



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

MÁRLIA BARBOSA PIRES

OBTENÇÃO DE FARINHAS DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) PARA
APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

BELÉM- PA

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

MÁRLIA BARBOSA PIRES

OBTENÇÃO DE FARINHAS DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) PARA
APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Prof. Dr. Antonio M. C. Rodrigues (Orientador)

Prof^ª. Dr^ª. Luiza Helena Meller da Silva (Co- Orientador)

BELÉM- PA

2013

MÁRLIA BARBOSA PIRES

**OBTENÇÃO DE FARINHAS DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) PARA
APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antonio Manoel da Cruz Rodrigues
FEA/ITEC/UFPA- Orientador

Profa. Dra. Luiza Helena Meller da Silva
FEA/ITEC/UFPA- Co-orientadora

Profa. Dra. Edna Regina Amante
CAL/UFSC-Membro

Prof. Dr. Rosinelson da Silva Pena
FEA/ITEC/UFPA – Membro

BELÉM- PA

2013

Agradeço a Deus e

Aos meus queridos pais, Maria do Carmo e Cândido Pires, por todo amor, carinho, compreensão, fé e estímulo.

Ao meu companheiro, Paulo Marcio, que com enorme paciência e dedicação, me acompanhou durante toda esta jornada.

Ao meu Filho, Paulo Henrique, simplesmente por ser a razão da minha vida.

Em especial a minha querida avó, Nazaré Vilhena Barbosa, que tanto incentivou e acreditou em mim, e nos deixou sem presenciar este momento de vitória, que tenho certeza que seria de grande felicidade para ela.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível com a ajuda e apoio de muitas pessoas. As palavras são poucas para expressar tamanha gratidão a elas.

Agradeço a Deus por estar me iluminando, protegendo e me dando forças para seguir em frente.

À Universidade Federal do Pará e ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade da realização deste trabalho. Também ao LEQ, ao LAMEFI e, todos os funcionários que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Manoel da Cruz, pela confiança, paciência, incentivo e orientação.

À minha Co- Orientadora, Luiza Helena Meller, pela confiança, incentivo, orientação e carinho. Obrigada por entender minhas ausências!

Aos Colegas do LAMEFI, que acompanharam esta jornada e compartilharam de momentos bons e ruins. Em especial á Rutelene Pinheiro pela amizade e ajuda. Obrigada a todos!

À Universidade Federal de Santa Catarina e ao LABCAL, por cederem a estrutura física e os equipamentos para a realização de algumas análises.

À Prof. Dra. Edna Regina Amante, pela calorosa recepção, confiança, carinho e orientação. Muito obrigada!

Aos colegas do laboratório de frutas e hortaliças do LABCAL, pelo carinho com que nos receberam e aos amigos, Maria Laura, Pedro Henrique e Ricardo, que nos acolheram e acompanharam durante este período.

Aos meus pais, pelo apoio, incentivo e compreensão. Aos meus amores, Paulo Marcio e Paulo Henrique, pelo carinho que torna tudo menos difícil, Á minha querida prima, Jislaine, por me ajudar a cuidar do meu príncipe, sem você tudo seria mais difícil.

A todos os familiares pela dedicação, todos de uma forma ou outra são responsáveis por esta vitória.

Agradeço a Deus, todos os dias, por ter colocado em meu caminho pessoas tão maravilhosas!

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores da banca examinadora, por aceitarem o convite.

“Os primeiros passos de nossas vidas são amparados por nossos pais, e os seguintes por seus ensinamentos.”

RESUMO

PIRES, Márlia Barbosa, **Obtenção de farinhas de pupunha (*Bactris gasipaes*) para aplicação no desenvolvimento de produtos**, 2013, 90f, Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.

Objetivou-se neste trabalho obter farinhas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) da variedade Vaupés, visando sua utilização na elaboração de produtos alimentícios. Nesta pesquisa avaliou-se a composição físico química, as propriedades tecnológicas (viscosidade, capacidade de absorção de água, absorção de óleo, emulsificante e formação de espuma) e a morfologia de quatro lotes de farinhas de pupunha, FP1 (sem cozimento e sem casca); FP2 (sem cozimento e com casca); FP3 (com cozimento e sem casca) e FP4 (com cozimento e com casca). Além disso, foram extraídos amidos das farinhas sem cozimento, sendo estes AMIDO 1 (extraído da farinha sem casca) e AMIDO 2 (extraído da farinha com casca), onde avaliou-se a composição físico- química, a viscosidade, o poder de inchamento e de solubilização, além do teor de amilose. As farinha de pupunha apresentaram valores de umidade de acordo com a legislação vigente, exceto a FP2, e teores consideráveis de lipídeos (acima de 10%) e carboidrato (acima de 59 %), e excelente fonte energética (acima de 390Kcal/100g). As propriedades tecnológicas demonstraram que os diferentes lotes de farinha de pupunha tem comportamentos diferenciados umas das outras, demonstrando aplicabilidade em diferentes produtos. Já os resultados obtidos para o amido de pupunha demonstraram que o método de extração não é o mais adequado, pois o teor de lipídeos (2%) esta acima do indicado para amido. A avaliação da viscosidade demonstrou que o amido de pupunha apresentou comportamento similar ao de amidos cerosos, e modificados usados industrialmente, este comportamento é justificado pelo baixo teor de amilose (1,2%), enquadrando o mesmo no faixa de amidos cerosos.

Palavras – chave: Farinha de pupunha, Amido de pupunha, Propriedades tecnológicas.

ABSTRACT

PIRES, Márlia Barbosa, **Obtaining of peach palm (*Bactris gasipaes*) flour for application in product development**, 2013, 90f, Thesis (Master) - Program graduate in food science and technology. Federal University of Pará, Belém ,Pará.

The aim of this work was to obtain peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) flours of the variety Vaupés, for their use in the preparation of food products. This research evaluated the physicochemical composition, the technological properties (viscosity, water absorption capacity, oil absorption, emulsifying and foaming) and the morphology of four batches of peach palm flours, FP1 (without cooking and without peel), FP2 (without cooking and with peel); FP3 (with cooking and without peel) and FP4 (with cooking and peel). Furthermore, starches were extracted from peach palm flours without cooking: STARCH 1 (extracted from flour without peel) and STARCH 2 (extracted from flour with peel), in which the physicochemical composition, viscosity, amylose content, swelling power and solubility were evaluated. The peach palm flours presented moisture values according to current legislation, except FP2, considerable amounts of lipids (above 10%) and carbohydrates (above 59 %) and excellent energy source (above 390 kcal/100g). The technological properties showed that different batches of peach palm flours have different behaviors from each other, demonstrating applicability to different products. The results for the peach palm starch demonstrated that the extraction method is not the most appropriate, because the lipid content (2 %) is above the allowed for starch. The evaluation of the viscosity demonstrated that the peach palm starch presented similar behavior of the waxy starches and modified starches that are used industrially. This behavior is explained by the low amylose content (1.2 %), demonstrating that this material is a waxy starch.

Keywords: Peach palm flour, Peach palm starch, Technological properties.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Pupunheira (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth- Arecaceae).....	15
FIGURA 2- Frutos de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	16
FIGURA 3- A) Estrutura da amilose [polímero linear composto por D-glicoses unidas em α -(1-4)]. B) Estrutura da amilopectina [polímero ramificado composto por D-glicoses unidas em α -(1-4) e α -(1-6)].....	20
FIGURA 4- Representação esquemática do grânulo de amido.....	20
FIGURA 5- Organização das regiões amorfas e cristalinas do amido.....	21
FIGURA 6- Classificação da cadeia de amilopectina.....	23
FIGURA 7- Esquema representativo da gelatinização do amido.....	24
FIGURA 8- Fotomicrografias dos amidos de mandioca (A), biri (B), batata (C) e araruta (D), mandioquinha-salsa (E) e milho (F).....	27
FIGURA 9- Curva típica de secagem.....	29
FIGURA 10- Aspecto visual dos frutos de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth) usados no estudo.....	33
FIGURA 11- Fluxograma de obtenção das farinhas de pupunha.....	34
FIGURA 12- Fluxograma de extração de amido a partir da farinha de pupunha.....	35
FIGURA 13- Fruto de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	36
FIGURA 14- Equipamento <i>Rapid Visco Analyser</i> (RVA), da marca PERTEN, série RVA 4500.....	40
FIGURA 15- Imagem das farinhas de pupunha após o processamento: FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca.....	46
FIGURA 16- Percentual de farinha de pupunha retida em cada malha. FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca.....	48
FIGURA 17- Perfil de viscosidade dos quatro lotes de farinha de pupunha. FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca.....	54

FIGURA 18- Microscopia eletrônica de varredura das farinhas de pupunha (aumento de 2000x). A- Farinha de pupunha sem cozimento sem casca; B- Farinha de pupunha sem cozimento com casca; C- Farinha de pupunha com cozimento sem casca e D- Farinha de pupunha com cozimento com casca.....	59
FIGURA 19- Imagens de microscopia óptica sob luz polarizada das diferentes farinhas de pupunha. A- sem cozimento sem casca; B – sem cozimento com casca; C- com cozimento sem casca e D- com cozimento com casca.....	60
FIGURA 20- Viscoamilografia dos amidos de pupunha. AMIDO 1: farinha de pupunha sem casca; AMIDO 2: farinha de pupunha com casca.....	67
FIGURA 21- Liberação de água das pastas de amidos de pupunha após ciclos de congelamento/descongelamento.....	69
FIGURA 22- Microscopia eletrônica de varredura dos grânulos de amido obtidos das farinhas de pupunhas. A- Amido de farinha de pupunha sem casca; B- Amido de farinha de pupunha com casca.....	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Composição física de cachos de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth) de diferentes áreas geográficas.....	16
TABELA 2- Composição física dos frutos de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth) de diferentes áreas geográficas.....	17
TABELA 3- Composição química da polpa de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	18
TABELA 4- Condições operacionais do RVA utilizadas nas análises viscoamilográficas.....	40
TABELA 5- Análise biométrica dos frutos de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth) em comparação com a literatura.....	44
TABELA 6- Composição centesimal dos frutos de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	44
TABELA 7- Determinação de cor nas farinhas de pupunha.....	46
TABELA 8- Composição das farinhas de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	49
TABELA 9- Medidas da composição de ácido graxos presentes nas frações graxas das farinhas de pupunha.....	52
TABELA 10- Propriedades de pasta das farinhas de pupunha.....	55
TABELA 11- Propriedades tecnológicas das farinhas.....	56
TABELA 12- Avaliação da capacidade de formação de espuma das farinhas de pupunha.....	58
TABELA 13- Composição química dos amidos obtidos a partir das farinhas de pupunha sem processo de cozimento.....	61
TABELA 14- Índice de solubilização (IS), poder de inchamento (PI) e percentual de amilose dos amidos extraídos das farinhas de pupunha.....	64
TABELA 15 Viscoamilografia dos amidos de pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	65
TABELA16 Densidade e cor dos amidos extraídos das farinhas de pupunha in natura sem casca e com casca.....	68

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	15
3.1 Pupunha	15
3.2 Amido	19
3.2.1 Amilose e amilopectina.....	22
3.2.2 Constituintes secundários associados ao amido.....	23
3.2.3 Propriedades funcionais do amido.....	24
3.2.3.1 Gelatinização	24
3.2.3.2 Retrogradação.....	25
3.2.3.3 Poder de inchamento e solubilidade dos grânulos.....	25
3.2.3.4 Propriedades de pasta.....	26
3.3 Morfologia do Amido	26
3.4 Secagem	28
3.5 Farinha de pupunha	31
4 MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Matéria prima	33
4.2 Obtenção da farinha	34
4.3 Extração do amido da farinha de pupunha	35
4.4 Caracterização física	36
4.4.1 Análise biométrica dos frutos de pupunha.....	36
4.4.2 Cor instrumental	36
4.4.3 Granulometria.....	36
4.4.4 Densidade.....	36
4.5 Caracterização química	37
4.3.1 Umidade.....	37
4.3.2 Proteínas.....	37
4.3.3 Lipídeos.....	37
4.3.4 Carboidratos.....	37
4.3.5 pH	37
4.3.6 Acidez.....	38
4.3.7 Composição de ácidos graxos.....	38
4.3.8 Carotenoides.....	38
4.4 Determinação do valor calórico das farinhas de pupunha	38
4.5 Caracterização morfológica	39
4.5.1 Microscopia eletrônica de varredura.....	39
4.5.2 Microscopia óptica.....	39
4.6 Propriedades funcionais	39
4.6.1 Viscosidade das farinhas de pupunha.....	39

4.6.2 Capacidade de absorção de óleo das farinhas de pupunha.....	40
4.6.3 Capacidade de absorção de água das farinhas de pupunha.....	41
4.6.4 Propriedades emulsificante.....	41
4.6.5 Propriedade espumante das farinhas de pupunha.....	41
4.6.6 Propriedades de pasta do Amido de pupunha.....	42
4.5.7 Poder de inchamento e Índice de solubilização do amido de pupunha.....	42
4.5.8 Ciclo de congelamento do amido de pupunha.....	43
4.7 Determinação do teor de amilose no amido de pupunha.....	43
4.8 Análise estatística	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
5.1 Caracterização física e química da matéria prima.....	44
5.2 Características física das farinhas.....	45
5.2.1 Cor e densidade das farinhas de pupunha.....	45
5.2.2 Granulometria.....	47
5.3 Caracterização química da farinha de pupunha.....	49
5.3.1 Composição das farinhas de pupunha.....	49
5.3.2 Composição em ácidos graxos.....	52
5.4 Propriedades funcionais das farinhas.....	53
5.4.1 Viscosidade da farinha de pupunha.....	54
5.4.2 Propriedades tecnológicas.....	56
5.6 Caracterização físico química do amido de pupunha.....	58
5.7 Propriedades de pasta do amido.....	62
5.7.1 Poder de inchamento ; Índice de solubilização e teor de amilose do amido de pupunha.....	62
5.7.2 Viscosidade do amido de pupunha.....	65
5.7.3 Cor e Densidade do amido de pupunha.....	67
5.7.4 Ciclo de congelamento do amido da pupunha.....	69
5.7.5 Morfologia dos amidos.....	70
6 CONCLUSÕES.....	72
REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Um dos componentes da biodiversidade amazônica, mais estudados e consumidos são as frutas nativas “in natura” e seus subprodutos. As espécies frutíferas utilizadas, tanto com ocorrência natural como cultivadas, fonte de renda para as comunidades locais, devem ser base da dieta da população (SOUZA; SILVA, 2008).

Palmeira nativa dos trópicos americanos a pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) produz frutos comestíveis (YUYAMA et al., 2003), os quais estão completamente integrados à dieta alimentar dos amazônidas (CLEMENT, 2002; REDDY 2003). Segundo Kerr et al. (1997), o fruto conhecido no Brasil como pupunha, é bastante utilizado na alimentação em função de seu alto valor nutritivo e energético, sendo rico em proteínas, carboidratos, fibras, carotenoides, ácido ascórbico, minerais, principalmente ferro, cálcio e fósforo. Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2002), o fruto da pupunha apresenta polpa carnuda, espessa e, às vezes, fibrosa. Os frutos são consumidos cozidos e podem ser matéria prima para a extração de óleo ou para produção de farinhas, para as mais variadas finalidades (GOIA et al., 1997).

Experiências com farinha de pupunha no Brasil e na Costa Rica demonstram seu uso em panificação e pastelaria, em substituição à farinha de trigo e milho (CLEMENT; MORA URPI, 1988). De acordo com Clement (1991), para a fabricação de pães, foi possível usar até 10% de farinha de pupunha em substituição à farinha de trigo, sem alterações significativas do produto final. Foi possível utilizar 100% em bolos e 25% em panquecas e bolachas. Segundo Silva (2004), a potencialidade da pupunha como matéria prima para farinha de alto valor nutritivo e de industrialização do fruto se revestirá em mais uma alternativa de agregação de renda para o produtor rural, sobretudo na região norte, além da oportunidade dos mesmos em produzir alimentos para consumo próprio.

A farinha de pupunha tem como vantagem não possuir glúten, podendo ser utilizada na formulação de produtos para grupos da população que necessitam de uma dieta onde esta proteína esteja ausente, como é o caso dos celíacos (CLEMENTE, 1991).

Segundo Mori- Pinedo et al. (1999) na Costa Rica já se observa o aproveitamento do fruto de pupunha em nível industrial , pois a farinha de pupunha para alimentação humana é encontrada em supermercados. Na região norte do Brasil, a pupunha já tem grande aceitação, sendo consumidas tanto na forma de fruto cozido, como nas formulações de bolos, mingaus, paçoca, e outras. Sua comercialização é uma atividade expressiva na região, no período de safra (SILVA, 2011) Apesar do fruto de pupunha apresentar-se como fonte de nutrientes e energia, o cultivo da pupunheira no Brasil é direcionado principalmente para produção de palmito, deixando para segundo plano a produção dos frutos de pupunha (BOVI; 2000).

As técnicas empregadas para o processamento de farinha têm como fundamento básico a secagem. Segundo Evangelista (1994) e Lucas (1996), a operação de secagem é definida como um processo de remoção de umidade de um sólido, através da evaporação da água presente no mesmo, pelo fornecimento de calor, A utilização de uma corrente de ar é o meio mais comum para transferir calor ao material, servindo também como veículo de transporte de vapor úmido.

As vantagens de se utilizar o processo de secagem são várias, dentre as quais se tem: a facilidade na conservação do produto; estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longos períodos de tempo; proteção contra degradação enzimática e oxidativa; redução do seu peso; economia de energia por não necessitar de refrigeração e a disponibilidade do produto durante qualquer época do ano (ALMEIDA et al. 2006).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Obter farinhas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) da variedade Vaupés, visando sua utilização na elaboração de produtos alimentícios.

2.2 Objetivos específicos:

- a) Obter a farinha de pupunha através do processo de secagem;
- b) Caracterizar as farinhas de pupunha;
- c) Determinar as propriedades tecnológicas das farinhas e
- d) Extrair e Caracterizar o amido da farinha de pupunha.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 Pupunha

Pupunha

Família: Palmae (*Arecaceae*)

Espécie: *Bactris gasipaes* Kunth

Sinônimos: *Bactris gasipaes* H.B.K., *Guilielma speciosa* Martius, *G. utilis* Oersted, *G. gasipaes* (H.B.K.) L.H. Bailey.

Nomes comuns: pupunha (Brasil), chontaduro, cachipay (Colômbia), pejibaye (Costa Rica), chontaruro (Equador), pijuayo (Perú), gachipaes (Venezuela), peach palm, pewa nut (Trinidad) (CLEMENT, 1986).

A pupunheira é uma palmeira ereta que se desenvolve em touceira, com altura média de dezesseis metros. O tronco é cilíndrico, com diâmetro médio de dezoito centímetros, apresentando espinhos ou raramente glabro. Cada tronco produz duas a seis inflorescências por ano, podendo ser encontradas até mais de dez. Cada cacho pesa em média seis quilogramas (Figura 1) (MATTOS SILVA; MORA URPI, 1996).



Fonte: Pontes (2012).

FIGURA 1- Pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth- *Arecaceae*).

O fruto ilustrado na Figura 2 quando amadurece, torna-se vermelho, amarelo ou alaranjado; o formato e tamanho são variados; o ápice é mamiforme, arredondado, pontiagudo ou truncado; a base é ondulada, plana, ampla ou arredondada (MATTOS SILVA; MORA URPI, 1996).



Fonte: Tecalim (2012).

FIGURA 2- Frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth).

Na Amazônia central, a pupunha floresce desde agosto até outubro, com o principal período de frutificação entre dezembro e março (MORA URPI, 1984). As Tabelas 1 e 2 demonstram a diferença na composição física nos cachos de pupunha de diferentes áreas geográficas.

TABELA 1 Caracterização física de cachos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) de diferentes áreas geográficas

Área geográfica	Cacho (kg)	Frutos		Fruto/Cacho (%)
		(kg)	(Quantidade)	
Litoral Pacífico de Colombia ¹	3,3	2,9	61	87
Costa Rica ²	4,8	4,4	106	91
Rios Solimões e Amazonas ³	3,6	3,3	96	93
Bacia Amazônica ⁴	7,9	7,6	149	96

¹Piedrahita e Velez (1982); ²Clement (1986); ³Arkcoll e Aguiar (1984); ⁴Clement e Mora Urpí (1988).

TABELA 2 Caracterização física dos frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) de diferentes áreas geográficas

Área geográfica	Fruto (g)	Semente (g)	Mesocarpo (%)	Polpa* (%)
Litoral Pacífico de Colombia¹	50	3,6	80,8	92,8
Costa Rica²	42	4,6	-	88,5
Rios Solimões e Amazonas³	35	2,9	76,1	90,3
Bacia Amazônica⁴	58	4,1	-	91,7

* Polpa = Mesocarpo + Exocarpo

¹Piedrahita e Velez (1982); ²Clement (1986a); ³Arkcoll e Aguiar (1984); ⁴Clement e Mora Urpí (1988).

O cultivo da pupunheira para produção de palmito elevou-se, desde a década de 70, o interesse de agricultores de todo o Brasil. Esse interesse é devido, principalmente, à alta demanda tanto interna quanto externa, de palmito de boa qualidade e à alta lucratividade do setor. A busca de novas opções de cultivo em substituição aos tradicionais, em virtude dos baixos preços alcançados por esses últimos no mercado, faz também com que empresários de outros setores se aventurem no agronegócio palmito de pupunha (BOVI; 2000). Entretanto, os frutos produzidos por esta palmeira são ricos em nutrientes e diversos estudos comprovam sua potencialidade para produção de farinhas e amido, viabilizando assim a comercialização dos frutos e a modificação da produção da pupunheira, visando não somente o palmito, mais também o fruto desta palmeira (KERR et al. 1997).

No estado do Amapá, por meio de um programa governamental de desenvolvimento sustentável, a pupunha foi incluída nos cardápios escolares, devido sua composição nutricional (Tabela 3), os frutos foram utilizados no preparo de mingaus ou misturados a pratos salgados, apresentando boa aceitação (BRASIL, 2002).

TABELA 3- Composição nutricional da polpa de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)

Constituinte (*)	“In natura”	Cozida
Umidade (g/100g)	46,0 ± 0,42	54,63 ± 0,28
Proteínas (g/100g)	1,30 ± 0,09	1,16 ± 0,07
Lipídios (g/100g)	5,93 ± 0,43	4,52 ± 0,23
Amido (g/100g)	44,32 ± 0,32	35,69 ± 3,20
Açúcares redutores (g/100g)	0,13 ± 0,05	0,39 ± 0,03
Fibras totais (g/100g)	0,76 ± 0,12	0,69 ± 0,20
Cinzas (g/100g)	0,72 ± 0,31	0,50 ± 0,13
Carotenoides Totais mg/100g)	2,46 ± 0,31	4,71 ± 0,40

(*) Resultados expressos em base úmida.

Fonte: Andrade (2003).

Nas determinações nutricionais já relatadas há uma grande variação entre os autores, como comentado por Clement (1990); por exemplo, óleos (8,3-23,0%), proteínas (6,1-9,8%), fibras (2,8- 9,3%) em base seca. Análises da composição proteica do mesocarpo mostraram que todos os aminoácidos essenciais e são presentes, embora em níveis mais baixos do que em milho, por exemplo. Arginina (7,3-9,2%) e ácido glutâmico (4,7-6,3%) são os mais abundantes. O mesocarpo é extremamente rico em β -caroteno, embora haja grande variação entre as variedades (ARKCOLL; AGUIAR, 1984).

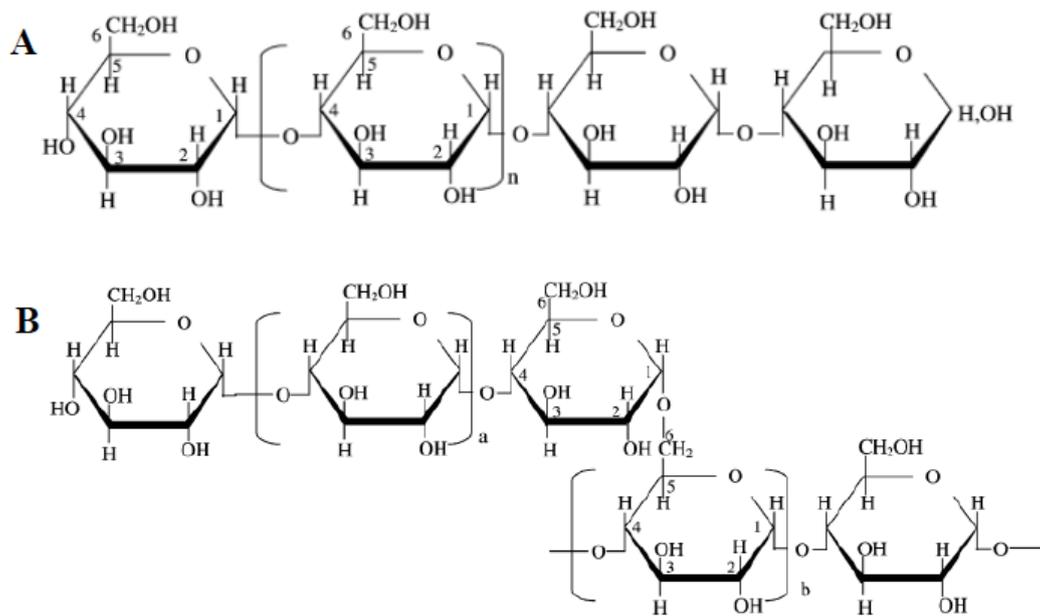
A pupunha é um fruto de excelente valor energético e elevado teor de vitamina A, apresenta polpa carnuda, espessa e às vezes, fibrosa. Apesar disto deve-se observar que o fruto não pode ser consumido “*in natura*” devido à presença de cristais de oxalato de cálcio. O oxalato de cálcio, encontrado em muitas plantas tropicais, quando ingerido em grandes doses pode ser fatal. Pessoas que sofrem de cálculo renal devem evitar comer plantas ricas em oxalatos, pois até mesmo pequenas doses de oxalato de cálcio são suficientes para causar intensa sensação de queimação na boca e garganta, inchaço das vias respiratórias e asfixia. Os sintomas podem durar por até duas semanas. Em casos de ingestão de grandes doses pode ocorrer coma e até a morte. Recuperação de envenenamento por grandes doses de oxalato de cálcio é possível, no entanto o fígado e os rins são afetados permanentemente (SILVA et al., 2004).

A maioria dos vegetais apresenta em sua composição substâncias tóxicas, que incluem o oxalato de cálcio. Uma boa prática culinária que pode promover, em parte, a eliminação do oxalato de cálcio contido nos alimentos, é a fervura dos vegetais ricos nessa substância, com o descarte da água de cocção, sendo esta a opção para os frutos de pupunha (MANDEL, 1996). Tradicionalmente, o fruto da pupunha é consumido de uma única forma na maioria dos lugares onde ocorre: Depois de separados do cacho os frutos são cozidos em água com sal em tempos que variam de 30 a 60 minutos, dependendo da variedade do fruto, em seguida é descascado, partidos longitudinalmente, a semente é extraída e estão prontos para o consumo (MANDEL, 1996).

3.2 Amido

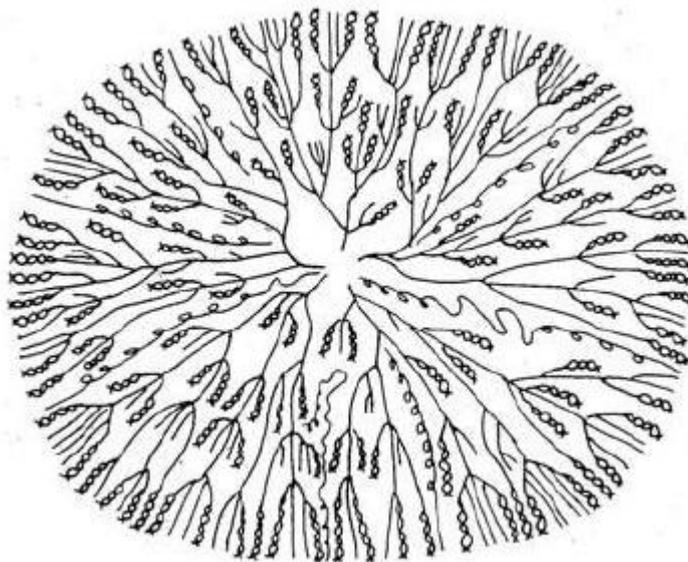
O amido é principal componente nos frutos da pupunha (ROJAS, 1994). É polissacarídeo, sendo a principal fonte de reserva de carboidratos em plantas e constitui fonte de energia essencial para muitos organismos (RICHARDSON; GORTON, 2003). Substância esta que proporciona de 70 a 80% das calorias consumidas pelos seres humanos (FREITAS et al., 2003). As mais importantes fontes potenciais do amido são os grãos de cereais (40 a 90% do seu peso seco), os legumes (30 a 70% do seu peso seco) e tubérculos (65 a 85% do seu peso seco) (LAJOLO; MENEZES, 2006).

Único polissacarídeo produzido em pequenos agregados individuais denominados grânulos, que apresentam tamanhos variáveis, sendo composto pelas macromoléculas amilose e amilopectina (Figura 3). O tamanho, a forma e a estrutura desses grânulos variam de acordo com a fonte botânica, com o estágio de desenvolvimento da planta e forma de tuberização. Os diâmetros dos grânulos geralmente variam de 1 a 100 μm , e os formatos podem ser regulares ou irregulares (LIU, 2005), como mostra a figura 4.



Fonte: Adaptado de Lajolo e Menezes (2006).

FIGURA 3- A) Estrutura da amilose [polímero linear composto por D-glicoses unidas em α (-1-4)]. B) Estrutura da amilopectina [polímero ramificado composto por D-glicoses unidas em α (-1-4) e α (-1-6)].

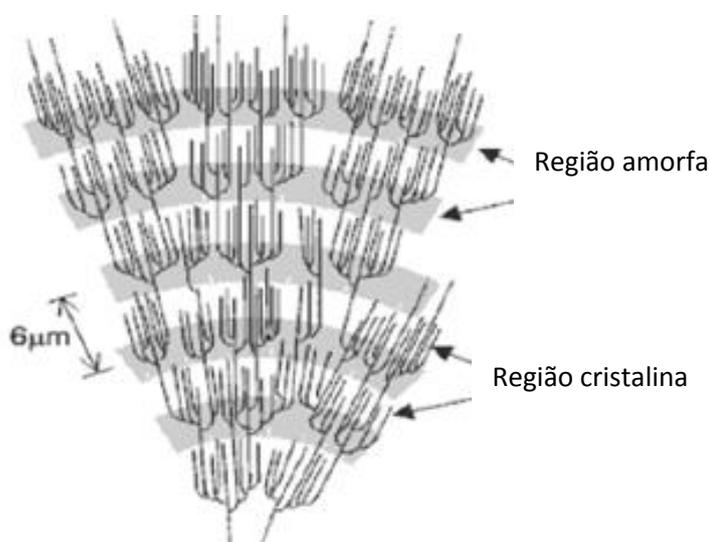


Fonte: Lineback (1986) apud Feniman (2004).

FIGURA 4- Representação esquemática do grânulo de amido.

Os grânulos de amido são estruturas semicristalinas compostos de macromoléculas lineares e ramificadas arranjadas na direção radial. Essas moléculas formam ligações de hidrogênio paralelamente, o que resulta no aparecimento de regiões cristalinas (GALLANT et al., 1997). Esse arranjo torna os grânulos birrefringentes quando observados sob luz polarizada, apresentando uma cruz de polarização denominada Cruz de Malta (CEREDA, 2001).

As regiões cristalinas do grânulo de amido são formadas por cadeias ramificadas da molécula de amilopectina e são alternadas com camadas amorfas (Figura 5). De acordo com Biliaderis (1991), são as áreas cristalinas do amido que mantêm a estrutura do grânulo, controlam seu comportamento na presença de água e a resistência aos ataques enzimáticos ou químicos. A fase amorfa dos grânulos é a região menos densa e mais suscetível ao ataque enzimático e ainda absorve mais água em temperaturas abaixo da temperatura de gelatinização. Não existe uma demarcação específica entre as regiões cristalinas e amorfas nos grânulos de amido.



Fonte: Parker e Ring (2001).

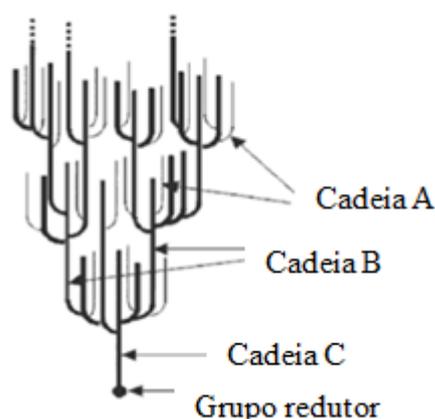
FIGURA 5- Organização das regiões amorfas e cristalinas do amido.

Devido apresentar estas características o amido é o principal responsável pelas propriedades tecnológicas que caracterizam grande parte dos produtos processados, uma vez que contribui para diversas propriedades de textura em alimentos, possuindo aplicações industriais como espessante, estabilizador de colóide, agente gelificante e de volume, adesivo, na retenção de água, dentre outros (SINGH et al., 2003).

3.2.1 Amilose e amilopectina

A amilose é um polímero essencialmente linear composto quase que completamente por ligações α - 1,4, entre unidades de D-glicose. Evidências, entretanto, sugerem a presença de algumas ramificações nesse polímero (LIU, 2005). A amilose pode estar presente sob a forma de complexos amilose-lipídeos (LAM – *lipid-amylose complexes*) ou de amilose livre (FAM – *free amylose*). Os LAM, embora detectados no amido nativo, são possivelmente formados em maior extensão durante o tratamento hidrotérmico ou a gelatinização (VANDEPUTTE; DELCOUR, 2004).

A amilopectina é o componente ramificado do amido. Ela é formada por cadeias de resíduos de α - D-glicopiranosose (entre 17 e 25 unidades) unidos em α -(1,4), sendo fortemente ramificada, com 4 a 6% das ligações em α -(1,6) (Figura 3). As cadeias de amilopectina estão organizadas de maneiras diferentes, sugerindo uma classificação de cadeias A, B e C (Figura 6). O tipo A é composto por uma cadeia não-redutora de glicoses unidas por ligações α -(1,4) sem ramificações, sendo unida a uma cadeia tipo B por meio de ligações α -(1,6). As cadeias do tipo B são compostas por glicoses ligadas em α -(1,4) e α -(1,6), contendo uma ou várias cadeias tipo A e podem conter cadeias tipo B unidas por meio de um grupo hidroxilas primárias. A cadeia C é única em uma molécula de amilopectina, sendo composta por ligações α -(1,4) e α -(1,6), com grupamento terminal redutor (LAJOLO; MENEZES et al., 2006).



Fonte: Cereda (2001).

FIGURA 6- Classificação da cadeia de amilopectina.

Segundo Pan et al. (2000), a distribuição radial da amilose e amilopectina dentro do grânulo não é uniforme. A amilose é encontrada de forma mais concentrada na periferia e as amilopectinas de cadeias longas no centro do grânulo.

3.2.2 Constituintes secundários associados ao amido

Os grânulos de amido apresentam geralmente entre 0,5 a 2% de constituintes que não são carboidratos, incluindo 0,05% (p/p) de proteínas, 0,1 a 1,7% (p/p) de lipídeos a 0,1 a 0,3% (p/p) de cinzas. Apesar de estarem presentes em menor percentual, esses constituintes podem ter influências marcantes nas propriedades do amido (LIU, 2005).

Os lipídeos, que representam em média 0,6% da composição de amidos de cereais, é considerado a fração mais importante associada e pode complexar com amilose, alterando as propriedades reológicas do amido. Outros componentes como proteínas e várias substâncias inorgânicas, são consideradas impurezas, uma vez que não estão ligadas covalentemente com os polissacarídeos formadores do grânulo (PERONI, 2003).

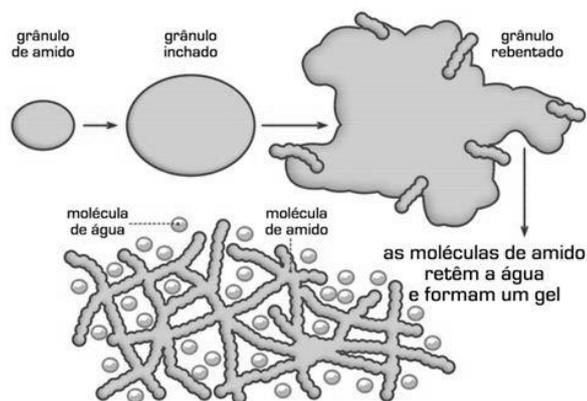
A presença de fósforo nos grânulos de amido modifica as propriedades funcionais. Segundo Blenow (2000), o fósforo aparece ligado covalentemente aos grânulos nativos, o que altera propriedades como claridade, viscosidade e consistência da pasta.

3.2.3 Propriedades funcionais do amido

3.2.3.1 Gelatinização

O amido é praticamente insolúvel em água fria e essa insolubilidade do grânulo é devida às fortes ligações de hidrogênio que mantêm os constituintes do amido (PENG et al. 2007). No entanto, quando os grânulos são aquecidos em água, eles incham irreversivelmente em um fenômeno denominado gelatinização, em que ocorre perda da organização estrutural (perda da birrefringência), com fusão dos cristais, como representa o esquema da Figura 7. A gelatinização tem início no hilum e se expande rapidamente para as extremidades, ocorrendo primeiro nas regiões amorfas devido à fragilidade das ligações de hidrogênio nessas áreas, ao contrário do que ocorre nas regiões cristalinas (SINGH et al., 2003).

À medida que os grânulos continuam se expandindo, ocorre a lixiviação da amilose da fase inter granular para a fase aquosa, resultando no aumento substancial das propriedades reológicas do sistema. O conjunto de mudanças que envolve a ruptura da estrutura granular, o inchamento, a hidratação e a solubilização das moléculas de amido é definido como gelatinização (THARANATHAN, 2002).



Fonte: Objeleme (2011).

FIGURA 7- Esquema representativo da gelatinização do amido.

A gelatinização geralmente ocorre em uma ampla faixa de temperatura, característica para cada fonte de amido (ELIASSON, 1996; SINGH et al., 2003). Existem muitos fatores que afetam essa temperatura de gelatinização, sendo o principal deles a presença de água. Isso ocorre porque a água atua como agente plastificante nos cristais de amido, além de exercer efeito na condução de energia. Com isso, sua presença diminuirá a temperatura de transição vítrea, diminuindo conseqüentemente, a temperatura de fusão dos cristais (ELIASSON, 1996) e aumentando a suscetibilidade do amido à digestão pelas amilases do trato gastrointestinal (BJÖRCK et al., 1994).

3.2.3.2 Retrogradação

No processo de retrogradação, as moléculas de amilose e amilopectina podem reassociar-se e formar estruturas unidas intensamente, altamente estabilizadas pelas ligações de hidrogênio, favorecendo a formação de estruturas mais ordenadas (KOKSEL et al., 2008). O amido retrogradado é insolúvel em água fria e torna-se mais resistente ao ataque enzimático. Em função de sua estrutura linear, as moléculas de amilose se aproximam mais facilmente e são as principais responsáveis pela ocorrência do fenômeno, enquanto na amilopectina ele parece ocorrer somente na extremidade das moléculas (JAILLAIS et al., 2006).

A retrogradação do amido é um fenômeno que deve ser minimizado por se tratar da reconstrução de uma estrutura mais rígida, devido às cadeias de amilose ficarem mais disponíveis para se rearranjarem durante o armazenamento do produto alimentício, resultando em maior perda de água do sistema e endurecimento do produto final, além das mudanças na claridade da pasta (MUNHOZ et al., 2004)

3.2.3.3 Poder de inchamento e solubilidade dos grânulos

O amido puro tem coloração branca, é insípido e se adicionado à água fria e mantido sob agitação forma uma suspensão de aspecto leitoso separando-se após o repouso. Entretanto, uma pequena fração torna-se solúvel quando agitado em água, ocasionando um pequeno inchamento, sendo considerado como praticamente insolúvel (HOOVER, 2001).

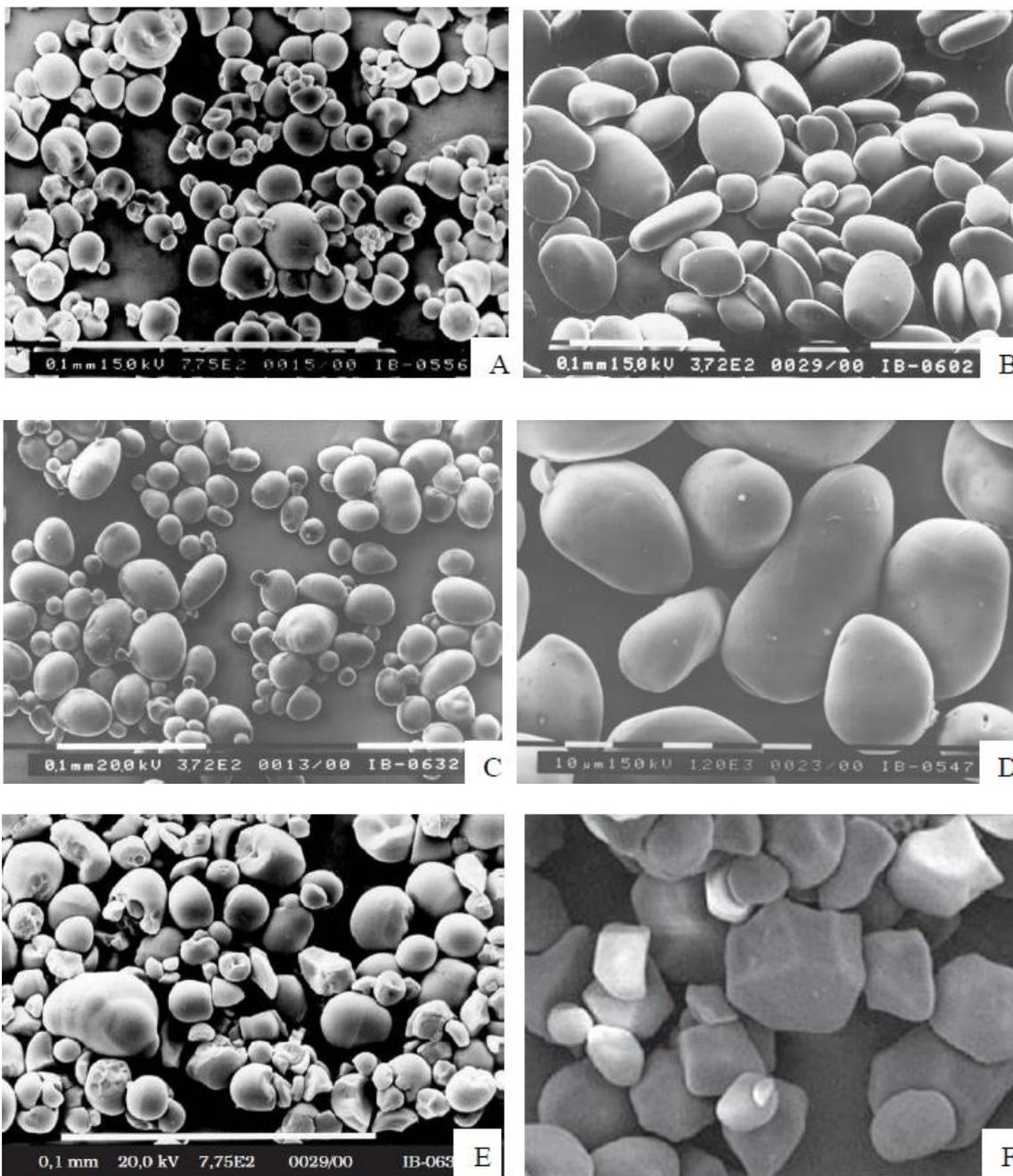
O poder de inchamento dos grânulos, que pode ser determinado pelo aquecimento da amostra de amido em excesso de água, é definido como o peso do sedimento inchado (g) por grama de amido. A solubilidade do amido também pode ser determinada na mesma suspensão; sendo expressa como a percentagem (em peso) da amostra de amido que é dissolvida após aquecimento (LEACH et al., 1959).

3.2.3.4 Propriedades de pasta

O aquecimento do amido em excesso de água ocasiona a perda da estrutura cristalina, produz inchamento dos grânulos e solubilização parcial dos polímeros, resultando no aparecimento das propriedades viscoelásticas do amido (MESTRE; ROUAU, 1997). Nas aplicações do amido no processamento de alimentos é comum que seja suspenso em água e submetido ao aquecimento. Dependendo da severidade das condições do tratamento térmico (tempo, temperatura, pressão e cisalhamento), teor de umidade e presença de outros constituintes, a fase de separação da amilose e da amilopectina pode iniciar ainda durante o processamento, resultando em um composto heterogêneo (DAIUTO, 2005). As mudanças que ocorrem nos grânulos de amido durante a gelatinização e retrogradação são os principais determinantes do comportamento de pasta desses amidos (SILVA et al., 2008).

3.3 Morfologia do amido

O tamanho e forma dos grânulos podem ser avaliados através da técnica de microscopia. O tamanho e a forma dos grânulos de amido variam com a espécie, conforme ilustrado na Figura 8, e a distribuição de tamanho varia com o estágio de desenvolvimento da planta e forma de tuberização (LEONEL, 2007).



Fonte: Adaptado de Leonel (2007).

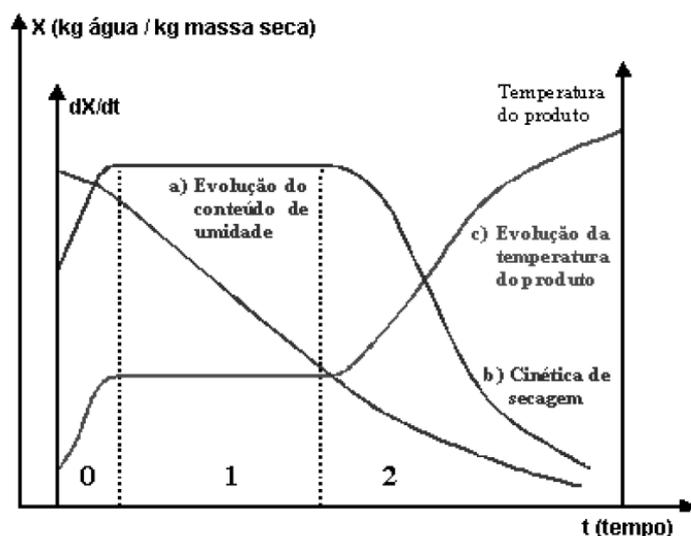
FIGURA 8- Foto micrografias dos amidos de mandioca (A), biri (B), batata (C) araruta (D), mandioquinha-salsa (E) e milho (F).

3.4 Secagem

A secagem visa a remoção da água da amostra na forma de vapor, para uma fase gasosa insaturada, que ocorre mediante mecanismo de vaporização térmica (ou sublimação na liofilização) (FERRUA; BARCELOS, 2003). Trata-se de um fenômeno complexo que envolve simultaneamente a transferência de calor e massa. Segundo Ribas et al. (2000) essa é uma das operações unitária mais empregada na conservação de alimentos. Tem como objetivo reduzir o teor de água do produto, possibilitando o aumento de sua vida de prateleira, bem como a redução do volume, facilitando o transporte e o armazenamento (PARK et al., 2001).

Conforme Almeida et al. (2002), os produtos são muito diferenciados entre si, devido a sua forma, estrutura e dimensões, além das condições de secagem serem muito diversas, conforme as propriedades do ar de secagem e a forma como se faz o contato ar produto. Uma vez que o produto é colocado em contato com o ar quente, ocorre uma transferência de calor do ar ao produto sob o efeito da diferença de temperatura existente entre eles. Simultaneamente, a diferença de pressão parcial de vapor existente entre o ar e a superfície do produto determina uma transferência de massa para o ar. Esta última se faz na forma de vapor de água, e uma parte do calor que chega ao produto é utilizada para evaporar a água.

O processo de secagem, fundamentado na transferência de calor e de massa, pode ser dividido em três períodos ao longo do tempo, conforme apresentado na Figura 9 (BROD; ALONSO; PARK, 1999).



Fonte (BROD, 1999).

FIGURA 9- Curva típica de secagem.

A curva (a) representa a diminuição do teor de água do produto durante a secagem (conteúdo de umidade do produto em base seca, X), em relação à evolução do tempo de secagem (t), ou seja, é a curva obtida pesando o produto durante a secagem em determinadas condições (BROD; ALONSO; PARK, 1999).

A curva (b) representa a velocidade (taxa) de secagem do produto (variação do conteúdo de umidade do produto pelo tempo, dX/dt) em relação à evolução do tempo (t), ou seja, é a curva obtida diferenciando a curva (a) (BROD; ALONSO; PARK, 1999).

A curva (c) representa a variação da temperatura do produto durante a secagem (variação da temperatura do produto (T) em relação à evolução do tempo t), sendo assim, é a curva obtida medindo a temperatura do produto durante a secagem (BROD; ALONSO; PARK, 1999).

Segundo Brod, Alonso e Park (1999) os períodos podem ser analisados da seguinte maneira: o primeiro período representa o início da secagem. Nesse período ocorre uma elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água. Essas elevações têm prosseguimento até o ponto em que a transferência de calor seja equivalente à transferência de massa (água). O segundo período é caracterizado pela taxa constante de secagem. A água evaporada é a água livre. A transferência de massa e de calor é equivalente e, portanto, a velocidade de secagem é constante. Enquanto houver água na superfície do produto suficiente para acompanhar a evaporação, a taxa de secagem será constante. No terceiro período, a taxa de secagem é decrescente. A quantidade de água presente na superfície do produto é menor, reduzindo assim a transferência de massa. A transferência de calor não é compensada pela transferência de massa; o fator limitante nessa fase é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto.

A temperatura do produto aumenta, atingindo a temperatura do ar de secagem. Quando o produto atinge o ponto de umidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem, o processo é encerrado (BROD; ALONSO; PARK, 1999).

A secagem é útil em diversas situações. Muitas vezes o processo de secagem é utilizado visando o fator econômico do frete e do manuseio; outras vezes o material é seco para depois sofrer um processo de reidratação a níveis desejáveis. A secagem é utilizada também para preservação, permitindo o transporte sem necessidade de refrigeração (KEEY, 1972; DAUDIN, 1983). No caso deste trabalho a mesma é um pré-tratamento para posterior obtenção da farinha de pupunha.

3.5 Farinha de pupunha

Trabalhos realizados na Costa Rica, por Salas e Blanco (1990), recomendam a introdução da pupunha na alimentação infantil para crianças entre 4 e 10 meses, em substituição ao milho, pela riqueza nutricional da pupunha em energia, proteína, cálcio, fósforo, tiamina, vitamina C e, principalmente, retinol, que é o nutriente mais deficiente na dieta infantil. O potencial econômico do fruto, no entanto, é a sua utilização no fabrico de ração para pintos, aves para corte e galinha poedeiras em substituição parcial ou total ao milho ou ao sorgo (MURILLO; ZUMBADO, 1990; MURILLO, 1991).

A farinha é um produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados, sendo seu produto designado pelo termo “farinha”, seguido do nome do vegetal que a originou (BRASIL, 1978).

A farinha de pupunha é uma forma de evitar a saturação do mercado de frutos “in natura” e diversificar a demanda para a pupunha. Algumas das formulações de Kerr et al. (1997) são para fazer pães, bolos e outros produtos utilizando a farinha de pupunha. Estudos realizados por Oliveira (2010) determinaram o percentual de farinha de trigo a ser substituída pela farinha de pupunha, na elaboração de panetones, sendo escolhida a formulação com 25% de farinha de pupunha. O produto elaborado apresentou boa aceitabilidade. A análise microbiológica revelou que o produto se manteve estável pelo período de 90 dias. Evidenciando a possibilidade de se produzir panetones com a substituição de 25% de farinha de trigo pela farinha de pupunha, agregando valor nutricional ao produto sem rejeição pelo consumidor.

Clement e Mora Urpí (1987) mencionam que a farinha da pupunha é bastante similar a farinha de milho e pode substituí-la em diversos usos, com vantagens nutricionais. A farinha da pupunha foi um dos produtos alternativos desenvolvidos pelos Ameríndios, que aparentemente domesticaram as raças "macrocarpa" Putumayo e Vaupés especificamente para esse propósito. Estas raças possuem frutos grandes, alta quantidade de amido e baixo nível de óleo, sendo excelentes para fazer farinha que pode ser armazenada por longos períodos (CLEMENT, 1988). Também pode ser usada para fazer uma variedade de iscas ou tira-gosto que podem encontrar um amplo mercado.

A farinha de pupunha pode ser utilizada na fabricação de diversos produtos de panificação, como bolos, bolachas, tortas, biscoitos e pães, por apresentar um teor elevado de amido (CLEMENT, 1988). O amido é utilizado para alterar ou controlar diversas características, como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade durante a vida de prateleira. Pode também ser usado para ligar ou desintegrar; expandir ou adensar; clarear ou tornar opaco; reter umidade ou inibi-la; produzir textura curta ou fibrosa; textura lisa ou polposa; coberturas leves ou crocantes. Também serve tanto para estabilizar emulsões quanto para formar filmes resistentes ao óleo. O amido ainda pode ser usado como auxiliar em processos, na composição de embalagens e na lubrificação ou equilíbrio do teor de umidade (TECALIM, 2010).

Para sua aplicação como ingrediente é necessário estudo de suas propriedades tecnológicas, como a capacidade de absorção de gordura. Segundo Kinsella (1976), altos valores de absorção de gordura são desejáveis para melhorar a sensação dos produtos na boca. Outra propriedade é sua capacidade de emulsão, que avalia se a mesma pode ser utilizada como substituto de ingredientes em sistemas de emulsão. Como a capacidade de absorção de água é uma propriedade relevante para aplicações em produtos cárneos, pães e bolos, o estudo desta capacidade em farinhas de pupunha pode ser bastante desejável (PORTE, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria prima

O presente experimento foi desenvolvido no Laboratório de Medidas Físicas (LAMEFI) da Faculdade de Engenharia de Alimentos da universidade federal do Pará (UFPA), em Belém. Os frutos de pupunha (*Bactris gasipaes Kunth*) que foram usados no estudo são da variedade Vaupés adquiridos no mercado do Ver-o-peso, em Belém, sendo estes oriundos de cultivares no município do Acará (Figura 10).



Fonte: Própria autoria.

FIGURA 10- Aspecto visual dos frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) usados no estudo.

A matéria prima foi transportada até o laboratório da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, onde passou por processo de higienização com água clorada a 100 ppm por 20 minutos (CARVALHO, 2005) e posteriormente cortada ao meio, para a retirada das sementes.

Após o corte foi realizada a separação dos frutos em lotes. Lote 1: Pupunha sem cozimento sem casca; Lote 2: Pupunha sem cozimento com casca; Lote 3: Pupunha com cozimento sem casca e Lote 4: Pupunha com cozimento com casca. Os frutos foram cozidos em autoclave a temperatura de 121°C por 60 minutos.

4.2 Obtenção da farinha

Os frutos dos diferentes lotes foram cortados em pedaços de cerca de 2 cm de espessura e levados para um secador de leito fixo de bandejas de aproximadamente 2,5 cm de altura, sob temperatura de 55°C por em média 42 horas, até que os frutos estivessem visivelmente secos. Após a secagem os frutos foram triturados em moinho de martelos contínuo, seguida de moinho de facas contínuos para reduzir o tamanho das partículas. Posteriormente, as farinhas foram embaladas a vácuo e armazenadas em temperatura ambiente, até o momento das análises. A descrição dessas etapas é apresentada no fluxograma da Figura 11.

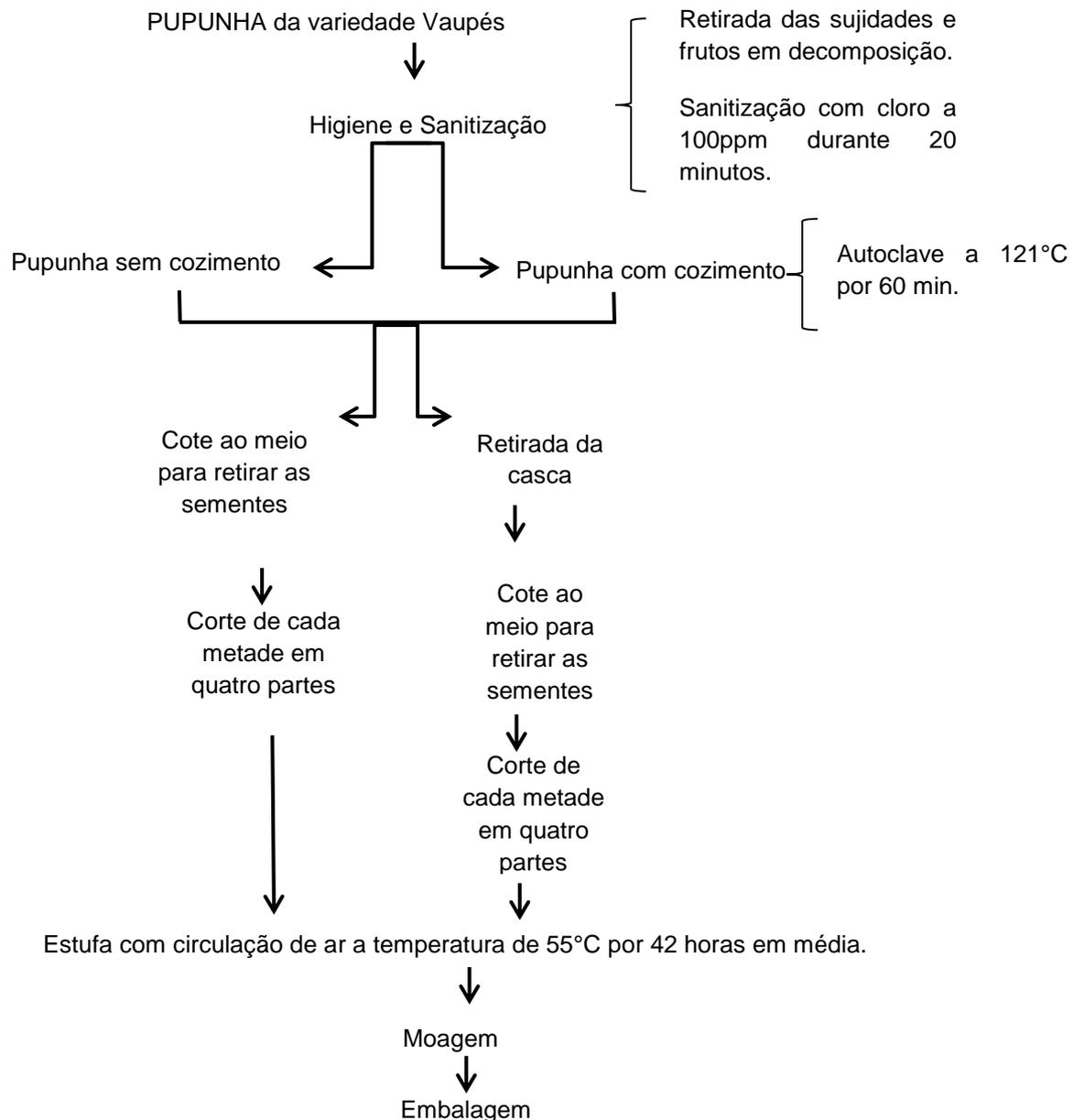


FIGURA 11- Fluxograma de obtenção das farinhas de pupunha.

4.3 Extração do amido da farinha de pupunha

A extração do amido foi realizado segundo Cruz e El Dash (1984) como ilustra o fluxograma representado na Figura 12. Como o processo de cozimento promove parcial gelatinização dos grânulos de amido, foram empregadas para extração somente as farinhas sem cozimento.

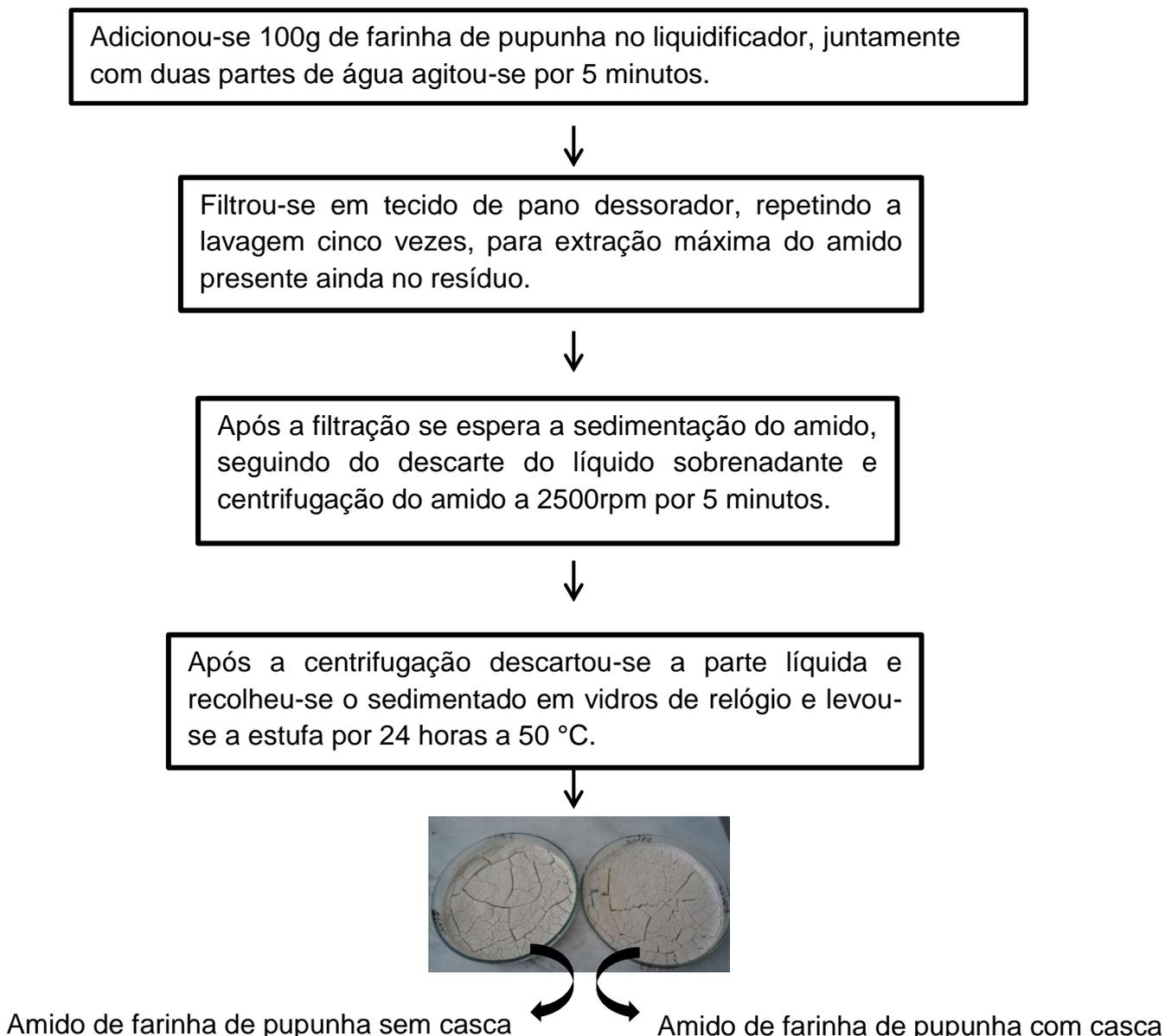
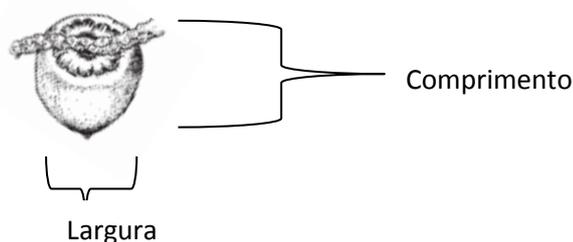


FIGURA 12- Fluxograma de extração de amido a partir da farinha de pupunha.

4.4 Caracterização física

4.4.1 Análise biométrica dos frutos de pupunha

Para realização da caracterização física foram feitas medidas de peso, comprimento e diâmetro com auxílio de uma balança analítica da marca SHIMADZU Modelo AY220 com precisão de 0,0001g e de um paquímetro da marca Vonder de precisão 0,1mm, respectivamente. Devido ao formato do fruto, as partes do fruto ilustradas na Figura 13 foram consideradas como comprimento e diâmetro.



Fonte: Cymerys (1995).

FIGURA 13- Fruto de pupunha (*Bactris gasipaes*).

4.4.2 Cor instrumental das farinhas e dos amidos

A análise de cor foi realizada em colorímetro, operando no sistema CIE (L^* , a^* , b^*), da marca HUNTER modelo COLOR QUEST XE, sendo as coordenadas de cromaticidade: L^* para luminosidade, a^* para intensidade da cor vermelho e b^* para intensidade da cor amarela.

4.4.3 Granulometria das farinhas

A avaliação do tamanho das partículas das farinhas foi feita segundo AOAC (2002) com auxílio de equipamento vibratório da marca Betel 1713, em peneiras com malha: 12, 14, 20, 28 e 35 Mesh. Utilizou-se 100g de farinha, que foram despejados no conjunto de peneiras. O teste foi realizado por 15 minutos. As frações de cada peneira foram pesadas.

4.4.4 Densidade das farinhas e dos amidos

As densidades absolutas das partículas de farinha e do amido de pupunha foram determinadas pelo método do picnômetro, por deslocamento do xileno a 30 °C, segundo Schoch e Leach (1964).

4.5 Caracterização química

Os frutos para caracterização química foram separados em Lotes e armazenados em freezer a -18°C, já as farinhas e os amidos foram homogeneizadas e armazenados a temperatura ambiente. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.3.1 Umidade dos frutos, farinhas e amidos

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico, em estufa com circulação de ar da marca FABER série 0179, a 105 °C até peso constante, de acordo com a AOAC (2002), método nº 925.10.

4.3.2 Proteínas nos frutos, farinhas e amidos

O teor de proteínas totais foi determinado pelo método de Kjeldhal, em destilador TECNAL, modelo TE10018, com fator de correspondência nitrogênio-proteína de 6,25; de acordo com AOAC (2002), método nº 920.87.

4.3.3 Lipídeos nos frutos, farinha e amidos

O teor de lipídeos totais foi determinado por extração com éter de petróleo, em aparelho do tipo Soxhlet da marca LOGEM SCIENTIFIC CT-340, de acordo com AOAC (2002), método nº 922.06.

4.3.4 Carboidratos nos frutos, farinha e amidos

Determinado por diferença segundo Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003).

4.3.5 pH nas farinhas e amidos

O pH das farinhas e dos amidos foram obtidos em potenciômetro da marca DIGIMED modelo DMPH1 seguindo a metodologia da AOAC (2002), método nº 981.12.

4.3.6 Acidez nas farinhas e amidos

A acidez das farinhas e dos amidos foi calculada após titulação com NaOH (1mol.L^{-1}) segundo metodologia da AOAC (2002).

4.3.7 Composição de ácidos graxos das farinhas

A extração do ácidos graxos, a partir das farinhas de pupunha, foi feita usando solvente orgânico, e a composição desses ácidos graxos foi determinada pela conversão de ácidos graxos em ésteres metílicos (FAMES), com base no método proposto por Rodrigues et al. (2010) e detectados utilizando cromatografia gasosa (Varian modelo CP 3380) equipado com um detector de ionização de chama e com um CP-Sil coluna capilar 88. Os picos de ácidos graxos individuais foram identificados por comparação dos tempos de retenção de misturas conhecidas de padrão de ácidos graxos (Nu-check-prep, Inc., EUA), executados sob as mesmas condições operacionais.

O tempo de retenção e a área de cada pico foram calculados utilizando o Estrela Varian 3.4.1. software. Os resultados foram expressos em percentagem relativa do total de ácidos graxos.

4.3.8 Carotenoides das farinhas

A extração de carotenos presentes nas farinhas, foi feita segundo o método de Rodriguez -Amaya, (1994), que consiste na extração utilizando acetona e hexano, com posterior leitura em Espectrofotômetro, usando como fator de correlação o valor referência para o caroteno presente em maior quantidade nos frutos de pupunha.

4.4 Determinação do valor calórico das farinhas de pupunha

O valor calórico foi calculado com base na composição centesimal, utilizando os coeficientes de Atwater (WATT; MERRILL, 1963), que considera 4kcal/g para proteínas e carboidratos e 9kcal/g para lipídeos.

4.5 Caracterização morfológica das farinhas e dos amidos

4.5.1 Microscopia eletrônica de varredura

As amostras de farinha e de amido de pupunha foram submetidas a microscopia eletrônica de varredura (MEV) em microscópio eletrônico de varredura modelo ZEISS DSM 940 A, sob amperagem de 80mA e voltagem 5kV, do núcleo de Geologia da Universidade Federal do Pará. O suporte metálico foi montado com fita adesiva dupla face, seguida de recobrimento metálico com ouro, feito em metalizador BAL-TEC SCD 050.

4.5.2 Microscopia óptica

Para a microscopia óptica, as amostras de farinha de pupunha foram misturadas a resinas EPOXI GY-260 e ao catalisador HY 837 e distribuídas em lâmina fosqueada. Após a secagem da resina, reduziu-se a espessura da resina em serratriz debastadora (modelo 14-16- HILLQUIST), finalizando com polimento, no laboratório de laminação do centro de Geologia da Universidade Federal do Pará, para melhor visualização das estruturas. As lâminas foram visualizadas em microscópio óptico com luz polarizada Olympus SZH10, acoplado a uma câmera fotográfica Olympus.

4.6 Propriedades funcionais

4.6.1 Viscosidade das farinhas de pupunha

A determinação das propriedades de pasta foi feita em equipamento Rapid Visco Analyser (RVA), da marca PERTEN, série RVA 4500 (Figura 14). Foram pesados 3,5g de farinha de pupunha para 25 mL de água destilada, em base seca, cujos parâmetros são apresentados na Tabela 04 e estão de acordo com AACC número 76-21 (AACC, 2000).



FIGURA 14- Equipamento Rapid Visco Analyser (RVA), da marca PERTEN, série RVA 4500.

TABELA 4- Condições operacionais do RVA utilizadas nas análises viscoamilográficas do amido e das farinhas de pupunha.

TEMPO	TIPO	VALOR
Hora: minutos: segundos	Temperatura/Velocidade	
00: 00: 00	Temperatura	50 °C
00: 00: 00	Velocidade	960 rpm
00: 00: 10	Velocidade	160 rpm
00: 01: 00	Temperatura	50 °C
00: 04: 42	Temperatura	95°C
00: 07: 12	Temperatura	95°C
00: 11: 00	Temperatura	50°C
Final do Teste 00: 13: 00		

4.6.2 Capacidade de absorção de óleo das farinhas de pupunha

Foram colocados 0,5 g de amostra e 3 mL de óleo de milho em um tubo de centrifuga cônico graduado (Falcon) de 15mL. A mistura foi agitada em vortex da marca BIOMIXER série Q-901, durante 1 min e em seguida deixada em repouso durante 30 min. Centrifugou-se a 3.000 rpm em centrifuga da marca HERMLE série Z200A, durante 25 min e fez-se a leitura visual do volume do óleo livre.

A percentagem de gordura absorvida foi expressa como a quantidade de óleo de milho retido por 100g de amostra, seguindo o método de Lin et al. (1974).

4.6.3 Capacidade de absorção de água das farinhas de pupunha

Foram usados 2,5g de amostra em 30 mL de água destilada, em tubo de centrífuga cônico graduado (Falcon) de 50 mL. Agitou-se por 30 minutos e centrifugou-se a 2000 rpm em centrífuga da marca HERMLE série Z200A, durante 10 min. Os tubos foram aquecidos a 50 °C, por 25 minutos. Todo o sobrenadante de cada tubo foi transferido para proveta e medido o volume. A capacidade de absorção de água é dada pela Equação 1 (SOSULSKI, 1962).

$$\%AA = 30 - vL \times 100 \quad (1)$$

sendo,

AA = absorção de água

e vL = volume (mL) medidos em proveta

4.6.4 Propriedade emulsificante

As propriedades emulsificantes abrangem a atividade emulsificante e a estabilidade da emulsão e foram determinadas segundo o método de Dench et al. (1981), no qual 0,5g de amostra foi suspenso em água destilada (4 mL) e o pH ajustado para 7,0 com NaOH ou HCl. A suspensão foi agitada em vortex da marca BIOMIXER série Q-901 por 15 min. O pH da suspensão foi verificado e ajustado novamente, quando necessário, e o volume final foi completado para 5 mL com água destilada. A esta suspensão foram adicionados 5 mL do óleo de soja, mantendo-a sob agitação durante 3 min. A nova emulsão obtida foi centrifugada em centrífuga da marca HERMLE série Z200A a 1300 rpm por 5 min.

Após leitura visual dos tubos graduados da centrífuga a atividade emulsificante foi calculada através da Equação 2.

$$\%AE = \frac{\text{Altura da camada emulsificante}}{\text{Altura total do fluido}} \times 100 \quad (2)$$

Onde AE é a atividade emulsificante.

4.6.5 Propriedade espumante das farinhas de pupunha

Compreendem a capacidade de expansão de espuma e a estabilidade de espuma. Foram determinadas de acordo com Hsu et al. (1982). Determinou-se a percentagem do aumento de volume empregando-se a Equação 4 de Lawhon et al. (1972).

$$\%IC = \frac{v_{ApAg} - v_{AnAg}}{v_{AnAg}} \times 100 \quad (3)$$

sendo,

IC = incremento (ou aumento) do volume;

v_{ApAg} = volume (mL) após agitação e

v_{AnAg} = volume (mL) antes da agitação.

O volume de espuma foi calculado considerando como 100% o volume de espuma no tempo zero.

4.6.6 Propriedades de pasta do amido de pupunha

As variações da consistência sofridas pelo amido durante a formação da pasta, sob efeito da temperatura e da agitação, foram seguidas fazendo o uso de um viscosímetro (RVA). Foram construídos amilogramas usando 2,5 gramas de amido, em peso seco. Dos gráficos obtidos foram avaliadas as seguintes características: temperatura inicial de pasta, viscosidade máxima, temperatura no pico de viscosidade máxima, viscosidade mínima, viscosidade final no ciclo de resfriamento e tendência a retrogradação (set back). A tendência à retrogradação foi obtida pela diferença entre a viscosidade mínima e a viscosidade no resfriamento, a Tabela 04 mostra os parâmetros utilizados para a determinação das propriedades de pasta dos amidos analisados.

4.5.7 Poder de inchamento e índice de solubilização do amido de pupunha

O poder de inchamento e o índice de solubilização foram determinados seguindo o procedimento de Leach et al. (1959). Suspensões aquosas de amido foram mantidas em banho Maria a 80°C por 30 minutos, com agitação ocasional.

Posterior centrifugação separou os amidos intumescido e solubilizado, cujos teores foram calculados gravimetricamente.

4.5.8 Ciclo de congelamento do amido de pupunha

Avaliado segundo o método descrito por Cereda (2002), em 5 ciclos de congelamento a -18°C e descongelamento a 45°C , avaliando a quantidade de água liberada pela pasta formada pelo amido.

4.7 Determinação do teor de amilose no amido de pupunha

A quantidade de amilose nas amostras de amido foi determinada seguindo o procedimento colorimétrico de Williams, Kuzina e Hlinka (1970). Amostras de 30 mg de amido, foram dispersas em 10 mL de solução de hidróxido de potássio 0,5 mol/L e diluídas 10 vezes em água. Alíquotas de 10 mL desta solução foram neutralizadas com 5 mL de ácido clorídrico 0,1 mol/L, com posterior adição de 0,5 mL de solução de I-KI (iodo, iodeto de potássio), e seus volumes completados para 50 mL. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV/Vis, marca NOVA, a 625 nm, empregando curva padrão de amilose e amilopectina, extraídas a partir de amido de pupunha.

4.8 Análise estatística

Todas as análises foram conduzidas em triplicata e os dados expressos como média aritmética e desvio padrão (DP). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey á nível de 5 % de significância, para comparação das médias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização física e química da matéria prima

Os valores encontrados para a biometria dos frutos usados no presente trabalho estão presentes na Tabela 5.

TABELA 5- Análise biométrica dos frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), em comparação com a literatura.

Biometria dos frutos de pupunha		
Parâmetros	Pupunha	Ferreira et al. (1997)
Comprimento (cm)	3,97 ± 0,30	4,5 (4,1- 6,9)
Diâmetro (cm)	4,93 ± 0,43	4,2 (1,9- 8,1)
Peso (g)	45,45 ± 8,18	45 (4,0-186)

Os valores encontrados para biometria dos frutos encontrados no presente trabalho são semelhantes aos encontrados por Ferreira et al. (2005), como mostra a Tabela 06. As variações percebidas podem ser decorrentes de diversos fatores como: genética, o número de frutos por planta e a competição entre órgãos em desenvolvimento (FONFRÍA et al. 1996). A composição centesimal da pupunha encontra-se na Tabela 06.

TABELA 6- Composição centesimal dos frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)

Componentes (*)	Pupunha sem cozimento		Pupunha com cozimento	
	Sem casca	Com casca	Sem casca	Com casca
Umidade	57,43 ± 0,7 ^b	59,35 ± 0,5 ^a	55,81 ± 0,2 ^c	55,42 ± 0,6 ^c
Lipídeos	4,30 ± 0,2 ^c	5,55 ± 0,2 ^b	5,91 ± 0,2 ^b	6,57 ± 0,3 ^a
Cinzas	0,45 ± 0,01 ^c	0,54 ± 0,02 ^b	0,57 ± 0,02 ^b	0,63 ± 0,01 ^a
Proteínas	1,97 ± 0,1 ^{b,a}	1,91 ± 0,02 ^b	2,06 ± 0,07 ^{b,a}	2,18 ± 0,2 ^a
Carboidratos	35,85 ± 0,5 ^a	32,64 ± 0,5 ^b	34,99 ± 0,4 ^a	35,20 ± 0,6 ^a

(*) Constituintes em base úmida.

Valores médios de três repetições com seus desvios padrões.

Letras diferentes entre colunas representam diferença a 95% de significância.

Os valores de umidade para as pupunha sem cozimento diferiram significativamente entre si, que pode ser atribuído a composição dos frutos, os demais componentes além da água, interferem na quantidade de água das, o mesmo não ocorreu com os frutos após o cozimento, pois durante o tratamento térmico parte dos componentes presentes nos frutos tem sua estrutura modificada. Os teores de umidade e lipídeos estão de acordo com Rojas (1994) que para a variedade Vaupés, encontrou valores de 70,05-50,59 g/100g b.s. e 10,49-4,0g/100g b.s, respectivamente.

Os valores encontrados de proteínas e cinzas para pupunha sem cozimento sem casca e com cozimento sem casca estão de acordo com Ferreira e Pena (2003) 2,4 e 0,5 g/100g b.s., respectivamente. Para cinzas, as amostras de pupunha sem cozimento com casca e com cozimento com casca apresentaram valores maiores do que a pupunha sem cozimento sem casca e com cozimento sem casca, com diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, isto se deve ao fato de as cascas dos frutos possuírem elevado teor de minerais (FEREIRA, 1997), justificando a diferença entre as amostras. Entretanto para a fração proteica houve diferença significativa nos teores encontrados para pupunha “in natura” com casca e pupunha cozida com casca.

5.2 Características físicas das farinhas

5.2.1 Cor e densidade das farinhas de pupunha

Os resultados encontrados para terminação de cor e densidade das farinhas de pupunha encontram-se expressos na Tabela 7, a diferença global de cor entre as amostras de farinha pode ser observada na Tabela 8, já a Figura 15 ilustra os produtos obtidos após o processamento de obtenção das farinhas.

. **TABELA 7-** Determinação de cor nas farinhas de pupunha

Amostra	Cor			Densidade
	L*	a*	b*	Densidade (g cm ⁻³)
FP1	81,13±0,4 ^a	2,69±0,1 ^b	18,45±0,1 ^c	1,606 ± 0,2 ^a
FP2	78,17±0,3 ^c	3,75±0,3 ^a	21,1 ±0,4 ^b	1,673 ± 0,2 ^a
FP3	82,32±0,07 ^b	3,83±0,2 ^a	26,03±0,5 ^a	1,301 ± 0,1 ^a
FP4	76,21±0,4 ^d	3,77±0,1 ^a	25,06±0,8 ^a	1,320 ± 0,3 ^a

FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca. Valores médios de três repetições com seus desvios padrões. Letras diferentes entre linhas representam diferença significativa a 95% de significancia.



FIGURA 15- Imagem das farinhas de pupunha após o processamento: FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca.

Constatou-se através da análise dos parâmetros da cor, representados pela luminosidade (L*), que há diferença significativa entre os quatro lotes de farinha, o mesmo não ocorrendo para a intensidade de vermelho (+a*) e para intensidade de amarelo (+b*). Observa-se que a farinha de pupunha sem cozimento e sem casca (FP1) apresenta uma intensidade menor de vermelho e amarelo, apresentando diferença significativa das demais farinhas, enquanto a farinha de pupunha sem cozimento e com a presença da casca (FP2) apresenta maior intensidade de amarelo em relação a farinha FP1 e menor intensidade em relação as demais farinhas.

Pode-se observar que a coloração amarela e vermelho elevaram-se após o tratamento térmico, isto deve-se ao fato de alguns carotenoides modificarem sua estrutura após o cozimento. As moléculas dos carotenoides, dependendo da conformação, possuem um sistema de duplas ligações que constituem o grupo cromóforo responsável pela cor que proporciona aos alimentos (RIBEIRO e SERAVALHI, 2004).

Os resultados se encontram condizentes, de acordo com a Figura 15 da imagem dos lotes após o processamento, é possível observar que a farinha do lote FP1 apresenta-se com coloração mais clara em comparação com os outros lotes; a farinha do lote FP2 apresentou-se levemente amarelada, já as farinhas dos lotes F3 e F4 apresentaram-se com coloração mais amarelada.

Na Tabela 07, os resultados revelam que não existem diferenças significativas entre as densidades das farinhas obtidas. A densidade é um parâmetro importante, pois é através dela que se calcula o volume específico, sendo este muito útil para o dimensionamento de embalagens e equipamentos que serão usados no processamento das farinhas e dos produtos que a utilizaram como matéria prima (AMANTE, 2007). Como não houve diferença significativa entre as farinhas analisadas pode-se utilizar o mesmo sistema de processamento para as duas farinhas.

5.2.2 Granulometria

A distribuição granulométrica das farinhas obtidas pode ser observada na Figura 16.

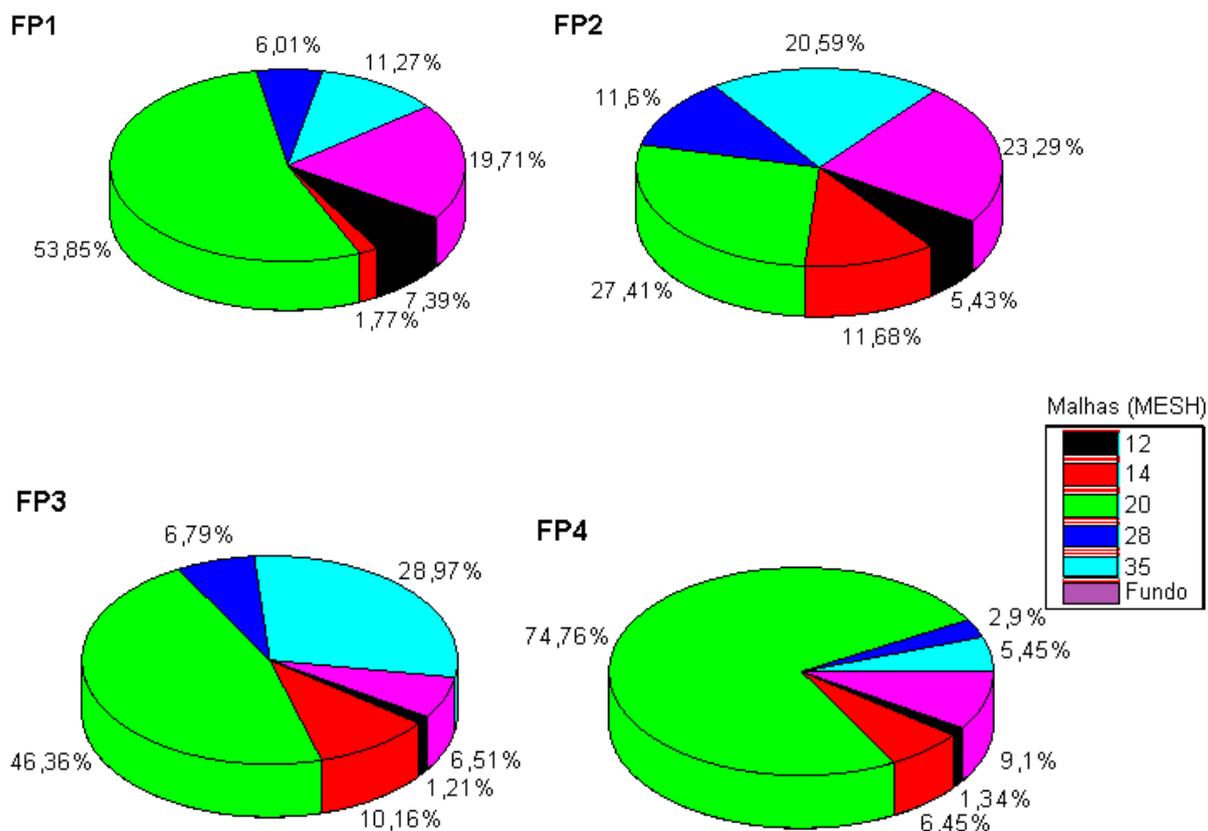


FIGURA 16- Percentual de farinha de pupunha retida em diferentes malhas. FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca.

Para todas as farinhas pode se observar que não houve uma uniformização no tamanho das partículas, evidenciado pela retenção de massa nas diferentes peneiras. Entretanto, dentre as peneiras utilizadas, o maior percentual de massas retidas para as farinhas, independente do tratamento, foi verificado na peneira de 20 mesh, mesmo para a farinha de pupunha sem tratamento com casca (FP2), onde a diferença é de apenas 7% em relação a peneira de 35 mesh.

5.3 Caracterização química da farinha de pupunha

5.3.1 Composição das farinhas de pupunha

A composição das farinhas de pupunha apresenta-se na Tabela 8.

TABELA 8- Composição das farinhas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)

Componente	FP1	FP2	FP3	FP4
Umidade	9,45 ± 0,1 ^a	17,64 ± 0,2 ^b	9,47 ± 0,06 ^a	13,44 ± 0,1 ^c
Lipídeos (*)	10,09 ± 0,6 ^d	13,53 ± 0,4 ^c	15,27 ± 0,5 ^b	20,42 ± 0,3 ^a
Cinzas (*)	1,42 ± 0,03 ^c	1,52 ± 0,01 ^{a, b}	1,48 ± 0,02 ^b	1,56 ± 0,01 ^a
Proteínas (*)	4,83 ± 0,06 ^c	5,09 ± 0,02 ^a	4,68 ± 0,1 ^c	5,00 ± 0,01 ^b
Carboidratos (*)	74,19 ± 0,5 ^a	62,19 ± 0,6 ^c	69,09 ± 0,4 ^b	59,56 ± 0,3 ^d
pH	3,35 ± 0,07 ^c	3,9 ± 0,0 ^a	3,2 ± 0,07 ^d	3,6 ± 0,14 ^b
Acidez titulável	3,26 ± 0,2 ^a	2,44 ± 0,1 ^b	2,40 ± 0,1 ^b	1,69 ± 0,02 ^b
Carotenos totais (**)	6,33 ± 0,02 ^b	15,67 ± 0,1 ^d	8,71 ± 0,04 ^a	16,34 ± 0,08 ^c
Valor calórico				
(kcal/100g)	406,606 ± 0,6 ^c	390,89 ± 0,8 ^d	432,51 ± 0,8 ^b	442,02 ± 0,2 ^a

(*) Constituintes em (g/100g) de matéria seca.

(**) Constituinte em mg/100g

FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca;

FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca.

Valores médios de três repetições com seus desvios padrões.

Letras diferentes entre colunas representam diferença significativa a 95%.

A umidade é um parâmetro importante a ser avaliado, pois indica se a secagem foi adequada. Umidade fora das recomendações técnicas resulta em grandes perdas na estabilidade química, na deterioração microbológica e na qualidade geral dos alimentos. Segundo a Resolução CNNPA Nº 12 da ANVISA (BRASIL, 1978), que regulamenta os parâmetros de qualidade da farinha de trigo, a umidade deve estar abaixo de 15%. Logo, com exceção da farinha sem cozimento com casca, todas as outras estão de acordo essa legislação.

Os teores mais elevados de umidade foram apresentados pelas farinhas com casca, independente do tratamento térmico, o que pode indicar que a casca contribui para maior retenção de água na constituição das farinhas, o que representa uma barreira a ser considerada para a eliminação do vapor no momento da secagem.

A presente pesquisa encontrou valores de lipídeos com diferença significativa para todas as amostras e teores de lipídeos maiores após o tratamento térmico, esta curiosidade pode ser justificada pela lixiviação de materiais hidrossolúveis na água de cozimento e a retenção de material insolúvel em água. Os teores de lipídeos e proteínas está de acordo com Goia et al. (1993) (8,9- 22,4 g/100g b.s. e 4,1- 6,6 g/100g b.s, respectivamente).

Em comparação com outras farinhas, como farinhas de mandioca (1,36 g/ 100g) e farinha de batata (1,95 g/ 100g), as farinhas de pupunha apresentaram valores maiores de proteína, demonstrando assim, que sua inserção agrega valor nutricional a dieta. O mesmo vale para a casca da pupunha, pois as farinhas com casca apresentaram maiores valores em proteína e lipídeos em relação as farinhas sem casca, e as farinhas sem casca não apresentaram diferença significativa entre si em relação a fração proteica e diferiram a nível de 5% de significância das farinhas com casca, que apresentaram um valor mais elevado.

Os teores de carboidratos calculados para as farinhas estão de acordo com Rojas (1994) que obteve valores de carboidrato na faixa de 55,0 - 90,0 g/100g b.s, para frutos de variedade similar aos frutos usados no presente trabalho. Os valores encontrados de cinzas para as diferentes farinhas estão de acordo com Ferreira e Pena (2003), que em relação a farinha de pupunha obtiveram teores de 1,6g/100g b.s. Os valores apresentados na Tabela 08 indicam que somente o teor de cinzas da farinha de pupunha sem cozimento sem casca diferiu significativamente das demais e que os teores determinados para as duas farinhas sem casca foram cerca de 7% menores em relação as farinhas com casca, esta diferença deve-se ao fato de as casca apresentarem minerais em sua composição, ou seja, a inserção da casca eleva os valores deste constituinte na farinha.

O efeito do tratamento térmico sobre os carotenóides tem sido estudado para muitos frutos. Normalmente, o tratamento térmico ou reduz ou aumenta o teor de carotenóides, e pode alterar as propriedades bioativas de vários compostos. Mudanças no conteúdo de carotenóides são função de fatores tecnológicos (GAMA ; SYLOS, 2005)

Os valores apresentados na Tabela 8 mostram o efeito do tratamento térmico sobre os carotenoides totais para os lotes de farinhas estudados. As farinhas que foram submetidas a tratamento térmico apresentam maior teor de carotenoides do que as farinhas sem tratamento térmico, isso deve-se ao fato de o aquecimento alterar a estrutura dos carotenoides, alterando sua conformação (cis, trans), Este comportamento foi observado por Garbanzo (2011), que ao determinar o perfil de carotenoides da farinha de pupunha sem cozimento e após o cozimento a 90° por 60 minutos, observou que o tratamento térmico favorece a formação de novos carotenoides, como indicado por 14 picos observados na farinha cozida contra nove da farinha crua.

Já a diferença observada entre farinhas sem e com casca demonstram que a casca da farinha de pupunha apresenta em sua composição maior concentração de carotenoides totais do que a polpa da pupunha. O que está de acordo com Almeida et al. (2011), que determinaram carotenos totais em casca de pupunha encontrando valores de carotenos totais superiores (33,3 mg/100g) aos resultados encontrados para a farinha de pupunha sem casca (7,9 mg/100g). Portanto a inserção da casca da pupunha na farinha agrega valor a mesma, tornando-a mais nutritiva.

De acordo com os resultados das análises físico-químicas, apresentados na Tabela 8, a farinha de pupunha apresentou um pH na faixa de 3,2- 3,9 , o que caracteriza como uma alimento ácido (pH < 4,5). Já os valores calculados para acidez encontram-se na faixa de 1,7- 3,3. A partir deste resultado pode-se afirmar que as condições de higiene durante a obtenção da farinha foram satisfatórias, tendo em vista que o aumento da acidez esta diretamente relacionada ao crescimento microbológico durante o processo. As farinhas podem ser consideradas excelente fonte de carboidratos, concentração maior do que 59% e excelente fonte de calorias, como pode se observar na Tabela 08.

5.3.2 Composição em ácidos graxos

A composição em ácidos graxos presentes nas frações graxas das diferentes farinhas de pupunha está apresentada na Tabela 9.

TABELA 9- Medidas da composição de ácido graxos presentes nas frações graxas das farinhas de pupunha

% Ácidos Graxos (*)				
Ac Graxo	FP1	FP2	FP3	FP4
C8:0	-	0,12	0,03	-
C12:0	2,48	0,42	0,41	-
C14:0	0,89	0,43	0,33	-
C16:0	29,96	25,67	28,69	34,05
C16:1	5,76	4,05	4,56	3,49
C18:0	2,16	3,07	2,24	0,26
C18:1	42,69	49,36	40,04	47,54
C18:2	16,05	12,97	16,36	14,67
C20:0	-	3,90	4,81	-
C22:0	-	-	2,53	-

(*) Ácidos graxos: C8:0 - caprílico ; C12:0 - láurico; C14: 0 - mirístico; C16:0 - palmítico; C18:0 - esteárico; C20:0- araquídico ; C22: 0-; C16:1 - palmitoléico; C18:1 - oléico; C18:2 – linoleico.

FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca.

O ácido graxo predominante nas farinhas de pupunha foi o ácido oleico (C18:1), que representou em média 45% de sua composição, seguido do ácido Palmítico (C16:0), que representou aproximadamente 30% dos ácidos que constituem as farinhas de pupunha. Os resultados encontrados para os ácidos graxos das farinhas de pupunha estão de acordo com Ciprona (1986), Rojas et al. (1994), Fernández-Piedra et al. (1995) e Yuyama et al. (2003), que encontraram maior percentual de ácido oleico em estudos feitos com óleos extraídos dos frutos de pupunha, seguido de ácido palmítico. Os ácidos graxos, através da alimentação, são utilizados como fonte de energia para o funcionamento do organismo. Aproximadamente 40% do total da necessidade diária de ácidos graxos são obtidos através da dieta (ROJAS, 1994).

A análise da Tabela 9 mostra diferenças entre as composições de ácidos graxos, isto deve-se a diferença de composição dos lotes, como pode-se se observar com excessão dos ácidos C18:0 e C18:2, o teor dos ácidos presentes no lote FP1 diminuíram após o cozimento (FP2). A casca agregou ácidos graxos C8:0 e C20:0 a farinha, que foram degradados após o cozimento. Pode ser observado o surgimento de ácidos graxos após o cozimento, isto ocorre, pois o cozimento altera a estrutura da parede celular, tornando mais eficaz a extração destes compostos (ABUSHITA et al. 2000).

5.4 Propriedades funcionais das farinhas

Para a escolha dos produtos a serem formulados, estudou-se as propriedades tecnológicas das farinhas produzidas com a pupunha, para se obter melhores informações sobre a qualidade da farinha obtida. Os parâmetros determinados foram: viscosidade, capacidade de absorção de água (CAA), capacidade de retenção de óleo (CRO), atividade emulsificante (AE) e capacidade de formação de espuma.

5.4.1 Viscosidade

Os perfis viscoamilográficos obtidos no RVA para os quatro lotes de farinha de pupunha encontra-se na Figura 17.

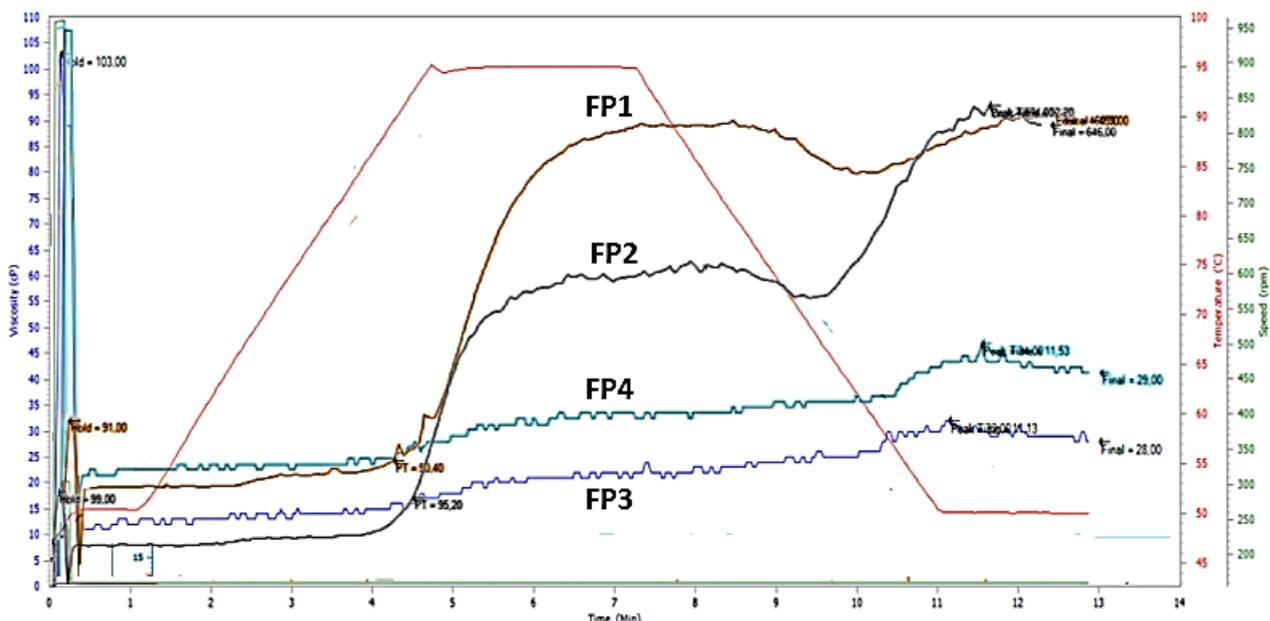


FIGURA 17- Perfil de viscosidade dos quatro lotes de farinha de pupunha. FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca.

A Figura 17 demonstra que os perfis viscoamilográficos foram bastantes diferentes, evidenciando, uma redução dos valores de viscosidade nos lotes que passaram por tratamento térmico. Na Tabela 10 são mostrados os principais pontos do viscoamilograma para as quatro farinhas de pupunha.

TABELA 10- Propriedades de pasta das farinhas de pupunha

Farinhas	Tp (°C)	VM 95°C (Cp)	VF 50°C (Cp)	Quebra (Cp)	Retrogradação (Cp)	tp (min)
FP1	93,15 ± 2 ^a	461,67 ± 1 ^b	458,66 ± 3 ^b	367,33 ± 4 ^b	364, 33±3 ^a	11,69 ± 2 ^a
FP2	94,9 ± 0,2 ^a	672,67 ± 1 ^a	649,67 ± 3 ^a	590 ± 5 ^a	547 ± 4 ^b	12,22 ± 0,4 ^a
FP3	62 ± 2 ^b	33 ± 1 ^c	29,67 ± 0,5 ^c	33 ± 1 ^d	29,66 ± 0,5 ^d	11,31 0,2 ^a
FP4	52,67 ± 3 ^c	38,33 ± 7 ^c	30,33 ± 2 ^c	75,67 ± 3 ^c	67,67 ± 8c	10,93 ± 0,4 ^a

FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca. Média de três repetições com seus desvios padrões.

Letras diferentes entre linhas representam diferença significativa a 95%.

Tp: Temperatura inicial de pasta; VM: Viscosidade máxima; VF: Viscosidade final; tp: Tempo de pico. cp: centipoise.

Os perfis de viscosidade das farinhas diferenciaram, pois houve efeito do tipo de tratamento (sem cozimento e com cozimento) e a composição das mesmas (sem casca e com casca). Os parâmetros temperatura de pasta, viscosidade máxima e viscosidade final apresentaram valores menores para a farinha com cozimento em relação a sem cozimento, isto deve-se ao fato de o tratamento térmico ter pré-gelatinizado o amido presente nestas farinhas.

Considerando-se as temperaturas de empastamento dos diferentes lotes de farinha que estão em torno de 93,15, 94,9, 62 e 52 °C para FP1, FP2, FP3 E FP4, respectivamente, pode-se dizer que do ponto de vista energético as farinhas cozidas são mais interessantes, já que produzem pastas viscosas mais rapidamente. Já a elevação da temperatura de pasta, para as farinhas sem cozimento, pode ser associada a uma redução da região cristalina do grânulo, gerando aumento de viscosidade e de tendência a retrogradação (ADEBOWALE et al, 2005).

O pico de viscosidade em dada concentração é uma característica importante, que distingue os amidos de diferentes espécies. O valor de viscosidade máxima da farinha sem cozimento sem casca é semelhante a viscosidade máxima encontrados por Takizawa *et al.* (2004) para o amido nativo de mandioca (440RVU), entretanto os demais parâmetros viscoamilográficos apresentaram valores mais elevados do que o encontrado para mandioca. O mesmo foi observado para compararmos com a farinha sem cozimento com casca, que apresentou viscosidade máxima similar a encontrada, para os mesmos autores, em batata (727 RVU).

Os valores do perfil para tendência a retrogradação foram muito menores para os lotes de farinha pós tratamento térmico. Isto se deve ao efeito dos lipídeos, que foram maiores para estes lotes, que ao interagir com os grânulos de amido, não permitem a formação de ligações de Hidrogênio, diferente do que ocorre com a farinha sem tratamento térmico. Os amidos de farinha sem cozimento apresentaram altas quebras de viscosidade, o que revela a fragilidade dos grânulos desses amidos quando cozidos em água (VIEIRA, 1994).

5.4.2 Propriedades tecnológicas

A Tabela 11 é constituída pelos percentuais calculados para a capacidade de absorção de água; capacidade de absorção de óleo e atividade emulsificante.

TABELA 11- Propriedades tecnológicas das farinhas

Propriedades tecnológicas			
Amostra	CAA (%)	CAO (%)	AE (%)
FP1	217,91 ± 0,5 ^d	10,41 ± 0,6 ^c	1,96 ± 0,5 ^c
FP2	228,67 ± 0,6 ^c	11,49 ± 0,4 ^c	8,08 ± 0,2 ^a
FP3	289,02 ± 0,5 ^a	14,87 ± 0,4 ^b	4,89 ± 0,4 ^b
FP4	283,21 ± 0,9 ^b	17,67 ± 0,4 ^a	1,42 ± 0,1 ^c

FP1: farinha sem cozimento sem casca; FP2: farinha sem cozimento com casca; FP3: farinha com cozimento sem casca e FP4: farinha com cozimento com casca. Capacidade de absorção de água (CAA); capacidade de absorção de gordura (CAO) e atividade emulsificante (AE).

Valores médios de três repetições com seus desvios padrões.

Letras diferentes entre linhas representam diferença significativa a 95%.

As farinhas estudadas apresentaram altos valores de absorção de água, todas com diferença significativa, sendo o maior valor (289,02 ± 0,5%) apresentado pela farinha de pupunha cozida sem casca. No trabalho de Sangronis et al. (2004), as farinhas de feijão apresentaram valores de capacidade de absorção de água que variaram de 150-270%. Segundo Porte (2011) a elevada capacidade de absorção de água, é uma propriedade relevante para aplicações em produtos cárneos, pães e bolos, logo a utilização destas farinhas de pupunha nestes sistemas alimentares podem ser bastante desejáveis.

Verifica-se na Tabela 11 que para capacidade de absorção de óleo somente os percentuais para as farinhas de pupunha *in natura* não apresentaram diferença significativa entre elas. A diferença entre as farinhas do lote FP3 e FP4, está relacionados com o teor de lipídeos na mesma, que são mais elevados em comparação com os outros lotes, os valores encontrados são inferiores aos encontrados para farinha de amendoim (200%) no estudo realizado por Beauchat et al. (1975), o que sugere inadequação das farinhas para utilização como ingrediente em produtos viscosos, como sopas processadas e massas.

Os valores encontrados para a propriedade emulsificante de todas as farinhas foram baixos quando comparados com Maia (2000) para preparado de arroz e soja (106%), onde o maior valor encontrado foi de 8% para farinha de pupunha sem cozimento com casca, indicando a inadequação do uso dessas farinhas como substitutos de ingredientes em sistemas de emulsão.

As características de formação de espuma nas farinhas de pupunha estão presentes na Tabela 12.

TABELA 12 - Avaliação da capacidade de formação e estabilidade da espuma das farinhas de pupunha

Identificação da farinha	Expansão de espuma(%)	Estabilidade da espuma		
		30min	60min	120min
FP1	4,85	0	-	-
FP2	3,81	0	-	-
FP3	1,92	0	-	-
FP4	1,9	0	-	-

FP1: farinha sem cozimento sem casca; FP2: farinha sem cozimento com casca; FP3: farinha com cozimento sem casca e FP4: farinha com cozimento com casca.

Volume de espuma (%) observado nos intervalos de tempo após batimento (tempo em minutos).

Após a determinação da capacidade de formação de espuma pode-se afirmar que as farinhas de pupunha não apresentam tal propriedade, por conseguinte, não havendo espuma não se calcula a estabilidade de espuma. Esta ausência de formação de espuma deve-se ao baixo conteúdo proteico, identificado na composição dos lotes de farinha de pupunha analisados neste trabalho. Esse resultado inviabiliza a utilização das farinhas de pupunha em sistemas de processamento que necessitem de aeração, pois a capacidade de formação de espuma e sua estabilidade são importantes em produtos de forno, merengues e coberturas de bolos, por ajudarem na incorporação de ar (JAMES; SLOAN, 1984).

5.5 Caracterização morfológica das farinhas

A Figura 18 apresenta as eletromicrográfiás das farinhas de pupunha, já a Figura 19, mostra a organização externa dos grânulos de amido que constituem as farinhas de pupunha, com a visualização da cruz de malta.

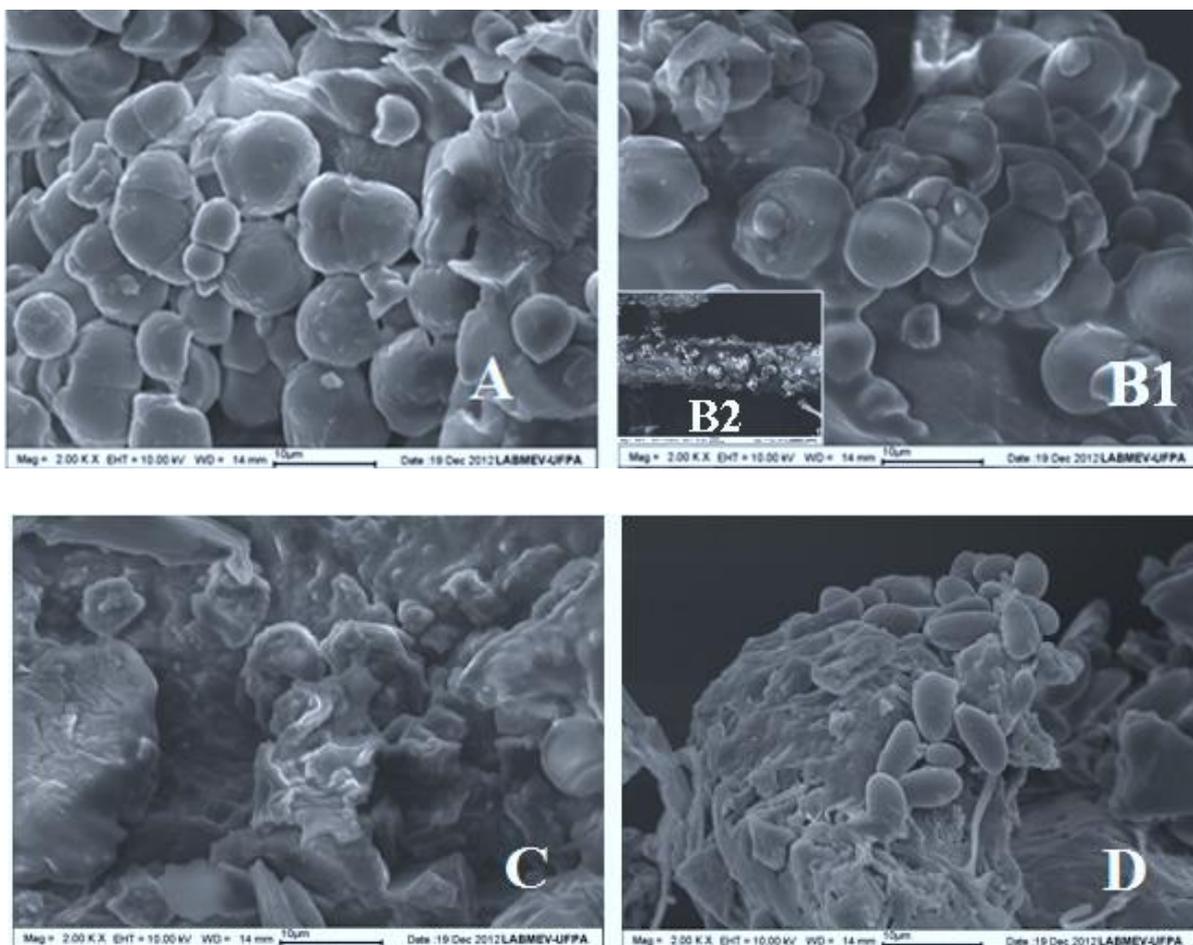


FIGURA 18- Microscopia eletrônica de varredura das farinhas de pupunha (aumento de 2000x). A- Farinha de pupunha sem cozimento sem casca; B- Farinha de pupunha sem cozimento com casca; C- Farinha de pupunha com cozimento sem casca e D- Farinha de pupunha com cozimento com casca.

As micrografias ilustram a morfologia das farinhas de pupunha, onde se pode observar claramente na Figura 18 A e B1 a estrutura do amido com características arredondadas e tamanho não homogêneo. Na Figura 18 B2 pode-se observar a presença da estrutura vegetal referente as fibras oriundas da casca. As Figuras 18C e D mostram claramente que após o processo de cozimento ouve gelatinização do amido e das fibras presentes nas farinhas.

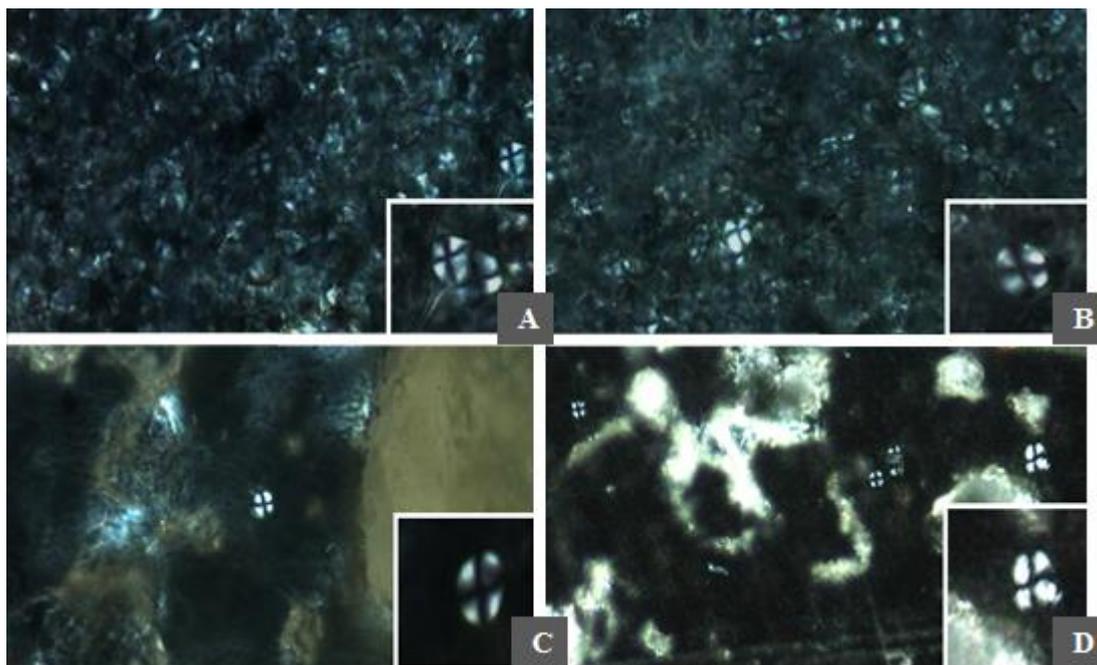


FIGURA 19- Imagens de microscopia óptica sob luz polarizada das diferentes farinhas de pupunha. A- sem cozimento sem casca; B – sem cozimento com casca; C- com cozimento sem casca e D- com cozimento com casca.

Quando se avalia as microscopias ópticas e se visualiza perfeitamente a cruz de malta, observa-se que após o processo de cozimento estes grânulos alteraram sua estrutura interna, pois o número de grânulos com a possibilidade de visualização da birrefringência diminuiu consideravelmente após o processo térmico, mas ainda podem ser observados, o que sugere resistência deste grânulo de amido a temperatura ao qual foi submetida. A Figura 19 demonstra o efeito da gelatinização ocorrido com o amido após a etapa de cozimento, tendo em vista que a gelatinização promove perda da birrefringência, que pode ser observada na microscopia óptica, através da perda de ‘cruz de malta’ (GARCIA et al, 1996).

5.6 Caracterização físico química do amido de pupunha

Para controlar o processo de secagem do amido é importante avaliar o teor de umidade do amido, sendo que a umidade das amostras estudadas foi um parâmetro importante determinado, pois os resultados posteriores foram expressos em base seca. A caracterização química dos amidos obtidos é apresentada na Tabela 13.

TABELA 13 - Composição química dos amidos obtidos a partir das farinhas de pupunha sem processo de cozimento.

Determinações	Amido 1	Amido 2
pH	3,2 ± 0,00 ^a	2,9 ± 0,00 ^b
Acidez	2,96 ± 0,27 ^b	4,66 ± 0,11 ^a
Umidade (%)	12,05 ± 0,02 ^a	11,79 ± 0,04 ^b
Cinzas (%)	0,075 ± 0,02 ^b	0,148 ± 0,02 ^a
Proteínas (%)	0,605 ± 0,01 ^b	0,780 ± 0,01 ^a
Lipídeos (%)	2,27 ± 0,50 ^a	2,26 ± 0,3 ^a

Amido 1: Amido de farinha de pupunha sem casca; Amido 2: Amido de pupunha com casca. Valores médios de três repetições com seus desvios padrões. Letras diferentes entre colunas representam diferença significativa a 95%.

Segundo a Instrução Normativa nº 23 de 14 de dezembro de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005), considera-se para o amido, como aceitáveis, valores de umidades menores do que 14%. Portanto os amidos extraídos a partir das farinhas de pupunha, sem casca (12,02 g/100g) e com casca (11,79g/100g), encontram-se dentro do permitido pela legislação vigente.

As impurezas presentes no amido podem ser expressas pelo teor de cinzas, lipídeo e proteína procedentes da matéria prima remanescente do processo de extração (MARCON et al, 2007) e mesmo em pequenas quantidades estes constituintes podem influenciar nas propriedades tecnológicas do amido. Dentre esses constituintes, que mais influencia nas propriedades funcionais dos amidos, são os lipídeos. Segundo Wang e White (1994) os lipídeos afetam a gelificação, modificam o comportamento reológico das pastas e inibem a cristalização das moléculas, reduzindo assim a retrogradação.

No presente estudo os teores de lipídeos encontrados para os amidos foram superiores a 2%, valores estes considerados elevados se comparados com os teores encontrados por Demiate e Franco (2008), para a mandioca salsa (0,13%) e por Galdeano e colaboradores (2009) para amido de aveia (1,36%). A maioria destes lipídeos está presente no grânulo como complexo com a amilose, uma vez que os lipídeos não complexados são removidos no processo de extração do amido (WANG; WHITE, 1994).

O alto teor de cinzas pode indicar a presença de sais associados às moléculas de amilose e amilopectina, que influem no comportamento característico de pasta, o mesmo ocorrendo com o teor de proteína (MARCON et al, 2007). Análises do amido de pupunha mostraram que a composição centesimal encontra-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, que determina: máximo de 14% de umidade e máximo de 0,50% de cinzas. Mesmo com valores baixos, os teores de proteínas estão acima do encontrado por Amante (1986) em amidos de mandioca, que variou de 0,08 á 0,18%.

Segundo Amante (1986), o pH do amido é importante, pois com o seu aumento a retrogradação diminui, sendo que em soluções alcalinas ela é inexistente. Como pode ser observado os valores encontrados de pH para os amidos são baixos, isto deve-se provavelmente a presença de ácidos existentes na farinha que não foram eliminados do amido durante o processo de extração.

5.7 Propriedades de pasta do amido

As propriedades de pasta do amido são de particular interesse na maioria das aplicações industriais. Na indústria alimentícia a temperatura de gelatinização, poder de inchamento, viscosidade e estabilidade da pasta são de grande importância e determinam a utilização do amido.

5.7.1 Poder de inchamento, índice de solubilização e teor de amilose do amido de pupunha

Os valores de índice de solubilização e poder de inchamento, determinados a 80°C, encontram-se expressos na Tabela 14.

TABELA 14- Índice de solubilização (IS) e poder de inchamento (PI) e percentual de amilose dos amidos extraídos das farinhas de pupunha.

AMOSTRA	%IS	PI(g/g)	%Amilose
Amido 1	2,58 ± 0,4 ^a	6,33 ± 0,01 ^a	1,74 ± 0,003 ^a
Amido 2	5,76 ± 0,5 ^b	6,02 ± 0,2 ^b	1,30 ± 0,002 ^b

Amido 1: Amido de farinha de pupunha sem casca; Amido 2: Amido de pupunha com casca. Valores médios de três repetições com seus desvios padrões. Letras iguais na mesma coluna, não há diferença significativa a 95%.

Para avaliar a integridade do grânulo de amido pode-se usar como parâmetros a solubilização e o poder de inchamento. Tendo em vista que a solubilidade está relacionada com os sólidos solúveis na amostra e o poder de inchamento está envolvido com a viscosidade de pasta a frio, pois o amido danificado absorve água a temperatura ambiente (LUSTOSA et al., 2009).

O índice de solubilização do amido de pupunha sem casca, a temperatura de 80 °C, é semelhante ao encontrado por Silva *et al.* (2006), que para o amido ceroso (modificado e intercruzado) foi de 2,4%. Entretanto para o poder de inchamento o valor encontrado para os mesmos autores foi de 15,9 g/g. Esta diferença pode ser justificada pelo elevado teor de lipídeos encontrado no amido de pupunha sem casca. O mesmo se justificaria para o amido de farinha de pupunha com casca.

O teor de amilose nos grânulos de amido varia de acordo com a fonte vegetal de origem, mas, geralmente, encontra-se nos intervalos de 20-30% em amidos normais de cereais. O amido de milho contém entre 25-28% de amilose, enquanto o de mandioca possui apenas em torno de 17%. Algumas variedades de milho, cevada e arroz, referidas pelo termo ceroso (“waxy”) são constituídas totalmente por amilopectina, enquanto outros amidos possuem teores de amilose acima de 50% e são denominados de *high-amilose* (LINEBACK, 1984).

Na Tabela 14 estão expressos os teores de amilose determinados nos amidos de pupunha, permitindo a classificação em alto, intermediário, baixo e muito baixo teor de amilose, conforme recomendação de Juliano (1993), que propôs que os teores de amilose acima de 25% fossem considerados altos; de 20 a 25% intermediários de 12 a 20% baixos e de 5 a 12% muito baixo. Entretanto os teores de amilose encontrados para o amido de pupunha (de 1,74% para o AMIDO 1 e 1,3% para o AMIDO 2) estão abaixo desta classificação, encontrando-se semelhante ao trabalho de Weber (2009) e Tester e Sommerville (2003) para amido de milho ceroso (1,8%). Este tipo de amido é muito usado para produtos que necessitam de armazenamento sob refrigeração, pois apresenta maior estabilidade a baixas temperaturas, pelo fato de praticamente não possuir amilose. Os géis feitos com esse amido são fracos, altamente viscosos no cozimento, claros e coesivos (PARKER ; RING, 2001). Esses amidos raros têm aplicações variadas, tanto na indústria de alimentos como na têxtil, que incluem:

- Utilização na indústria de alimentos para produtos que exigem funcionalidades, tais como ligantes, melhoramento de textura, gelatinizantes, anti-cristalinizante, agente complexante, regulador de acidez, formação de filmes, criopreservantes e outros;
- Utilização na indústria de papel para produtos que exigem funcionalidades, tais como: ligantes, adesivos, plastificadores, agente de retenção e formação de filmes;
- Utilização na indústria de química fina para produtos que exigem funcionalidades, tais como: ligantes, químicos intermediários, agentes complexadores, reguladores de acidez e dispersantes;
- Utilização na indústria farmacêutica e de cosméticos para produtos que exigem funcionalidades, tais como: ligantes, agentes complexantes, substratos nutritivos, dispersantes, anti-cristalinizantes e outros (FREITAS et al, 2003).

5.7.2 Viscosidade do amido de pupunha

Em virtude do amido de pupunha ainda não ter suas características definidas é importante atentar a algumas características dos amidos a título de comparação, Uma alta viscosidade é desejável para usos industriais, nos quais o objetivo é o poder espessante. As pastas de amidos de milho, trigo ou arroz, que contêm teores relativamente elevados de amilose se tornam opacas e formam géis durante o resfriamento. Pastas obtidas de féculas de batata ou de mandioca, por outro lado, geralmente permanecem mais claras (menos opacas) e, embora ao resfriarem apresentem um certo aumento de viscosidade, não chegam a formar géis opacos. No caso de pastas de amido de milho ceroso, as mesmas se comportam como as obtidas de féculas, tendo inclusive menor tendência à retrogradação (WURZBURG, 1986).

As características viscoamilográficas apresentadas pelos amidos encontram-se expressas na Tabela 15.

TABELA 15 Viscoamilografia dos amidos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)

Amostra	Tp (°C)	VM 95°C Cp	VF 50°C Cp	tp (min)
Amido 1	92,32 ± 3 ^a	1526 ± 8 ^a	1526 ± 8 ^a	2,47 ^a
Amido 2	93,35 ± 2 ^a	1340 ± 9 ^b	1340 ± 9 ^b	2,47 ^a

Amido 1: Amido de farinha de pupunha sem casca; Amido 2: Amido de pupunha com casca. Valores médios de três repetições com seus desvios padrões.

Letras diferentes entre linhas representam diferença significativa a 95%.

Tp: Temperatura de pasta; VM: Viscosidade máxima; VF: Viscosidade final; tp: Temperatura de pico.

cP: centipoise.

Considerando as temperaturas de empastamento dos amidos de pupunha, observa-se que estas são superiores as encontradas por Silva (2006) para amido de mandioca, milho e milho ceroso que foram 65, 80 e 73°C, respectivamente, logo o amido de pupunha produz pastas viscosas mais lentamente. Amidos com esta características podem ser utilizados em preparações de molhos ou sopas que precisam ser cozidos por 5 a 10 min, pois seus grânulos intumescem lentamente e apresentam viscosidade mais estável a quente (WEBER, 2009).

Segundo Denardin e Silva (2009), a presença da amilose reduz o ponto de fusão das regiões cristalinas e também a energia para o início da gelatinização; uma vez que mais energia é necessária para iniciar a fusão na ausência de regiões amorfas ricas em amilose, como já foi determinado que o amido de pupunha contem baixa concentração de amilose (1,3- 1,74%), isto não ocorre, logo a baixa concentração de amilose no amido de pupunha justifica a alta temperatura de empastamento.

A temperatura de pasta foi maior de que a reportada por Emiola e Delarosa (1981) para inhame que foi de 65 °C. Em relação a máxima viscosidade dos amidos de pupunha encontraram-se valores quase três vezes mais elevados de que os encontrados por Silva (2006) para o amido de milho ceroso (562 Cp).

Analisando a viscosidade final pode-se observar que os amidos apresentaram alta viscosidade final, sendo mais resistentes e estáveis ao cozimento sob agitação. A variação nos valores da viscosidade final desses amidos é devido a diferença em relação a composição, principalmente teor de amilose, pois o AMIDO 2 apresenta menores valores de viscosidade média, viscosidade máxima e teor de amilose (1,3%). A Figura 20 mostra a curva viscoamilográfica dos amidos de pupunha.

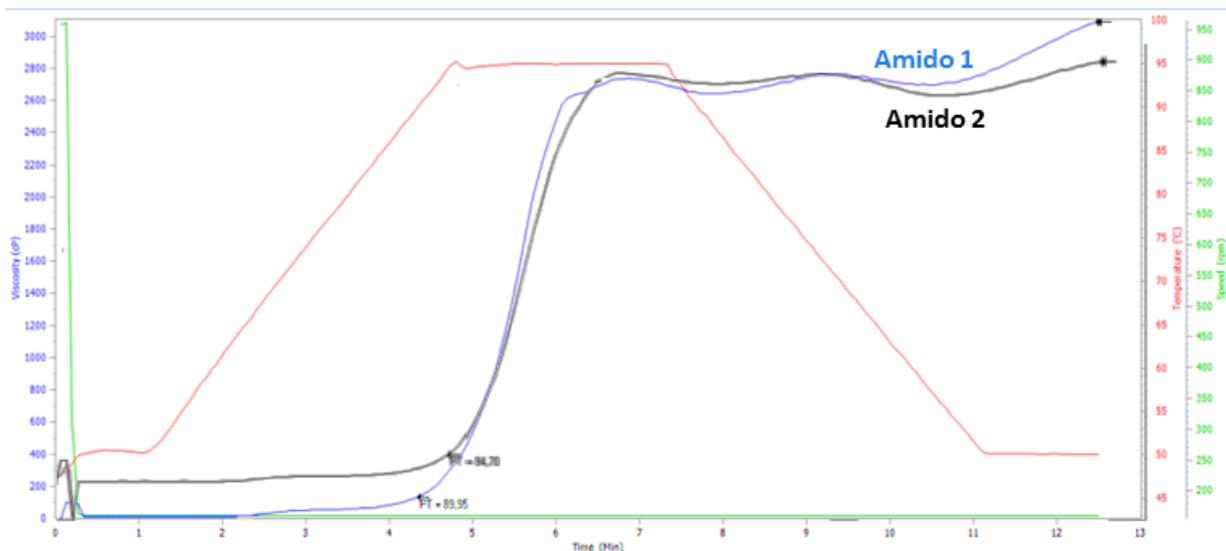


FIGURA 20- Viscoamiliografia dos amidos de pupunha. AMIDO 1: farinha de pupunha sem casca; AMIDO 2: farinha de pupunha com casca.

A Figura 20 indica que não houve quebra durante a análise de viscosidade, logo os valores para quebra e retrogradação foram iguais a zero, isso ocorreu, provavelmente, devido ao baixo conteúdo de amilose no grânulo de amido de pupunha, pois se sabe que, no primeiro estágio da retrogradação, a principal molécula envolvida é a amilose, a amilopectina retrograda de forma lenta depois de alguns dias de armazenamento (BILIADERIS, 1992). O conteúdo de amilose foi descrito como sendo um dos fatores que influencia a retrogradação do amido. Uma maior proporção de amilose tem sido tradicionalmente ligada com uma maior tendência a retrogradação nos amidos. (SINGH et al., 2003).

5.7.3 Cor e Densidade do amido de pupunha

A Tabela 16 expressa os valores de densidade e cor determinadas para os amidos estudados.

TABELA16 Densidade e cor dos amidos extraídos das farinhas de pupunha “in natura” sem casca e com casca

Densidade do amido de pupunha				
Amido	Densidade g/mL	L*	a*	b*
AMIDO 1	1,64 ± 0,1 ^a	90,1±0,7 ^a	0,1±0,06 ^a	8,5 ±0,07 ^a
AMIDO 2	1,58 ± 0,3 ^a	84,42±0,2 ^b	1,76±0,06 ^b	0,21 ±0,3 ^b

Amido 1: Amido de farinha de pupunha sem casca; Amido 2: Amido de pupunha com casca. Valores médios de três repetições com seus desvios padrões. Letras diferentes entre as linhas representa diferença significativa a 95%.

Os resultados revelam que não existem diferenças significativas para as densidades dos amidos, pois a densidade é um fator importante no processo de extração, dado que este parâmetro influencia economicamente na extração do amido. Visto que, a decantação e a centrifugação são operações unitárias realizadas no processo de extração do amido. Quanto maior a densidade do amido menor será o tempo de retenção nos decantadores e/ou nas centrífugas (NUNES; SANTOS; CRUZ, 2009).

Os resultados apresentados na Tabela 16 para cor, mostram diferença significativa de cor entre os amidos de pupunha analisados, esta diferença está principalmente associada ao teor de minerais presentes nos mesmos (OLIVER, 1993), vista que o AMIDO 1 é constituído por um teor de minerais menor (0,075g/100g), logo apresenta uma coloração mais clara, como pode-se comprovar ao analisar a luminosidade (L*) próximo a 100, tendendo ao claro, já o AMIDO 2, é constituído de uma fração maior de minerais, por consequência sua cor tende a ser mais escura que o AMIDO 2, esta afirmação é justificada pelo valor de luminosidade (L*= 84,42) menor de que o valor encontrado para o AMIDO 1(L*= 90.01).

5.7.4 Ciclo de congelamento do amido da pupunha

A Figura 21 ilustra o comportamento de quatro ciclos de congelamento e descongelamento para os amidos de pupunha.

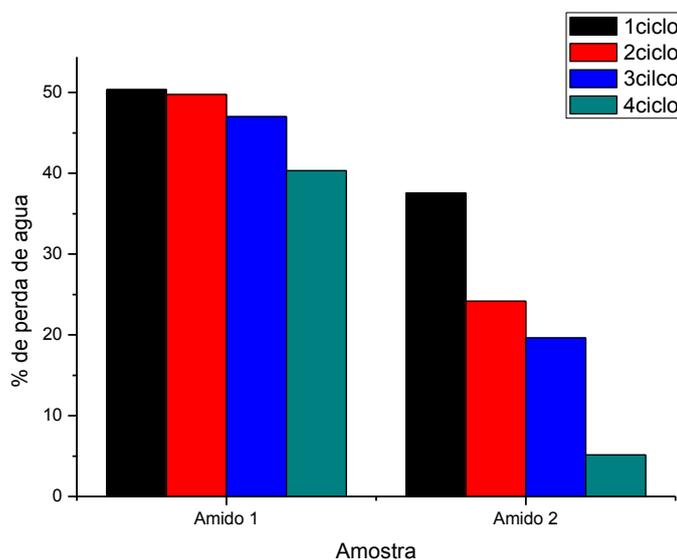


FIGURA 21- Liberação de água das pastas de amidos de pupunha após ciclos de congelamento/descongelamento.

A determinação de resistência a ciclos de congelamento e descongelamento é importante para caracterizar o amido em termos de sua aplicabilidade em alimentos que devem ser refrigerados e/ou congelados, visto que a liberação de água é prejudicial à qualidade do produto final. Conforme mostram os resultados na Figura 21, a porcentagem de água liberada das pastas foi diminuindo em relação aos ciclos. O AMIDO 2 apresentou menor perda de água se comparado com o AMIDO 1, entretanto a diferença entre as perdas de água comparando os ciclos é maior com significância de 5%. Portanto os géis de amido de pupunha mostraram estabilidade ao congelamento em quatro ciclos.

Os resultados encontrados por Stahl et al. (2007), para os amidos nativos de pinhão e milho (submetidos a três ciclos de congelamento e descongelamento nas mesmas condições estudadas), onde a exsudação de água para o amido de pinhão foi de aproximadamente 77% e, para o amido de milho, de aproximadamente 82%. Estes resultados mostram que comparado com estes outros amidos, o amido de pupunha é mais estável a ciclos de congelamento e descongelamento, pois o AMIDO 1 obteve exsudação de 46% e o AMIDO 2 26% em média.

Este resultado demonstra que o amido de pupunha apresenta boa aplicabilidade como ingrediente em produtos sujeitos á conservação sob congelamento, pois possui menor tendência a sinerese.

5.7.5 Morfologia dos amidos

As eletromicrografias dos grânulos de amido extraídos das farinhas de pupunha encontram-se na Figura 22.

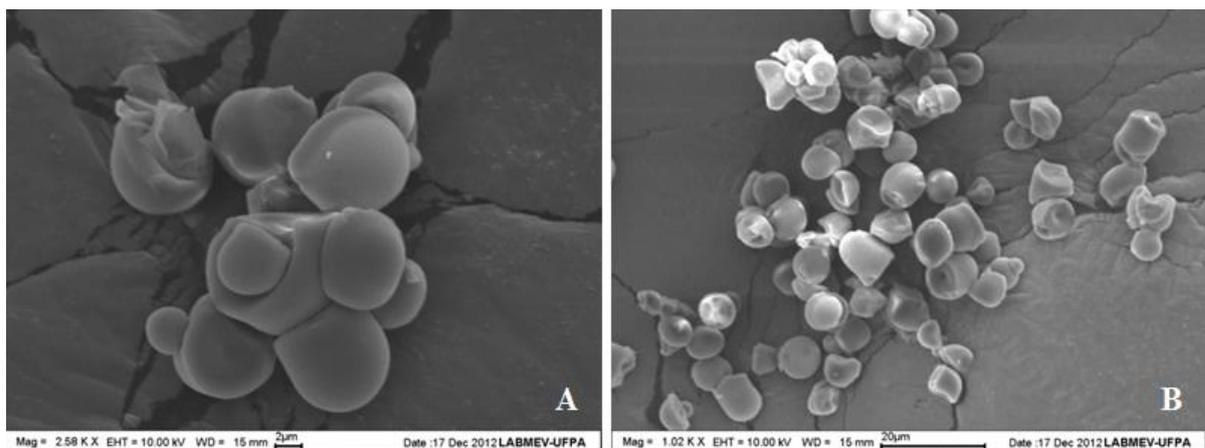


FIGURA 22- Microscopia eletrônica de varredura dos grânulos de amido obtidos das farinhas de pupunhas. A- Amido de farinha de pupunha sem casca; B- Amido de farinha de pupunha com casca.

As análises microscópicas mostraram grânulos de amido de formas similares e características de amido arredondado, ovalado, e convexo bicôncavo de tamanhos variados. O diâmetro médio se encontra na faixa de 5 a 10 μ m. Segundo Fenema (2000) o diâmetro médio do grânulo do amido é 15 μ m, da batata branca é 33 μ m, da batata doce entre 25 e 50 μ m. Também pode-se observar que as superfícies dos grânulos são lisas, sem apresentar irregularidade ou porosidade superficial. Esta característica também é observada no amido de milho (PEREZ et al., 2006).

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos após a avaliação da composição das farinhas estão de acordo com estudos realizados por outros autores, demonstrando o sucesso do processo de obtenção de farinha de pupunha a partir da variedade Vaupés.

A farinha de pupunha pode ser considerada excelente fonte de carboidratos, concentração maior de que 59% e excelente fonte de energia em média 417Kcal/100g. A inserção da casca de pupunha na farinha eleva o conteúdo principalmente de lipídeos, carotenoides e ácidos graxos, agregando valor nutricional à farinha de pupunha.

As farinhas apresentaram comportamentos diferentes de viscosidade, principalmente relacionado com o cozimento dos frutos, os lotes sem cozimento (FP1 e FP2) apresentaram altos valores de quebra, demonstrando fragilidade dos grânulos de amido. Já as propriedades tecnológicas demonstraram elevada capacidade de absorção de água, e baixa capacidade de absorção de óleo, emulsificante e formador de espuma.

De acordo com as propriedades de pasta e tecnológicas as farinhas de pupunha (FP1, FP2, FP3 e FP4) são indicadas para aplicação em produtos cárneos, pães e bolos, e não são indicadas como ingredientes para produtos viscosos, como sopas, queijos processados e massas.

A farinha de pupunha demonstrou boa opção de aplicabilidade do fruto, entretanto o processo de obtenção da farinha deve ser mais estudada, para padronizar a metodologia de processamento, pois a farinha do lote FP2 (farinha de pupunha sem cozimento e com casca) apresentou-se com valor de umidade acima do permitido pela legislação vigente.

Os amidos extraídos da farinha de pupunha apresentaram-se com valores de umidade (AMIDO 1- 12,02g/100g e AMIDO 2- 11,79g/100g) de acordo com legislação vigente para amido (até 14g/100g). Entretanto o teor de lipídeos (2%) estava acima do indicado para amido, demonstrando a necessidade de mais

estudos para padronizar o método de extração do amido de pupunha, reduzindo assim o teor de lipídeos residual no produto.

Os teores de amilose encontrados para o amido de pupunha (1,74% para o AMIDO 1 e 1,3% para o AMIDO 2) demonstram que o amido de pupunha é classificado como amido ceroso. Este amido raro têm aplicações variadas tanto na indústria de alimentos como na têxtil, que inclui produtos que necessitam de armazenamento sob refrigeração, pois apresenta maior estabilidade a baixas temperaturas, pelo fato de praticamente não possuir amilose.

Os amidos cerosos são caracterizados por apresentarem géis fracos, pouco viscosos e mais os resultados do perfil de viscosidade do amido de pupunha demonstraram que apesar de conter pouca amilose o gel formado por este amido é resistente ao aquecimento, mantendo seu comportamento viscoso por mais tempo, não apresentando valores para quebra e retrogradação. Amidos com esta característica são muito utilizados no preparo de molhos, pois precisam manter suas características viscosas, mesmo sob aquecimento.

Os resultados obtidos para o ciclo de congelamento demonstraram que o amido de pupunha é estável a quatro ciclos de congelamento, pois não apresentaram elevada sinérese entre os ciclos e demonstraram também que o amido de pupunha apresenta maior aplicabilidade comparada ao amido de milho como ingrediente em produtos sujeitos à conservação sob congelamento, pois possui menor tendência a sinérese.

REFERÊNCIAS

ABUSHITA; A., DAOOD, H., BIACS, P.; Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 48, 2075–2081, 2000.

ADEBOWALE, K. O.; AFOLABI, T. A.; OLU – OWOLABI, B.I., Hydrothermal treatments of finger millet (*Eleusine Corona*) starch. **Food Hydrocolloids Wrescham**, v. 19, p. 974-983, 2005.

ALMEIDA, C. A.; GOLVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, F. L. H. Avaliação da cinética de secagem em frutos de acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 6, n. 1, 1º sem., 2006.

ALMEIDA, F.A.C.; GOUVEIA, J.P.G.; VILLAMIL, J.M.P.; SILVA, M.M. Secagem natural e artificial de vagens de algaroba. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v.27, n.1, p.48–57, 2002.

ALMEIDA, V. A.; SILVA, M. F.; SOUZA, F.C.A.; **Avaliação nutricional e sensorial de pães enriquecido com a farinha da casca da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)**, Dissertação, Amazonas, 2011.

AMANTE, E. R. **Caracterização de Amidos de Variedades de Mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) e de Batata-doce (*Ipomoea batatas*)**. 1986. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.

ANDERSON, L.; DIBBLE; TURKKY, P.; MITCHELL, H.; RYBERGEN, H. **Nutrição**. 17ª, ed.. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

ANDRADE, J.S.; PANTOJA, L.; MAEDA, R.N.; Melhoria do rendimento e do processo de obtenção da bebida alcoólica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.23 suppl.0 Campinas Dec. 2003.

AOAC; **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17th ed. Washington, 1890.

AOAC; **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17th ed. Washington, 2002.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos Teoria e Prática**. 3º Ed., Viçosa - MG, Editora Universidade Federal de Viçosa (UFV), 2006. p.120-125, 425, 430-434.

ARKCOLL, D.B.; AGUIAR, J.P.L.; Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.), a new source of vegetable oil from the wet tropics. **Journal Science of Food and Agriculture**, 35(5):520-526, 1984.

BEAUCHAT, L.R.; CHERRY, J.P.; QUINN, M.R. Physicochemical properties of peanut flour as affected by proteolysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 23, n. 4, p. 616-620, 1975.

BILIADERIS, C. G. Structures and fase transitions of starch in food systems. **Food Technology**. v. 46, n. 6, p. 98-109, 1992.

BILIADERIS, C.G. The structure and interactions of starch with food constituents. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 69, n.1, p. 60-78, 1991.

BJÖRCK, I. Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrates. **Americam Journal of Clinical Nutrition**, v. 59(suppl), p.699S-705S, 1994.

BLENNOW, A. Starch molecular structure and phosphorylation investigated by a combined chromatographic and chemometric approach. **Carbohydrate Polymers** , v.41, n.2, p. 163-174, 2000.

BOAL; I. ; DIAS; J. T. A química da Vitamina C. **Sociedade Portuguesa de Química**. Olimpíadas de Química 2001. Universidade de Aveiro, 2001.

BOARD; PW; STEELE, RJ, KELLY; M. **The Role of Packaging in Food Preservation**. In: Moir, CJ, Andrew-Kabilafkas, C, Arnold, G, Cox, BM, Hocking, AD, Jenson, I. Spoilage of Processed Foods: Causes and Diagnosis. Marrickville: Southwood Press pty Limited, 2001. Capítulo 2.8;

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química dos Alimentos**. 2ª Ed., São Paulo-SP, Editora Livraria Varela, 1992. p.163-173.

BOVI. M. L. A; **O Agronegócio do Palmito de Pupunha; Instituto Agronômico**, Centro de Fruticultura, Campinas; 2000.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução **Normativa nº 23** de 14 de dezembro de 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Alimentos Regionais Brasileiros**, 2002, p: 30-31.

BRASIL, Resolução CNNPA Nº 12, de 24/ 07/ 1978. **Regulamento técnico sobre padrões de identidade e qualidade da farinha de trigo**. Diário oficial. Brasília, DF.

BRASIL, Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. . Diário oficial. Brasília, DF.

BROD, F.P.R.; ALONSO, L.F.T.; PARK, K.J. **Secagem de produtos agrícolas**. XI SEMEAGRI – Semana de Engenharia Agrícola da Unicamp. Agrológica - Empresa Jr. de Eng^a Agrícola, Campinas, 122 p, 1999.

CANDEIAS, V; NUNES, E, MORAIS, C; CABRAL, M; SILVA, P. R, **Princípios para uma Alimentação Saudável**. Direção geral da saúde, Lisboa, 2005.

CARVALHO, A.V.; VASCONCELOS, M.A.M.; MOREIRA, D.K.T. **Obtenção e aproveitamento de farinha de pupunha**. Comunicado Técnico 145, ISSN 1517-2244, Embrapa Amazônia Oriental, Novembro, 2005.

CEREDA, M. P. (org.). **Propriedades Gerais de Amido**. (Série: Culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas, v. 1), São Paulo, Fundação Cargill, 2001, v. 1. Cap. 8. 221p.

CEREDA, M.P.; WOSIACKI, G. Characterization of *pinhão* starch. Part II. Rheological properties of the pastes. **Starch/Stärke**, v. 37, n. 12, p. 404-407, 1985.

CHANG, C.C.; GUTENMANN, W.H.; REID, C. M. LISK, D.J. Selenium content of Brazil nuts from two geographic locations in Brazil. **Chemosphere**, v. 30, n. 4, p. 801-802, 1995.

CHATZIMICHALAKIS, P. F.; SAMANIDOU, V.F.; PAPADOYANNIS, I.N. Development of a validated liquid chromatography method for the simultaneous determination of eight fat-soluble vitamins in biological fluids after solid-phase extraction. **Journal Chromatographic**. B, v. 805, p. 289, 2004.

CIPRONA. Usos industriales del pejibaye (*Bactris gasipaes*). Informe de Investigación del Centro de Investigaciones de Productos Naturales (CIPRONA), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 1986.

CLEMENT, C. R. Domestication of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes*): past and present. In: BALICK, M. J. The palm – tree of life. Biology, utilization and conservation. **Adv. Econ. Bot.**, v. 6, p. 155-174, 1988.

CLEMENT, C. R. The pejibaye: a domesticated tree. **Ciência Hoje**. Special Edition: Amazônia, 1991. p. 43-47.

CLEMENT, C. R.; MORA URPI, J. The pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., Arecaceae): multi-use potential for the lowland humid tropics. **Econ. Bot.**, v. 41, n. 2, p. 302-311, 1987.

CLEMENT, C. R.; SANTOS, L. A. Pupunha no mercado de Manaus: Preferências de consumidores e suas implicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 778-779, 2002.

CLEMENT, C.R. Descriptores mínimos para el pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) y sus implicaciones filogenéticas. Tese de Mestrado, **Escuela de Biología**, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 1986, 216 p.

CLEMENT, C.R.; CORADIN, L. Case Study - Pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) in Brazil. In: IPGRI Workshop on “**Field Genebank Management: Problems and Potential Solutions.**” 12-18 November, Mayaguez, Puerto Rico: IPGRI, 1995.

CLEMENT, C.R.; MORA URPI, J.. **Phenotypic variation of peach palm observed in the Amazon basin**. In: Clement, C.R.; Coradin, L. (eds.). Final report (revised): Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) germplasm bank. U.S. Agency for International Development (grant number DAN-5542-G-SS-2093-00), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Centro Nacional de Recursos Genéticos/Embrapa, Manaus, AM. 1988 pp. 2005, 20-54.

COMBS,G,F & GRAY, W,P; “Chemopreventive Agents: Selenium” **Pharmacol.Ther.** 79, No.3,179 p, 1998.

COULTATE, T. P. **Alimentos: A química de seus componentes**. 3º Ed., Porto Alegre - RS, Editora Artmed, 2004. p. 237-247.

CRUZ, R. Y EL DASH, A. A.; Isolamento e caracterização de amido de chuchu. **Revista Ceres** v.31(n175): p173-188,1984.

CYMERYS, M.; CLEMENT, C.R. Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), **Frutíferas e vida na Amazônia**, 1995.p. 209.

DAIUTO, E.R. Características de féculas de tuberosas e suas relações com resistências dos géis sob condições de estresse aplicada na industrialização de alimentos. 2005, 146p. Tese (Doutorado em Agronomia), **Universidade Estadual Paulista**, Botucatu, 2005.

DAUDIN, J.D. Calculo des cinétiques de séchage par l'air chaud des. **Science Aliments**, v.3, n.1, p.1-36, 1983.

DAVIES, M.B.; AUSTIN, J; PARTRIDGE, D.A. Vitamin C: in chemistry and biochemistry. Cambridge: **Royal Society of Chemistry**, 1991. p. 7-25 e 74-82.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P., Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, 2009.

DENCH, J.E.; RIVAS, R.N.; CAYGILL, J.C. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) flour and two protein isolates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 32, n. 6, p. 557-564, 1981.

ELIASSON, A.C.; GUDMUNDSSON, M. Starch: physicochemical and functional aspects. In: ELIASSON, A.C (Ed.). **Carbohydrates in Food**, 2 ed., CRC Press, 2006. cap. 10, p. 391-469.

ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 58; Selenium. **World Health Organization**, Geneva, 1987.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. Ed. Atheneu, 1994.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2ª ed., 2006.

FENNEMA, O. R.; **Food Chemistry**. Publishing Marcel Dekker, Nova Yorque - USA, 1996. p.532-537, 539-540, 545-559.

FENNEMA. O., **Química de los Alimentos**. 2ª ed. Editora Acriba- Espanha, 2000. 1258p.

FERREIRA, E.J.L. **Taxonomic history and phylogeny of *Bactris gasipaes* Kunth and allied species**. New York: Lehman College, City University of New York and The New York Botanical Garden, 1997. 153p. (Dissertação de Mestrado).

FERREIRA, K. S.; GOMES, J. C.; BELLATO, C. R. & JORDÃO, C. P. Concentrações de selênio em alimentos consumidos no Brasil. **Rev. Panam. Salud Publica/ Pan Am J Public Health** v. 11 (n 3), 2002.

FERREIRA, S. A. N. 1996. Maturação fisiológica de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). Tese de doutorado. **INPA/UA. Manaus**, Brasil. 73p.

FERREIRA, S. A. N. 2005. Pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth in: I. D. K. Ferraz & J. L. C. Camargo (Eds) **Manual de Sementes da Amazônia**. Fascículo 5, 12p. INPA, Manaus-AM, Brasil.

FERREIRA, S.A.N, Informativo técnico redes de sementes da Amazônia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2004.

FERRIRA, C.D.; PENA, R.S.; Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*), **ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 2003.

FERRUA, F.Q.; Barcelos, M.F.P. **Equipamentos e Embalagens Utilizados em Tecnologia de Alimentos**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2003. (Apostila)

FONFRÍA, M. A.; ORENGA, V. A.; ALCAINA, M. A.; FERRER, M. J.; ROMERO, V. E. Citros: **Desenvolvimento e Tamanho Final do Fruto**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1996. 102 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Atheneu, São Paulo, 1996, 182p.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: fundação Cargil, 2001. 221p.

FRANCO, G. **Nutrição: texto básico e tabela de composição química dos alimentos**. ed. Rio de Janeiro: Ateneu, 1992.

FREITASI. A rheological description of mixtures of a galactoxiloglucan with high amylose and waxy corn starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 51, p. 25-32, 2003.

FREITAS R. A.; PAULA, R. C.; FEITOSA, J. P. A.; ROCHA, S.; SIERAKOWSKI M.R. A rheological description of mixtures of a galactoxiloglucan with high amylose and waxy corn starches. **Carbohydrate polymers**, v. 51, p. 25-32, 2003.

GALLANT, D.J.; BOUCHET, B.; BALDWIN, P.M. Microscopy of starch: evidence of new level of granule organization. **Carbohydrate Polymers**, v.32, n. 3, p.177-191, 1997.

GAMA, J.; SYLOS, C., Major carotenoids composition of Brazilian Valencia Orange juice: Identification and quantification by HPLC. **Food Research International**, pg 899–903, 2005.

GARBANZO, C. R.; PÉREZ, A. M.; CARMONA, J. B.; Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour, **Journal of Food Research International**, São José, Costa Rica, 2011.

GARCIA, V.; COLONNA, P.; LOURDIN, D.; BULEON, A.; BIZOT, H.; OLLIVON, M. Thermal transitions of cassava at intermediate water contents, **Journal of Thermal Analysis**, v. 47, p. 1213-1228. 1996.

GARCIA, V.; COLONNA, P.; BOUCHET, B.; GALLANT, D. J. Structural changes of cassava starch granules after heating at intermediate water contents. **Starch/Stärke**, v. 49, n. 5, p. 171-179, 1997.

GOIA, C. H.; ANDRADE, J. S.; ARAGÃO, C. G. Composição química da farinha de pupunha. **Revista Química Industrial**, v. 2, n. 2, p. 48-54, 1993.

HATHCOCK, J. N. Vitamins and minerals: efficacy and safety. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 66, n. 2, p. 427 – 437, 1997.

HENDERSON, A. *Bactris* (Palmae). Flora Neotropica Monograph, v.79, New York **Botanical Garden**, New York, 2001.

HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: A Review. **Carbohydrate Polymers**, v. 45, n. 3, p. 253- 267, 2001.

HSU, D.L.; LEUNG, H.K.; MORADM, M.; FINNEY, P.L.; LEUNG, C. T. Effect of germination on electrophoretic, functional, and bread-baking properties of yellow pea, lentil, and faba bean protein isolates. **Cereal Chemistry**. v. 59, n. 5, p. 344-350, 1982.

ISLABÃO, N. **Vitaminas seu metabolismo no homem e nos animais domésticos**. 2ª Ed., São Paulo-SP, Editora Livraria Nobel, 1983. p. 17, 25, 30-31, 50, 64. 86-87.

JAILLAIS, B.; OTTENHOF, M. A.; FARHAT, I. A.; RUTLEDGE, D. N. Outer-product vanalysis (OPA) using PLS regression to study the retrogradation of starch, **Vibrational Spectroscopy**, v. 40, n. 1, p. 10-19, 2006.

JAMES, C.; SLOAN, S. Functional properties of edible rice bran in model systems. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 1, p. 310-311, 1984.

JULIANO, B.O. Grain structure, composition and consumers' criteria for quality. In: JULIANO, B. O. Rice in human nutrition. Rome: FAO, 1993. 162 p. cap. 3.

KAREL, M, LUND, D. Protective Packaging. In: Karel, M, Lund, D. **Physical Principles of Food Preservation**. New York, Marcel Dekker. 2ª edição, 2003, capítulo 12;

KEEY, R.B. **Moisture: solid relationships. Drying principle and practices**. Oxford, 1972. p.19-49.

KERR, L.S.; CLEMENT, R.N.S.; CLEMENT, C.R.; KERR, W.E. **Cozinhando com a Pupunha**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 95 p. 1997.

KOKSEL, H.; MASETCIOGLU, T.; KAHRAMAN, K.; OZTURK, S.; BASMAN, A. Improving effect of lyophilization on functional properties of resistant starch preparations formed by acid hydrolysis and heat treatment **Journal of Cereal Science**, v.47, p. 275-282, 2008.

LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. **Carboidratos em Alimentos Regionais Iberoamericanos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 648p.

LEACH, H. W.; McCOWEN, L. D.; SCHOCH, T. J. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. **Cereal Chemistry**, v. 36, n. 6, p. 534-544, 1959.

LIN, M.J.Y.; HUMBERT, E.S.; SOSULSKI, F.W. Certain functional properties of sunflower meal products. **Journal of Food Science**, v. 39, n. 2, p. 368-370, 1974.

LINEBACK, D. R. The starch granule: organization and properties. **Bakers Digest**, v. 58, n. 2, p. 16-21, 1984.

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

LSBU – **London South Bank University**. Starch: An explanation of the origin, structure and properties of amylose and amylopectin. Disponível em: <http://www.lsbu.ac.uk/water/hysta.html>. Acesso em 02/07/2012.

LUCCAS, V. **Obtenção de fatias de bananas desidratadas crocante através da pré secagem a altas temperaturas e curto tempo em leite fluidizado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Faculdade de Engenharia Química, São Paulo, 1996.

LUQUE, J.L.; GARCIA M.D.; LUQUE C. Extraction of fat-soluble vitamins. **Journal Chromatogra. A**, v. 935, p.3-7, 2001.

LUSTOSA, B.H.B; LEONEL, M; MISCHAN, M.M. Produção de farinha instantânea de mandioca: efeitos das condições de extrusão sobre as propriedades térmicas e plásticas. **Acta Scientiarum Technology**, v. 31, n. 2, 2009.

MAIA, L.H. **Características químicas e propriedades funcionais do mingau desidratado de arroz e soja e, propriedades reológicas e sensoriais deste mingau reconstituído**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Tecnologia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 110 p., 2000.

MANDEL, N. Mechanism of stone formation. **Seminars in Nephrology**, [S.l.], v. 16, p. 354-374, 1996.

MARCON, M. J. A; AVANCINI, S. R. P; AMANTE, E. R. **Propriedades Químicas e Tecnológicas do Amido de Mandioca e do Polvilho Azedo**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2007.

MATTOS SILVA, L.A. MORA URPÍ, J. Descripción morfológica general del pejibaye cultivado [*Bactris (Guilielma) gasipaes* Kunth - Arecaceae]. **Boletín Informativo: Serie Técnica Pejibaye (Guilielma)**, v.5, P34-37, 1996.

MESTRES, C.; ROUAU, X. Influence of natural fermentation and drying conditions on the physicochemical characteristics of cassava starch. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 74, n. 2, p. 147-155, 1997.

MOMENI, Z.; KHORASANI, J.H. Separation and determination of Vitamins E and A in multivitamin syrup using micellar liquid chromatography and simplex optimization. **Journal Pharmacol Biomedc**. Anal, v. 37, p. 383–384, 2005.

MORA URPÍ, J. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. In: Palmeras poco utilizadas de América Tropical. **Food and Agriculture Organization (FAO)/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)**, Turrialba, Costa Rica. pp. 118-160.

MORA URPÍ, J.; WEBER, J.C.; CLEMENT, C.R. Peach palm. *Bactris gasipaes* Kunth. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 20. Gatersleben: **Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research - IPK / Rome: International Plant Genetic Resources Institute - IPGRI**, 1997. 83p, 1984..

MOREIRA, F.B. Desempenho animal e características da carcaça de novilhos terminados em pastagem de aveia preta, com ou sem suplementação energética. **Acta Sci. Anim. Sci.**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 469-473, 2005.

MOREIRA, M.B. **Determinação de selênio em peixes de rio Madeira por voltametria de redissolução catódica**. Dissertação de mestrado da Universidade de Brasília. Brasília, 1994.

MORI-PINEDO, L. ; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I.; Substituição do fubá de milho (*Zea mays* L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum* cuvier 1818). **Acta Amazônica**, v.29, n. 3, p. 497-500, 1999.

MUNHOZ, M. P.; WEBER, F. H.; CHANG, Y. K. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 403-406, 2004.

MURILLO, M.G; e ZUMBADO, M.E. Harina de pejibaye en la alimentación de pollas para reemplazo y gallinas ponedoras (I parte). **Boletim Informativo, UCR**, v. 2, n. 2, p. 15-17, 1990.

MUTO, Y. & GOODMAN, D.S. Vitamin A transport in rat plasma. **Jornal. Biol. Chem.**, v.247, p. 253-341, 1972.

NÓBREGA, J. A., GÉLINAS, Y., KRUSHEVSKA, A. E BARNES, R. M.; **J. Anal. At. Spectrom.** 1997, 12, 1243.

NUNES, L.B.; SANTOS, W. de J.; CRUZ, R. S.. Rendimento de Extração e Caracterização Química e Funcional de Féculas de Mandioca da Região do Semi-Árido Baiano, **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.20, n.1, p. 129-134, jan./ mar. 2009.

OLIVEIRA, A. M.M.M.; MARINHO, H. A.; Desenvolvimento de panetone à base de Farinha de pupunha (*bactris gasipaes* kunth). **Alimentos e Nutrição.**, Araraquara v. 21, n. 4, p. 595-605, out./dez. 2010.

OLIVEIRA, J. E; DUTRA . **Ciências Nutricionais** / J. E. Dutra-de-Oliveira, J. Sérgio Marchini. – São Paulo: SARVIER, p. 191-207, 1998.

OLIVER, J. R.; BLAKENEY, A.B., ALLEN, H. M. The colour of flour streams de related to ash and pigment contents. **Jornal of Cereal Science**, v. 17,1,p. 169-189, 1993.

OLSON, J. A. Vitamin: the tortuous path from needs to fantasies. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.124, p. 1771S-1776S, 1994.

PAIXÃO, J. A.; STAMFORD, T. L. M. Vitaminas lipossolúveis em alimentos - uma abordagem analítica. **Química Nova**, v. 27, nº.1, p. 96-97, 100-101. 2004.

PAN, D. D.; JANE, J.-L. Internal Structure of Normal Maize Starch Granules Revealed by Chemical Surface Gelatinization **Biomacromolecules**, v.1, p. 126– 132, 2000.

PARK, K.J.; MORENO, M.K.; BROD, F.P.R. Estudo de secagem de pêra Bartlett. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p.288- 292, 2001.

PARKER, R.; RING, S.G. Aspects of the physical chemistry of starch. **Journal of Cereal Science**, v.34, p.1-17, 2001. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/> . Acesso em 02/07/2012.

PEIXOTO, R.R.: **Nutrição e Alimentação Animal**, UFPEL, Pelotas, 1998.

PENG, L.; ZHONGDONG, L.; KENNEDY, J.F. The study of starch nano-unit chains in the gelatinization process. **Carbohydrate Polymers**, v.68, p. 360 - 366, 2007.

PEREZ B.L.A; SUARES G. F. J.; MENDEZ M.G; NASCIMENTO J. R. O., LAJOLO F. M.; CORNEUNSI B. R. Isolation and characterization of starch from seed of *Araucaria brasiliensis*. A novel starch for application in food industry **starch/starke**, 58, 283-291. 2006.

PERONI, F.H.G. **Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas**. 2003., 118p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, SP, 2003.

PIEDRAHITA, C.A.; VELEZ, P.C.A. **Metodos de producción y conservación de la harina obtenida del fruto del chontaduro**. Informe de Investigación, Departamento de Procesos Químicos y Biológicos, Sección Alimentos, Universidad de Valle, Cali, Colombia, 1982.

PORTE, A.; SILVA, E.F.; ALMEIDA, V. D. S.; Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*carica papaya*) e de abóbora (*cucurbita sp*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.91-96, 2011 91 ISSN 1517-8595.

REDDY.N.S.MIMMAGADD, A;RAO, K.R.S.S. An overvtew of the microbial α -amilase fomity. **Afr. Journal Biotechnol.** v.2.n12, P645-648, 2003.

RIBAS, A.I.; CÁNOVAS, G.V.B.; GARZA, S.G.; AÑÓ, V.G. **Métodos experimentales en la ingeniería alimentaria.** Zaragoza (Espanha): Acribia, 2000. 292 p.

RIBEIRO, E. P; SERAVALLI. A.G. **Química de alimentos. Instituto Mauá de tecnologia.** Editora Edgar. Blucher Ltda, 1º edição, São Paulo, p. 155- 157, 2004.

RICHARDSON, S. ; GORTON, L. Characterisation of the substituent distribution in starch and cellulose derivatives. **Analytica Chimica Acta** v. 497, p. 27-65. 2003.

RODRIGUES, A.M.C.; DARNET, S.; SILVA, L.H.M. Fatty Acid Profiles and Tocopherol Contents of Buriti (*Mauritia flexuosa*), Patawa (*Oenocarpus bataua*), Tucuma (*Astrocaryum vulgare*), Mari (*Poraqueiba paraensis*) and Inaja (*Maximiliana maripa*) Fruits. **Journal Brazilian Chem. Society.** v.21, No. 10, 2000-2004, 2010.

RODRIGUES-AMAYA, D. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods.** ILSI Press, Washington, 1999, p 37-5.

ROJAS, J. M. **Chemometric classificats of two peach palm (Bactri gasipaes H.B.K.) Londraces (Juruion and vaupes)** Perú, 1994.

ROZENBERG, I.M.: **Química Geral**, Edgard Blücher LTDA; 1º ed. São Paulo, 2002.

SASS-KISS, A.; KISS, J.; MILOTAV, P.; KEREK; M.,TOTH-MARKUS M. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. **Food Research International**, v. 38, p. 1023–1029, 2005.

SCHOCH, T. J.; LEACH, H. W. Whole starch and modifidied starches. Determation of absolute density. Liquid displacement. In: WHITLER, R. L.; WOLFRON, M. L. (Ed.). **Methods in Carbohydrate Chemistry.** New York: Academic Press, 1964. p. 101-103. v.4.

SEIXAS, T. G.: **Selênio Total em tecidos de quatro diferentes organismos marinhos da Baía de Guanabara**, RJ, Brasil. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro- PUC-RIO. Departamento de Química, 2004.

SILVA G.O.; TAKIZAWA F.F.; PEDROSO R. A.; FRANCO C.M.L.; LEONEL M.; SARMENTO S.B.S.; DEMIATE I.M.; Características físico-químicas de amido modificado de grau alimentício comercializado no Brasil, **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(1): 188-197, jan.-mar. 20062.

SILVA, M. G. C. P. C. **Introdução e caracterização de germoplasma de pupunheira (Bactris gasipaes Kunth)**. Relatório Técnico de Pesquisa. Ceplac/Cepec/Esmal. Ilhéus, BA. 2004.

SILVA, R.M.; FERREIRA, G.F.; SHIRAI, M.A.; HAAS, A.; SCHERER M. L.; FRANCO, C.M.L.; DEMIATE, I.M. Características físico-químicas de amidos modificados com permanganato de potássio/ácido láctico e hipoclorito de sódio/ácido láctico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 66-77, 2008.

SINGH, N. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**, v.81, n.219-231, 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/> em 02/07/2012.

SNYDER, C. H. **The extraordinary chemistry of ordinary things**. 2ª ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1995. p. 492-493; 503-506 e 507-509.

SOSULSKI, F.N. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**. v. 39, n. 4, p. 344-350, 1962.

SOUZA, G.C.; SILVA, S. E. L. Frutas Nativas a Amazônia In. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 54th **Annual Meeting of the Interamerican Society** for 2008 Tropical Horticulture. Vitória/ES. 2008. p. 1-2.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processing of Brazil nut and meal and cassava flour: quality parameters. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, vol.24, no.1, p.120-128. Jan./Mar, 2004.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 2 ed. San Diego: **Academic Press**, 1993. 338 p.

SUCHKOV, B.P., SHEVCHUK, I.A. and MARDAR, A.I. Histopathomorphological Changes in the Organs and Tissues of Laboratory Animals on a Synthetic Diet with a Low Content of Selenium and Vitamin E. **Vopr Pitan.**, v. 2, p. 33-41, 1977.

TAKIZAWA, F. F. et al. Characterization of tropical starches modified with potassium permanganate and lactic acid. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 6, p. 921-931, 2004.

TECALIM, <http://tecalim.vilabol.uol.com.br> 2010, Acessado em 03/09/2012.

TESTER, R. F.; SOMMERVILLE, M. D. The effects of non-polysaccharides on the extent of gelatinization, swelling and alfa-amylase hydrolysis of maize and wheat starches. **Food Hydrocolloids**, v. 17, p. 41-54, 2003.

THARANATHAN, R.N. Food-derived carbohydrates – Structural complexity and functional diversity. **Critical Reviews in Biotechnology**, v.22, p.65-84, 2002.

THOMAS, D. J.; ATWELL, W. A. **Practical Guide for Food Industry**. In: Starches. Minnesota: Eagan Press, 1999. 30 p.

THOMAS, D.J., ATWELL, W.A. **Starches: practical guides for the food industry**. Minnesota: Eagan Press Handbook Series, 1999. 94p.

UPDIKE, A. A.; SCHWARTZ, S. J. Thermal processing of vegetables increases cis isomers of lutein and zeaxanthin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 6184–6190, 2003.

VANDEPUTTE, G.E.; DELCOUR, J.A. From sucrose to starch granule to starch physical behavior: a focus on rice starch. **Carbohydrate Polymers**, v.58, p.245-266, 2004.

VIEIRA, F. C. **Efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre características físicas e funcionais dos amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), de batata-doce (*Ipomoea batatas*) e de gengibre (*Zingiber officinale*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba, 1994. 94 p.

WANG, L. Z.; WHITE, P. J. Structure and properties of amylose, amylopectin, and intermediate materials of oat starches. **Cereal Chemistry**, v.71, n.3, p.263-268, 1994.

WASHINGTON D C, National Academy of Science, National Research Council, Assembly of Life Science, **Medical and Biological Effect of Environmental Pollutants**, p.203, 1976.

WATT, B; MERRILL, AL. **Composition of food: Raw, Processed, Prepared**. Washington, D. C: Consumer end food economics research division/ Agriculture research service, 1963.

WEBER, F.H.; COLLARES-QUEIROZ F.P.; CHANG, Y.K. Caracterização físico química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.4, p.748- 753, 2009.

WURZBURG, O.B. **Modified starches: Properties and uses**. Boca Raton, CRC Press, 277 p., 1986.

YUYAMA, K. O.; COZZOLINO, S. M. F. Efeito da suplementação com pupunha como fonte de vitamina A em dieta: estudo em ratos. **Revista de Saúde Pública**, v. 30, n. 1, 1996. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2005.

YUYAMA, L. K.; AGUIAR, J. P.; YUYAMA, K.; CLEMENT, C. R.; MACEDO, S. H.; FAVARO, D. I.; AFONSO, C.; VASCONCELLOS, M. B.; PIMENTEL, S. A.; BADOLATO, E. S.; VANNUCCHI, H. Chemical composition of the fruit mesocarp of three peach palm (*Bactris gasipaes*) populations grown in central Amazonia, Brazil. **Int. Journal Food Sci. Nutr.**, v. 54, n. 1, 2003, p. 49-56,