses para tais fins, em razão de colaborar com a preservação ambiental (HENRIQUE et al., 2008).

Em decorrência do crescente mercado de amido, está ocorrendo uma intensificação nas pesquisas em torno de novas matérias-primas amiláceas nos últimos anos. Saindo na frente os países de regiões tropicais como o Brasil em relação aos principais produtores de amido no mundo, que estão localizados em regiões temperadas, devido à variedade de culturas tropicais amiláceas, pois cada amido é único em decorrência de suas propriedades, a esse fator se deve a procura de novas fontes amiláceas, nesse contexto as regiões tropicais possuem vantagens, pois possui uma grande variedade de espécies amiláceas, a pupunha sendo uma palmácea de regiões tropicais rica em amido é uma alternativa para produção desses (LEONEL et al., 2005; LEONEL; CEREDA, 2002).

Brasileiro (2006) afirma que mais de 90% da produção de amido modificado no Brasil são destinados às indústrias de papel e papelão, apenas

uma pequena fração de sua produção é focalizada nas indústrias de alimento. Fator esse que mostra a necessidade de incrementar a produção e pesquisa do efeito sobre a saúde humana de amido modificado.

2.5 LEGILAÇÃO QUE REGULAMENTA A COMERCIALIZAÇÃO DO AMIDO

De acordo com Cereda et al. (2001) a legislação tem por premissa esclarecer, orientar e evitar fraudes que possa prejudicar o consumidor. Para tanto ela deve ser dinâmica de modo a estar sempre atualizada de maneira a atender a demanda e necessidade do consumidor, não importando a hierarquia.

O Brasil é o país líder na definição de padrões da América Latina, definições estas que são os alicerces para se estabelecer a legislação. Tendo, portanto um papel normativo, não obstante a legislação possui também não menos importante o papel de estabelecer a rotulagem dos produtos. Para a comercialização de produtos amiláceos o MERCOSUL exige o estabelecimento de normas e padrões (CEREDA et al., 2001) .

Féculas e amido são considerados sinônimos na legislação brasileira e francesa, apesar de na maioria dos países não existir distinção entre uma nomenclatura e outra, são chamados apenas de amido seguido da fonte botânica. De acordo com o Decreto nº 12.486 Brasil, (1978) amido é a denominação da fração amilácea encontrada em órgãos aéreos comestíveis dos vegetais (grãos, frutas etc.), enquanto que féculas é a denominação da fração amilácea encontrada em órgãos subterrâneos como (raízes, rizomas e tubérculos) (ARAÚJO, 2008; ALMEIDA, 2012).

Algumas características do amido comercializado na indústria alimentícia brasileira são estabelecidas pela Resolução do MERCOSUL nº 106/94, que considera os amidos quimicamente modificados como ingredientes, sendo, portanto mencionado na lista de ingrediente como amido modificado, além de ter que obedecer às especificações estabelecidas pelo *Food Chemical Codex*, 3rd, *Edition*, 1981 quando utilizados pela indústria alimentícia. Enquanto que os amidos nativos, modificados por via física ou os modificados enzimaticamente serão mencionados na lista de ingredientes como amidos (BRASIL, 1994).

A portaria nº 42 de 16/ 01/1998 do Diário Oficial da União (D.O.U) cita que é obrigatório registrar no Ministério da Saúde os amidos quimicamente modificado

mediante análises que verificam a identidade e pureza do produto, além de determinar a perda por secagem, teores de cinzas, pH, gorduras, proteínas e cloretos, segundo as normas técnicas estabelecidas pelo Food Chemical Codex (ALMEIDA, 2012).

A legislação do MERCOSUL estabelece o tipo de reagente e o limite máximo no produto final de substituinte pelo tratamento por esterificação. O máximo de resíduo permitido de anidrido acético é de 10%, para trimetil fosfato de sódio 2,5% e 0,1% de oxicloreto de fósforo (BRASIL, 1994).

Ainda de acordo com a Portaria nº 42 fica estabelecido o limite máximo de 80mg/kg de dióxido de enxofre, 0,5% para proteínas (N x 6,26), 2% de cinzas, 0,15% de gordura (extraída com CCl₄) e que possua sabor e aroma próprio de amido modificado (BRASIL, 1998).

Em 22/09/2005 foi publicado D.O.U a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 263, a mais recente publicação nesse sentido, o qual aprovou o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, constante no anexo desta resolução, tendo por objetivo fixar uma identidade além de características mínimas de qualidade que devem ter esses produtos, além do mais nessa resolução o amido ficou definido como sendo os produtos amiláceos extraídos de partes comestíveis de cereais, raízes, tubérculos e/ou rizomas como fécula. Assim como também pode-se, definir os amidos extraídos de raízes, tubérculos e/ou rizomas como fécula (BRASIL, 2005).

Já como, requisitos específicos ficaram definidos a umidade máxima permitida para farinhas, amidos de cereais e farelos de 15,0% (g /100 g), enquanto que para amido ou fécula de batata uma umidade máxima de 21,0% (g/100g) assim como para o amido ou fécula de mandioca uma umidade máxima de 18,0% (g/100g) (BRASIL, 2005).

2.6 MODIFICAÇÕES DO AMIDO E MODIFICAÇÃO POR SUCCINILAÇÃO

A indústria de alimentos está em busca de inovação para o mercado, e o amido é muito utilizado nessas indústrias devido a sua abundância, baixo custo de produção, além de suas propriedades funcionais serem relativamente desejáveis para os alimentos, assim como também para produtos não alimentares (MENDES, 2011).

No entanto o amido em sua forma nativa apresenta certas restrições, como insolubilidade em água fria, perda de viscosidade após cozimento entre outras, o que os torna menos adequados para determinadas tipos de aplicação (BERTOLINI, 2010).

Para contornar esse fator, o amido tem sido modificado pela introdução de pequenas quantidades de grupos iônicos em suas moléculas, essa modificação pode ser conseguida por métodos químicos, físicos, enzimáticos, genéticos ou pela combinação de ambos, antes de seu uso, com intuito de melhorar suas propriedades funcionais de acordo com a aplicação, amido modificado por esses processos apresentam características únicas. Essa melhoria pode ser percebida pela sua funcionalidade em relação à estabilidade/qualidade dos produtos em comparação ao amido nativo, como temperatura de gelatinização, resistência ao aquecimento e resfriamento, formação de géis, viscosidade, entre outros (XIE et al., 2005; SILVA et al., 2006; BERTOLINI, 2010).

O amido modificado é conseguido na sua maioria por processos físicos e químicos. O amido modificado fisicamente altera o tamanho dos grânulos e melhora a solubilidade, que é conseguida pela combinação de calor, pressão, umidade, irradiação e cisalhamento além do atrito mecânico, a primeira delas é a mais importante. Sendo a pré-gelatinização e o anelamento as modificações físicas mais importantes. Já pela modificação química os métodos mais usados são o tratamento com ácido, *cross-linking*, oxidação, e por substituição, como a eterificação e esterificação (XIE et al., 2005; HU et al., 2009; SANTOS, 2012).

Para Xie et al. (2005) o avanço e desenvolvimento de novas tecnologias trouxe outro método de modificar o amido, que é conseguido pela introdução de agentes que reduz a atividade enzimática, o que favorece a produção de maior quantidade de amilose, amilopectina e fósforo, assim como ativa outras funcionalidades diferentes da do amido comum. As alterações ocasionadas por essas enzimas ocorrem no decorrer do crescimento da planta. Essa modificação é conhecida como método genético, tais alterações também podem ocorrer sem interferência humana pela mutação genética natural a longo tempo (COSTA, 2010).

Os processos enzimáticos de modificação do amido visam à transformação dos amidos em maltose, dextrinas e glicose, sendo a maltose e a glicose

utilizadas na produção de produtos e bebidas fermentáveis e não fermentáveis enquanto que a dextrina tem seu uso para produzir cola (SANTOS, 2012).

De acordo com Pedroso e Demiate (2008) o amido nativo normalmente não é tão eficiente em certas aplicações o que torna o amido modificado desejável e vantajoso tecnologicamente sua aplicação em determinados produtos. Devido a esse fator, esses amidos possuem maior flexibilidade de funções sendo utilizados como agentes ligantes, de umidade, texturas e também produção de gomas carragena e xantana. Além de notável substituto de gordura, o que melhora a maciez e suculência do produto, como também de resistir ao cozimento prolongado.

Estudos mostram que existem várias classificações do processo de modificação de amido, a primeira delas é a separação entre a modificação física e química, e a outra em reações degradativas e não degradativas. As reações degradativas alteram a estrutura tanto física quanto química do amido, de maneira que suas propriedades não são mais reconhecidas, já a não degradativa ocorre poucas mudanças em sua aparência e estrutura o que torna difícil identificar se o amido sofreu modificação ou não (CEREDA et al., 2003).

O tratamento químico é possível devido o amido possuir grande número de radicais hidroxílicos, o que torna ele altamente reativo com diferentes reagentes como, por exemplo, o anidrido succínico. Sendo o amido formado por monômeros de glicose ligados em α -1.4 e α -1.6, por reação degradativa a muita derivação desse devido ao ataque químico produzindo compostos de cadeia menor mais estável para aplicação em determinados ramos industriais (CEREDA et al., 2003).

As modificações químicas na estrutura e propriedades funcionais do amido são influenciadas pelas propriedades eletrolíticas dos grupos introduzidos e o grau de substituição, mas também dependem da fonte botânica do amido (CEREDA et al., 2003).

Segundo Song et al. (2010) o grau de substituição (GS) indica o grau de modificação, sendo que em cada resíduo de glicose há três radicais hidroxilas livres, assim teoricamente o número máximo de substituição do amido é três. O grau de substituição é o número médio de grupos hidroxilas substituído (expresso em base molar) em uma unidade de glicose da estrutura do amido. E a porcentagem de utilização do reagente adicionado é expressa em % de grupo como é o caso do succinil.

A produção e demanda por amidos modificados é determinada de acordo com o grau de modernização e ao forte hábito de consumo da população, o qual se deve ao maior desenvolvimento dos países, o que leva a indústria a se modernizar e investir em novos produtos como pratos prontos entre outros, que satisfaça o desejo do consumidor (BERTOLINI, 2010).

Para atender esse demanda Bertolini (2010) relata que a finalidade de modificar o amido é acentuar características que sejam positivas, minimizar ou eliminar a indesejáveis presentes no amido nativo: como baixa viscosidade (dificuldade de movimentação), alta susceptibilidade a retrogradação (o qual forma géis opacos, sinérise e falta de estabilidade de congelamento/descongelamento), além de adicionar novas propriedades como grupos hidrofílicos.

2.6.1 Succinilação

A existência de alto grau de grupos hidroxilas e carbonílas livres nos monômeros de glicose no amido nativo, nos carbonos 2, 3 e 6 da molécula monomérica, torna a molécula de amido altamente reativa, permitindo então a possibilidade de introdução de grupos substituintes iônicos como os succinatos, de baixo GS (0,01 a 0,1), o qual converte-o, em um polieletrólito de caráter hidrofílico. Esse tratamento químico faz com que os derivados de amido adquiram propriedades típicas do mesmo, como fragilidade interna dos grânulos, aumento do caráter hidrofílico e viscosidade da solução, além de serem adicionadas outras propriedades aos succinatos como, baixa temperatura de gelatinização, solubilidade, reduzida tendência a retrogradação, claridade de pasta, elevado poder de espessar assim como a facilidade em formar filme (BAO et al., 2003; LAWAL, 2004a).

Moorthy (2000) reporta que a adição de alto GS aos succinatos, torna o amido solúvel em água fria, característica esta favorável para serem usados como ligantes e espessantes em alimentos.

A succinilação é um bom exemplo de tratamento químico com intuito de substituição, tratando-se de uma reação de estabilização por processo de esterificação. Esta modificação enfraquece as ligações internas que mantêm os grânulos unidos, sendo comumente usado para esse processo de substituição o

anidrido succínico, e o anidrido octenil-succínico. O tempo de duração da reação é determinante para elevar o percentual de grupos succinil adicionado à molécula de amido, quanto maior o tempo de duração da reação maior será o grau de substituição (Figura 9), sendo muito utilizado como catalisador para essa esterificação ácidos orgânicos como a piridina a trietilamina entre outros (BHANDARI; SINGHAL, 2002; BEEMILLER; WISTLER, 2009).

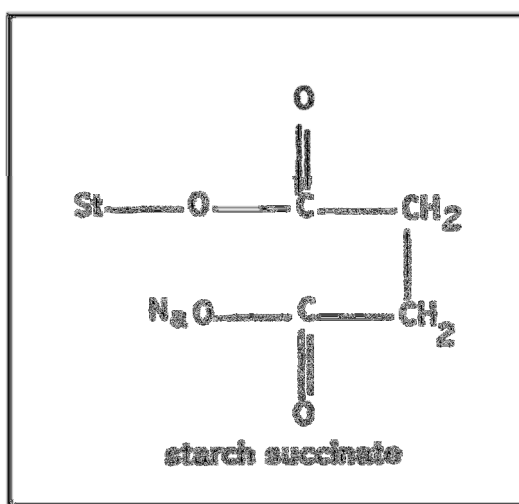


FIGURA 9 – Estrutura do amido succinilado

Fonte: Bhandari; Singhal (2002)

Bertolini (2010) reporta que ocorre um bloqueio da associação intermolecular devido à conversão dos grupos hidroxilas da molécula de amido em grandes grupos éteres e ésteres, o que acarreta géis e pastas mais estáveis, com reduzida tendência a retrogradação. Além do mais, esta via de derivação pode acarretar um maior número de íons ânions, devido à espécie de grupo introduzido, o qual diminui mais ainda a formação de associação intermolecular, provocando maior estabilidade das pastas.

O GS expressa o número de radicais introduzidas nas moléculas de amido, indicado pelo valor médio de substituição de moles ou de unidade de glicose (UG) de substituto por mol de UG, assim sendo um derivado de amido com GS 0,06 significa 6 substituições por 100 UG. Amidos comerciais eterificados ou esterificados apresentam geralmente um GS menor que 0,2, ou seja, menos de 20 substituições por 100 UG. O valor do GS é muito importante para definir o tipo de utilização do amido submetido a esse processo (SWINKELS, 1996).

Ainda de acordo com Swinkels (1996) pode-se obter succinato de amido tratando o grânulo de amido com uma suspensão alcalina aquosa de anidrido succínico. Enquanto que pelo tratamento de suspensão aquosa de amido com anidrido octenil-succínico obtêm-se, o semi-ésteres de octenil-succínico.

Bemiller (2009) reporta que a presença de canais ou poros nos grânulos pode afetar a distribuição dos grupos substituintes nas unidades monoméricas do amido, assim como na proporção de amilose e amilopectina, no rearranjo entre elas, na natureza e a turgidez do grânulo como também em sua superfície.

O amido modificado por succinilação tem suas propriedades físico-químicas alterada, fator desejável para inúmeras aplicações industriais, como por exemplo, em produtos alimentares e não alimentares como excipientes de fármacos, em indústrias têxteis e de papel (SANTOS, 2012).

A reação de succinilação depende de vários fatores para ocorrer, como: pH, concentração do reagente e duração da reação. O controle das condições da reação garante a eficácia da modificação, pois minimiza a hidrólise dos derivados que podem ser formados no decorrer da reação e os efeitos do anidrido, além de contribuir com as reações de substituição (RIBEIRO, 2011).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Extrair e modificar quimicamente o amido de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) pela reação de succinilação e estudar as principais propriedades funcionais.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair o amido da pupunha;
- Modificar o amido extraído da pupunha por reação de succinilação com anidrido succínico;
- Caracterizar as propriedades funcionais como solubilidade dos grânulos, poder de inchamento, capacidade de absorção de água e óleo, gelatinização, tendência a retrogradação, claridade da pasta, e viscosidade dos amidos nativo e modificado.

4. METODOLOGIA

4.1 EXTRAÇÃO DO AMIDO DA PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)

De um sítio situado a 30 km da Cidade de Monte Negro Rondônia foi adquirido um cacho de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) pesando 8 kg do qual foi feita a seleção dos frutos quanto à sanidade e maturação, que desses 5 kg foi levado ao Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), que em seguida foi lavado em água corrente, descascado e cortado em pequenos pedaços e pesado, obtendo 3,2 kg de pupunha descascada e picada.

A metodologia de extração do amido da pupunha se deu segundo a metodologia de Oliveira et al., (2001) com algumas modificações, a polpa de pupunha após separação dos componentes indesejáveis foi triturada em liquidificador de baixa rotação por 5 minutos, a polpa obtida foi filtrada e a suspensão foi submetida à cocção por 3 minutos com temperaturas variando de 20-30°C para facilitar a decantação do amido, devido o teor elevado de óleo e caroteno na mistura amido-água.

Após a cocção a suspensão obtida foi posta para decantar por um período de 12 horas o sobrenadante separado. O amido decantado foi recuperado, esse procedimento se repetiu por três vezes com o intuito de total recuperação do amido e separação do óleo e do caroteno presente na suspensão.

A pasta de amido obtido foi seca em estufa com circulação de ar da marca nova Etica^R, modelo 400 D, a $40 \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas. O amido seco foi pulverizado em gal de porcelana e peneirado em malha de 80 mesh acondicionado em recipiente limpo, seco e hermeticamente fechado.

4.2 MODIFICAÇÃO DO AMIDO DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)

A metodologia utilizada foi a descrito no estudo de Ribeiro (2011) com algumas adaptações. Em 100g de amido foram adicionados 500 ml de água destilada e agitada vigorosamente em agitador magnético. Após o processo de agitação o pH foi ajustado para 8,0 utilizando solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 1mol/L. Em seguida 10,2 g de anidrido succínico foram adicionadas

lentamente durante 30 min., mantendo o pH em torno de 8 a 8,5, após a adição de todo o anidrido succínico a reação prosseguiu por mais 5 min. O pH foi então ajustado para 4,5 utilizando-se solução de ácido clorídrico (HCl) 0,5 mol/L. A amostra foi lavada e filtrada a vácuo utilizando-se de bomba a vácuo, em funil de buchner através de papel de filtro comum e então lavada três vezes com água destilada, e levada para secar por 72 horas a 40 ± 2 °C em estufa com circulação forçada de ar marca nova Etica^R, modelo 400D. O amido seco foi pulverizado em grau de porcelana, peneirado (abertura de 80 mesh) e conservado sob refrigeração.

4.3 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO

4.3.1 Poder de inchamento e solubilidade

O método utilizado para determinar o poder de inchamento e a solubilidade dos amidos foi adaptada por Ribeiro (2011). Pesou-se em triplicata 0,1g de amido nativo e modificado em tubos de centrífuga previamente tarados, o qual foi adicionado 10 ml de água destilada em cada tubo. As suspensões foram agitadas em agitador de tubos por 30 segundos e levada ao banho-maria marca (QUIMIS^R, modelo 0334M-14) por 30 minutos a temperaturas de 55 a 90°C. O poder de inchamento e solubilidade foi determinado nas seguintes temperaturas 55, 60, 70, 80, 85 e 90°C. Após a obtenção da temperatura desejada, os tubos foram retirados do banho-maria, fechados e centrifugados por 15 minutos a 3400 rpm (rotação por minuto) (1000g) em centrífuga. Uma alíquota de 5 ml foi retirada do sobrenadante e colocada em cadinhos de alumínio previamente tarados e levados para secar em estufa marca (nova Etica®, modelo 400D) a 105 °C por 48 horas, para determinação da massa de amido solubilizado. Os tubos, previamente tarados, contendo os grânulos de amido intumescidos foram pesados para determinar o poder de inchamento. A solubilidade foi calculada pela relação da massa solúvel e a massa inicial de amido, expressa em $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em base seca, já o poder de inchamento foi obtido pela relação da massa final intumescida pela massa inicial de amido.

4.3.2 Capacidade de absorção de água e óleo

O método utilizado para determinar a capacidade de absorção da água e do óleo do amido nativo e modificado em triplicata foi o adaptado e descrito por Mendes (2011). Em tubos de centrifugas previamente tarados foram adicionados 0,1 g de amido o qual foi solubilizado em 10 ml de água (destilada) ou óleo (óleo de soja Soya, Bunge – Indústria Brasileira). A suspensão foi homogeneizada durante 30 segundos e em seguida deixada em repouso por 30 minutos. Posteriormente os tubos foram fechados e centrifugados por 15 minutos a 3400 rpm (1000 g). As paredes externas dos tubos foram secos e estes pesados. A massa da água ou do óleo absorvidos é expressa em $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de amido em base seca.

4.3.3 Claridade da pasta e tendência a retrogradação

A transmitância (%T) foi determinada como descrito por Ribeiro (2011) com algumas adaptações. Suspensões de amido (0,1%, 0,5%, 1%, 1,5% e 2,0%) em 10 ml de água foram homogeneizadas por 30 segundos e aquecidas durante 30 minutos, em banho com água fervente com agitação de 30 segundos a cada 5 minutos. A transmitância foi determinada a 650nm utilizando um espectrofotômetro (marca QUIMIS[®], modelo Q7980P). Depois de realizado a determinação da claridade de pasta, foi monitorada a tendência a retrogradarão, na qual as suspensões de amido foram estocadas por 24 h a 4°C, para nucleação. Decorrido esse tempo, as suspensões foram estocadas, em temperatura de 30°C, por 1-9 dias. Durante este período, foram realizadas medidas diárias da transmitância e absorbância em espectrofotômetro à 650nm nos dias 1, 4, 5, 6, 7, 8, e 9 (APLEVICZ; DEMIATE, 2007).

4.4.4 Viscosidade

A viscosidade foi determinada, em triplicata, utilizando o Viscosímetro Rotativo Microprocessado marca Quimis[®], modelo Q860M21. O qual em um béquer de 500 ml foi adicionado 100 ml de água destilada com posterior adição

de amido nativo e succinilado a 1%, variando a temperatura de 55-95 °C (55, 65, 75, 85, 90 e 95°C) (BRASILEIRO, 2006).

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas de poder de inchamento e solubilidade, capacidade de absorção de água e óleo, para os amidos nativos e succinilados, foram realizados em triplicata e calculou-se a média e desvio padrão, com o auxílio do software EXCEL, Microsoft[®]. Já a claridade de pasta e a tendência a retrogradação foi realizada em função da concentração o qual foi utilizado o software descrito acima para realizar a representação gráfica desse e dos demais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PODER DE INTUMESCIMENTO (PI) E SOLUBILIDADE DOS GRÂNULOS

De acordo com Araújo (2008), o PI e a solubilidade são dependentes da fonte botânica do amido, do tipo e extensão da modificação sofrida por ele, uma vez e que essas propriedades revelam informações importantes sobre a integridade granular.

5.1.1 Poder de Intumescimento (PI)

Os resultados obtidos para o PI (inchamento) do amido nativo e succinilado da pupunha nas temperaturas de 55, 60, 70, 80, 85 e 90°C se encontram exposto na Figura 10.

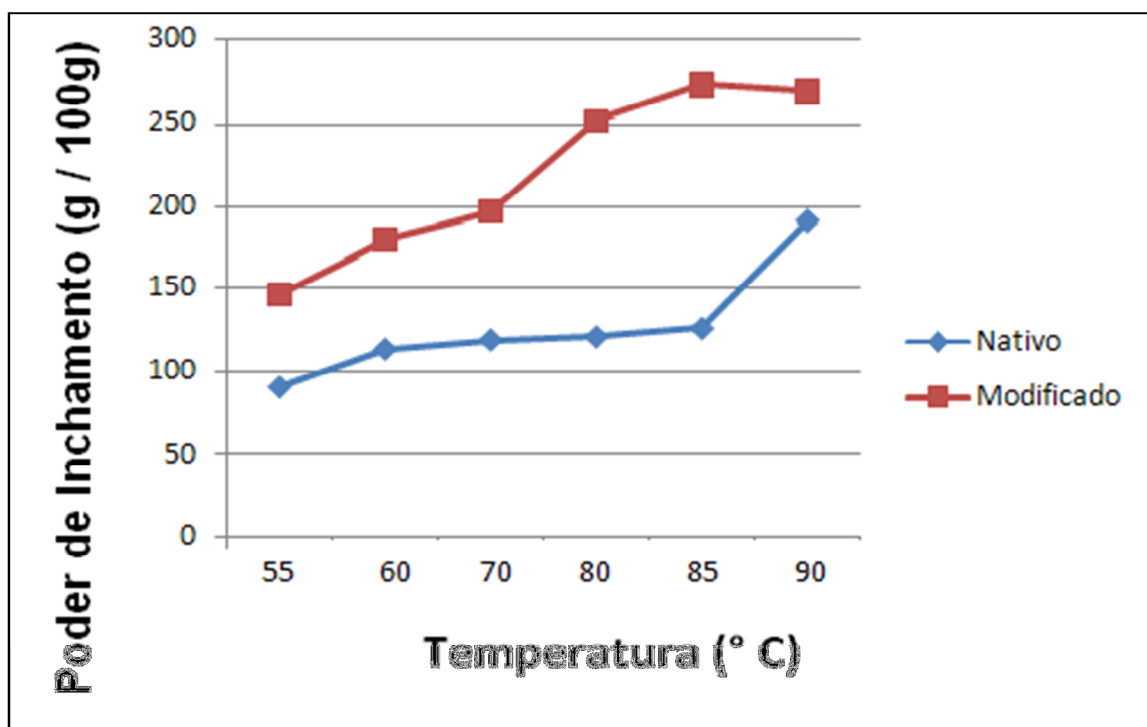


Figura 10 - Efeito da temperatura no poder de intumescimento (g/100g) do amido nativo e succinilado da pupunha

Pelo apresentado na figura 10 o aumento nos valores (164, 179,3, 196,8, 251,92, 273%) para o PI em amido succinilado se deu a partir de 55 até 85°C,

tendo maior aumento a partir de 70°C, ou seja, na temperatura prevista que ocorre a gelatinização dos grânulos e uma sensível queda (269%) a partir de 90°C. Já, para o amido nativo o PI aumentou (90,85, 113,92, 119,5, 121,3, 126,4 e 191%) à medida que a temperatura aumentava, apresentando aumento expressivo a partir de 85°C.

O amido succinilado apresentou o PI maior que o nativo em todas as temperaturas analisadas. Pode-se concluir também, que o PI mostrou-se dependente da temperatura, devido esse aumento de temperatura enfraquecer as ligações internas dos grânulos, permitindo dessa maneira a entrada de água nos espaços intermoleculares.

Pesquisas realizadas por Almeida (2012), quando estudando amido de taro, Mendes (2011), analisando amido extraído da semente de manga, Ribeiro (2011), observando o PI de mandioca, Sá (2007), estudando as propriedades funcionais do amido de fruta-pão, Brasileiro (2006), analisando amido de inhame e Lawal (2004b), ao avaliar amido de milho híbrido, todos pelo mesmo método, também observaram que o PI aumenta com o aumento da temperatura, assim como os resultados obtidos no presente estudo.

Segundo os autores supracitados, o aumento do PI em amido succinilado, se deve a introdução de grupos volumosos de succinil de alta polaridade, retardando o rompimento do grânulo e ainda promovendo uma reorganização da estrutura da molécula, acarretando maior poder hidrofílico, facilitando dessa maneira a penetração de água em seu interior. Além disso, com o aumento da temperatura as atividades termodinâmicas do amido se elevam, acarretando maior mobilidade de suas moléculas, contribuindo ainda mais para o aumento do poder de inchamento.

5.1.2 Solubilidade

Os valores obtidos para solubilidade dos amidos, nativo e modificado por succinilação estão expressos na Figura 11.

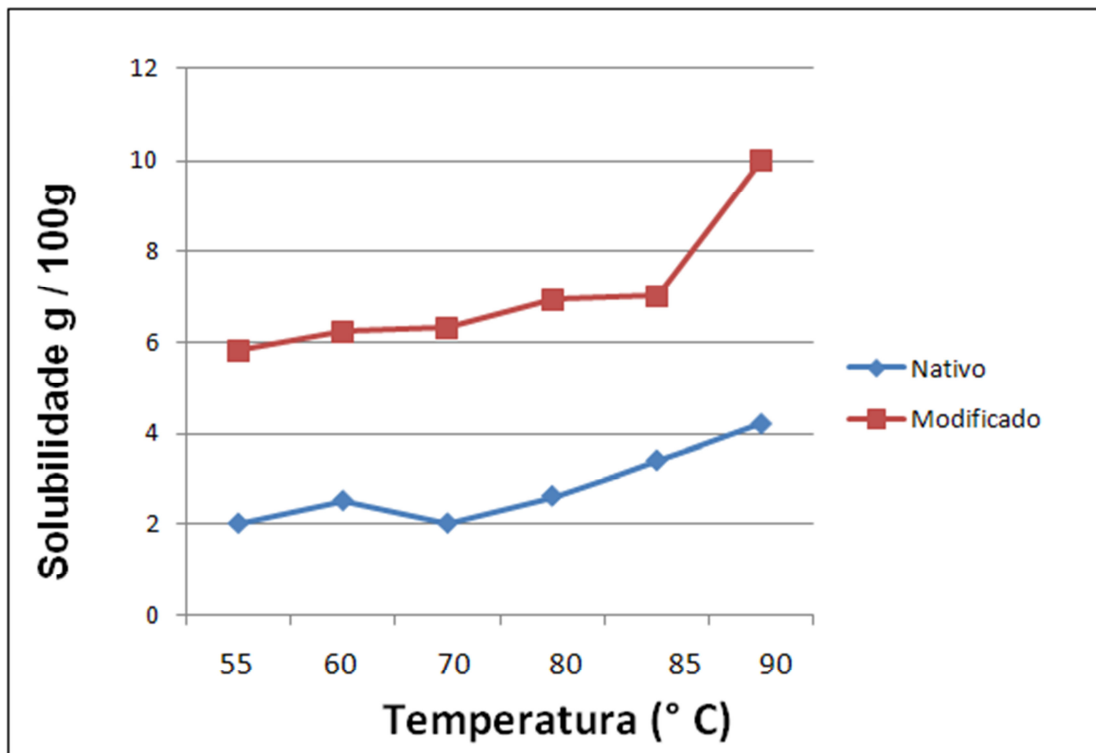


Figura 11 – Efeito da temperatura na solubilidade (g/100g) do amido nativo succinilado de pupunha

Como ilustrado na figura 11 assim como ocorreu para o PI à medida que a temperatura aumentou a solubilidade das duas amostras também se elevou. Além disso, o amido que sofreu modificação química apresentou maior solubilidade a 90°C (10%), em relação ao nativo (4,2%). Constata-se também que as duas amostras apresentaram maior elevação na solubilidade a partir de 70°C, temperatura próxima a prevista para a gelatinização (75°C).

O presente estudo obteve resultados próximo ao de Almeida (2012), quando analisou amido de taro pelo método de Succinilação a 90°C e constatou também que a solubilidade aumenta com a elevação da temperatura.

Lawal (2004a), Brasileiro (2006) e Araújo (2008), avaliando as propriedades funcionais do amido de milho, inhame, batata-doce e fruta-pão respectivamente, observaram, assim como nesse estudo, que a solubilidade aumenta com o aumento da temperatura.

E ainda de acordo com Sá (2007), Araújo (2008) e Limberger et al. (2008), o aumento da solubilidade do amido diante de temperaturas elevadas, se deve à quebra das ligações de hidrogênio presente nas moléculas de amido, as quais permitem a ligação entre as moléculas de água à estrutura granular do amido.

Além do mais, a presença de inúmeros grupos hidroxilas do amido ficam livres, resultando dessa maneira em um aumento significativo da solubilidade, devido à formação de pontes de hidrogênio entre estes grupos e moléculas de água. Discorre-se também que a succinilação favorece o aumento da solubilidade, em decorrência da introdução de grupos succinil na molécula de amido, o que lhe confere maior caráter hidrofílico, por causar enfraquecimento de suas ligações internas, responsáveis pela junção dos grânulos, facilitando assim a entrada de água e conseqüentemente a sua solubilização.

5.2 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA) E ÓLEO (CAO)

Os valores da capacidade de absorção de água e óleo expressos em g/100 dos amidos estudados estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Capacidade de Absorção de Água e Óleo dos amidos nativos e succinilados da pupunha

Amido	CAA (g/100g de amido*)	CAO (g/100g de amido*)
Nativo	192,44 ± 0,0001	190,73 ± 0,00003
Succinilado	362,63 ± 0,00	188,70 ± 0,00006

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

Como destacado na tabela acima a CAA aumentou depois de o amido ser succinilado atingindo 362,63 g/100g em relação ao nativo 192,44 g/100g, enquanto que a CAO tanto para o amido nativo quanto para o succinilado diminuíram atingindo valores 190,73 g/100g e 188,70 g/100g, observando que houve certa redução na CAO para o amido succinilado.

Brasileiro (2006) analisando as propriedades funcionais de amido nativo e modificado de inhame por succinilação chegou a resultado semelhante, observando que a CAA do amido succinilado (86,30%) foi maior do que a do

nativo (68,40%), enquanto que a CAO foi menor tanto para o nativo (64,40%) como para o succinilado (63,00%), havendo redução da CAO para o modificado.

Os estudos apresentados por Lawal (2004b) para amido de milho nativo e succinilado tiveram a mesma tendência de CAA do presente estudo, obtendo os seguintes valores: 44% para o amido nativo e 95% para o succinilado, observando significativo aumento de CAA no amido succinilado. Já para a CAO os valores foram 25% e 20% para o amido nativo e succinilado respectivamente, observando que para as duas amostras a CAO foi menor, além de ocorrer redução da CAO quando succinilado.

Os resultados encontrados no presente estudo se assemelham, por meio da mesma metodologia, aos de Sá (2007), Araújo (2008), Ribeiro (2011), Almeida (2012), em seus estudos quando da utilização do amido de fruta-pão, amido de batata-doce, amido de mandioca e amido de Taro, respectivamente.

Já os resultados apresentados por Mendes (2011) quando analisou amido extraído da semente de jaca e modificado por succinilação diferem deste estudo, uma vez que a CAA e CAO para o amido succinilado (85,66 e 57,33%) foram menores em comparação com o nativo (98,58 e 59,78%).

Ressalta-se também que tanto a CAA como a CAO foram maior para o nativo e succinilado quando comparado com os estudos citadas.

A causa do aumento da capacidade de absorção de água nos amidos succinilados é a introdução de grupos funcionais volumosos de succinil, o qual provoca uma repulsão eletrostática, facilitando dessa maneira a percolação da água para dentro da matriz do grânulo, devido à presença de grupos hidroxilas e carbonilas presentes na molécula de glicose. No entanto a longa cadeia de substituintes succinil hidrofílicos assim como a presença de substâncias contaminantes provavelmente prejudica a absorção de óleo no amido succinilado. (ARAÚJO, 2008; MENDES, 2011; ALMEIDA, 2012).

5.3 CLARIDADE DA PASTA E TENDÊNCIA A RETROGRADAÇÃO

A claridade de pasta pode variar de muito clara a totalmente opaca. Em decorrência de esta propriedade estar ligada à dispersão da luz, devido ao modo em que a amilose se associa a outros componentes presentes no amido, a exemplo de lipídeos e fibras. Esse, após cozido, intumesce e perde a

birrefringência, permitindo assim a difusão da luz em seu interior, tornando possível a detecção de sua transparência (CONTO et al., 2011; MENDES, 2011).

De acordo com Mendes (2011) lipídeos, fibras e a presença de pigmentos, diminuem a claridade de pasta, pois provoca a reflexão da luz difusamente, quando essa atinge tais partículas, sendo posteriormente reabsorvida pelas mesmas, como também a presença de pigmento atua diminuindo o comprimento de onda ideal para absorção da luz.

Ainda de acordo com Ribeiro (2011), não são somente as forças intermoleculares as responsáveis pela opacidade, mas também podem ser devido às forças intramoleculares ligadas às estruturas da amilopectina, assim como o aparelho (espectrofotômetro) utilizado e a fonte botânica da qual foi extraída o amido.

Os resultados de claridade da pasta do amido nativo e succinilado da pupunha, obtidos por transmitância, estão representados na Figura 12.

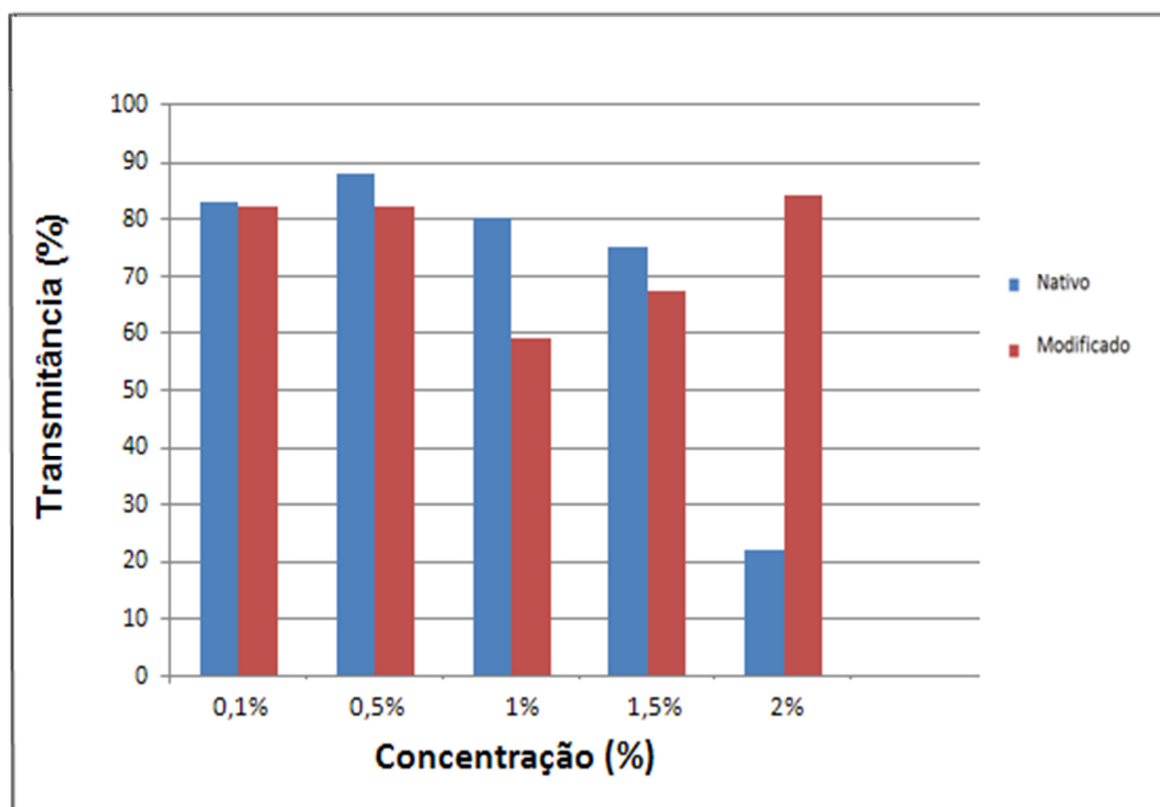


Figura 12 – Claridade da pasta do amido nativo e succinilado, medido em transmitância (650nm)

Como expresso na figura 12 acima o amido nativo apresentou maior claridade de pasta em concentrações de (0,1, 0,5, 1,0, 1,5%), já o amido succinilado teve maior claridade em suspensão a 2,0%, tendo menor claridade a 1,0%.

Na Tabela 2 estão representados os resultados obtidos para tendência a retrogradação, baseado nos valores de transmitância das suspensões.

Tabela 2 - Tendência a retrogradação dos amidos, nativo e succinilado

% de Transmitância (650nm) em Função da Concentração										
Conc. Tempo	Amido Nativo					Amido Succinilado				
	0,1 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %	0,1 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %
1º dia	83	88	80	75	22	82	82	59	67	84
4º dia	87	82	81	80	80	79	79	75	78	64
5º dia	82	82	66	59	51	79	49	28	41	30
6º dia	82	39	59	18	13	73	44	29	19	48
7º dia	89	89	4	6	6	75	37	18	19	15
8º dia	84	84	82	83	6	66	39	24	23	15
9º dia	82	83	80	81	18	80	56	56	55	58

Observa-se pela tabela 2 que no primeiro dia de armazenamento, o amido nativo apresentou maior Transmitância 88% a 0,5% de concentração, enquanto que o succinilado apresentou maior transmitância a 2,0% (84%). Já a partir do 4º e 5º dia, as amostras tanto do amido nativo quanto o succinilado para todas as

concentrações diminuíram, ou seja, eles apresentaram forte tendência a retrogradação.

No 6º dia de armazenamento pôde-se observar pequeno e constante aumento na claridade de pasta para o amido succinilado a 2,0% de concentração, ou seja, baixa tendência a retrogradação, as outras amostras, nativa e modificada, continuaram a diminuição da transmitância. Já no 7º dia a transmitância no amido nativo aumentou nas concentrações 0,1 e 0,5% e depois voltou a diminuir até o fim da análise, enquanto que a claridade de pasta do amido succinilado apresentou sensível queda no 7º e 8º dia para todas as concentrações e voltou a aumentar no 9º dia.

Constata-se que no presente estudo a concentração da suspensão influencia na claridade de pasta tanto do amido nativo como o succinilado e que as concentrações mais baixas apresentaram picos mais definidos para ambas as amostras no decorrer do tempo.

Ribeiro (2011) relata que a tendência a retrogradação em amido nativo pode ser indicada por baixos valores na % de transmitância. A qual pode ser reduzida pela introdução de grupos funcionais volumosos como o succinil. O que não ocorreu com o presente estudo, pois houve varias oscilações de pico no decorrer do tempo.

5.6 VISCOSIDADE

Os valores obtidos para a viscosidade, em função do aumento da temperatura, dos amidos nativo e succinilado da pupunha estão representados na Figura 13.

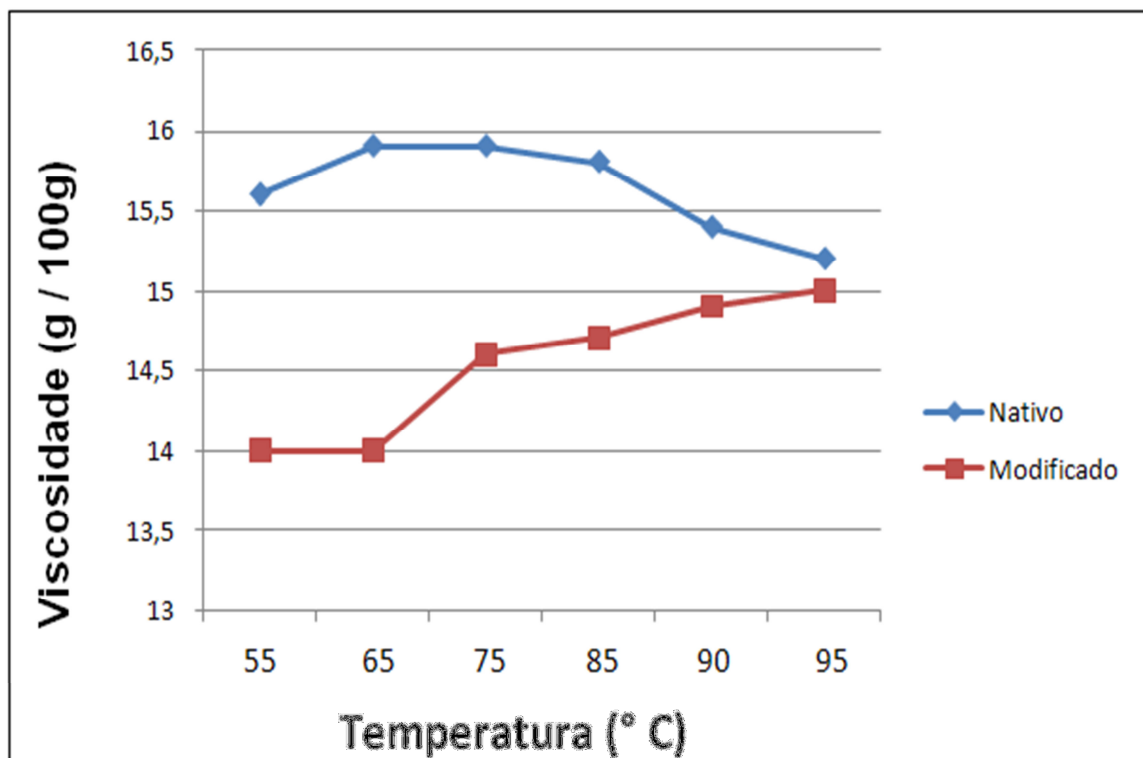


Figura 13 – Viscosidade de pastas de amidos, nativo e succinilado da pupunha em função da temperatura

Como expresso na figura 13 a viscosidade de ambas as amostras de amido foram distintas a 55° C, e em todo o decorrer das temperaturas analisadas. Sendo a viscosidade do amido nativo maior do que a do succinilado, mesmo havendo aumento em sua viscosidade, pode-se inferir também que durante o aquecimento a mudança de viscosidade para ambas foram mínimas, quando comparado com as fontes amiláceas tradicionais, podendo ser utilizado em produtos que não requerem viscosidade muito alta. Nota-se também que sua viscosidade é baixa devido à configuração do viscoamilosímetro.

O amido nativo apresentou pico de viscosidade máxima a 65°C e permaneceu constante até 75°C, a partir dessa temperatura a viscosidade apresentou continuo e rápido decréscimo até o fim da análise, ou seja, possui baixa resistência a altas temperaturas. Convém ressaltar que a suspensão de amido nativo apresentou pouca resistência para atingir a temperatura do pico máximo de viscosidade, porém para atingir temperaturas maiores apresentou maior resistência. Pode-se caracterizar esse amido como de fácil empastamento. Podendo ser usado em alimentos de preparo instantâneo, como sopa, macarrão, mingau etc. Enquanto que o amido succinilado, não houve mudança de

viscosidade até 65°C, seguido de aumento contínuo durante todo o processo a partir desse patamar, apresentando muita resistência para atingir altas temperaturas principalmente a partir de 90°C, infere-se também, que não houve pico de viscosidade para o amido modificado, necessitando de uma temperatura maior que 95°C.

Vieira (2004), analisando amido nativo de mandioquinha-salsa, também observou baixa temperatura de empastamento, assim como baixo tempo para atingir o pico de viscosidade, seguida de quebra de viscosidade após tal pico, concordado com os resultados do presente estudo.

Brasileiro (2006), estudando amido nativo e modificado de inhame, observou que a viscosidade aumenta em ambos, porém seus resultados foram contrários aos desse estudo, pois o amido succinilado apresentou pico de viscosidade definido, enquanto que o nativo não.

Em estudo das propriedades funcionais do amido nativo e modificado pelo mesmo método dessa análise, em amido de batata-doce, Araújo (2008) relatou que a viscosidade também aumentou com o aumento da temperatura, e constatou que a viscosidade é superior no amido succinilado em comparação com o nativo.

Song et al. (2010) analisando amido nativo de milho e sorgo respectivamente, expuseram maior pico de viscosidade para o amido nativo, como infere a presente pesquisa.

Assim como as demais propriedades estudadas nessa pesquisa, a viscosidade do amido também pode ser afetada por vários fatores, como elevado teor de amilose, lipídeos, número, comprimento e distribuição das ramificações na cadeia de amilopectina, pois esta última favorece o inchamento do grânulo e a formação de pasta, já teor elevado de amilose e lipídeos inibem tais propriedades (BRASILEIRO, 2006).

A viscosidade é uma propriedade desejável dependendo do tipo de aplicação, pois para cada utilização escolhe-se uma viscosidade adequada. O empastamento alto é desejável para rechear torta, pois facilita o transporte, enquanto que para produção de pratos instantâneos, como sopas, preparo de gelatina, pudins é desejável baixa viscosidade.

CONCLUSÃO

Com bases nas análises realizadas com o extrato amiláceo da pupunha, constatou-se que a modificação química por succinilação aumentou o poder de intumescimento, solubilidade, capacidade de absorção de água e diminuiu a capacidade de absorção de óleo. Além de apresentar alta resistência a temperaturas mais elevadas.

O amido succinilado teve sua viscosidade aumentada, porém foi menor que a do nativo. Apresentou maior claridade de pasta em suspensão mais concentrada.

Tanto o amido nativo como o succinilado no geral teve sua tendência a retrogradação diminuída.

Considerando estas características, o amido succinilado poderá ser aplicado em alimentos que necessitem de altas temperaturas de cozimento (sopas desidratadas), produtos esterilizados, alimentos infantis e em alimentos semi-prontos, que serão submetidos ao forno microondas. Pode ser utilizado também, em produtos de panificação, em produtos cárneos como embutidos, devido proporcionar maior umidade, equilibrando emulsões, por também possuir um ótimo poder de intumescimento.

Por apresentar baixa capacidade de absorção de óleo é ideal para produção de produtos fritos, proporcionando maior crocância. Além de poder ser utilizado na confecção de balas, doces em geral, recheios, coberturas e bebidas lácteas, devido sua menor claridade de pasta.

Já o amido nativo por apresentar maior viscosidade, claridade de pasta e baixa resistência a altas temperaturas pode ser utilizado em alimentos instantâneos como sopas, macarrão, pudins etc.

Em ambas as amostras a tendência a retrogradação foi diminuída o que favorece sua aplicação em produtos que ficam por tempo prolongado estocado como, por exemplo, produtos congelados.

De forma geral o perfil funcional constatado nos amidos nativos e succinilado de pupunha foram variáveis, o que possibilita uma ampla gama de aplicação para as indústrias alimentares.

Vale destacar que o processo de extração e purificação do amido da pupunha carece de mais pesquisas, principalmente por apresentar alto teor de óleo e carotenóide.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. S. M. **Estudo das Características Estruturais e das Propriedades Funcionais do Amido de Semente de *Jaca (Artocarpus heterophyllus Lam)* Variedades “Mole” e “Dura”**. 2011. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://bdt.d.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/15/TDE-2012-11-23T110450Z-1915/Publico/Arquivototal.pdf> Acesso em: 11 fevereiro 2013.

ALMEIDA, E. C. **Amido Modificado de Taro (*Colocasia esculenta L. Schott*): Propriedades Funcionais**. 2012. 144p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimento) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012. Disponível em: <http://bdt.d.biblioteca.ufpb.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2264> acesso em: 07 abril 2013

APLEVICZ K. S. **Caracterização de Produtos Panificados à base de Féculas de Mandioca Nativas e Modificadas**. 2006. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) Ponta Grossa, 2006. Disponível em: <http://www.uepg.br/mestrados/mescta/Arquivos/Dissertacoes/APLEVICZ,_KS.pdf> Acesso em: 12 fevereiro 2013

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: 24 janeiro 2013

ARAÚJO V. Q. **Propriedades funcionais e térmicas do amido de batata-doce (*Ipomoea batatas L.*) nativo e modificado quimicamente**. 2008. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de

Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, 2008. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp066099.pdf>>. Acesso em: 11 fevereiro 2013

BAO, J. et al. Physical properties of octenyl succinic anhydride, Rice, wheat and potato starches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. USA, v. 51, p. 2283-2287, 2003. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1267017>> Acesso em: 18 fevereiro 2013

BHANDARI, P. N.; SINGHAL, R. S. Studies on the optimisation of preparation of succinate derivatives from corn and amaranth starches. **Carbohydrate Polymers**. Mumbai, 47, p. 277–283, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861701002028>> Acesso em: 31 janeiro 2013

BEMILLER, J.N.; WISTLER, R.L. **Starch: Chemistry and Technology**. USA, 3 ed. Academic Press, 2009.

BENINCA, C. **Emprego de Técnicas Termoanalíticas na Análise de Amidos Nativos e Quimicamente Modificados de Diferentes Fontes Botânicas**. 2008, 76p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008. Disponível em: <http://www.bicen-tede.uepg.br/tde_arquivos/7/TDE-2008-09-22T140930Z-203/Publico/Cleoci%20Beninca.pdf> Acesso em: 29 de janeiro 2013

BERTOLINI, A. C. **Starches: Characterization, Properties and Applications**. USA, 19p. CRC Press, 2010.

BEZERRA, J. L. et al. Relatório Técnico de Perícia Realizada para Detecção de Monilophthororeri em Sementes de Pupunha. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA**, Ceplac/Cepec, 18 de Junho de 2002. Disponível

em:<<http://www.agricultura.gov.br/pesquisa?op=consultar&page=2&maxRow=33&termo=pupunha&tipoPesquisa=todos>> Acesso em: 10 abril 2013

BOVI, M. L. A. **Palmito Pupunha**: Informações Básicas para Cultivo. Boletim Técnico, 173. Campinas, 50p. Instituto Agrônômico, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. 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: 12 abril de 2013

BRASIL. Ministério da Saúde. 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.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 1004, de 11 de dezembro de 1998. Aprova o Regulamento técnico sobre atribuição de função de aditivos, aditivos e seus limites máximos de uso para a categoria 8 – Carne e Produtos Cárneos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 de dezembro de 1998. p. 28-32.

Brasil. Ministério da Saúde. **Alimentos regionais brasileiros**. Brasília: Ministério da Saúde. 1. ed. 2002.

BRASIL. Resolução CNNPA nº 12.486 de 1978. Aprova as Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revista pela CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos), relativas a alimentos e bebidas, para efeito em todo território brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de Julho de 1978. Disponível em: <<http://br.vlex.com/source/dou-diario-oficial-da-uniao-2080/issue/1978/7/12/06>> Acesso em: 28 março 2013.

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://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp045451.pdf>> Acesso em: 31 janeiro 2013

CAVALLINI, C. M. **Estudos da modificação ácido-etanólica do amido de mandioca seguida de moagem**. 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho, São Jose do Rio Preto, 2009. Disponível em:<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/brp/33004153070P3/2009/cavallini_cm_me_sjrp.pdf> Acesso em: 31 janeiro 2013

CHAIMSONH, F. P. **Cultivo de Pupunha e produção de Palmito**. Viçosa: Aprenda Fácil. 121p, 2001.

CEREDA, M. P.; et al. **Propriedades gerais do amido**. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas). Campinas: Fundação Cargill, 2001. v. 1, 224 p. Disponível em: <<http://www.abam.com.br/revista/revista7/riquezas.php>> Acesso em: 02 abril 2013

CEREDA, P. M; VILPOUX, O. O Mercado de Amido no Mundo. **Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca**. RJ. Ano II, nº. 9, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.abam.com.br/revista/revista9/ceteagro.php>> Acesso em: 01 abril 2013

CEREDA, M. P. et al. Amidos modificados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003, v.3, Cap.12, p. 246-332.

CLEMENT, C. R.; MARGARET, C. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belem: Cifor, Imazon, 2005.

CLEMENT, C. R. **Comunicação pessoal**, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus-AM 2000a. Disponível em:

<<http://www.inpa.gov.br/pupunha/revista/revista.html>> Acesso em: 19 dezembro 2012

CLEMENT, C. R. **Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000b. 48p. (Série Frutas Nativas). Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000041&pid=S0100-2945200200030005500003&lng=en> Acesso: 19 dezembro 2012

CLEMENT, C. R. et al. Recursos genéticos de pupunha (Genetic resources of peijibaye). In: Sousa, N. R.; Souza, A. G. C. (Eds.). Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental: conservação, pesquisa e utilização. **Embrapa Amazônia Ocidental**, Manaus. p. 143-187, 2001. (Brasil) (ISBN 85-89111-01-6). Disponível em: <http://www.inpa.gov.br/pupunha/revista/biogen/biogen-clement-et-al_2001.pdf> Acesso em: 10 abril 2013

CLEMENT, C. R.; BOVI, M. L. A. Padronização de Medidas de Crescimento e Produção em Experimentos com Pupunheira para Palmito. **ACTA Amazônia**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 349-362, 2000. Disponível em: <<http://acta.inpa.gov.br/fasciculos/30-3/PDF/v30n3a01.pdf>> Acesso em: 21 fevereiro 2013

CLEMENT, C. R. et al. **Peach Palm (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Roma: IPGR, 1997. 83 p. (Promoting the Conservation and Use of Underutilized and neglected Crops, 20.).

CLEMENTE, E. et al. Características de Qualidade de Farinhas Mistas de Trigo e Polpa de Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Alimento e Nutrição**. Araraquara, v. 23, n. 4, p. 655-660, out./dez. 2012. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/2084/2084>> Acesso em: 10 abril 2013

CONTO, L. C. et al. Physico-chemical, morphological, and pasting properties of Pine nut (*Araucaria angustifolia*) starch oxidized with different levels of sodium hypochlorite. **Starch/Starke**, v.63, p. 198-2008, 2011. Disponível em:

<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/star.201000133/pdf>> Acesso em: 21 fevereiro 2013

COSTA, F. J. O. G. **Emprego de Técnicas Termoanalíticas na Análise de Amidos Nativos e Modificados de Mandioca**. 2010. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade estadual de ponta grossa, Ponta grossa, 2010. Disponível em: <http://www.bicentede.uepg.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=610> Acesso em: 29 janeiro 2013

COUTO, L. et al. A Cultura da Pupunha para Produção de Palmito: Sistema de Produção e Processamento Industrial. **Sociedade de investigações florestais**, Viçosa: UFV, 1999. 34p (Documento 20).

DAIUTO E. R. **Características de féculas de tuberosas e suas relações com resistência dos géis sob condições de estresse aplicadas na industrialização de alimentos**. 2005. 162 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração em Energia e Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2005. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp042629.pdf>>. Acesso em: 11 fevereiro 2013

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 em: 09 fevereiro 2013

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) de cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e 70 propriedades do amido em duas épocas de colheita**. 2004. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/available/..cristiane.pdf> Acesso em: 31 janeiro 2013

FERRINI, L. M. K. **EFEITO DA MODIFICAÇÃO ÁCIDO- METANÓLICA NAS CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E FÍSICOQUÍMICAS DE AMIDOS DE MILHO E MANDIOCA**. 2006. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, São Jose do Rio Preto, 2006. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/brp/33004153070P3/2006/ferrini_lmk_me_sjrp.pdf> Acesso em: 31 janeiro 2013

GOMES, D. M. **Variabilidade Fenotípica de Caracteres vegetativos e Reprodutivos em População de Pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth)**. 2007. 84p. Dissertação (Mestrado Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Instituto Agronômico. Campinas, 2007. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/dissertacoes/pb1202805.pdf>> Acesso em: 27 março 2013

HENDERSON, A. ***Bactris* (Palmae)**. Flora Neotropical. New York, v.79, p.1-181, 2000.

HENRIQUE, C. M. et al. 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, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/32.pdf>> Acesso em: 25 janeiro 2013

HU, G. et al. Preparation and characteristics of oxidized potato starch films. **Carbohydrate Polymers**. Tianjin v.76, n.2, p.291-298. 2009. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/229414722_Preparation_and_characteristics_of_oxidized_potato_starch_films> Acesso em: 18 fevereiro 2013

KULCHETSCKI, L. et al. **Palmito pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth): espécies, cultura, manejo agrônômico, usos e processamentos**. Ponta Grossa: UEPG, 2001. 148p.

LAWAL, O.S. Composition, physicochemical properties and retrogradation characteristics of native, oxidized, acetylated and acid-thinned new cocotam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. **Food Chemistry**, Ogun. v. 87, n.2, p. 205-218, 2004b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814603006162>> Acesso em: 02 abril 2013

LAWAL, O. S. Succinil and acetyl starch derivatives of a hybrid maize: physicochemical characteristics and retrogradation properties monitored by differential scanning calorimetry. **Carbohydrate Research**, Ogun. v. 339, p. 2673-2682, 2004a. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000862150400374X>> Acesso em: 18 março 2013

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, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v22n1/a12v22n1.pdf>> Acesso em: 18 janeiro 2013

LEONEL, M. et al. Espécies tuberosas tropicais como matérias-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 em: 03 abril 2013

LIMBERGER, V. M. et al. Modificação Química e Física da quirela de arroz para Aproveitamento na Indústria de Alimentos. **Química Nova**, Santa Maria v.31, n.1, p. 84-88, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n1/a18v31n1.pdf>> Acesso em: 19 março 2013

MATSUGUMA, L. S. **CARACTERIZAÇÃO DO AMIDO DE MANDIOQUINHA SALSA (*Arracacia xanthorrhiza*) NATIVO E MODIFICADO POR OXIDAÇÃO**. 2006. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2006. Disponível em: <http://www.uepg.br/mestrados/mescta/Arquivos/Dissertacoes/MATSUGUMA,_LS.pdf> Acesso em: 31 janeiro 2013

MENDES, M. L. M. **Caracterização para fins industriais dos amidos nativo e modificados extraídos de amêndoas de sementes de manga, variedade “Tommy Atkins”**. 2011. 131f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://bdtd.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/15/TDE-2011-10-06T081547Z-1210/Publico/arquivototal.pdf> Acesso em: 31 janeiro 2013

MOORTHY, S. N. Large scale industrie: in BALAGOPALAN, C. **Integrated Technologies for value addition and post harvest management in: tropical tuber cropa**. Thiruvananthapuram: Central tuber crops reseach institute, Cap. 6, p. 106-137, 2000.

MORA-URPÍ, J. El Pejibaye (*Bactris gasipaes*): Origen, biologia floral y manejo agronômico. p. 118-160. In: Palmeiras poco utilizadas da America Tropical. **FAO/CATIE**. Turrialba, 1984. São Jose Costa Rica. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000079&pid=S0102-0536201200010002500010&lng=en> Acesso em: 27 março 2013

MORA-URPÍ, J. et. al. Diversidad genética em pejibaye. I. Razas y poblaciones híbridas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOLOGIA, AGRONOMIA Y INDUSTRIALIZACION DEL PIJUAYO, 4.1993. San Jose. **Anais...**, San Jose: Universidade Costa Rica, 1993. p. 11-19. Disponível em: <<http://www.pejibaye.ucr.ac.cr/Taxonomia/Taxonomia1.htm>> acesso em: 15 abril 2013

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.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp138888.pdf>> Acesso em: 31 janeiro 2013

MUCCILLO, R. C. S. T. **Caracterização e Avaliação de Amido Nativo e modificado de Pinhão Mediante Provas Funcionais e Térmicas**. 2009. 81f.

Tese (Doutorado em Engenharia – Área de Concentração: Fenômenos de Transporte e Operações Unitárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp124098.pdf>> Acesso em: 31 janeiro de 2013

OLIVEIRA, A. M. M. M.; MARINHO, H. A. Development of panettone made of peach palm flour (*Bactris gasipaes* Kunth). **Alimento Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 4, p. 595-605, out./dez. 2010. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1271/a13v21n4>> Acesso em: 10 abril 2013

OLIVEIRA, D. C. **Caracterização e Potencial Tecnológico de Amidos de Diferentes Cultivares de (*Manihot esculenta* Crantz)**. 2011. 142f. Dissertação (Mestrado – Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95768/296887.pdf?sequence=1>> Acesso em: 11 fevereiro 2013

OLIVEIRA, L. P. et al. Processo fermentativo para produção de bebida alcoólica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. Brasília, ano 3, nº. 19, p. 50-54 março/abril. 2001. Disponível em: <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio19/bio_19.pdf> Acesso em: 25 janeiro 2013

OLIVEIRA, L. S. **Caracterização Nutricional da Silagem do Co-Produto da Extração do Palmito da pupunha**. 2008. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) Itabatinga-Ba, 2008. Disponível em: <<http://www.uesb.br/ppz/defesas/2008/mestrado/leandro.pdf>> Acesso em: 18 janeiro 2013

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: 24 dezembro 2013

POLESI, L. F. Amido Resistente: Aplicações e Métodos de Produção. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 29, n.º. 2, , p. 211-222, jul./dez. 2011. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/view/25486/17122>> Acesso em: 18 janeiro 2013

PONTES, A. E. R. **Desenvolvimento de pão de forma sem adição de açúcares, gorduras e emulsificantes, com o uso de enzimas e amido de mandioca modificado**. 2006. 83f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=210> Acesso em: 11 fevereiro 2013

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 'Julio de Mesquita Filho', Campus de São Jose de Rio Preto, São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/brp/33004153070P3/2003/peroni_fhg_me_sjrp.pdf> Acesso em: 11 fevereiro 2013

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://bdtd.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/15/TDE-2011-11-22T101429Z-1304/Publico/arquivototal.pdf> Acesso em: 31 janeiro 2013

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

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://bdtd.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/15/TDE-2011-11-22T101429Z-1304/Publico/arquivototal.pdf> Acesso em: 21 fevereiro 2013

SANTOS, T. P. R. **Produção de Amido Modificado de Mandioca com Propriedade de Expansão**. 2012. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômica (UNESP) Campus Botucatu. Botucatu, 2012. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0802.pdf>> Acesso em: 18 janeiro 2013

SEBIO, L. **Desenvolvimento de Plástico Biodegradável a Base de Amido de Milho e Gelatina pelo Processo de Extrusão: Avaliação das Propriedades Mecânicas, Térmicas e de Barreira**. 2003, 179p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) Campinas, 2003. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=555> Acesso em: 09 fevereiro 2013

SILVA, G. O. et al. Características físico-químicas 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://www.scielo.br/pdf/cta/v26n1/28869.pdf>> Acesso em: 28 março 2013

SILVA, P. P. M. **Utilização do Palmito Basal de Pupunha em Alternativa ao Palmito Foliar, visando aumentar o aproveitamento da Palmeira *Bactris Gasipaes***. 2008. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo (USP) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../Paula_Silva.pdf> Acesso em: 10 abril 2013

SILVA, P. V. **AVALIAÇÃO DO PALMITO PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth) PROCESSADO POR RADIAÇÃO IONIZANTE**. 2009. 74p. Dissertação (Mestrado em Ciência na área de Tecnologia Nuclear - Aplicações) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Priscila%20Vieira%20da%20Silva_M.pdf> Acesso em: 18 janeiro 2013

SONG, X. et al. Characteristics and application of octenyl succinic anhydride modified waxy corn starch in sausage. **Starch/Starke**, Weinheim. v. 62, p. 629-636, 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/star.201000043/pdf>> Acesso em: 24 março 2013

SPIER, S. **Efeito dos Tratamentos Alcalino, Ácido e Oxidativo Nas Propriedades de Amido de Milho**. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado 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: 12 fevereiro 2013

SWINKELS, J. J. M. **Industrial Starch Chemistry: Properties, modifications and applications of starch**. Vandam: AVEBE, p. 48, 1996.

TRACZ, A. L. A. **Propagação Vegetativa de Pupunheira (*Bactris gasipaes* H. B. K.) a Partir de Perfilhos**. 2005. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrônomicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/ciencias_artigos/13pupunheira.pdf> Acesso em: 04 abril 2013

VIEIRA, F. C. **Efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre características físicas e funcionais dos amidos de mandioca-salsa (*Aracacia xanthorrhiza*), de batata-doce (*Ipomoea batatas*) e de gengibre (*Zingiber of ficinale*)**. 2004. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São

Paulo, 2004. Disponível em:
<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../fabiana.pdf>> Acesso em: 31 janeiro 2013

XIE, X. et al. Starch Modifications and Applications. In: CUI, S. W (Ed.). **Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties, and Applications**.CRC Press, 2005. cap. 8, p. 357-406.

YUYAMA, K. Melhoramento de pupunheira para produção de palmito no INPA. Manaus, Amazonas: **INPA**, 2005. 5p. (Relatório apresentado na Reunião Técnica do Projeto de ProBio/MMA Pupunha – Raças Primitivas e Parentes Silvestres).

ZAVAREZE, E. R. et al. Poder de inchamento e solubilidade de amido de arroz submetido ao tratamento térmico com baixa umidade. **Brazilian Journal of Food Technology (ITAL)**, Pelotas.v.2, p. 31-35, jan., 2009. Disponível em:
<http://bjft.ital.sp.gov.br/artigos/especiais/especial_2009/v11_edesp_07.pdf>
Acesso em: 28 janeiro 2013

ZORTEA, 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 em: 13 fevereiro 2013