



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

LIDIANE BORJA PIMENTA

**PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS DA FARINHA DE
PUPUNHA (*Bactris gasipaes*)**

Belém – PA

2011



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

LIDIANE BORJA PIMENTA

**PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS DA FARINHA DE
PUPUNHA (*Bactris gasipaes*)**

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

Orientadora: Prof^ª Dra. Luiza Helena Meller da Silva
Co-orientadora: Prof^ª Dra. Edna Regina Amante

Belém – PA
2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Luiza Helena Meller da Silva
PPGCTA - UFPA
Orientadora

Prof. Dra. Edna Regina Amante
PPGCTA - UFSC
Co-orientadora

Prof. Dr. Rosinelson da Silva Pena
PPGCTA - UFPA
Membro

Prof. Dra. Alcilene Monteiro Fritz
PPGEA – UFSC
Membro

Prof. Dra. Lucia Lourenço
PPGCTA – UFPA
Suplente

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelos dons da vida e da sabedoria concedidos para que eu fosse capaz de engajar-me na lutar por esse ideal. Agradeço por permitir que tudo se realizasse em seu tempo, por estar comigo em todos os momentos e por enviar pessoas tão especiais em minha vida.

À minha família, Socorro, Arnaldo e Lianne, aos familiares, aos grandes amigos, Myrna Bentolila, Carolina Vieira, Thais Franco, Aline Ribas, David Gomes, que não pouparam esforços para me compreender e auxiliar nos momentos mais difíceis.

Ao Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida para a realização do curso de Mestrado.

Às minhas orientadoras, Professora Luiza Helena Meller da Silva (UFPA) e Professora Edna Regina Amante (UFSC) pelo apoio desmedido e orientação.

Às amigas e companheiras de laboratório Milena Araújo, Rebeca Costa, Danielle Corrêa (UFPA), às mestrandas Rafaelle Cordeiro e Raphela Assunção (UFPA), às bolsistas Cláudia Bernardo e Carolinne Dias (UFSC), e aos mestrandos João Gustavo Provesi e Angela Angeloni Rovaris (UFSC) pela ajuda prestada.

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todos que me incentivaram a continuar.

RESUMO

A pupunha é uma espécie que tem potencial elevado para produção de alimentos funcionais por apresentar compostos bioativos importantes em sua composição, contendo alto valor nutritivo. É um dos produtos vegetais mais completos como alimento, e a preparação de farinha de pupunha é uma forma de agregar valor aos frutos *in natura* e diversificar a demanda para o fruto, evitando uma possível saturação do mercado. Este estudo teve por objetivo desenvolver um produto a base de pupunha com propriedades tecnológicas interessantes à agregação de valor à farinha obtida, além de desenvolver uma forma adicional de conservação e comercialização deste fruto. Foram realizadas as seguintes caracterizações: físico-química, teores de amido total e amilose, açúcares redutores, monossacarídeos neutros, carotenóides totais, perfil de ácidos graxos, perfil de aminoácidos; física (análises de cor instrumental, atividade de água e granulometria), morfológica (microscopia eletrônica de varredura – MEV); e propriedades tecnológicas (capacidade de retenção de água, capacidade de ligação de água, capacidade de ligação de óleo e capacidade de expansão). As farinhas de pupunha obtidas neste trabalho apresentaram maiores teores de carotenóides totais nas amostras contendo a casca dos frutos. Os ácidos graxos saturados presentes em maior quantidade nas amostras de farinha de pupunha foram os ácidos palmítico e oleico. As farinhas de pupunha cozida – com e sem casca – apresentaram-se mais escuras do que as farinhas *in natura*. As propriedades tecnológicas funcionais de expansão e de retenção de água foram as propriedades com maior e menor porcentagens, respectivamente, entre as amostras de farinhas de pupunha *in natura* e cozida obtidas neste trabalho. De acordo com a MEV, grânulos de amidos e outras estruturas íntegras foram encontrados nas farinhas *in natura*, enquanto observou-se nas farinhas cozidas a formação de uma massa compacta. O tamanho dos grânulos de amido das farinhas de pupunha *in natura* e com cozimento variou de 10 a 50µm, com características morfológicas arredondadas. Para os resultados de amido total, amilose e amilopectina, foram encontradas diferenças significativas entre as farinhas de pupunha *in natura* e cozida.

ABSTRACT

The peach palm is a species that has high potential for production of functional foods by presenting major bioactive compounds in its composition, containing high nutritional value. It is one of the most complete plant products as food, meal preparation and peach is a way to add value to fresh fruit and diversify the demand for the fruit, avoiding a possible saturation of the market. This study aimed to develop a product based the peach palm a with interesting technological properties to add value to flour obtained, and develop an additional form of preservation and marketing of this fruit. We made the following characterization: physical-chemistry, levels of total starch and amylose, sugars, neutral monosaccharides, total carotenoids, fatty acid profile, amino acid profile, physical (instrumental color analysis, water activity and particle size), morphological (scanning electron microscopy - SEM), and technological properties (water retention capacity, water binding capacity, oil binding capacity and capacity expansion). The peach palm flour obtained in this study showed higher levels of total carotenoids in the samples containing the rind of the fruit. Saturated fatty acids present in higher amounts in peach palm flour samples were palmitic and oleic acids. The peach palm flour cooked - with and without shells - were more dark than the fresh flour. The technological properties of functional expansion and water retention properties were higher and lower percentages, respectively, between samples of flour and cooked fresh peach obtained in this work. According to SEM, starch granules and other structures integral flours were found in nature as observed in the cooked flour to form a compact mass. The size of starch granules of peach palm flour cooking with fresh and varied from 10 to 50µm, with rounded morphology. For the results of total starch, amylose and amylopectin, significant differences were found between flour and cooked fresh peach.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fórmula plana do β -caroteno	21
FIGURA 2 – Estrutura da amilose e amilopectina	24
FIGURA 3 – Classificação das cadeias de amilopectina	26
FIGURA 4 – Representação da cor sólida para cor no espaço $L^* a^* b^*$	31
FIGURA 5 – Fluxograma geral do processamento de farinha	34
FIGURA 6 – Curva padrão de glicose utilizada para determinação de açúcares reductores em farinhas de pupunha	55
FIGURA 7 – Distribuição do tamanho de partículas das farinhas de pupunha <i>in natura</i> e com cozimento, com casca e sem casca	63
FIGURA 8 – Micrografia em MEV da farinha de pupunha <i>in natura</i> sem casca	69
FIGURA 9 – Micrografia em MEV da farinha de pupunha <i>in natura</i> com casca	70
FIGURA 10 – Micrografia em MEV da farinha de pupunha cozida sem casca	71
FIGURA 11 – Micrografia em MEV da farinha de pupunha cozida com casca	72

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Composição centesimal das farinhas de pupunha	47
TABELA 2 – pH, acidez e sólidos solúveis totais das farinhas de pupunha	52
TABELA 3 – β - caroteno ($\mu\text{g/g}$) das farinhas de pupunha	53
TABELA 4 – Açúcares redutores das farinhas de pupunha <i>in natura</i> e cozida	54
TABELA 5 – Percentual de monossacarídeos neutros presentes nas farinhas de pupunha <i>in natura</i> e cozida	56
TABELA 6 – Perfil de aminoácidos (g aa/100g) presentes nas amostras de farinha de pupunha cozida e <i>in natura</i>	56
TABELA 7 – Perfil de ácidos graxos (%) das farinhas de pupunha	58
TABELA 8 – Parâmetros de cor L* a* b* (sistema CIE Lab) para as amostras de farinhas de pupunha	60
TABELA 9 – Atividade de água (aw) das farinhas de pupunha	62
TABELA 10 – Propriedades tecnológicas funcionais das farinhas de pupunha	64
TABELA 11 – Análises realizadas para determinação do teor de amido total (%) encontrados nas farinhas de pupunha	65
TABELA 12 – Teor de amilose e amilopectina encontrados nas farinhas de pupunha	88

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 OBJETIVOS	15
1.1 Objetivo geral	15
1.2 Objetivos específicos	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Pupunheira: origem e distribuição geográfica	16
2.2 O fruto da Pupunheira: a pupunha	17
2.3 Variedades e classificação	18
2.4 Biologia reprodutiva	19
2.5 Valor nutricional do fruto	19
2.6 Carotenóides	21
2.7 Amido	22
2.8 Processamento da farinha de pupunha	28
2.8.1 Conservação dos alimentos: secagem	28
2.8.2 Principais características das farinhas	29
2.8.3 Atividade de água (Aw)	32
2.8.4 A farinha de pupunha	33
2.9 Propriedades tecnológicas em alimentos	35

3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 Material	39
3.2 Métodos	39
3.2.1 Caracterização físico-química	39
3.2.2 Caracterização de açúcares redutores e neutros	41
3.2.3 Perfil de aminoácidos	42
3.2.4 Perfil de ácidos graxos	42
3.2.5 Caracterização física das farinhas de pupunha	43
3.2.6 Propriedades tecnológicas	43
3.2.7 Caracterização morfológica das farinhas de pupunha	44
3.2.8 Amido total, amilose e amilopectina	44
3.3 Análise estatística	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 Caracterização físico-química das farinhas de pupunha	47
4.2 Açúcares totais, redutores e neutros	55
4.3 Perfil de aminoácidos das farinhas de pupunha	57
4.4 Perfil de ácidos graxos das farinhas de pupunha	59
4.5 Caracterização física das farinhas de pupunha	61
4.6 Propriedades tecnológicas das farinhas de pupunha	65
4.7 Caracterização morfológica das farinhas de pupunha	67
4.8 Amido total, amilose e amilopectina	72

5 CONCLUSÕES	76
---------------------------	----

REFERÊNCIAS	78
--------------------------	----

PIMENTA, L. B. Propriedades Tecnológicas, Físicas e Químicas da Farinha de Pupunha (*Bactris gasipaes*). 2011. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém – PA. 2011. 85p.

RESUMO

A pupunha é uma espécie que em potencial elevado para produção de alimentos funcionais por apresentar compostos bioativos importantes em sua composição, contendo alto valor nutritivo. É um dos produtos vegetais mais completos como alimento, e a preparação da farinha de pupunha é forma de agregar valor aos frutos in natura e diversificar a demanda para o fruto, evitando possível saturação no mercado durante o período de safra. Este estudo teve por objetivo desenvolver um produto a base de pupunha com propriedades tecnológicas interessantes à agregação de valor à farinha obtida, além de desenvolver uma forma adicional de conservação e comercialização deste fruto. Foram realizadas as seguintes caracterizações: físico-química, carotenóides totais, açúcares redutores e monossacarídeos neutros, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos graxos, teores de amido total, amilose e amilopectina; física, através da análise da cor instrumental, atividade de água e granulometria; morfológica, através da microscopia eletrônica de varredura (MEV); e propriedades tecnológicas (capacidade de ligação de água e de óleo, capacidade de retenção de água e capacidade de expansão). As farinhas de pupunha obtidas neste trabalho apresentaram maiores teores de carotenoides totais nas amostras contendo a casca dos frutos. Os ácidos graxos saturados palmítico e oleico foram encontrados em quantidades relativamente elevadas nas farinhas de pupunha. As farinhas de pupunha cozidas apresentaram-se mais amarelo-escuras quando comparadas às farinhas sem cozimento. Entre as amostras de farinha de pupunha elaboradas neste estudo, as capacidades de expansão e de retenção de água foram as propriedades tecnológicas funcionais que obtiveram maiores e menores percentuais, respectivamente. De acordo com a MEV, grânulos de amido e estruturas da parede celular foram encontrados intactos nas farinhas de pupunha que não sofreram cozimento. O tamanho dos grânulos de amido das farinhas de pupunha variou entre 10 a 50 μm , com características morfológicas arredondadas. Para os resultados de amido total, amilose e amilopectina, diferenças significativas entre as farinhas de pupunha cozidas e sem cozimento foram observadas.

INTRODUÇÃO

São inúmeras as razões que envolvem a escolha de alimentos, muitas vezes estão em jogo, ao mesmo tempo, mais de um fator até a decisão final. A alimentação constitui uma das atividades humanas mais importantes por envolver razões biológicas, aspectos sociais, psicológicos e econômicos (BLEIL, 1998; PARK et al., 2006).

Novas situações de mercado podem responder pela modificação dos hábitos alimentares, implicando que a adoção ou rejeição de novos hábitos será também produto da prática e da experiência dos grupos sociais, bem como do que significam para eles (CANESQUI, 1988).

A crescente demanda do mercado consumidor por novos produtos estimula a utilização de matérias-primas regionais que não são processadas ou que, quando são, realiza-se de maneira artesanal, como é o caso da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.), palmeira nativa dos trópicos úmidos americanos, sendo a única espécie da família *Palmae*. Produz frutos com grande potencial de mercado, devido a seu sabor ser muito apreciado (CLEMENT; MORA-URPÍ, 1987; CARVALHO et al., 2010).

A variedade de espécies de palmeiras que os países tropicais possuem, representa fonte muito importante para a produção de óleo, farinha e amido, e seus produtos têm sido tradicionalmente utilizados pelas populações como fonte alimentícia; a maioria das palmeiras usadas é rica em óleo, algumas na polpa do fruto (mesocarpo, que tende a ser rico nos ácidos oleico (monoinsaturado) e/ou palmítico (saturado)), outras na semente, e outras em ambos (TORRES, 1989; CLEMENT; PÉREZ; VAN LEEUWEN, 2005).

A característica amilácea da pupunha indica sua utilização para a produção de farinha e de bebidas alcoólicas (TORRES, 1989; YOKOMIZO; NETO, 2003).

A pupunha é uma espécie que tem potencial elevado para produção de alimentos funcionais por apresentar compostos bioativos importantes em sua composição. Possui alto valor nutritivo, com destaque aos elevados teores de caroteno, proteína e gordura. A pupunha é um dos produtos vegetais mais completos como alimento (PIEDRAHITA, 1993).

Frutas e vegetais são principalmente consumidos frescos, porém o consumo desses alimentos processados tem crescido em todo mundo, tanto por questões logísticas quanto comerciais, em sintonia com a tendência de novos hábitos de consumo de produtos de fácil manuseio e preparo (SHINAGAWA, 2009).

A tecnologia da conservação de alimentos consiste na aplicação de princípios físicos ou químicos que resultam em transformações capazes de prolongar a vida do alimento. Os processos utilizados eliminam ou inibem microrganismos, inativam enzimas e fatores nutricionais, provocando reações químicas indesejáveis que comprometem a qualidade do produto. Os métodos mais utilizados para vegetais são: a secagem tradicional com ar quente, que afeta a qualidade do produto final; e a liofilização que oferece melhores produtos em termos de qualidade final, embora seja oneroso para ser empregado em frutas e legumes (KOMPANY et al., 1990; PINEDO, 2003; PARK et al., 2006; SHINAGAWA, 2009).

A preparação de farinha de pupunha é uma forma de agregar valor aos frutos *in natura* e diversificar a demanda para o fruto, evitando uma possível saturação do mercado. As formulações, em geral, são para fazer pães, bolos e outras preparações culinárias utilizando a farinha da pupunha (DIAS; LEONEL, 2002; CLEMENT, 2010).

Visando oferecer uma forma adicional de conservação e comercialização de pupunha durante o ano todo, este trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades tecnológicas, físicas e químicas da farinha de pupunha, para utilização de forma direta ou na formulação de produtos alimentícios.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo geral

Identificar as propriedades tecnológicas funcionais, físicas e químicas da farinha de pupunha para avaliar sua utilização direta ou como ingrediente na formulação de alimentos.

1.2 Objetivos específicos

- Produção de diferentes tipos de farinha de pupunha utilizando frutos *in natura* e cozidos, com casca e sem casca;
- Caracterização físico-química das farinhas de pupunha;
- Caracterização física das farinhas de pupunha;
- Caracterização morfológica das farinhas de pupunha;
- Caracterização das propriedades tecnológicas das farinhas de pupunha;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pupunheira: origem e distribuição geográfica

É discutível a verdadeira origem da pupunheira, acredita-se que se trata de um híbrido espontâneo que os botânicos descrevem com vários nomes diferentes. A confusão era tanta que a pupunha foi considerada um cultígeno, isto é, uma espécie cultivada sem parentes silvestres conhecidos (SCHULTES, 1984 apud BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009). Somente nas últimas décadas todos os nomes que designavam a mesma planta foram reconhecidos, adotando-se *Bactris gasipaes* como o nome oficial (TORRES, 1989; CLEMENT, 1991; LORENZI, 1992; SILVA; CLEMENT, 2005).

Os nomes vulgares encontrados na literatura são diversos: Pupunha (Brasil), Tembe (Bolívia), Pejibaye (Costa Rica), Chontaduro (Colômbia), Chonta (Equador), Paripou (Guiana Francesa), Peach Palm (América do Norte), Piba (Panamá), Pijuayo (Peru), Macana ou Cachipay (Venezuela) (TORRES, 1989).

Mora-Urpí (1995) considera que os vários tipos cultivados são resultados da domesticação de diferentes tipos silvestres por grupos humanos, em diferentes localidades da América Tropical, muitos dos quais faziam intercâmbio de mercadorias. Já Clement (1988) sugere um só lugar de origem na América Ocidental e que a variação observada se deve a seleção pelos nativos, a migração e a adaptação a diferentes ecologias.

A pupunha ocupou lugar de destaque na economia indígena antes da conquista das Américas, tanto nos trópicos úmidos sul, como nos centros americanos, como fonte de energia facilmente armazenada na forma de farinha ou silagem, e na subsistência indígena. Acredita-se que foi tão importante quanto a mandioca (*Manihot esculenta*) e o milho (*Zea mays*), em algumas partes de sua distribuição pré-colombiana, visto pelo número de nomes indígenas e festas organizadas para coincidir com sua safra (CLEMENT; YUYAMA, CHÁVEZ FLORES, 2001).

Segundo Silvestre (2005), a pupunheira é encontrada em estado silvestre por toda a Amazônia e América Central, a partir de Honduras, tendo ampla distribuição. Caracteriza-se por apresentar variedades distintas, das quais se destacam duas principais: com espinhos e sem espinhos; a primeira considerada original e a segunda bem mais rara.

2.2 O fruto da pupunheira: a pupunha

A pupunha é um fruto promissor devido às suas características de composição química, diversidade genética e rendimento, sendo utilizada como substituto de alguns alimentos, tanto na nutrição humana quanto na nutrição animal. Autores afirmam que o maior uso da pupunheira por habitantes da Amazônia é o fruto, consumido diretamente após cozimento em água e sal. (PIEDRA; BLANCO-METZLER; MORA URPI, 1994; BERGO, MENDONÇA; LEDO, 2004; BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009; PESCE, 2009).

Quando maduro, possui um epicarpo fibroso que varia de cor entre vermelho, laranja ou amarelo; e um mesocarpo carnoso que varia do amiláceo ao oleoso, com um endocarpo envolvendo uma amêndoa fibrosa e oleosa. Os frutos têm tons que variam entre o amarelo e o vermelho, podendo ser completamente verdes. Da árvore sem espinhos, que facilita a colheita dos frutos, retira-se uma pupunha com menos óleo e menos saborosa (NETO; SOUZA; SANTOS, 2001; SILVESTRE, 2005).

A pupunha é carnosa, colorida e extremamente variável em formato, tamanho, cor do exocarpo e do mesocarpo (devido a diferentes teores de beta-caroteno), composição química, textura, sabor e aroma (BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009). Como matéria-prima culinária, a pupunha gera uma série de produtos tais como doces, vinhos, sorvetes, entre outros. Também pode ser utilizado para fazer farinha para pão ou bolo, ou ainda ração para animais domésticos (SHANLEY; MEDINA, 2005; SILVESTRE, 2005).

Os frutos têm diversas formas: cônica, ovóide ou elipsóide, de diferentes tamanhos, desde muito pequenos (entre 1,0 e 1,5 centímetros de diâmetro em frutos sem sementes) até frutos maiores, com 7,0 centímetros de diâmetro. Há ocorrência de frutos paternocárpicos, porém o comum são frutos normais, com uma semente (PERU, 1997; SILVA; SOUZA, 2002).

As “linhas” presas que compõem os cachos dos frutos são mergulhadas na água fervente com sal, estando boas para consumo quando se soltam sozinhas. Quanto maior o tempo de cozimento, melhor o sabor, pois ocorre a gelatinização e a hidrólise do amido, formando açúcares mais simples (CAVALCANTE, 1991; KERR et al., 1997; PERU, 1997; SILVESTRE, 2005).

Diretamente após o cozimento, as pupunhas são apreciadas pelas populações locais para o consumo com café pela manhã ou na hora do lanche, substituindo o pão. É frequente, pelas ruas e feiras das cidades amazônicas, a presença de vendedores ambulantes que oferecem a pupunha cozida, e cuja casca é rasgada pelos dentes (SILVESTRE, 2005).

2.3 Variedades e classificação

Existem diversas variedades de pupunheiras: pupunha Marajá (*Guilielma speciosa* var. flava), com frutos de cor verde-amarelada; pupunha Piranga (*G. speciosa* var. coccinea), que produz frutos menos carnudos e mais saborosos; pupunha Tapiré (*G. speciosa* var. orchracea) possui poucos espinhos no tronco e os frutos não têm endocarpo (PESCE, 2009).

De um modo geral, os tipos e variedades de pupunheiras são classificados segundo a coloração da casca de seus frutos (do vermelho intenso ao alaranjado e do amarelo ao rajado de verde-amarelo), teor de polpa e existência ou não de sementes no fruto (NOGUEIRA et al., 1995 apud BRAGA, 1999).

Levando em consideração o tamanho e peso do fruto, as raças podem ser classificadas de acordo com as categorias: microcarpa, aqueles com frutos pequenos (< 20g); mesocarpa se tiver tamanhos intermediários (20-70g) e macrocarpa caracterizada por frutos grandes (> 70g) (HERNÁNDEZ, 2004).

Mora-Urpí e Clement (1985), também propuseram a classificação das raças de pupunha baseada no tamanho do fruto, sendo o peso o fator mais afetado pela seleção realizada sobre as espécies. Assim, compuseram a seguinte classificação: grupo racial microcarpa (composto pelas raças Juruá – frutos pequenos e alta concentração de óleo e carotenos – e Pará, cujos frutos são oleosos e fibrosos); mesocarpa (grupo composto pelas raças Pastasa, a mais primitiva; Pampa Hermosa, cujo fruto tem alto teor de carboidratos e baixo teor de óleo e fibras; Solimões, com teor moderado de óleo, alto teor de carboidratos e baixo teor de fibras; e Inirida, caracterizada pelo fruto com baixo teor de óleo e fibras e elevado teor de carboidratos); e grupo racial macrocarpa, o qual possui frutos maiores, composto pelas raças Putumayo (fruto com alto valor de carboidratos e baixo teor de óleo e fibras) e Vaupés, cuja raça é caracterizada pelo seu elevado teor de carboidratos e baixo teor de óleo e fibras.

A pupunha-brava (*Aiphanes aculeata*) parece ter potencial econômico, já que sua polpa é mais doce do que a da pupunha (*Bactris gasipaes*). Além disso, sua semente também é comestível. Os frutos da pupunheira são vendidos na Colômbia para fabricação de doces, utilizando tanto a semente quanto a polpa dos frutos (SHANLEY; MEDINA, 2005).

Essas modificações e reclassificações de espécies de palmeiras são bastante comuns e correm para a maioria dos gêneros, complicando, em muito, a correta identificação da espécie que se está considerando ao longo do tempo (BOVI, 2000).

2.4 Biologia reprodutiva

A pupunha está integrada ao hábito alimentar da população regional amazônica. Alguns frutos são de grande importância econômica por serem comestíveis ou conterem sementes usadas em culinária (BLEASDALE, 1977).

Essa planta pode ser cultivada em diversas condições climáticas, tendo o melhor desempenho em regiões de clima tropical, quente e úmido (DEENIK et al., 2000; CRANE, 2006). Floresce entre os meses de agosto e outubro e frutifica entre dezembro e março. A maturação dos frutos ocorre principalmente nos meses de dezembro e julho. Entretanto, existem indivíduos que reproduzem fora dessa safra, especialmente em anos de chuvas abundantes e em solos mais ricos em nutrientes (CAVALCANTE, 1991; LORENZI, 1992; SHANLEY; MEDINA, 2005; BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009).

A pupunheira possui um cultivo perene, apresentando algumas particularidades que o tornam bastante exigente em insumos e em propriedades físicas e químicas do solo. Produz de 5 a 10 cachos por ano. Cada cacho de pupunha pesa entre 2 e 12 kg e contém aproximadamente 100 frutos; pode atingir até 400 frutos por cacho (GOMES, 1996; BOVI, 2000; SHANLEY; MEDINA, 2005; BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009).

2.5 Valor nutricional do fruto

O conceito de qualidade de frutas e hortaliças envolve vários atributos, tais como a aparência visual (frescor, cor, defeitos e deterioração), textura (firmeza, resistência e integridade do tecido), sabor e aroma, valor nutricional e segurança do alimento fazem parte do conjunto de atributos que definem a qualidade. O valor nutricional ganha cada vez mais importância por estar relacionado à saúde do consumidor (CENCI, 2006).

A região Norte se caracteriza por uma disponibilidade de frutos ricos em pró-vitamina A, entre eles a pupunha. O fruto da pupunheira representa uma fonte de alimento potencialmente nutritiva, sendo um dos frutos tropicais mais balanceados e nutritivos conhecidos, que possui grande aceitação pelo seu conteúdo de vitamina A, aporte energético, fibras e qualidade dos ácidos graxos (PIEDRA; BLANCO; MORA URPÍ, 1994; YUYAMA; COZZOLINO, 1996; SHANLEY; MEDINA, 2005; SILVESTRE, 2005).

Além de altas doses de proteínas – mais do que o abacate e duas vezes o valor proteico da banana – os pequenos frutos da pupunha são ricos em carboidratos e em vários elementos minerais, como cálcio, ferro e fósforo, tendo também elevado teor de vitamina A (SILVESTRE, 2005).

Segundo Johannessen (1967), os frutos crus indicam 26,90% de amido, 4% de açúcar e 5,82% de gordura. Já Raymond e Squires (1951) indicam 20,8% de amido. Segundo Clement (1991), a composição média de carboidratos nos frutos pode variar de 59,7 a 81,0% em base seca. De acordo com Metzler et al. (1992), a composição de carboidratos é variável, com o conteúdo de amido e fibra alimentar variando entre 19,2-30,2% e 5,3-9,7%, respectivamente.

Em estudos realizados por Fernandez-Piedra et al. (1995), foram encontrados valores de lipídios variando entre 3,7% a 15,7% para frutos de pupunha crus, e 2,6% a 12,6% para frutos cozidos.

Embora exista uma grande variabilidade na composição química dos frutos entre as raças conhecidas, o resultado médio de populações nativas de pupunha da Costa Rica indica que $58,5 \pm 0,5\%$ da parte comestível (mesocarpo) é constituída por água. A composição de carboidratos é variável, como os índices de amido e fibras que variam entre 19,2-30,2% e 5,3-9,7%, respectivamente (METZLER et al., 1992). Segundo Pesce (2009), a variedade pupunha-marajá possui o peso médio de 26,50 gramas quando verdes, com umidade de 60%.

A gordura é semi-sólida em temperatura ambiente, já que 36% dos ácidos graxos são saturados e 64% são insaturados (sendo 49% monoinsaturados e 15% poliinsaturados) (METZLER et al., 1992). Os ácidos graxos monoinsaturados se encontram em maior quantidade no fruto de pupunha, tendo valores que oscilam entre 53,6 a 70,2%, valor dado principalmente pelo ácido oleico (41,0 a 62,0%) (PIEDRA; BLANCO-METZLER; MORA URPI, 1994).

Segundo Torres (1989), a composição de ácidos graxos da fração lipídica das raças de pupunha Pará, Solimões e Putumayo é principalmente de ácido palmítico, oleico e linoleico, apresentando diferença significativa somente nos teores de ácido linoleico.

O mesocarpo do fruto de pupunha tem elevado valor nutritivo e um elevado conteúdo de vitamina A. Do fruto, pode ser extraído um óleo comestível, que contém ácidos graxos saturados de grande demanda no mercado atual (até 62% em óleo). A semente pode ser comestível, tendo um sabor semelhante ao do coco, sendo rica em óleo, muito utilizada em produtos de confeitaria (PERU, 1997).

2.6 Carotenóides

Os principais pigmentos responsáveis pela coloração de frutas e vegetais são a clorofila (verde), carotenóides (amarelo, laranja e vermelho) e antocianinas (vermelho, azul e roxo). Cultivos diferentes resultam em variação da concentração dos pigmentos resultam em variações de cor entre diferentes frutas e vegetais (HURST, 2002).

Carotenóides são compostos de grande importância, não só como precursores da vitamina A, mas também como moléculas que participam na proteção da célula. Em consequência, são fatores importantes na avaliação nutricional de frutas, verduras e alimentos em geral (VAINIO; BIANCHINI, 2003).

Os carotenóides são compostos lipossolúveis formados por um tetraterpeno (40 carbonos) composto de 8 unidades isoprenóides de 5 unidades de carbono, que possuem coloração amarelada a vermelha (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Seu arranjo estrutural pode sofrer modificações através de hidrogenação, ciclização, desidrogenação, entre outras reações que resultam em uma diversidade de estruturas. A vitamina A é um nutriente essencial obtido de carotenóides como o β -caroteno (FENNEMA, 2010). Sua fórmula estrutural plana pode ser observada na Figura 1.

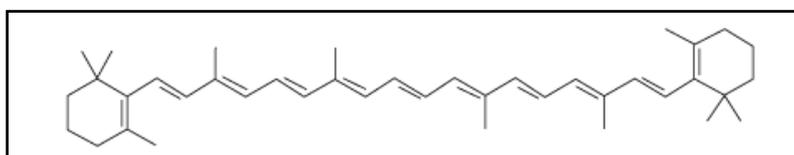


Figura 1 Fórmula plana do β -caroteno

Fonte: Três et al. (2007).

Além da atividade pró-vitamina A de alguns carotenóides, com efeitos benéficos à saúde humana, outras funções têm sido atribuídas a estes compostos, pró-vitamínicos ou não, tais como: aumento da resposta imune e redução do risco de doenças degenerativas como câncer, degeneração macular, catarata e doenças cardiovasculares. Podem sofrer alterações devido à degradação durante cozimentos prolongados e o seu armazenamento, pela ação de enzimas, luz e oxigênio. Assim, a desidratação de vegetais e frutas pode reduzir a atividade biológica dos carotenóides (SENTANIN; AMAYA, 2007; ROCHE, 2010).

A vitamina A dá origem a vários metabólitos ativos – retinóides, compostos por retinóis, retinais e ácidos retinóicos. A maior parte do β -caroteno e de outros carotenóides é

convertida em retinol (capacidade precursora da vitamina), sendo esta sua principal função fisiológica (LINS, 2006; SOUSA et al., 2008).

Os carotenóides mais extensivamente investigados em relação à saúde humana são α -caroteno, β -caroteno, α -criptoxantina, luteína, licopeno e zeaxantina, sendo os quatro primeiros responsáveis pela coloração entre laranja e amarelo (YUYAMA et al., 1999).

O β -caroteno e outros carotenóides são nutricionalmente importantes como pró-vitamina A, sendo a principal fonte dietética dessa vitamina uma vez que apresenta maior atividade potencial de pró-vitamina A quando comparado aos outros, pois é capaz de originar, a partir da ruptura enzimática de sua estrutura, duas moléculas de vitamina A (VAINIO; BIANCHINI, 2003; LINS, 2006).

De acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 269, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, que trata da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitaminas, minerais e proteínas para indivíduos e diferentes grupos populacionais, a IDR de vitamina A é de 600 μ g de retinol-equivalente (RE) para adultos. Cada 1 μ g de β -caroteno corresponde a 0,167 μ g de RE e cada 1 μ g de outros carotenóides provitamina A, a 0,084 μ g de RE (BRASIL, 2005).

Toda a vitamina A encontrada nos alimentos de origem vegetal é derivada de carotenóides com atividade pró-vitáminica A. As únicas fontes de vitamina A para os seres humanos são de origem animal. O retinol encontra-se em tecidos animais devido à conversão enzimática de carotenóides com atividade pró-vitáminica A em seu trato gastrintestinal (BALL, 1998).

Na maioria de frutas e vegetais, o β -caroteno constitui mais de 85% do total da atividade pró-vitáminica A. Em muitas frutas e vegetais, a concentração de carotenóides ativos é baixa, se comparado às dos inativos (BALL, 1998).

2.7 Amido

A maioria dos alimentos é multicomponente, sistemas que contêm misturas complexas de água, polissacarídeos, proteínas, lipídeos e numerosos pequenos constituintes. Nesse contexto, o amido está presente como um macro-constituente em muitos alimentos e suas propriedades e interações com outros componentes são de interesse para a indústria alimentar e para a nutrição humana (SILVA et al., 2004; WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005; SILVA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007; TROMBIONI; LEONEL; SUMAN, 2009).

É a principal substância de reserva nas plantas superiores e a fonte mais importante de carboidratos na alimentação humana, fornecendo de 70 a 80% das calorias consumidas pelo homem. Encontra-se amplamente distribuído em diversas espécies vegetais, sendo abundante em grãos de cereais, raízes e tubérculos (WHO/FAO, 1998; SILVA et al., 2004; WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005; SILVA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007; TROMBIONI; LEONEL; SUMAN, 2009).

O mercado de amidos vem crescendo e se aperfeiçoando nos últimos anos, levando à busca de produtos com características específicas que atendam às exigências da indústria. Praticamente todos os setores industriais utilizam o amido ou seus derivados, seja para alterar ou controlar diversas características, como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade no armazenamento, ou para produzir textura fibrosa ou lisa, coberturas leves ou crocantes, entre outros (SILVA et al., 2006).

Segundo Rocha, Carneiro e Franco (2010), os amidos comerciais são obtidos a partir de sementes (milho, milho ceroso – com alto teor de amilopectina, trigo e arroz), tubérculos e raízes. Féculas como a de mandioquinha-salsa, por exemplo, têm menos aplicações comerciais e as publicações sobre estes ocorrem em menor número em relação aos amidos mais explorados comercialmente.

Segundo Denardin e Silva (2009), 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.

O amido é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina. A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α -(1,4), originando uma cadeia linear (Figura 2 A); já a amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em α -(1,4) e α -(1,6), formando uma estrutura ramificada (Figura 2 B). Apresentando somente ligações α -glicosídicas, o amido é potencialmente digerível pelas enzimas amilolíticas secretadas no trato digestivo humano (ELIASSON, 1996; ENGLYST; HUDSON, 1996; VANDEPUTTE; DELCOUR, 2004; WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005; LAJOLO; MENEZES, 2006).

As proporções em que as estruturas de amilose e amilopectina aparecem, diferem em relação às fontes botânicas, variedades de uma mesma espécie e, mesmo em uma mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta (SILVA et al., 2004; DENARDIN; SILVA, 2009).

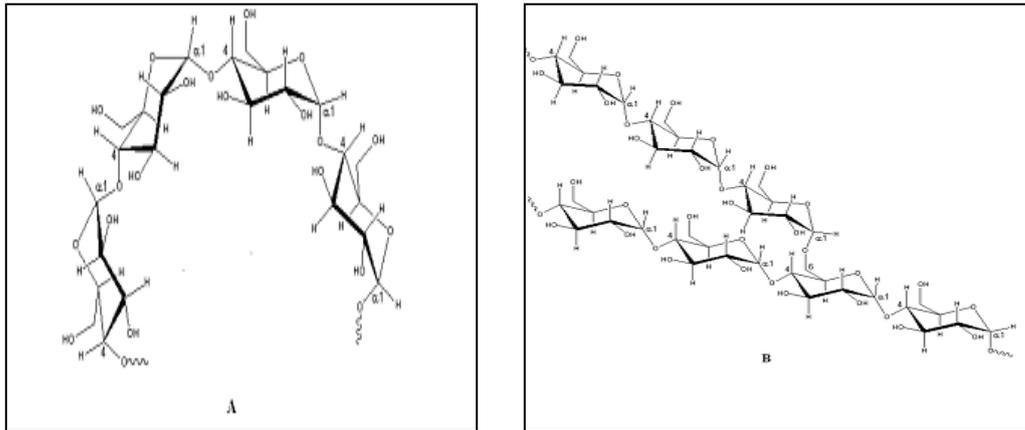


Figura 2 (A) Estrutura da amilose [polímero linear composto por D-glicose em α -(1,4)]. (B) Estrutura da amilopectina [polímero ramificado composto por D-glicose em α -(1,6)].

Fonte: adaptado de Lajolo e Menezes (2006).

Muitas propriedades da amilose podem ser explicadas pela sua habilidade em formar diferentes estruturas moleculares. A maioria das metodologias analíticas para a sua determinação baseia-se no fato de que, em soluções aquosas neutras, a estrutura normal em espiral possui a capacidade de interagir com iodo, produzindo complexo de inclusão helicoidal, no qual o iodo se encontra na cavidade central da hélice (DENARDIN; SILVA, 2009).

O amido pode ser classificado como glicêmico ou resistente. O amido glicêmico é degradado à glicose por enzimas no trato digestivo, sendo classificado como amido rapidamente ou amido lentamente digerível no intestino delgado. Já o amido resistente é aquele que resiste à digestão no intestino delgado, mas é fermentado no intestino grosso pela microbiota bacteriana (ENGLYST et al.; 1992; YUE; WARING, 1998).

O amido é formado por amilose e amilopectina que somente podem ser evidenciadas após solubilização dos grânulos e separação. As propriedades mais importantes com influência no seu valor nutricional incluem a taxa e a extensão da digestão ao longo do trato gastrointestinal e o metabolismo dos monômeros absorvidos (ASP, 1995).

O grânulo de amido é constituído por longas cadeias de glicose interligadas e envoltas sobre si mesmas, que apresentam diferentes graus de hidratação e estão compactadas em estruturas caracterizadas como grânulos. As reações hidrotérmicas tratam da relação dos grânulos de amido com a água e as variações de temperatura na faixa de 30°C a 200°C, provocando profundas alterações estruturais e evidenciam muitas propriedades funcionais de interesse industrial (FRANCO et al., 2003).

Amidos com propriedades tecnológicas especiais para diferentes setores da indústria são os amidos modificados. Segundo Bemiller (1997), as razões que levam à modificação do amido são: modificar as características de cozimento (gomificação); diminuir a retrogradação e a tendência das pastas na formação de géis; aumentar a estabilidade das pastas ao resfriamento e descongelamento, a transparência das pastas ou géis e a adesividade; melhorar a textura das pastas ou géis e a formação de filmes; e adicionar grupamentos hidrofóbicos e introduzir poder emulsificante.

O grânulo de amido é birrefringente quando visto microscopicamente sob luz polarizada. A refração pelas suas regiões cristalinas resulta no modelo de “Cruz de Malta”, caracterizando a orientação radial das macromoléculas. O centro ou “hilum”, encontrado no centro da cruz, é considerado o ponto original de crescimento do grânulo. Essa propriedade de birrefringência é devida ao alto grau de orientação molecular interna, não tendo qualquer relação com a forma cristalina em particular (LAJOLO; MENEZES, 2006).

Os amidos comuns são facilmente identificados através de microscopia com luz polarizada usada para determinar seu tamanho, forma e posição do hilum. De acordo com sua origem, os grânulos de amido diferem entre si na forma, tamanho e outras características físicas (ZAMBRANO; CAMARGO, 2001).

O grânulo de amido é constituído principalmente por longas cadeias de glicose interligadas e envoltas sobre si mesmas, que apresentam diferentes graus de hidratação e estão compactadas em estruturas caracterizadas como grânulos. Diversas pesquisas sobre a avaliação da relação entre a estrutura molecular do amido e seu comportamento em algumas propriedades físico-químicas, sugerem que diversas características estruturais, poderiam estar intimamente relacionadas aos eventos associados com a gelatinização e a retrogradação, tais como inchamento do grânulo, lixiviação de amilose e/ou amilopectina, perda da estrutura radial (birrefringência), supramolecular (cristalinidade), molecular e recristalização (FRANCO; DAIUTO; DEMIATE, 2002; DENARDIN; SILVA, 2009).

Uma molécula de amilose é mais solúvel e digerida mais rapidamente que uma molécula de amilopectina, por ser uma molécula de menor tamanho e maior superfície de contato entre enzima e substrato. A estrutura ramificada da amilopectina permite um maior espaçamento entre as moléculas facilitando a entrada de água, carreando com facilidade as enzimas digestivas, amilases e amiloglicosidases durante o processo de digestão (LARA, 2010).

Quando o amido entra em contato com a água fria, os grânulos incham ligeiramente (10 a 20%), devido à difusão e absorção de água nas regiões amorfas, mas esse processo é

reversível pela secagem. 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 (WHO/FAO, 1998).

De acordo com Whistler (1984), o grânulo de amido nativo apresenta três padrões de cristalinidade: padrão A, característico de amido de cereais e suas variedades cerosas; padrão B, observado em amido de tubérculos, raízes e frutas; e padrão C, onde a amilopectina é uma única molécula composta por ligações α -(1,4) e α -(1,6), com grupamento terminal redutor. Quando uma dispersão aquosa de amido é aquecida progressivamente, ocorre o início da fusão das regiões cristalinas do grânulo. Se o aquecimento continua, o amido se hidrata e incha de forma irreversível, a viscosidade aumenta até o máximo e a dispersão se torna transparente. Este fenômeno – gelatinização – provoca mudanças irreversíveis na estrutura do grânulo, perda de birrefringência e do difratograma de raios-X característico (ZAMBRANO; CAMARGO, 2001; DENARDIN; SILVA, 2009).

Durante o aquecimento em meios aquoso, os grânulos de amido sofrem mudanças estruturais e as ligações de hidrogênio (estabilizadoras da estrutura cristalina interna do grânulo) se rompem quando atingem a temperatura específica para cada tipo de amido e forma de seu grânulo. Se o aquecimento prossegue, com quantidades suficientes de água, além do rompimento das ligações, obter-se-á uma desestruturação da região cristalina com uma inclusão cada vez maior de água entre as moléculas de amido, fazendo o grânulo perder sua birrefringência; ou seja, após o processamento adequado, não existe mais a diferenciação entre as formas A, B e C (Figura 3) dos grânulos de amido e todas elas apresentam a mesma digestibilidade e comportamento no trato digestivo (LOBO; SILVA, 2003).

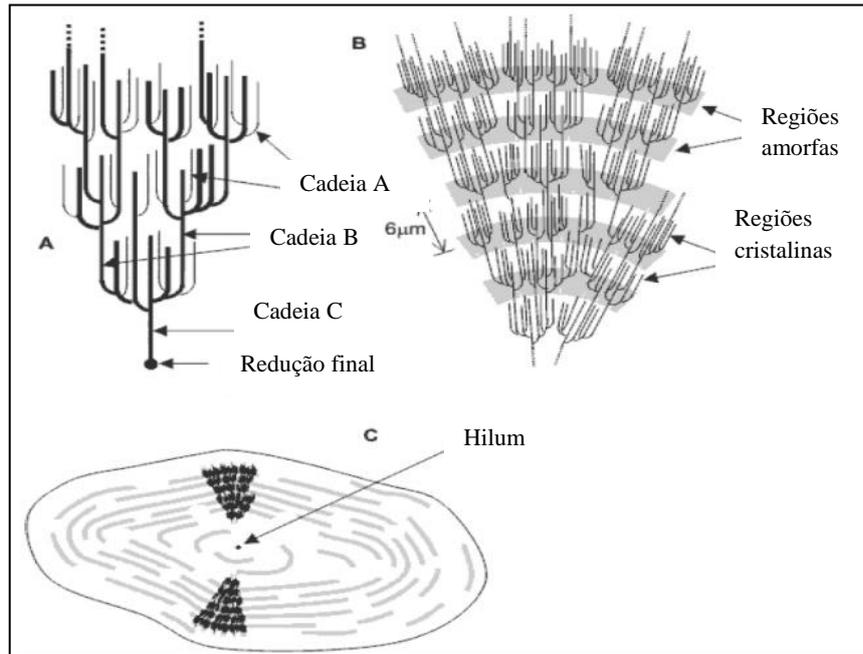


Figura 3 A) Classificação das cadeias de amilopectina em A, B e C. B) Formação de regiões amorfas e cristalinas no grânulo de amido. C) Modelo da estrutura interna do grânulo de amido com a visualização dos anéis de crescimento e centro ou hilum.

Fonte: Adaptados de Denardin e Silva (2009).

De

), a

presença da amilose reduz o ponto de fusão das regiões cristalinas e a energia necessária para o início da gelatinização, uma vez que mais energia é necessária para iniciar a fusão na ausência de regiões amorfas ricas em amilose. Essa correlação indica que amidos com maior conteúdo de amilose, por apresentarem mais regiões amorfas e menos regiões cristalinas, apresentam menores temperaturas de gelatinização (DENARDIN; SILVA, 2009).

Quando a dispersão de amido gelatinizado é resfriada, as moléculas de amilose se aproximam formando zonas cristalinas, com a consequente formação de um gel (retrogradação). Com o passar do tempo, as moléculas do amido vão perdendo energia e as ligações de hidrogênio tornam-se mais fortes. O rearranjo ordenado das cadeias, forma áreas cristalinas, que culmina na alteração do índice de refração, já que o gel vai se tornando mais opaco à medida que a retrogradação se processa (ELIASSON, 1996; ZAMBRANO; CAMARGO, 2001).

As características de retrogradação da amilose e da amilopectina são cineticamente diferentes. A amilose retrograda mais rapidamente, à temperatura ambiente, tendo forte tendência a reassociar por meio da formação de ligações de hidrogênio com moléculas de amilose adjacentes, formando estruturas cristalinas de duplas hélices, quando a solução resfria e se mantém por longo período de tempo, tornando-se altamente resistente à redispersão em

água fervente e à hidrólise pela amilase pancreática (MUIR; O'DEA, 1993; BOTHAM; CAIRNS; MORRIS, 1995; DENARDIN; SILVA, 2009).

A retrogradação da amilopectina é um processo mais lento (dias a semanas) e dependente da concentração da amostra, sendo que, em excesso de água, pode ser revertida por aquecimento a 70°C (BOTHAM; CAIRNS; MORRIS, 1995).

As alterações que ocorrem nos grânulos de amido durante o processo de gelatinização e retrogradação são os fatores determinantes do comportamento de pastas de amido, e têm sido determinados principalmente pela mudança de viscosidade durante o aquecimento e resfriamento de dispersões de produtos amiláceos (PEREIRA; LEONEL, 2008; ZAVAREZE et al., 2009).

2.8 Processamento da farinha de pupunha

2.8.1 Conservação dos alimentos: secagem

As técnicas de conservação dos alimentos são importantes para evitar o desperdício, entre elas o processo de secagem representa uma das alternativas tecnológicas. É um método simples e relativamente barato, cujo princípio básico é reduzir o teor de água, reduzindo drasticamente a atividade de água (GIRALDO-ZUNIGA et al., 2010).

Alguns processos tecnológicos de conservação de alimentos conhecidos atualmente podem ser aplicados, como: altas ou baixas temperaturas, eliminação de água (desidratação osmótica, secagem, liofilização, concentração e prensagem), aditivos químicos e irradiação (PARK et al., 2006).

Key (1972 apud PARK et al., 2004) define a secagem como sendo a remoção de uma substância volátil (comumente, mas não exclusivamente, água) de um produto sólido. A água presente no sólido é chamada de umidade. Portanto, secagem é a eliminação da água do material através da evaporação.

Existem dois métodos de secagem: a natural, feita pelo sol ou vento (método mais antigo); e a artificial, a qual necessita de fornecimento de energia, diferente da solar. A remoção da água de alimentos sólidos reduz a atividade de água (A_w), para inibir o crescimento microbiano, evitando assim a deterioração do mesmo. A secagem passou a ter grande importância na redução dos custos energéticos, de transporte, embalagem e armazenagem de alimentos (PARK et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2010).

Durante a secagem é necessário o fornecimento de calor para evaporar a umidade do material e também deve haver um sorvedor de umidade para remover o vapor de água formado na superfície do material a ser seco. O emprego de altas temperaturas na secagem pode comprometer as características físicas e químicas dos alimentos, ocasionando escurecimento, desnaturação proteica e gelatinização do amido (OLIVEIRA et al., 2010).

A evolução das transferências simultâneas de calor e de massa no decorrer da operação de secagem faz com que esta seja dividida esquematicamente em três períodos, onde são analisadas as curvas de evolução do teor de água do produto, de sua temperatura e da velocidade de secagem, também chamada de cinética de secagem, ao longo do tempo, para um experimento, utilizando ar com propriedades constantes (PARK et al., 2004).

As forças centrífuga, de compressão ou de gravidade são frequentemente utilizadas como tecnologias mecânicas para a secagem. A secagem térmica, por outro lado, é provavelmente o método mais comumente empregado em uma ampla variedade de aplicações práticas (HUAI et al., 2003).

Dependendo do método de secagem, as características físicas, químicas e biológicas podem ser danificadas em maior ou menor grau, já que os alimentos são sensíveis à ação do calor. Durante a secagem de frutas, com altos teores de umidade ocorre mudança de volume. Neste caso, a condução de calor e a difusão de massa são realizadas através de uma interface cuja forma e tamanho mudam com o tempo (SILVA; AFONSO; GUIMARÃES, 1995; BIAGI BERTOL; CARNEIRO, 2002; PARK et al., 2004; PESKE et al., 2006).

Na produção em pequena escala, o secador de leite de jorro cônico é apontado como uma técnica mais promissora para o tratamento de suspensões térmicas sensíveis e viscosas, do que outras técnicas, tais como leite fluidizado ou *spray-drying* (BACELOS; PASSOS; FREIRE, 2008).

Em leitos de jorro cônico, altas taxas de transferência de calor e massa, juntamente com o atrito intenso entre as partículas induzem altas taxas de cisalhamento das partículas em suspensão, reduzindo sua viscosidade aparente e viabilizando a operação de secagem para produção de pó (BACELOS; PASSOS; FREIRE, 2008).

As vantagens de se utilizar o processo de secagem são várias, dentre as quais a facilidade na conservação do produto; estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longos períodos de tempo; redução do seu peso; economia de energia por não necessitar de refrigeração e a disponibilidade do produto durante qualquer época do ano (PARK; YADO, BROD, 2001).

2.8.2 Principais características das farinhas

De acordo com a Resolução nº 554, de 1995, farinha é o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados, sendo seu produto designado "farinha", seguido do nome do vegetal de origem (BRASIL, 1995).

As farinhas podem ser classificadas em simples e mistas. A farinha simples é obtida a partir da moagem ou raladura dos grãos, rizomas, frutos ou tubérculos de uma só espécie e farinha mista é obtida pela mistura de farinhas de diferentes espécies vegetais (BRASIL, 1995).

A tendência de mercado para comercialização das farinhas é dirigida pela necessidade de aperfeiçoamento dos métodos de produção e beneficiamento, visando uma produção de farinhas específicas para cada tipo de produto e/ou consumidores, e suas necessidades específicas e segmentadas (BORTOLOTTI, 2009).

Diferenças nas farinhas encontradas no mercado são decorrentes de vários fatores como: cultivar, clima, solo, ponto de colheita, variabilidade genética, matéria-prima e outros, mas o principal fator responsável é o método de processamento (SOUZA; FERREIRA; VIEIRA, 2008).

Uma farinha de boa qualidade e com potencial de panificação é aquela capaz de produzir, uniformemente, um produto final atrativo com custo competitivo. Se a farinha não apresentar bons resultados no produto final, poderá ser suplementada com aditivos visando corrigir características funcionais (BORTOLOTTI, 2009).

A farinha de mandioca, por exemplo, tem seu uso muito difundido em todo o País, fazendo parte da refeição diária da maioria dos brasileiros, especialmente das regiões Norte e Nordeste. Caracteriza-se num alimento de alto valor energético, rico em amido, contém fibras e alguns minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro (DIAS; LEONEL, 2002; CLEMENT, 2010).

Chisté et al. (2006) citam que cinzas, proteínas e lipídeos podem variar entre as amostras de farinha devido às características intrínsecas das raízes. Aryee et al. (2006) e Souza et al. (2008) relacionam o teor elevado de amido encontrado na farinha de mandioca de acordo com as variedades.

Dentre os alimentos de maior consumo no Brasil, encontra-se a farinha de trigo, com ampla utilização no preparo de produtos industriais e caseiros (CARREIRA et al., 2009).

A legislação brasileira (BRASIL, 2005) estabelece que a farinha de trigo deva apresentar cor branca, com tons leves de amarelo, marrom ou cinza, conforme o trigo de origem. Por outro lado, a cor dependerá também do tempo de armazenamento, que tem influência sobre a qualidade tecnológica da farinha, podendo resultar em modificações nos parâmetros nutricionais e sensoriais (ORTOLAN; HECKTHEUER; MIRANDA, 2008).

Cereda (2005) cita que fornos muito quentes ou frios, cargas grandes ou muito pequenas, prensagem mais ou menos intensas são alguns dos fatores que podem influenciar o padrão de qualidade da farinha, tornando quase impossível a proposta de um padrão nacional de qualidade.

A farinha de milho é muito utilizada na culinária brasileira de várias formas e o seu sabor é muito bem aceito pelos consumidores. É um produto de baixo custo e amplamente disponível no mercado. É uma rica fonte de carboidrato, contendo, aproximadamente, 10% de proteína (ALVIM; SGARBIERI; CHANG, 2002).

Os nutrientes do milho não estão distribuídos de forma homogênea entre as diferentes estruturas morfológicas do grão, assim a composição dos produtos derivados do milho, depende de quais partes do grão foram utilizados (CALLEGARO et al., 2005).

Ante as possibilidades de industrialização, a farinha de banana já mostrou ser um empreendimento bastante promissor, podendo ser utilizada em produtos de panificação, produtos dietéticos, alimentos infantil e até como ração animal (MORAES NETO et al., 1998).

O aspecto e a cor da superfície dos alimentos são os primeiros parâmetros de qualidade observados pelos consumidores, e por consequência, são características muito importantes para a aceitabilidade de um produto, antes mesmo de sua degustação (LEÓN et al., 2006).

O estudo da cor deve ser iniciado pelo estudo da luz, pois cor é um fenômeno fisiológico que resulta da interação entre fonte de luz, objeto, olho e cérebro humano (FEILLET et al., 2000). A cor é uma característica da luz, mensurável em termos de intensidade (energia radiante) e comprimento de onda (ORTOLAN, 2006).

A delimitação de cor pode ser realizada através de diversos métodos, podendo ser realizada através da inspeção visual humana – prática rústica e subjetiva, que implica em variação dos resultados – ou pela utilização de um instrumento de medida de cor, chamado colorímetro, sendo esta análise objetiva, na qual padrões de cor são utilizados como referência, facilitando a comparação entre as amostras (LEÓN et al., 2006).

Em 1976, o CIE – *Commission Internationale d'Eclairage* – propôs o sistema de cores $L^*a^*b^*$ (também conhecido como $CIEL^*a^*b^*$), o qual é um dos sistemas utilizados para

medir a cor de um objeto devido a sua uniformidade. O espaço CIE $L^*a^*b^*$ é um sistema cartesiano definido por três coordenadas colorimétricas, conforme a ilustração 4 (ORTOLAN, 2006).

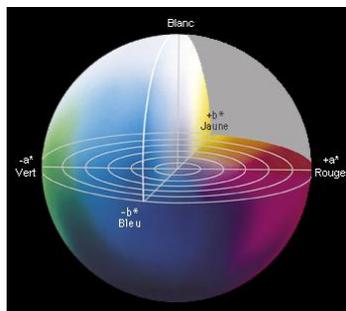


Figura 4 Representação da cor sólida para cor no espaço $L^* a^* b^*$.

Fonte: Adaptado de Minolta (1994).

A cor da farinha é um aspecto ao qual o consumidor dá bastante importância, preferindo as farinhas mais brancas – no caso da farinha de trigo, embora nem sempre seja a de melhor qualidade. A cor depende de vários fatores, alguns são intrínsecos ao tipo de grão e/ou fruto e se transmite a farinha como o teor de pigmentos (KAYBERS; FERREIRA, 2007).

Produtos coloridos também são formados em alimentos a partir do aquecimento, como resultado da reação de Maillard, onde os açúcares são reduzidos e dão origem a produtos de coloração marrom (melanoidinas), que possuem efeito significativo na qualidade dos alimentos já que a cor é importante atributo e fator crucial para aceitação do consumidor (GOKMEN; SENYUVA, 2006).

2.8.3 Atividade de água (A_w)

A fração de água é um dos mais importantes componentes dos produtos agropecuários, afetando todas as suas propriedades físicas; entretanto, a forma como este composto altera a natureza física e interage com os demais componentes desses produtos depende das relações existentes entre o material e o meio. Quando um produto agropecuário é exposto a certa condição de umidade relativa, ele cede ou ganha água para equilibrar sua própria umidade. Isso ocorre quando a pressão de vapor de água na superfície do material se iguala a pressão de vapor de água do ar que o envolve (CORRÊA et al., 2002).

A água é um dos principais componentes dos alimentos. Mesmo em produtos desidratados, como a farinha onde ocorre em baixas proporções, é um dos mais importantes, influenciando bastante sobre as características de armazenamento (FERREIRA; PENA, 2003). O que torna importante o conhecimento das suas isotermas de sorção como busca do aumento da estabilidade deste produto frente ao armazenamento e seu uso por períodos mais prolongado como ingrediente (LIMA, 2009).

A transferência da água contida na farinha para o ambiente depende tanto dos constituintes da farinha como das condições do ambiente, a temperatura constante. O teor de água tende a entrar em equilíbrio com o ambiente que o circunda e existem vários métodos para se determinar essa relação destacando-se o método estático que consiste em utilizar soluções saturadas de diversos sais que varrem valores de atividade de água que vão desde zero até a unidade (LIMA, 2009).

A determinação da atividade de água é uma das medidas mais importantes no processamento e análise dos produtos agropecuários *in natura* ou processados, devido a sua influência no que diz respeito a qualidade e a estabilidade do produto. Devido a importância desse conceito nas inúmeras aplicações no campo do processamento, na secagem e na armazenagem de alimentos, tem-se empregado esforços para a obtenção de equações que expressem o teor de umidade de equilíbrio ou a atividade de água para cada produto, como função das condições ambientais (CORRÊA et al., 2002).

Os valores de teor de umidade de equilíbrio dos produtos agropecuários dependem, principalmente, da temperatura, da umidade relativa de equilíbrio (ou atividade de água) e da espécie de produto. O histórico do produto e a maneira pela qual o equilíbrio foi obtido, também, influenciam na umidade de equilíbrio (BROOKER et al., 1992 citado por LIMA, 2009).

2.8.4 A farinha de pupunha

A população da Amazônia conserva e/ou utiliza os frutos da pupunha de diversas formas, tais como: desidratação (farinha), apertização (juntamente com xarope de açúcar ou salmoura), fritura (como tira-gosto para acompanhar bebidas) e cocção (com ou sem adição de sal) (ANDRADE; PANTOJA; MAEDA, 2003).

No que diz respeito ao uso dos grupos raciais para processamentos, os grupos Putumayo e Solimões são basicamente amiláceos e podem ser utilizados para produção de farinha,

enquanto a raça Pará – mais oleosa – pode ser usada para produção de óleo vegetal (TORRES, 1989).

Os frutos cozidos prestam-se à extração de óleo ou à produção de farinhas para as mais variadas finalidades. Depois do cozimento dos frutos pode ser obtida uma farinha seca, similar às farinhas de mandioca, milho e trigo, a qual pode ser consumida junto com outros alimentos e usada na elaboração de bolos e pizzas, e na panificação, pastelaria e outros alimentos (ANDRADE, 2007; OLIVEIRA et al., 2007).

Para obtenção da farinha de pupunha, utiliza-se a polpa dos frutos sem as cascas e caroços. A polpa, embora rica em gordura, é suficientemente amilácea para permitir o preparo da farinha (FERREIRA; PENA, 2003).

De acordo com Ferreira e Pena (2003), o fluxograma para a obtenção de farinhas em geral segue as etapas apresentadas na Figura 5.

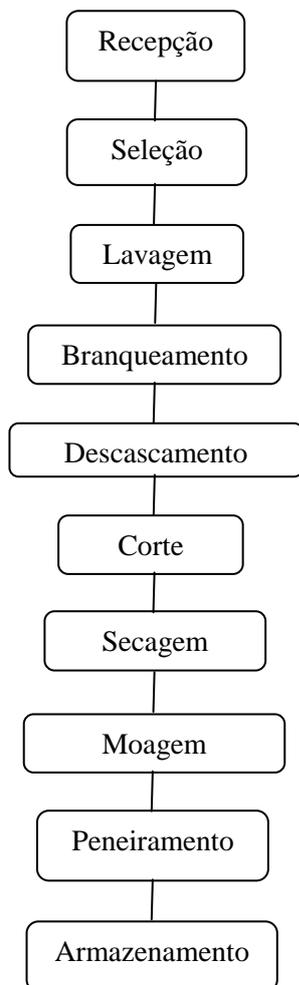


Figura 5 Fluxograma geral de processamento de farinha

Fonte: Ferreira; Pena (2003).

A farinha de pupunha pode ser utilizada em diversas preparações, tais como: pães, bolos, doces, tortas, de acordo com receitas elaboradas por alguns autores como Calvo (1981) e Kerr et al. (1997).

Alguns experimentos culinários foram realizados na Costa Rica, utilizando diferentes percentagens de farinha de pupunha e de trigo na formulação de pão. Com 90% de farinha de trigo e 10% de farinha de pupunha obteve-se um pão com excelentes características, sem alteração significativa nas propriedades tecnológicas do produto, que passou a ter níveis menores proteína e mais energia (obtida do óleo) e alto teor de vitamina A (β -caroteno); misturando 85% de farinha de trigo com 15% de farinha de pupunha, obteve-se uma massa moderadamente mais pesada, similar a de pão integral (CLEMENT, 2010).

Trabalhos realizados na Costa Rica recomendam a introdução da pupunha no preparo da 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 carotenóides (SILVA et al., 1997).

2.9 Propriedades tecnológicas em alimentos

As propriedades tecnológicas têm recebido atenção, principalmente em novos ingredientes alimentares, pois afetam as características nutritivas e sensoriais dos produtos, além de ter um importante papel físico na preparação, processamento ou estocagem dos alimentos. As propriedades funcionais dos componentes alimentares estão relacionadas com: capacidade de hidratação e propriedades relacionadas com tamanho, forma e propriedades de superfície das moléculas (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

A funcionalidade de um ingrediente está relacionada com suas características físico-químicas mais relevantes, que exercem grande influência nos processos de elaboração, estocagem, qualidade e aceitação de um alimento (CHAUD; SGARBIERI, 2006).

O conhecimento das propriedades funcionais não é importante só para determinar a qualidade do produto final, mas também para delinear e aperfeiçoar processos. Nesse contexto, outros tipos de matérias-primas podem fornecer vantagens nutricionais e benefícios para a saúde quando misturadas a produtos amiláceos (TROMBINI; LEONEL; SUMAN, 2009).

O interesse da indústria de alimentos por produtos desenvolvidos a partir de ingredientes proteicos, não se deve somente às suas características nutricionais, mas também às suas propriedades funcionais, as quais definem as suas aplicações comerciais (MAIA et al., 1999).

As propriedades tecnológicas funcionais dos alimentos são as várias características que os macronutrientes hidratados propiciam ou com a qual contribuem em um produto alimentício possibilitando variação na: solubilidade, capacidade de absorção e retenção de água e óleo, viscosidade, capacidade emulsificante, e formação de géis e espumas (SANTOS, 2009).

As propriedades funcionais das proteínas são definidas como todas as propriedades não nutricionais transferidas aos alimentos, e referem-se às características físico-químicas e às interações entre a própria proteína e outros componentes do alimento (UVAROVA, 2004).

Segundo Elizalde, Pilosof e Bartholomai (1991) e Elias et al. (2006), as proteínas são consideradas bons agentes emulsificantes porque possuem numa mesma molécula regiões hidrofílicas e hidrofóbicas, que reduzem a tensão superficial e interagem na interface da emulsão. Contudo, a maioria das proteínas apresenta redução ou perda da atividade emulsificante em regiões de pH próximo ao seu ponto isoelétrico, na presença de sais ou por efeito do aquecimento.

Quando não atendem satisfatoriamente aos requisitos de funcionalidade, as proteínas podem ser modificadas visando à melhoria desta característica. Dentre os vários métodos empregados na modificação da cadeia proteica, a acilação é um dos mais efetivos e tem sido aplicada em proteínas vegetais de diversas espécies e partes das plantas, tais como, folha, amendoim, girassol, ervilha, aveia, etc. (SILVA; BORA; NETO, 1997).

O conceito de carboidratos complexos tem sido modificado pelas descobertas relacionadas aos seus efeitos fisiológicos e nutricionais. Neste grupo de nutrientes incluem-se o amido e os polissacarídeos não-amiláceos, os quais possuem diferenças em suas estruturas químicas e em seus efeitos fisiológicos (LOBO; SILVA, 2003).

Alguns aspectos físico-químicos do amido podem afetar sua digestibilidade em um alimento. De um modo geral, os principais fatores que podem interferir no aproveitamento deste polissacarídeo incluem: a sua origem botânica, a relação amilose/amilopectina, o grau de cristalinidade, a forma física e o tipo de processamento do amido, assim como interações ocorridas entre esta substância e outros constituintes do alimento (GRANFELDT; DREWS; BJORCK, 1993).

A fibra alimentar (fibra dietética), definida como o somatório de polissacarídeos e substâncias relacionadas indigeríveis mais a lignina, é o constituinte de alimentos que resiste à hidrólise dos sucos digestivos do homem. A fibra ingerida na alimentação humana não é hidrolisada até o intestino delgado, mas, a partir da porção terminal do intestino delgado e, principalmente, ao alcançar o intestino grosso, a fração solúvel é extensamente fermentada pela microbiota natural, enquanto que, a fração insolúvel permanece quase que totalmente intacta (RAUPP et al., 2000).

A composição e as propriedades físico-químicas da fibra alimentar podem explicar a sua função nos alimentos. Essas informações podem ser aplicadas para a compreensão dos efeitos fisiológicos das fibras. Portanto, o estudo dos teores de fibras (solúvel, insolúvel, bruta e alimentar) e das propriedades físico-químicas é importante para que se possa explorar sua potencialidade como ingrediente de novos produtos (ARTZ et al., 1990; CÓRDOVA et al., 2005).

A capacidade de retenção de água é definida pela quantidade máxima de água retida pela estrutura da fibra sem a aplicação de forças externas – medida por centrifugação, exceto a força gravitacional e pressão atmosférica. Essas propriedades estão diretamente relacionadas com o teor de fibras solúveis presentes no alimento (ROBERTSON et al., 2000; RAGHAVENDRA et al., 2004; SOUZA; FERREIRA, VIEIRA, 2008).

A capacidade de intumescimento ou absorção e de retenção de água é uma propriedade funcional bastante utilizada na indústria de alimentos fazendo parte das propriedades hidrofílicas das proteínas, que dependem de fatores extrínsecos como tipo e composição do material protéico, tempo em contato com água, pH e força iônica do meio e temperatura do processamento, e de propriedades intrínsecas das proteínas como estrutura e organização espacial (SGARBIERI, 1999; SANTOS, 2009).

Uma maior CRA da fibra ingerida propicia maior volume do bolo alimentar, maior sensação de saciedade, aumenta a viscosidade das soluções no trato gastrointestinal, retardando o esvaziamento gástrico de refeições ricas em carboidratos, reduzindo assim a resposta glicêmica (CHAUD; SGARBIERI, 2006; SOUZA; FERREIRA, VIEIRA, 2008).

A capacidade que a fibra tem para reter água é de suma importância em relação à formulação e processamento de alimentos ricos neste constituinte. Fisiologicamente, também é importante a capacidade de retenção de água, já que a quantidade retida resultará em uma função específica no organismo. São diversos os fatores que influenciam a CRA que apresenta uma fibra, entre os quais podem ser mencionados o tamanho da partícula, pH e força iônica (BUENO, 2005).

Apresentando diferentes comportamentos em sua solubilidade frente à água, têm-se duas frações: fibra alimentar insolúvel e fibra alimentar solúvel. Os componentes das fibras com maior capacidade de retenção de água são as fibras solúveis: pectina, gomas, mucilagens e hemiceluloses (HERNÁNDEZ; HERNÁNDEZ; MARTÍNEZ, 1995; LAJOLO; SAURACALIXTO, 2001).

A característica granulométrica da matéria-prima processada constitui aspecto importante na formulação de massas alimentícias e produtos de panificação, pois uma distribuição adequada de partículas permite maior uniformidade do produto final. A absorção de água é uma característica tecnológica altamente influenciada pela granulometria da matéria-prima, com influência direta sobre as características sensoriais como aparência, sabor, textura e o tempo de cozimento destes produtos (SILVA et al., 2009).

Do ponto de vista tecnológico, altas quantidades de retenção de água permitem o uso das fibras como ingredientes em alimentos enriquecidos (pães, biscoitos, etc.), mantendo-os frescos por mais tempo e aumentando sua vida de prateleira (PROTZEK; FREITAS; WASCZYNSKJ, 1998).

A capacidade de ligação de água consiste na quantidade de água retida, após aplicação de forças externas – pressão, ou mais comumente, a centrifugação (THEBAUDIN et al., 1997).

A capacidade de ligação de óleo também é um dos parâmetros utilizados para determinar a utilização de fibras em alimentos. As fibras insolúveis podem reter acima de 5 vezes a sua massa em óleo. Essa propriedade em alimentos pode melhorar a retenção de óleo pelas fibras, que normalmente são perdidas durante o cozimento. A agregação de óleo no produto confere, portanto, retenção de sabor. A origem das fibras e o tamanho de suas partículas afetam sua capacidade de ligação de óleo (THEBAUDIN et al., 1997).

De acordo com Kinsella (1976 apud UVAROVA, 2004), o mecanismo da capacidade de retenção de óleo se refere à absorção física do óleo. As diferentes concentrações de proteínas, a quantidade de aminoácidos não polares, a sequência destes na cadeia proteica e as diferenças nas características conformacionais das proteínas poderiam explicar as diferentes capacidades de retenção de óleo.

Uma elevada capacidade de absorção de óleo é essencial para a formulação de produtos emulsionados, massas de bolos, maionese e outros molhos para salada, contribuindo para a palatabilidade e retenção de sabor destes produtos (SANTOS, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Para a realização do trabalho foram utilizadas pupunhas sem sementes. A coleta foi realizada na feira do Ver-o-Peso (Belém, Pará), sendo as amostras encaminhadas e processadas no Laboratório de Medidas Físicas – LAMEFI do Laboratório de Engenharia Química (LEQ/UFPA). As etapas de seleção e classificação dos frutos foram realizadas manualmente, sendo os frutos retirados dos cachos, excluindo frutos com algum dano físico, como defeitos na casca e/ou infectados.

Os frutos foram higienizados antes do processamento, com solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm (GUIMARÃES; SILVA, 2008) durante quinze minutos, sendo em seguida, lavados em água corrente. Os frutos foram pesados em balança semi-analítica, modelo BG 4000, marca Gehaka.

Em seguida os frutos foram divididos em quatro lotes – tendo cada um 2,0 kg, aproximadamente – de forma aleatória para que as amostras se tornassem homogêneas. Os lotes foram processados e identificados da seguinte forma: *in natura* com casca e sem casca (lotes 1 e 2); com cozimento com casca e sem casca (lotes 3 e 4).

Para obtenção da farinha de pupunha, os lotes foram submetidos ao processo de secagem, sendo realizada em estufa com circulação de ar (marca Tecnal, modelo Te-395) na temperatura de 40°C – para que as características dos frutos não sofressem alterações em sua composição. Após este procedimento, as amostras de farinha de pupunha foram trituradas em moinho de facas (marca Marconi, Laboratório de Medidas Físicas (LAMEFI), UFPA), sendo em seguida embaladas a vácuo em sacos transparentes de polietileno (500 gramas) e armazenados em temperatura ambiente (~25°C) até o momento da realização das análises.

3.2 Métodos

3.2.1 Caracterização físico-química

As análises físico-químicas das farinhas de pupunha foram realizadas nos Laboratórios de Mediadas Físicas e Físico-Química da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UFPA, de Propriedades Físicas (PROFI), na Faculdade de Engenharia de Alimentos, e no Laboratório

de Frutas e Hortaliças, na Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, ambos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Todas as análises foram em triplicata.

A seguir a descrição das análises realizadas:

- Umidade: determinada de acordo com o método 925.10 da AOAC (1997);
- Cinzas: determinada de acordo com o método 923.03 da AOAC (1997);
- Lipídeos totais: determinados de acordo com o método 926.06 da AOAC (1997);
- Proteínas: método de Kjeldahl, de acordo com o método 920.87 AOAC (1997), utilizando o valor 6,25 como fator de correção;
- Fibras alimentares totais, solúveis e insolúveis: determinadas de acordo com o método 985.29 da AOAC (1997);
- Acidez titulável: determinada de acordo com a metodologia 942.15 (AOAC, 1997), sendo o resultado expresso em gramas do componente do ácido principal;
- Sólidos solúveis totais (°Brix): determinados de acordo com a metodologia 932.12 (AOAC, 1997);
- pH: determinado de acordo com a metodologia 981.12 (AOAC, 1997);
- Carboidratos totais: calculado por diferença (FAO, 1995);
- Valor calórico: calculado com base na Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003);
- Carotenóides totais: determinados de acordo com Rodriguez-Amaya (1999) e Kimura et al. (1991), utilizando o coeficiente de absorção ($A^{1\%}_{1\text{cm}}$) do β -caroteno em éter de petróleo, ou seja, 2592, valor que foi aplicado na equação 1.

$$x (\mu\text{g}) = \frac{A \cdot y (\text{mL}) \cdot 10^6}{A^{1\%}_{1\text{cm}} \cdot 100} \quad \text{Equação 1}$$

$$x (\mu\text{g/g}) = \frac{x (\mu\text{g})}{\text{Peso amostra (g)}}$$

Onde x é a massa ou concentração de carotenoide, y é o volume da solução (50 mL) que gera absorbância A a um determinado comprimento de onda, $A^{1\%}_{1\text{cm}}$ é o coeficiente de absorção do carotenoide no solvente utilizado, segundo Rodriguez-Amaya (1999).

Foi utilizado padrão comercial de β -caroteno para curva de calibração. As leituras das absorbâncias foram realizadas a 450 nm de comprimento de onda (espectrofotômetro U-1800, marca Hitachi), sendo os valores de carotenóides totais expressos em $\mu\text{g/g}$ β -caroteno.

3.2.2 Caracterização de açúcares redutores e neutros

Os açúcares redutores foram determinados de acordo com a metodologia de Miller (1959), utilizando ácido dinitro-3,5-salicílico (DNS) e solução de glicose 500 $\mu\text{g/mL}$ para construção da curva padrão, com concentração variando de 63 a 504 $\mu\text{g/mL}$. A leitura da absorbância ocorreu a 540 nm de comprimento de onda (espectrofotômetro U-1800, marca Hitachi), sendo os resultados foram expressos em $\mu\text{g/mL}$ de açúcar redutor.

A determinação dos açúcares neutros (composição monossacarídica) foi realizada no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná (UFPR). As amostras foram hidrolisadas com ácido sulfúrico 72 % (p/p), durante 1h, em banho de gelo, seguido de diluição para 8%, a 100°C por 5h. Ao final da hidrólise, o ácido foi neutralizado com carbonato de bário e o sal resultante removido por filtração (BIERMANN, 1989). Após a hidrólise ácida total, os monossacarídeos foram solubilizados em água destilada e reduzidos pela adição de cerca de 10 mg de boroidreto de sódio por 16h a 4°C (WOLFROM; THOMPSON, 1963b). Posteriormente, foi adicionada resina catiônica fortemente ácida para remoção dos íons Na^+ . As soluções foram filtradas e o solvente evaporado à vácuo. Adicionou-se 1 mL de metanol para remoção do ácido bórico e o borato de metila formado foi evaporado à vácuo. Este processo foi repetido por três vezes. Os alditóis formados foram acetilados pela adição de 0,5 mL de anidrido acético e 0,5 mL de piridina, em tubos vedados, permanecendo durante 12 horas à temperatura ambiente (WOLFROM; THOMPSON, 1963a). A reação foi interrompida pela adição de gelo, sendo a seguir procedida a extração dos acetatos de alditóis, através da adição de clorofórmio e posterior eliminação de piridina em tratamentos sucessivos com sulfato de cobre 5% e água destilada. Após a evaporação do solvente, os acetatos de alditóis formados foram submetidos a cromatografia líquido-gasosa (GLC – cromatógrafo Trace GC Ultra (*Thermo Electron Corporation*), coluna capilar DB-225 (0.25mm x 30m). As temperaturas do injetor e do detector por ionização de chama (FID) foram de 250°C e 300°C, respectivamente; hélio foi utilizado como gás de arraste, a um fluxo de 1,0 mL/min.) para determinação da composição dos monossacarídeos neutros. As análises foram realizadas em triplicata.

Para a determinação do teor de monossacarídeos ácidos (ácidos urônicos), a dosagem realizada pelo método de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973), tendo como solução padrão ácido galacturônico nas concentrações de 10-100 µg/mL e leitura em 520 nm. As análises foram realizadas em triplicata.

3.2.3 Perfil de Aminoácidos

O perfil de aminoácidos foi realizado no Laboratório de Fontes Proteicas do Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição (DEPAN), da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), UNICAMP.

A quantificação dos aminoácidos presentes na farinha de pupunha foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), após tratamento prévio da amostra de acordo com Spackman et al. (1958).

As proteínas constituintes das amostras de farinha de pupunha foram hidrolisadas com HCl 6N durante 24 horas. Os aminoácidos liberados durante a hidrólise ácida reagiram com fenilisotilcianato (PITC) e foram separados por HPLC (*Thermo separation products*, modelo A 53000), em fase reversa (coluna AP-18, fabricante *Phenomenex*) e quantificados pela absorvidade UV a 254 nm de comprimento de onda. A quantificação foi feita por calibração interna multinível, com auxílio do ácido α -aminobutírico (AAAB) como padrão interno.

3.2.4 Perfil de Ácidos Graxos

O perfil de ácidos graxos foi obtido por cromatografia gasosa, onde as amostras de farinha de pupunha foram preparadas por saponificação e esterificação com hidróxido de potássio em metanol (0,1 mol.L⁻¹) e ácido clorídrico em metanol (0,12 mol.L⁻¹). A extração foi realizada com hexano em cromatógrafo a gás Varian CG CP3380, equipado com coluna capilar CP-Sil 88 (60m × 0,25mm) (Varian Inc., EUA) e um detector de ionização de chama. Hélio foi usado como gás de arraste. O programa de temperatura utilizado foi o seguinte: 3 min a 130°C, com aquecimento gradual até 220°C por 9 min, 35 min a 220°C. A temperatura do detector foi de 280°C, e a temperatura do injetor foi de 245°C. Os picos de ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção: a curva de

calibração foi feita com uma mistura de ésteres metílicos de ácidos graxos padrão (Nucheck 74X). Cada amostra foi analisada em triplicata.

3.2.5 Caracterização física das farinhas de pupunha

As análises de cor instrumental e atividade água (Aw) foram realizadas no Laboratório de Propriedades Físicas (PROFI), do Departamento de Engenharia de Alimentos, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Cereais, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

- Cor instrumental das farinhas: realizada através dos padrões operados no sistema CIE (L*, a*, b*), padrão internacional para medidas de cor (CIE, 1976), utilizando Spectrophotometer modelo U-1800, Hitachi.

- Granulometria: determinada em agitador de peneiras RO-TAP, modelo RX 29-16, seguindo o procedimento padrão descrito por Germani, Benassi, Carvalho (1997);

- Atividade de água (Aw): determinada por leitura direta, em termohigrômetro digital, marca Decagon, AQUALab Séries 3TE modelo TE 8063, com controle interno de temperatura ($\cong 25^{\circ}\text{C}$).

3.2.6 Propriedades tecnológicas das farinhas de pupunha

As análises da capacidade de ligação de água (CLA), capacidade de ligação de óleo (CLO), capacidade de retenção de água (CRA), e capacidade de expansão (CE) das farinhas de pupunha foram realizadas no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CAL), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

- Capacidade de ligação de água (CLA): determinada de acordo com a metodologia de Elkhalfa, Schiffler e Bernhardt (2005);

- Capacidade de ligação de óleo (CLO): determinada de acordo com a metodologia de Elkhalfa, Schiffler e Bernhardt (2005);

- Capacidade de retenção de água (CRA): determinada de acordo com a metodologia proposta por Raghavendra et al. (2004);

- Capacidade de expansão (CE): realizada de acordo com método de Robertson et al. (2000).

3.2.7 Caracterização morfológica das farinhas

As análises para a caracterização morfológica das farinhas de pupunha (microscopia eletrônica de varredura e microscopia óptica) foram determinadas nos Laboratórios do Departamento de Geociências, na Universidade Federal do Pará (UFPA).

- Microscopia eletrônica de varredura (MEV): As amostras de farinha de pupunha foram metalizadas com platina e o tempo de recobrimento foi de dois minutos, sendo utilizado o microscópio eletrônico, modelo LEO-1430. As condições de análises para as imagens de elétrons secundários foram: 90 μ A para corrente do feixe de elétrons; 15 mm de distância do trabalho, e voltagem de aceleração constante.

- Microscopia óptica: As amostras foram misturadas à resina EPOXI GY-260 e ao catalisador HY 837 e distribuídas em lâmina fosqueada. Posteriormente sua espessura foi diminuída em serratriz-desbastadora (Modelo 14-16-Hillquist), usando o rebolo, finalizando com o polimento. As lâminas foram visualizadas em microscópio óptico com luz polarizada Olympus SZH10, acoplado a uma câmera fotográfica Olympus.

3.2.8 Amido total, amilose e amilopectina

O amido não pode ser determinado como tal, como amilose e amilopectina, mas sim na forma de açúcares originados da hidrólise destes polissacarídeos. A hidrólise pode ser química (ácida) ou enzimática.

A determinação do teor de amido foi realizada através da técnica para determinação do amido e dos glicídios redutores em glicose. A determinação foi realizada por polarimetria, conforme preconiza o Ministério da Agricultura, de acordo com a Portaria nº554 de 1995, 30 de agosto de 1995 (BRASIL, 1995).

Sendo considerado o número de amostras do experimento com os diferentes cultivares, a hidrólise foi conduzida em meio ácido, utilizando 1,0000 grama da amostra em 50 mL de

solução de HCl 1 M. Foi hidrolisado em micro-ondas por 10 minutos em potência máxima, adaptado conforme descrita por Cereda et al. (2004). Após aquecimento em banho-maria, utilizou o iodo como indicativo para validação da hidrólise. Resfriou-se e foi neutralizado com NaOH 1M (50 mL) em balão volumétrico de 250 mL, completou-se e realizou-se a filtração para posterior leitura em polarímetro (Cenco-Kern nº100.604 – *full circle polarimeter*, Holanda). O hidrolisado foi filtrado em papel filtro, em seguida foram realizadas cinco leituras da glicose. A Equação 2 foi empregada para a conversão em amido em gramas por 100 mL.

$$[\alpha]_D = 100 \times \theta / l \times c \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

$l = 2 \text{ dm}$

$\theta =$ leitura no polarímetro da amostra

$\alpha =$ desvio polarimétrico da glicose (57,2)

Os glicídios redutores foram determinados por espectrofotometria em absorvância de 540 nm (Hitachi U-1800), conforme descrito no item 3.2.2. Foi utilizado 0,5 mL da amostra, 1,5 mL de água destilada com 1 mL de DNS (ácido dinitro-3,5-salicílico).

Também foi realizada a análise de amido total utilizando a metodologia de acordo com Cereda et al. (2004), através da digestão ácida em microondas 1,0 g de amostra foi pesada e adicionou-se 50 mL de HCl 1M, sendo os frascos colocados em recipiente plástico para microondas durante 20 minutos na potência máxima. Em seguida, as amostras foram neutralizadas com NaOH 10% usando três gotas de fenilfetaleína como indicador até que a coloração da solução fique rósea.

Para a determinação do teor de amilose foi utilizada a metodologia descrita por Williams, Kuzina e Hlynka (1970), com leitura em espectrofotômetro a 625 nm de comprimento de onda, sendo a curva padrão construída da absorvância versus a concentração de amilose.

No que diz respeito à determinação de amilose e amilopectina, foi utilizada a metodologia de Megazyme (2006). Amostras foram dispersas em Dimetil sulfóxido (DMSO), havendo precipitação do amido. Após a dissolução do precipitado, a amilopectina foi precipitada pela solução de concavalina A e removida por centrifugação. O amido total e a amilose foi enzimaticamente hidrolisada a solução padrão de D-glucose, os quais foram

analisados usando reagente glucose oxidase/peroxidase. A concentração da amilose na amostra de amido foi estimada como a relação da absorbância da solução GOPOD a 510 nm de comprimento de onda.

3.3 Análise estatística

Os resultados das análises obtidos em triplicata, durante o estudo, foram analisados com o auxílio do programa STATISTICA® versão 7.0, empregando a análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização físico-química

As pupunhas utilizadas para este estudo pertencem à variedade sem semente, possuindo casca amarelada e frutos medianos, cujo comprimento médio foi de 3,90 cm \pm 0,29, diâmetro de 2,95 cm \pm 0,20, e peso médio de 21,20 g \pm 3,56 e 20,20 g \pm 0,80 para as amostras de frutos com e sem casca, respectivamente.

O conhecimento da composição centesimal dos alimentos é importante para a avaliação do potencial do produto a ser consumido ou matéria-prima a ser utilizada no preparo de alimentos, bem como para o conhecimento do valor nutricional da mesma.

A composição centesimal das farinhas de pupunha *in natura* e cozida (com casca e sem casca) estão apresentadas na Tabela 1. De maneira geral, foram observadas variações significativas ($p < 0,05$) entre os constituintes nas diferentes condições analisadas – com casca e sem casca, com cozimento e sem cozimento.

Tabela 1 Composição centesimal das farinhas de pupunha.

Componentes (g/100g) (b.s)	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
Umidade	10,64 \pm 0,14 ^{bc}	10,83 \pm 0,15 ^b	10,39 \pm 0,13 ^c	11,41 \pm 0,06 ^a
Cinzas	2,06 \pm 0,07 ^{ab}	2,24 \pm 0,03 ^a	1,89 \pm 0,27 ^{ab}	2,11 \pm 0,20 ^a
Lipídeos	11,08 \pm 1,54 ^{ac}	12,32 \pm 0,35 ^a	7,91 \pm 0,05 ^{bc}	7,74 \pm 0,23 ^b
Proteínas	6,66 \pm 0,14 ^a	6,34 \pm 0,41 ^a	6,26 \pm 0,27 ^a	6,31 \pm 0,20 ^a
Carboidratos totais	70,00 \pm 0,78 ^{bc}	67,91 \pm 0,35 ^c	73,49 \pm 0,08 ^a	72,41 \pm 0,23 ^{ab}
Fibras totais	17,21 \pm 0,07 ^{ab}	12,56 \pm 0,03 ^a	13,14 \pm 0,08 ^b	18,72 \pm 0,06 ^a
Fibras insolúveis	11,11 \pm 0,07 ^b	11,42 \pm 0,03 ^b	9,54 \pm 0,15 ^b	15,73 \pm 0,05 ^a
Fibras solúveis	6,10 \pm 0,10 ^a	1,73 \pm 0,05 ^b	3,60 \pm 0,05 ^c	2,99 \pm 0,05 ^c
Valor calórico (kcal)	405,21 \pm 2,53 ^a	409,21 \pm 0,49 ^a	390,21 \pm 0,06 ^{ab}	384,54 \pm 1,17 ^b

Valores médios de três repetições \pm desvio padrão;

Pelo menos uma letra igual na linha não representa diferença significativa a 95%.

O menor percentual de umidade foi encontrado na farinha de pupunha cozida sem casca (10,39%) e o maior para farinha de pupunha com cozimento com casca (11,41%), apresentando diferença significativa entre si. A farinha de pupunha cozida sem casca apresentou diferença significativa em comparação às demais amostras de farinhas avaliadas

neste estudo. As farinhas sem cozimento (com e sem cascas) não variaram estatisticamente entre si.

Estudos desenvolvidos por Metzler et al. (1992) observaram valores para umidade de 12% em farinha de pupunha, já Ferreira e Pena (2003), ao analisar vários tipos de farinhas de pupunha obtidas por secagem dos frutos em estufa com ar parado, a 70°C durante 24 horas, observaram valores entre 7,20 e 9,30% nas amostras, muito abaixo dos resultados obtidos neste experimento. Embora não haja uma legislação específica para farinha de pupunha, a análise de umidade das farinhas sem e com cozimento mostrou que todas as amostras estão de acordo com o limite estabelecido pela Legislação Brasileira para farinhas de mandioca (entre 10% e 13%) (BRASIL, 1995).

Fatores como a variedade do fruto da pupunha, local de produção das palmeiras, condições climáticas e as condições pré-determinadas de secagem (binômio tempo/temperatura) utilizadas para obtenção da farinha influenciam de maneira evidente na composição centesimal do produto final. Tal fato pode ser observado nas demais determinações realizadas neste estudo.

Com relação ao teor de cinzas, a Legislação preconiza para farinha de mandioca valores entre 1,50 e 2,0% (BRASIL, 1995), e as amostras neste estudo obtiveram percentuais na faixa de 1,89 a 2,24%, estando somente as amostras de farinha de pupunha cozida sem casca de acordo com o valor permitido pela Legislação vigente. Em estudo realizado em populações diferentes de pupunha do rio Solimões, os autores Clement, Aguiar e Arkcoll (1998) encontraram valores médios para cinzas variaram entre 0,90 e 1,15 g/100g para os frutos sem casca.

Observa-se que os maiores teores de resíduo mineral fixo encontraram-se nas farinhas pupunhas contendo as casca dos frutos, independente da aplicação do tratamento térmico. Afirma-se, então, que as farinhas de pupunha sem cozimento e a farinha cozida sem casca estão de acordo com os padrões estabelecidos pela Legislação vigente. Em contrapartidas, as amostras de farinhas que continham a casca dos frutos não se enquadraram nos padrões regidos por Brasil (1995), embora se torne interessantes sua inclusão em virtude do enriquecimento quanto ao valor nutricional do produto final, uma vez que as farinhas contendo casca apresentaram neste experimento valores elevados de fibras totais, lipídeos e β -caroteno.

Com relação aos teores de lipídeos obtidos das farinhas cozida e sem cozimento, com casca e sem casca, observou-se uma variação de 7,74% a 12,32% nas amostras de farinha com casca, sendo estes produtos alimentícios considerados ricos em lipídeos quando comparados à

farinha de banana – que apresentou 0,68% (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009) – e farinha de milho (3,8%) (ALVIM; SGARBIERI; CHANG, 2002), por exemplo.

As farinhas de pupunha que sofreram o cozimento apresentaram valores de 7,92% de lipídeos para amostras sem casca, e 7,74% para a farinha contendo a casca dos frutos, com variação significativa entre as amostras analisadas. Para as amostras com casca e sem casca de farinhas de pupunha sem cozimento não apresentaram diferença estatística entre si quanto ao teor de lipídeos. Considera-se, portanto, o evidente efeito do cozimento sobre as amostras de farinha de pupunha cozidas, uma vez que houve redução nos teores de lipídeos nas farinhas com aplicação deste tratamento térmico. Trabalho realizado por Ferreira e Pena (2003), obteve valores de lipídeos entre 8,90% e 22,40% para vários tipos de farinha de pupunha. Fernandez-Piedra, Blanco-Metzler e Mora-Urpí (1995), encontraram valores entre 2,60 a 12,60 g/100g para os frutos cozidos, e 3,70 a 15,70 g/100g de lipídeos para os frutos *in natura*.

Os teores de proteínas das amostras de farinha de pupunha com cozimento com casca e sem casca foram 6,26% e 6,31%, respectivamente. Não foi encontrada variação estatística entre as amostras de farinha com e sem casca que não sofreram cocção. Estudo realizado por Metzler et al (1992) encontrou 3,8% de proteínas na farinha de pupunha, enquanto Clement, Aguiar e Arkcoll (1998) observaram valores de proteínas entre 3,40 a 7,10% nos frutos. Yuyama et al. (2003) encontraram valores de 1,80 a 2,70% para vários tipos de farinhas de pupunha. Em análise à literatura e diante dos resultados obtidos, percebe-se quão variável pode ser a composição centesimal e, por conseguinte valor nutricional, dos frutos e produtos deles provenientes. Os valores supracitados estão abaixo dos valores encontrados para as farinhas de pupunha cozida e sem cozimento avaliadas neste estudo.

Ao analisar os teores de lipídeos e proteínas encontrados neste trabalho, verifica-se um incremento nos teores de lipídeos – notório em todas as amostras de farinha de pupunha – em virtude de baixos valores aferidos de proteínas. Vale ressaltar que a variedade do fruto também contribuiu para a grande variação de macro e micronutrientes presentes nos frutos e seus produtos.

No que diz respeito ao teor de carboidratos, as amostras de farinha sem cozimento com e sem casca não apresentaram variação estatística entre si, diferindo das amostras de farinhas cozida sem casca e com casca, onde foi observada diferença significativa. A farinha sem cozimento sem casca diferiu significativamente em relação à farinha cozida com casca, porém não houve diferença entre as demais farinhas quanto ao teor de carboidratos. Em estudo desenvolvido por Metzler et al. (1992) foi obtido 72,10% para carboidratos em farinha de

pupunha; Clement, Aguiar e Arkcoll (1998) encontraram valores entre 37,10 a 71,60% nas populações de pupunha estudadas. Para Ferreira e Pena (2003), 64,70% foi o valor encontrado para carboidratos, sendo estes valores semelhantes aos resultados obtidos neste estudo.

Com relação ao teor de fibras totais, foi possível observar variações significativas deste componente entre as farinhas de pupunha analisadas. Nas farinhas cozidas, a amostra contendo casca apresentou o maior teor de fibras totais (18,72%), enquanto os menores valores foram encontrados nas amostras de farinhas cozida sem casca e sem cozimento com casca.

A Legislação Brasileira (BRASIL, 1998) não estipula valores quanto ao teor de fibras totais. Contudo, para fins de comparação entre as farinhas de pupunha desenvolvida neste estudo e as farinhas de mandioca comercializadas, foram observados neste tipo de farinha valores de fibras totais entre 0,57% e 2,75% (DIAS; LEONEL, 2002; SOUZA et al, 2008), o que confere às farinhas de pupunha um elevado teor de fibras em relação à farinha de mandioca. Estudos com farinhas de milho (ALVIM; SGARBIERI; CHAG, 2002), de banana (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009), foram encontrados valores de fibras totais de 4,10, e 1,01g fibras/100g, respectivamente, ratificando o nível elevado deste nutriente nas farinhas de pupunha em estudo.

Mattos e Martins (2000) adotaram a seguinte classificação quanto ao teor de fibras totais nos alimentos: teor muito alto de fibras (mínimo 7g fibras/100g); alto (4,5 a 6,9g fibras/100g); moderado (2,4 a 4,4g fibras/100g) e baixo (inferior a 2,4g fibras/100g). Considerando tal classificação, as farinhas de pupunha avaliadas neste trabalho apresentaram teores de fibras totais muito altos, aumentando o apelo nutricional para consumo de farinhas de pupunha como fonte de fibras.

A presença de fibra alimentar nos alimentos é de grande interesse na área da saúde, pois têm sido relatados estudos que relacionam os diferentes efeitos fisiológicos, tais como a prevenção de patologias como diverticulite, obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes, entre outras. Por esses efeitos benéficos e por proporcionar efeitos prebióticos, a fibra alimentar faz parte da categoria de alimentos funcionais (ANDERSON et al., 1994; DERIVI; MEYER et al., 2000; MENDES, 2001; CALLEGARO et al., 2005; SOUZA et al., 2008; WEFFORT; LAMOUNIER, 2009).

As fibras alimentares são classificadas em solúveis e insolúveis. As fibras solúveis retardam o esvaziamento gástrico e a absorção da glicose, auxiliando na redução do colesterol no soro sanguíneo. As fibras insolúveis aceleram o trânsito intestinal, aumentam o peso das fezes, desaceleram a hidrólise do amido e retardam a absorção da glicose, contribuindo para a

redução do risco de alguns males do cólon. Acredita-se que as fibras exercem suas funções gastrointestinais através de sua ação física, capacidade de hidratação e de aumentar o volume e a velocidade de trânsito do bolo alimentar e fecal, complexando-se com outros constituintes da dieta e arrastando-os na excreção fecal. As fibras insolúveis são utilizadas para benefícios nutricionais, e algumas podem também ser usadas pelas suas propriedades tecnológicas (CAVALCANTI, 1989; THEBAUDIN et al., 1997; LEONEL; RAUPP et al., 1999; MATTOS; MARTINS, 2000; SOUZA; LEONEL, 2010).

Observam-se nas amostras de farinhas de pupunha avaliadas neste trabalho as frações insolúvel e solúvel da fibra, com predominância da fração insolúvel da fibra (variando entre 65 a 90% da fibra alimentar total), desempenham papel fisiológico muito importante na regulação do funcionamento do trato gastrointestinal, isto é, aumentar o peso do bolo fecal e diminuir o tempo de trânsito intestinal.

De acordo com a ADA (*American Dietetic Association*) e a OMS (Organização Mundial de Saúde), a recomendação de ingestão diária de fibra alimentar na dieta é de 20 a 35 gramas de fibra alimentar por dia, sendo 5 a 10 gramas de fibra solúvel (OHR, 2004). A Sociedade Brasileira de Cardiologia (2007) recomenda para adultos é de 20 a 30 g/dia, 5 a 10g destas devendo ser solúveis. O Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2005) segue a recomendação de 25 g de fibras alimentares ao dia para adultos. O consumo da fibra é reconhecido como necessário pela legislação brasileira, que tornou obrigatória a informação nutricional da quantidade desse nutriente nos rótulos de alimentos industrializados.

O valor calórico é um parâmetro que envolve os teores de proteínas, carboidratos e lipídeos, sendo de interesse para rotulagem nutricional do produto e controle de calorias ingeridas. A distribuição calórica dos nutrientes em uma dieta baseia-se numa divisão percentual que deverá totalizar 100% de calorias/dia a serem distribuídas adequadamente em todas as refeições.

Neste trabalho, os valores de quilocalorias (kcal) encontrados para as farinhas de pupunha cozidas sem casca e com casca foram 390,21 e 384,54 kcal/100g, respectivamente. Para as farinhas de pupunha sem cozimento com casca, o valor calórico foi de 409,21 kcal/100g, e para a farinha sem cozimento sem casca foi de 405,21 kcal/100g. Nota-se que as farinhas cozidas sofreram pequena redução no valor calórico em virtude do tratamento térmico aplicado, entretanto, a casca do fruto não influenciou no valor calórico final das farinhas cozidas.

De acordo com a Tabela de Composição dos Alimentos – TACO (2006), a farinha de mandioca apresenta valor calórico de 406,00 kcal/100g. Verifica-se, portanto, que as farinhas

de pupunha sem cozimento e cozidas avaliadas possuem valor calórico semelhante à farinha de mandioca. Em termos nutricionais, esse valor é elevado quando comparado a uma das principais refeições cotidianas (almoço), seguindo uma dieta padrão com média de 2000 kcal/dia. O resultado demonstra que a farinha de pupunha é um produto com alto valor energético podendo ser utilizado como complemento ou suplemento alimentar para crianças, adolescentes, adultos e idosos, atendendo às diferentes recomendações nutricionais (FAO, 1999).

Em trabalhos realizados por Yuyama et al. (2003) e Metzler et al (1992), utilizando farinhas de pupunhas obtidas através de frutos diferentes, os valores calóricos variaram entre 179,10 e 207,40 kcal/100g no primeiro estudo e 413,50 kcal/100g no segundo, sendo este último semelhante aos resultados obtidos durante a realização deste trabalho.

As contribuições percentuais de macronutrientes e valor calórico das farinhas de pupunha sem casca e com casca, em relação à Ingestão Diária Recomendada (IDR) encontram-se na Tabela 2. Os dados consideram as quantidades nutricionais recomendadas para um adulto, homens e mulheres de 19 a 30 anos de idade, baseado numa dieta padrão de 2000 kcal/dia. De maneira geral, observa-se que os percentuais dos macronutrientes foram semelhantes entre as amostras com e sem casca.

Tabela 2 Composição de macronutrientes versus Percentual da Ingestão Diária Recomendada (IDRs) para adultos.

Componentes (g /100 g)	Farinha de Pupunha			
	Sem casca	IDRs (%)	Com casca	IDRs (%)
Proteínas	6,46 ± 0,20	1,29	6,32 ± 0,01	1,26
Lipídeos	9,49 ± 3,45	4,27	10,03 ± 2,96	4,51
Carboidratos	71,74 ± 1,74	14,35	70,16 ± 5,54	14,03
Valor calórico (kcal/100 g)	397,71 ± 7,50	19,88	396,87 ± 7,56	19,84

A Tabela 3 evidencia os valores de acidez titulável, pH e sólidos solúveis totais das farinhas de pupunha. Foi observado que o nível de acidez titulável nas amostras de farinha de pupunha sem e com cozimento estava de acordo com a Legislação Brasileira para farinha de mandioca (máximo de 3%). Entre as farinhas com cozimento, os valores diferiram significativamente, sendo maior em farinha com casca (1,27%) e menor em sem casca (1,23%). As amostras de farinha de pupunha sem casca não apresentaram variação

significativa. Portanto, os maiores teores de acidez foram encontrados nas amostras de farinha contendo a casca dos frutos, independente da presença ou não da cocção.

A acidez pode indicar uma característica de processos artesanais, em geral mais lentos, oportunizando a acidificação dos produtos. Segundo Fernandes et al. (2008), a acidez pode ser originada dos próprios compostos naturais do alimento, podendo ser formada pelo tipo de processamento no qual o alimento passou.

Com relação ao pH, as farinhas cozidas com casca e sem casca apresentaram os maiores valores, correspondentes a 6,27 e 6,30, respectivamente, enquanto a farinha sem cozimento isento de casca, o menor pH (6,05); as farinhas sem cozimento não diferiram estatisticamente, e apresentaram maiores valores de pH. Constatou-se que a média geral do pH das amostras foi de 6,17, possibilitando classificar as amostras como alimentos pouco ácidos de acordo com Baruffaldi e Oliveira (1998).

É importante lembrar que a medida do pH em alimentos pode ser usada para determinar: a deterioração do alimento com crescimento de microrganismos, atividades de enzimas, textura de geleias e gelatinas, retenção do sabor-odor de produtos de frutas, verificação do estado de maturação de frutas, escolha da embalagem, etc. (FERNANDES et al., 2008).

Para sólidos solúveis totais (°Brix), nenhuma diferença significativa foi evidenciada entre as amostras analisadas. Os valores obtidos variaram entre 15,00 e 20,00, para as farinhas sem cozimento (com casca e sem casca) e para a farinha cozida com casca, respectivamente.

Tabela 3 pH, acidez e sólidos solúveis totais das farinhas de pupunha.

	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
Acidez titulável (NaOH)	12,42 ± 0,18	17,96 ± 0,37	11,23 ± 0,37	12,79 ± 0,18
pH	6,09	6,05	6,30	6,27
Sólidos totais (°Brix)	15,00	15,00	20,00	18,00

Valores médios de três repetições ± desvio padrão;

Os resultados encontrados para carotenóides totais ($\mu\text{g/g}$) estão apresentados na Tabela 4. Observa-se diferença significativa evidente entre as farinhas de pupunha cozidas com e sem cascas, uma vez que apresentam resultados entre 81,65 e 176,56 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Entre

as farinhas de pupunha sem cozimento também foi notória a variação estatística entre as amostras com e sem casca.

As farinhas de pupunha que apresentaram os maiores valores de carotenóides totais foram amostras de farinhas que continham a casca dos frutos (cozidas e sem cozimento), não sendo evidenciado o efeito do cozimento na redução destes valores. Portanto, pode-se afirmar que a maior parte dos carotenóides contidos nas farinhas encontra-se na casca do fruto, sendo interessante incluir farinha de pupunha com casca em formulações visando elevar o valor nutricional do produto final.

A literatura reporta que o tratamento térmico pode ocasionar perdas de carotenóides livres e também pode quebrar os complexos formados pelos pigmentos, lipídeos e proteínas, aumentando a extratibilidade (CARVALHO, 2007). Estudos realizados com cenoura (PENTEADO; ALMEIDA, 1988), o cozimento promoveu perda de 14% nos teores de β -caroteno deste vegetal. Porém, observou-se neste estudo comportamento contrário do relatado na literatura, isto é, resultados obtidos de carotenóides foram superiores nas farinhas cozidas quando comparados às farinhas sem cozimento. Tal fato se deve provavelmente à formação de complexos pigmentados que facilitam a manutenção dos carotenóides no interior das células.

Chavez, Pechinik e Matosso (1979), encontraram valor de 8,90 μg β -caroteno por 100g de polpa do fruto ao trabalhar com três amostras de frutos de pupunha de uma mesma variedade. Em estudo realizado com vários tipos de frutos frescos (CHAROENSIRI et al., 2009), foi utilizada uma classificação em três níveis para qualificar os alimentos contendo β -caroteno: elevada ($\geq 32,2 \mu\text{g}/100\text{g}$), média (13,8-32,2 $\mu\text{g}/100\text{g}$) e baixa ($\leq 13,8 \mu\text{g}/100\text{g}$). Diante do exposto, os resultados obtidos neste estudo foram considerados com médio teor de β -caroteno para as farinhas com casca, e baixo teor para as farinhas sem casca.

De acordo com a RDC nº 269, que trata da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitaminas, minerais e proteínas para indivíduos e diferentes grupos populacionais, a IDR de vitamina A é de 600 μg de retinol-equivalente (RE) para adultos. Cada 1 RE equivale a 6 μg de β -caroteno (BRASIL, 2005). Para a Food and Nutrition Board (2001), a IDR para vitamina A é de 700 RE para mulheres e de 900 RE para homens. A atividade de 1 retinol-equivalente (RAES) equivale a 1 μg de retinol, 12 μg de β -caroteno, 24 μg α -caroteno, e 24 μg ou β -criptoxantina.

Tabela 4 Teor de carotenóides totais ($\mu\text{g/g}$) nas farinhas de pupunha (b.s)

	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
β -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	$62,44 \pm 7,06^b$	$175,99 \pm 7,83^a$	$81,65 \pm 7,86^c$	$176,58 \pm 10,27^a$

Valores médios de três repetições \pm desvio padrão;

Pelo menos uma letra igual na linha não representa diferença significativa a 95%.

4.2 Açúcares redutores e neutros

Para estimar o teor de açúcares redutores e açúcares redutores totais em alimentos, existem vários métodos químicos não seletivos que fornecem resultados com elevado grau de confiabilidade, que são fundamentados na redução de íons cobre em soluções alcalinas (solução de Fehling), mas também existem aqueles fundamentados da desidratação dos açúcares, por uso de ácidos concentrados, com posterior coloração com compostos orgânicos além da redução de compostos orgânicos, formando outros compostos de coloração mensurável na região do visível (SILVA et al., 2003).

A determinação de açúcares redutores é efetuada com o objetivo de caracterizar uma amostra, acompanhar uma reação química ou enzimática, ou ainda avaliar o estado de maturação de uma cultura (GONÇALVES, 1988).

Neste estudo, foram utilizadas duas metodologias diferentes para determinação de açúcares redutores: a primeira utilizou o ácido dinitro-3,5-salicílico (ácido DNS) para leitura em comprimento de onda de 540 nm (MILLER, 1959), e a segunda metodologia utilizada foi Lane-Eynon (1934), onde soluções de Fehling foram usadas para titulação das amostras de farinha de pupunha. No entanto, a segunda metodologia citada não se adequou às amostras de farinha de pupunha, uma vez que não houve repetibilidade nem reprodutibilidade dos resultados nas triplicatas. Apesar de inúmeras repetições.

A curva padrão de D-glicose utilizada neste experimento pode ser visualizada na Figura 6. O coeficiente de correlação (R^2) foi de 0,9996, ou seja, significa dizer que a curva se ajusta ao modelo proposto.

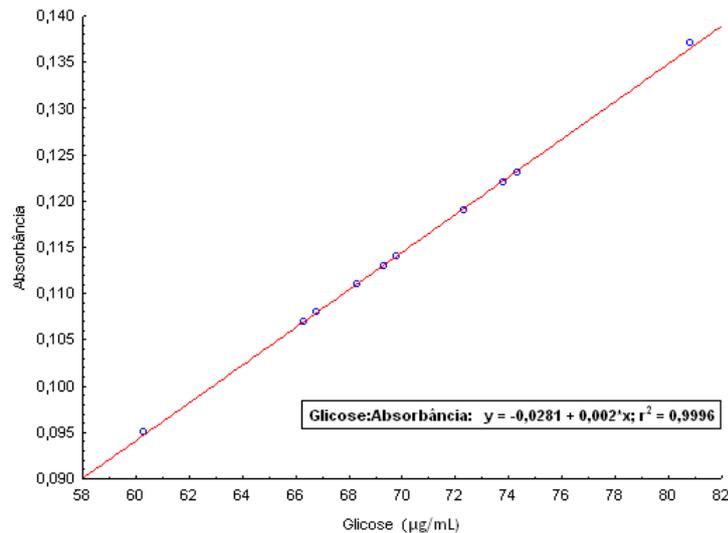


Figura 6 Curva de calibração concentração de glicose versus absorvância, utilizada para determinação dos açúcares redutores por espectrofotometria (MILLER, 1959).

De acordo com a Tabela 5, os resultados obtidos na determinação dos açúcares redutores das amostras de farinha de pupunha cozida e sem cozimento não apresentaram variação estatística significativa entre si.

Tabela 5 Açúcares redutores (%) das farinhas de pupunha *in natura* e cozida.

	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
Açúcares redutores (%)	0,36 ± 0,01 ^a	0,39 ± 0,00 ^a	0,39 ± 0,03 ^a	0,40 ± 0,01 ^a

Valores médios de três repetições ± desvio padrão;
Pelo menos uma letra igual na linha não representa diferença significativa a 95%.

De acordo com Bobbio e Bobbio (2001), a maioria dos açúcares presentes nos alimentos tem sabor doce de intensidade variável conforme o açúcar. Além de potencializar o sabor dos alimentos, os açúcares redutores auxiliam no desenvolvimento da cor em alimentos cozidos, devido à reação de Maillard que ocorre durante o processo de cocção. Em alguns casos, este tipo de reação torna-se útil no desenvolvimento de cor e sabor desejáveis.

Os açúcares ou monossacarídeos neutros presentes nas amostras analisadas de farinha de pupunha cozida e sem cozimento estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 Monossacarídeos neutros (%) das farinhas de pupunha *in natura* e cozida.

Monossacarídeos neutros (%)	Farinha de Pupunha			
	Sem Cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
Ácidos urônicos	0,96 ^b	1,03 ^{ab}	1,16 ^a	0,96 ^b
Arabinose	0,63 ^a	0,80 ^a	0,73 ^{ab}	0,83 ^a
Frutose	0,16 ^a	0,16 ^a	0,16 ^a	0,10 ^a
Galactose	0,40 ^a	0,50 ^a	0,46 ^a	0,46 ^a
Glucose	96,50 ^a	95,40 ^b	96,10 ^{ab}	95,70 ^b
Manose	0,36 ^a	0,50 ^a	0,46 ^a	0,46 ^a
Ribose	0,16 ^a	0,20 ^a	0,26 ^a	0,23 ^a
Xilose	0,80 ^b	1,26 ^a	0,83 ^b	1,16 ^a

Valores médios de três repetições \pm desvio padrão;
Pelo menos uma letra igual na linha não representa diferença significativa a 95%.

Os monossacarídeos neutros ribose, frutose, manose e galactose não apresentaram variação estatística significativa entre as amostras de farinhas de pupunha avaliadas neste estudo.

Observa-se que o monossacarídeo que aparece em quantidades elevadas e, por conseguinte, majoritário em todas as farinhas de pupunha foi o monossacarídeo glucose, um açúcar que se deve à presença de grandes quantidades de amido presentes nas amostras.

Com relação ao açúcar neutro arabinose, foi observada uma variação estatística significativa entre as farinhas de pupunha *in natura* sem casca (0,63%) e cozida com casca (0,13%), menor e maior valores obtidos nesta análise.

Já a xilose, não houve diferença significativa entre as amostras analisadas de farinha sem casca (0,80% para *in natura* e 0,83% para cozida), sendo estes valores menores quando comparados aos resultados obtidos nas farinhas com casca (1,26% para *in natura* e 1,16% para cozida). O aumento deste monossacarídeo nas amostras de farinhas se deve a presença da casca, deduzindo que a xilose seja proveniente das cascas dos frutos processados para obtenção da farinha.

Os carboidratos de menor peso molecular (açúcares mono e dissacarídeos) são compostos sólidos geralmente solúveis em água e cristalizáveis, o que pode levar a alteração da consistência e da retenção de água nos alimentos (SOUZA; MACHADO; MORETTI, 2008).

4.3 Perfil de aminoácidos

Quimicamente, os aminoácidos são pequenas moléculas, que, ao agruparem-se, formam as proteínas, nutriente indispensável ao ser humano, desempenhando diversas funções, tais como: funções plásticas, uma vez que são constituintes dos tecidos e células; são constituintes de alguns neurotransmissores; têm uma função reguladora, pois, todas as enzimas são proteínas; são estimulantes do sistema imunitário, formando anticorpos (SOARES, 2008).

Os aminoácidos podem ser classificados em dois tipos: essenciais ou não essenciais. Consideram-se essenciais, ou indispensáveis, aqueles que o organismo não tem capacidade de sintetizar, enquanto os aminoácidos não essenciais são aqueles que o organismo consegue produzir. Assim, destacam-se os seguintes aminoácidos não essenciais: alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico, cisteína, glicina, glutamina, hidroxiprolina, prolina, serina e tirosina (SOARES, 2008).

Os valores dos aminoácidos presentes nas farinhas de pupunha *in natura* e cozida, com e sem casca, são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 Perfil de aminoácidos (g aa/16 g N) presentes nas amostras de farinha de pupunha *in natura* e cozida.

Aminoácidos (g aa/16 g N)	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
Essenciais:				
Fenilalanina	0,80	0,80	0,72	0,76
Histidina	0,36	0,36	0,32	0,32
Isoleucina	0,16	0,16	0,12	0,12
Leucina	0,152	0,148	0,144	0,148
Lisina	0,112	0,112	0,104	0,112
Metionina	0,24	0,20	0,32	0,16
Treonina	0,64	0,68	0,48	0,48
Triptofano	na	na	na	na
Valina	0,124	0,124	0,112	0,116
Não essenciais:				
Ácido aspártico	0,192	0,196	0,180	0,188
Ácido glutâmico	0,188	0,188	0,168	0,172
Alanina	0,188	0,188	0,168	0,172
Cisteína	0,232	0,264	0,248	0,248
Glicina	0,16	0,16	0,12	0,12
Prolamina	0,116	0,116	0,112	0,112
Serina	0,132	0,132	0,120	0,124

***na**: não analisado

A quantidade total de aminoácidos presentes nas amostras de farinha de pupunha obteve seu maior valor para a farinha sem cozimento contendo casca (3,828g aa/16g N). As maiores concentrações de aminoácidos (aa) foram encontradas na farinha de pupunha com casca e sem casca que não sofreram cocção, ratificando que o tratamento térmico aplicado às amostras de farinhas reduz o perfil de aa e, por conseguinte, o valor nutricional do produto. Nestas farinhas, o aminoácido Lisina foi encontrado em menor quantidade no que diz respeito aos aa essenciais, apresentando valor de 0,112 g aa/16g N em ambas as amostras.

As menores concentrações de aa essenciais e não essenciais foram encontradas na farinha de pupunha cozida com casca, totalizando 3,352g aa/16g N. Assim como foi observado nas farinhas cozidas, o aminoácido Lisina também foi encontrado em menor quantidade entre os aa essenciais, apresentando valores entre 0,104 e 0,112 g aa/16g N em ambas as amostras.

Os aminoácidos essenciais Fenilalanina e Treonina obtiveram os maiores resultados nas amostras de farinha de pupunha avaliadas neste trabalho, com valores variando entre 0,72g a 0,80g aa/16g N e de 0,48g a 0,68g aa/16g N, respectivamente.

Cisteína foi o aminoácido não essencial encontrado com o maior valor entre as farinhas, sendo relativamente maior nas farinhas de pupunha que não sofreram cozimento; os resultados variaram entre 0,232g a 0,264g aa/16g N para amostras sem casca e com casca, respectivamente, e 0,248 g aa/16g N para as farinhas que sofreram processo de cocção.

A literatura reporta que o valor biológico de uma proteína é avaliado de acordo com o perfil de aminoácidos em sua constituição (LEHNINGER, 2008). Sgarbieri (1999) afirma que a proteína ideal em termos nutricionais deve fornecer todos os aminoácidos essenciais na quantidade ideal para os propósitos anabólicos e de manutenção do organismo.

Nota-se que o aminoácido essencial Triptofano não pôde ser avaliado em nenhuma das farinhas de pupunha devido sua provável destruição durante o processo de preparo das amostras utilizado neste estudo. Analisando os resultados obtidos durante, deduz-se que as farinhas de pupunha não representam isoladamente uma alternativa nutricional favorável em termos de proteínas com elevado valor biológico.

4.4 Perfil de ácidos graxos

Foram detectados os ácidos graxos caprílico, láurico, mirístico, palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico, linolênico, eicosanóico, cujos valores percentuais compõem a Tabela 8.

Tabela 8 Perfil de ácidos graxos (%) das farinhas de pupunha *in natura* e cozidas.

Ácidos graxos (%)	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
C 8:0	nd	0,02	nd	nd
C 12:0	0,21	0,08	0,14	nd
C 14:0	0,40	0,33	0,67	0,30
C 15:0	0,27	0,26	0,28	0,27
C 16:0	54,97	55,27	51,59	51,51
C 16:1	1,65	1,88	2,42	1,96
C 17:0	0,27	0,27	nd	0,23
C 18:0	5,15	4,99	3,87	4,66
C 18:1	20,25	21,39	20,41	21,41
C 18:2	11,22	10,90	13,25	13,04
C 18:3	0,42	0,42	nd	0,44
C 20:0	5,15	4,17	7,35	6,15
\sum Saturados				
\sum Insaturados				

nd: valores não detectados

Os ácidos graxos encontrados nas amostras de farinha, em maior e menor percentagem, foram os ácidos saturados C 16:0 e C 8:0, respectivamente. Entre as amostras de farinhas estudadas, os ácidos graxos insaturados C 18:1 e C 18:2 foram identificados nos cromatogramas, com valores percentuais variando entre 20,25 % e 21,41 %, e de 10,90 % a 13,25%, respectivamente. Para os mesmos ácidos graxos supracitados, Torres (1989), trabalhando populações diferentes de pupunha, encontrou variação entre valores de 41,61 % a 49,68 %, e de 5,87 % a 14,21 %, respectivamente.

Outros estudos realizados com vários tipos de frutos de pupunha (CLEMENT; AGUIAR; ARKCOLL, 1998), valores como 47,60 % e 57,60 % foram encontrados para ácidos insaturados (ácidos palmitoleico, oleico, linoleico e linolênico); para o ácido palmítico,

foram encontrados valores entre 39,40 % a 47,40 %. Demais literaturas também apontam o elevado teor de ácido C 16:0 nas polpas dos frutos de pupunha (TORRES, 1989; FERNANDEZ-PIEDRA; BLANCO-METZLER; MORA-URPÍ, 1995). Neste trabalho, observaram-se valores predominantes deste ácido, concernindo com a literatura, havendo discreta redução nas amostras de farinha de pupunha que sofreram cozimento. Vale ressaltar também que o fator casca dos frutos não influenciou os resultados obtidos para C 16:0.

Com relação ao ácido esteárico (C 18:0), os valores obtidos neste estudo foram relativamente superiores aos reportados na literatura (CLEMENT; AGUIAR; ARKCOLL, 1998), onde foram estudadas três populações diferentes de pupunha, cujos valores foram de 1,84 % a 3,27 % deste ácido contido no mesocarpo dos frutos. Estudos realizados com frutos crus de pupunha (FERNANDEZ-PIEDRA; BLANCO-METZLER; MORA-URPÍ, 1995) encontraram valores oscilando entre 1,70% a 2,40% de ácido C 18:0. Mais uma vez, é importante reiterar que a variedade dos frutos utilizados nas pesquisas influencia de maneira evidente no perfil nutricional dos frutos *in natura* e dos produtos finais.

Em estudos realizados com três tipos de polpa de pupunha (ZAPATA, 1972), foram identificados cinco ácidos graxos no fruto: palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico e linoleico. A maioria dos ácidos graxos apresenta-se como ácidos graxos livres (ZUMBADO; MURILLO, 1983), predominando entre eles os ácidos oleico e palmítico – com níveis menores de ácido linoleico, conforme observação realizada neste trabalho.

Silva e Amellotti (1983), trabalhando com pupunha oriunda de variedade desconhecida, constataram que os teores do ácido C 16:0 e C 18:1 são mais abundantes quando comparados aos ácidos palmitoleico e linoleico.

Os lipídeos nos alimentos possuem propriedades físicas e químicas singulares. Sua composição, sua estrutura cristalina, suas propriedades de fusão e sua capacidade de se associar com água e outras moléculas não lipídicas oferecem importância especial em relação às suas propriedades funcionais em diversos alimentos (FENNEMA, 2006).

As gorduras são fonte concentrada de energia, uma vez que seu conteúdo calórico é superior ao de proteínas e carboidratos (9 kcal/g), proporcionando sensação de saciedade. A fração lipídica da dieta disponibiliza os ácidos graxos essenciais (linoleico e araquidônico) e as vitaminas lipossolúveis (A, D, E, e K). O ácido linoleico e α -linolênico são considerados os ácidos graxos de procedência da série ω -6 e ω -3, respectivamente.

A Ingestão Diária Recomendada (IDR) para lipídeos está em torno de 36 a 37 % da ingestão calórica total, para homens e mulheres entre 19 e 50 anos de idade. Em média, 13 %

desta ingestão devem ser provenientes dos ácidos graxos saturados, 14% de monoinsaturados, e 7 % de ácidos graxos poliinsaturados (FENNEMA, 2010).

Além dos valores totais de proteínas e lipídeos, deve ser destacada a importância da qualidade destes macronutrientes presentes nos frutos de pupunha, uma vez que sua função biológica será determinada após análise dos perfis de aminoácidos e ácidos graxos, respectivamente. Nas amostras de farinha de pupunha avaliadas neste trabalho, foram observadas, de maneira geral, baixas concentrações de aminoácidos – com valor médio de 3,558 g/16 g N, predominando os aa essenciais Fenilalanina, Treonina e Histidina – e elevadas concentrações dos ácidos C 16:0 e C 18:1.

4.5 Caracterização física das farinhas de pupunha

Os resultados referentes à colorimetria das farinhas de pupunha analisadas encontram-se na Tabela 9. A análise dos componentes de cor L*, a* e b* nas diferentes farinhas mostrou variação significativa entre elas.

Tabela 9 Parâmetros de cor, L*, a* e b* (sistema CIE Lab), para as amostras de farinha de pupunha.

Parâmetros de cromaticidade	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
L*	78,42 ± 1,00 ^a	79,22 ± 0,11 ^a	73,88 ± 0,57 ^b	68,68 ± 1,00 ^{bc}
a*	3,41 ± 0,12 ^b	3,20 ± 0,06 ^b	5,86 ± 0,57 ^{bc}	6,48 ± 0,00 ^a
b*	23,84 ± 0,57 ^d	27,81 ± 0,11 ^c	35,66 ± 0,57 ^b	40,78 ± 0,57 ^a

Valores médios de três repetições ± desvio padrão;

Pelo menos uma letra igual na linha não representa diferença significativa a 95%.

De acordo com o padrão do sistema CIE L* a* b*, onde as coordenadas de cromaticidade são: L* para luminosidade, a* para intensidade da cor vermelha, e b* para intensidade da cor amarela, observa-se que as farinhas de pupunha sem cozimento com casca e sem casca apresentaram maiores valores de L*, não apresentando variação estatística significativa. As farinhas de pupunha cozidas com e sem casca diferindo estatisticamente entre si, apresentando valores de L* entre 73,33 e 68,68, respectivamente. Portanto, pode-se afirmar

que o cozimento promoveu uma redução da luminosidade das farinhas, tornando-as mais opacas. Em estudo realizado com a farinha de banana (BEZERRA, 2010), o parâmetro L^* obteve valor médio de 96,0, o que significa que a farinha de banana é mais opaca quando comparada à farinha de pupunha cozida. Já a farinha de pupunha sem cozimento resultou mais clara em comparação à farinha de banana e às amostras de farinha de pupunha cozidas.

Com relação ao parâmetro a^* , os resultados obtidos demonstram que as farinhas de pupunha cozidas apresentaram valores entre 5,86 para amostra sem casca e 6,48 para farinha com casca. Considerando que este componente de cor varia de verde (-60) ao vermelho (+60), ocorreu variação estatística entre as farinhas. Entretanto, as farinhas sem cozimento não diferiram entre si, apresentando os menores valores de a^* (3,20 para farinha com casca, e 3,42 para farinha isenta de casca). Diante do exposto, pode-se concluir que as farinhas de pupunha sem cozimento são mais claras em relação às farinhas cozidas. É importante destacar que a coloração da casca dos frutos não variou entre as amostras, uma vez que a cor predominante é o amarelo claro.

A coordenada de cromaticidade b^* , que varia de azul (-60) até amarelo (+60), apresentou uma variação de 23,84 a 40,78, mostrando tendência ao amarelo em todas as amostras de farinhas de pupunha analisadas. Observa-se que as amostras de farinhas de pupunha deste apresentaram variação estatística significativa, onde o maior valor de b^* foi observado na farinha cozida com casca (40,78), apresentando uma coloração mais intensa quando comparada às demais. O menor valor foi observado na farinha sem cozimento isenta de casca.

No que diz respeito à análise granulométrica, a distribuição do tamanho das partículas das farinhas de pupunha analisadas neste estudo pode ser visualizada na Figura 7.

A característica granulométrica da matéria prima constitui aspecto relevante na elaboração de massas alimentícias e produtos de padaria, pois a distribuição adequada de partículas permite maior uniformidade do produto elaborado (BORGES et al., 2006).

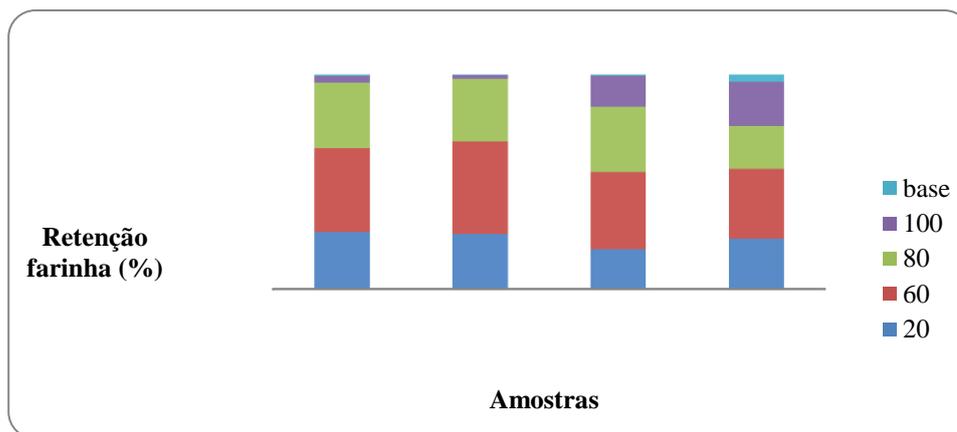


Figura 7 Distribuição granulométrica das farinhas de pupunha. **Legenda:** Numerações representam as peneiras utilizadas na análise: 100, 80, 60 e 20 mesh (aberturas de malha de 0,150; 0,180; 0,250; e 0,850 mm, respectivamente).

Para as amostras de farinhas de pupunha foi observada uma uniformização no tamanho das partículas, evidenciada pela retenção considerável de massa nas peneiras com maior abertura de malha. As partículas de todas as amostras de farinhas de pupunha avaliadas neste trabalho se encontraram em maior concentração na malha de 60 mesh (abertura de malha de 0,250 mm), obtendo assim um elevado percentual de distribuição de partículas.

Para as farinhas de pupunha cozidas, os valores retidos na malha de 100 mesh (abertura de malha de 0,150 mm) foram de 20 % para amostra com casca, e 15 % para a farinha cozida sem casca. Carvalho et al. (2010) verificaram 72 % de partículas da farinha de pupunha ficaram retidas em peneira 20 mesh (0,850 mm abertura de malha), comportamento não observado neste estudo uma vez que as farinhas apresentaram maior percentagem de retenção de partículas em peneira 60 mesh.

Pode ser observado que as farinhas de pupunha elaboradas com matéria prima cozida apresentaram percentual de partículas com menor granulometria, o que pode ser devido a formação de complexos cristalinos após o processo de desnaturação das proteínas durante o cozimento.

Para as amostras de farinhas de pupunha sem cozimento foram encontrados baixos percentuais – entre 1 e 3 % – de retenção em peneira 100 mesh. Consequentemente, os maiores valores de partículas retidas foram encontrados nas peneiras de 20 e 80 mesh (abertura de malha de 0,180 e 0,850 mm, respectivamente).

A Legislação vigente classifica farinha de mandioca (BRASIL, 1995) em farinhas grossa e fina de acordo com a granulometria das partículas, desde que haja uma quantidade

maior ou igual a 30 % de farinha retida em peneira de 10 mesh (1,70 mm abertura malha), respectivamente; a farinha média é aquela que não corresponde à classificação de farinhas grossa e fina. Observando as farinhas deste estudo, conclui-se que as farinhas de pupunha podem ser classificadas como farinhas médias, haja vista não terem se enquadrado nas demais categorias.

Os resultados observados com relação à atividade de água, determinadas a 25°C, foram expostos na Tabela 10.

Tabela 10 Atividade de água (a_w) das farinhas de pupunha.

	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
Atividade de água (a_w)	0,49 ^b	0,48 ^c	0,49 ^{bc}	0,52 ^a

Valores médios de três repetições \pm desvio padrão;

Pelo menos uma letra igual na linha não representa diferença significativa a 95%.

A atividade de água tem sido considerada como uma propriedade fundamental no controle de qualidade de alimentos (FERREIRA NETO et al., 2005), uma vez que expressa o teor de água que se encontra no estado livre. Considera-se a atividade de água igual a 0,60 como sendo o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de micro-organismos, daí o fato dos alimentos desidratados – como a farinha – serem considerados como microbiologicamente estáveis (CHISTÉ; COHEN, 2010). Neste estudo, as amostras apresentaram atividade de água na faixa de 0,48 a 0,52.

A farinha de pupunha cozida com casca apresentou diferença estatística quando comparada à farinha de pupunha cozida sem casca. Já as farinhas de pupunha *in natura* obtiveram valores de 0,48 para a amostra com casca, e 0,49 para a farinha sem casca, com diferença significativa de acordo com teste Tukey. Em estudo realizado com farinha de banana verde com e sem casca (BEZERRA, 2010), foram observados valores entre 0,33 a 0,52 para as amostras com casca, e 0,28 a 0,45 para atividade de água das amostras de farinha de banana sem casca, observando-se que a casca do fruto interfere nos valores obtidos. Este comportamento – presença da casca dos frutos nas amostras – também pode ser observado nas farinhas de pupunhas utilizadas neste estudo.

4.6 Propriedades tecnológicas

As propriedades tecnológicas das farinhas de pupunha – capacidade de ligação de água e óleo, capacidade de retenção de água e capacidade de expansão – foram avaliadas e seus resultados estão apresentados na Tabela 11. Observou-se que as farinhas de pupunha tiveram maior afinidade pela água quando comparadas à afinidade pelo óleo.

Tabela 11 Propriedades tecnológicas funcionais das farinhas de pupunha.

Propriedades Tecnológicas (%)	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
Capacidade de ligação de água (CLA)	7,20 ± 0,03 ^{ab}	6,80 ± 0,19 ^b	7,69 ± 0,20 ^a	7,73 ± 0,18 ^a
Capacidade de ligação de óleo (CLO)	6,01 ± 0,21 ^a	6,18 ± 0,01 ^a	5,97 ± 0,02 ^a	5,64 ± 0,25 ^a
Capacidade de retenção de água (CRA)	0,80 ± 0,06 ^b	0,75 ± 0,01 ^b	1,10 ± 0,12 ^a	1,15 ± 0,02 ^a
Capacidade de expansão (CE)	48,85 ± 0,16 ^b	49,68 ± 0,16 ^a	49,87 ± 0,12 ^a	49,87 ± 0,08 ^a

Valores médios de três repetições ± desvio padrão;

Pelo menos uma letra igual na linha não representa diferença significativa a 95%.

De acordo com a Tabela 11, não foi observada diferença significativa entre as amostras de farinhas de pupunha cozidas, cujos valores obtidos de CLA foram de 7,73 % e 7,69 % para as farinhas com e sem casca, respectivamente, supondo-se que o processo de cocção interferiu nesta propriedade tecnológica. O cozimento pode ter carregado compostos lipossolúveis, melhorando a hidrofiliabilidade das farinhas cozidas com e sem casca.

Ao comparar as farinhas sem cozimento, observou-se variação estatística entre as amostras com e sem casca (6,80 % e 7,20 %, respectivamente), bem como entre as amostras de farinhas cozidas. Percebeu-se um aumento na percentagem encontrada nas amostras de farinhas cozida, sendo o menor valor encontrado na amostra de farinha de pupunha sem cozimento com casca. Nas condições pré-determinadas neste estudo – presença de casca e cozimento – houve discreta influência nesta propriedade.

Com relação à propriedade tecnológica CLO, verificou-se que os valores obtidos foram menores do que os valores para CLA. Em estudo realizado com farinha de sorgo (ELKHALIFA; SCHIFFLER; BERNHARDT, 2005), foram encontrados valores para CLO

inferiores aos resultados obtidos neste estudo, que sofreram pequena variação de 3,40 a 3,70 %. A maior capacidade de ligação de óleo das amostras de farinha de pupunha sugere que esta farinha seria útil na formulação de alimentos, onde esta propriedade é importante. Então, afirma-se que fatores como o cozimento e a presença da casca do fruto não interferiram na propriedade tecnológica de ligação de óleo visto que não houve diferença significativa entre as amostras de farinha de pupunha avaliadas neste trabalho.

A CLO foi reduzida quando as amostras de farinha de pupunha sofreram cozimento, sendo que a casca do fruto não interferiu nos resultados obtidos para as farinhas de pupunha cozidas e sem cozimento, não apresentando diferença significativa entre as amostras analisadas.

No que diz respeito à capacidade retenção de água (CRA), os resultados obtidos para as farinhas de pupunha que sofreram cozimento não apresentaram diferença significativa entre as amostras; os valores foram 1,10 e 1,15 % para as farinhas com casca e sem casca, respectivamente. Amostras de farinha sem cozimento apresentaram valores entre 0,75 % para amostra com casca, e 0,80 % para farinha sem casca, sem variação estatística significante, porém variando entre as amostras de farinha cozida.

Observa-se que o cozimento aumentou ligeiramente a CRA, sendo que as farinhas sem cozimento não apresentaram diferença estatística quanto a presença da casca do fruto, mas diferiram quanto ao tratamento térmico aplicado nas amostras de farinha de pupunha.

De acordo com Bortoluzzi e Marangoni (2006), a redução da granulometria das amostras pode acarretar na redução na capacidade de retenção de água, devido às alterações da estrutura matricial da fibra, pelo rompimento dos poros, causando uma compactação da fibra e retendo menos água. Este comportamento foi observado nas amostras de farinha de pupunha estudadas, uma vez que as amostras de farinha sem cozimento possuíam maiores valores granulométricos quando comparadas às farinha cozidas.

A CRA é determinada após o completo intumescimento da amostra e estima a quantidade de água retida na matriz sem que haja exsudação após a ação de uma força centrífuga, este índice depende da conformação molecular, tamanho das partículas, números de sítios de ligação das moléculas e força de centrifugação (CHOU; MORR, 1979. In: SEIBEL; BELÉIA 2009).

Segundo Raghavendra et al. (2004), o teor de gordura desempenha um papel importante na determinação de propriedades de hidratação, tais como as capacidades de ligação e de retenção de água, aumentando significativamente com a diminuição da gordura.

Tal comportamento pode ser confirmado em virtude das amostras cozidas e com menores percentuais de lipídeos apresentaram menor CRA.

Observou-se na propriedade de CE que as farinhas cozidas sem casca (49,87 %), com casca (49,87 %) e sem cozimento com casca (49,68 %) não apresentaram variação estatística quando comparadas entre si. Somente a amostra de farinha de pupunha sem cozimento isenta de casca apresentou variação estatística (48,85 %) em relação às outras amostras. Os resultados demonstram a possível utilização das farinhas de pupunha – cozidas e sem cozimento, com e sem cascas – como ingredientes de formulações de massas em geral, como pães, bolos, pizzas, etc., sem alteração significativa nas propriedades tecnológicas do produto, conforme alguns estudos já publicados nessa área (CALVO, 1981; KERR et al., 1997; CLEMENT, 2010).

Observou-se que o cozimento aumentou ligeiramente a propriedade de CE, sem que houvesse interferência da casca no resultado obtido nesta análise. Para tal capacidade, é interessante que a farinha seja cozida e que contenha a casca, visto que estas condições aumentam esta propriedade.

4.7 Caracterização morfológica das farinhas de pupunha

A microscopia é uma importante ferramenta nos estudos das características dos grânulos de amido, fornecendo informações sobre a origem dos grânulos, características de tamanho, diâmetro e informações referentes a sua superfície. Pode ser utilizada para examinar os grânulos sujeitos ao processamento analisando, morfológicamente, se este sofre alguma influência (BENINCA, 2008).

Na microscopia eletrônica se obtém informações com relação a forma e tamanho dos grânulos já a microscopia óptica, sob luz polarizada, se obtém informações relativas a organização interna do grânulos pela visualização ou não da cruz de malta (LACERDA, 2006).

O aspecto geral das farinhas de pupunha sem cozimento e cozidas pode ser avaliado pelas micrografias em microscópio eletrônico de varredura. Não houve diferenças notáveis na morfologia das amostras de farinha de pupunha. Entretanto, houve grande variação no que concerne ao comportamento dos grânulos de amido. As distribuições dos grânulos de amido das farinhas de pupunha sem cozimento e cozidas são mostradas nas Figuras 8 a 11.

Na farinha sem cozimento isenta de casca observou-se elevada quantidade de grânulos de amido bem definidos e distribuídos de maneira uniforme (Figuras 8 A, B e C), além de estruturas filamentosas que são visualizadas na Figura 8 D. O resultado desta micrografia já era esperado uma vez que se trata de um amido que não sofreu nenhum tratamento térmico. Em micrografias realizadas nas amostras de farinha de banana verde sem casca (BEZERRA, 2010), foram observados grânulos de amido com forma e tamanhos diferenciados, sendo os grânulos de amido maiores, achatados e mais alongados, e os menores apresentaram mais arredondados.

Comportamento semelhante também foi encontrado nos resultados da MEV da farinha sem cozimento com casca, pois ambas as amostras não sofreram cozimento, responsável pela quebra de grânulos de amido e de outras estruturas presentes nas farinhas. O processamento (moagem dos frutos para obtenção da farinha) não interferiu de maneira evidente na degradação das estruturas. Foi possível observar nas Figuras 8 A a 8 D a integridade dos grânulos de amido e também das estruturas de parede celular da matriz vegetal dos frutos de pupunha.

Existem diversas teorias sobre a superfície dos grânulos de amidos. Segundo Oates (1997) e Buleón et al. (1998), a superfície é plana e sem traços marcantes, exceto por algumas estrias e fissuras visíveis em alguns grânulos através da MEV. Lineback (1984) apud Oates (1997) descreve o grânulo como uma “bola de bilhar peluda”, em que a superfície do grânulo não é lisa, mas caracterizada por cadeias projetadas para fora; Stark e Lynn (1992) descreveram um grânulo cuja superfície é caracterizada pelos terminais das cadeias de amilose e pelas ramificações da amilopectina, que seriam responsáveis pelo início da próxima camada de crescimento dos grânulos.

O tamanho e a forma dos grânulos de amido estão entre os fatores de importância na determinação de usos potenciais do amido, por exemplo, grânulos pequenos (2 a 10 μm) podem ser usados como substitutos de gordura, já grânulos grandes têm aplicação em filmes plásticos biodegradáveis (LEONEL, 2007).

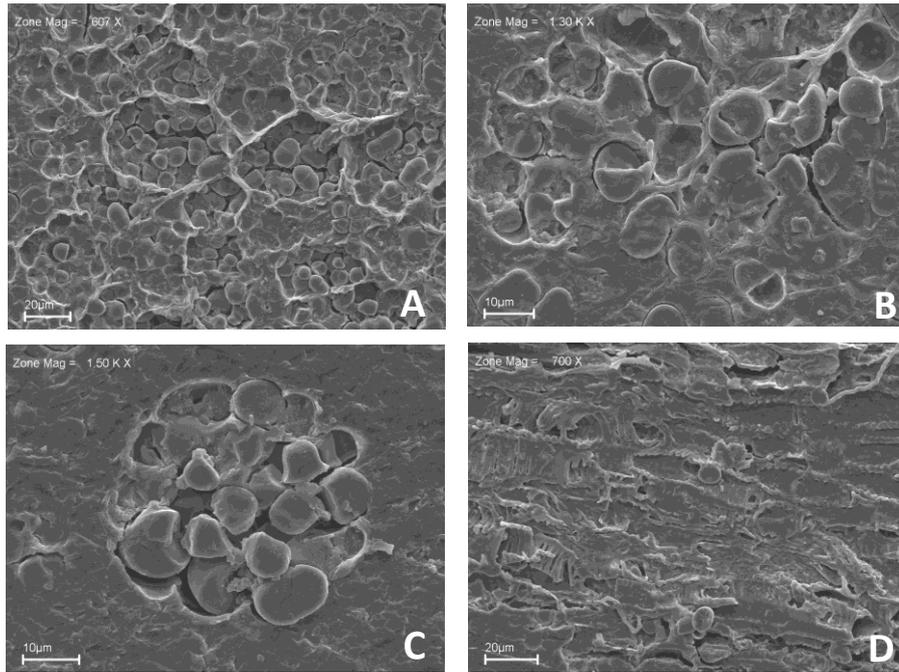


Figura 8 A) Micrografia em MEV da farinha sem cozimento isenta de casca (607x). B) Farinha sem cozimento isenta de casca (1.300x). C) Farinha sem casca (1.500x). D) Estruturas filamentosas da parede celular, em corte transversal (700x).

A MEV da farinha de pupunha sem cozimento com casca apresentou componentes e estruturas íntegras, bem delimitadas, com grande variedade entre elas. Na Figura 9 A, observa-se grande quantidade de grânulos de amido íntegros; já nas Figuras 9 B e C, se podem observar o aparecimento de estruturas filamentosas, semelhantes a tubos plásticos sifonados. Na Figura 9 D, observou-se a presença de uma massa compacta, amorfa, onde não é possível distinguir grânulos de amido e material não amiláceo. A presença da casca é identificada na MEV (Figuras 9 A e 9 C) pela predominância de estruturas de parede celular juntamente com grânulos de amido intactos.

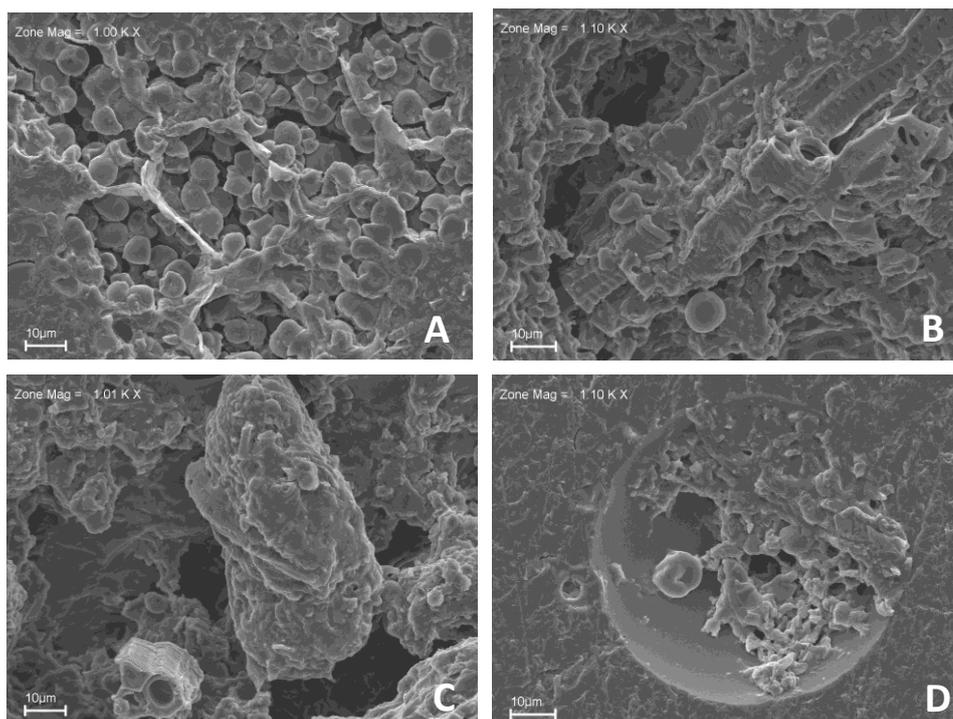


Figura 9 A) Micrografia em MEV da farinha de pupunha sem cozimento com casca (1.000x). B) Estruturas de parede celular (1.100x). C) Estruturas de parede celular em corte transversal (1.001x). D) Massa compacta, amorfa (1.100x).

A MEV da farinha cozida sem casca (Figuras 10 A a 10 D) apresentam-se uma superfície mais organizada devido a gelatinização do amido promover esta distribuição sobre a estrutura celulásica do produto. As fissuras presentes nas micrografias das farinhas cozidas também foram observadas em estudos com amido de mandioca e fibras de coco verde (RAMÍREZ et al., 2011).

A Figura 10 C ilustra a gelatinização do amido bem como o efeito do tratamento térmico (calor) sobre as proteínas e demais componentes das farinhas cozidas. Já a Figura 10 D revela a presença de tecido celulósico resistente ao tratamento térmico.

Diante das imagens obtidas pela MEV das farinhas de pupunha com cozimento, pode-se afirmar, portanto, que o cozimento interferiu de maneira evidente na integridade dos grânulos de amido bem como das demais estruturas presentes nas farinhas que sofreram cozimento.

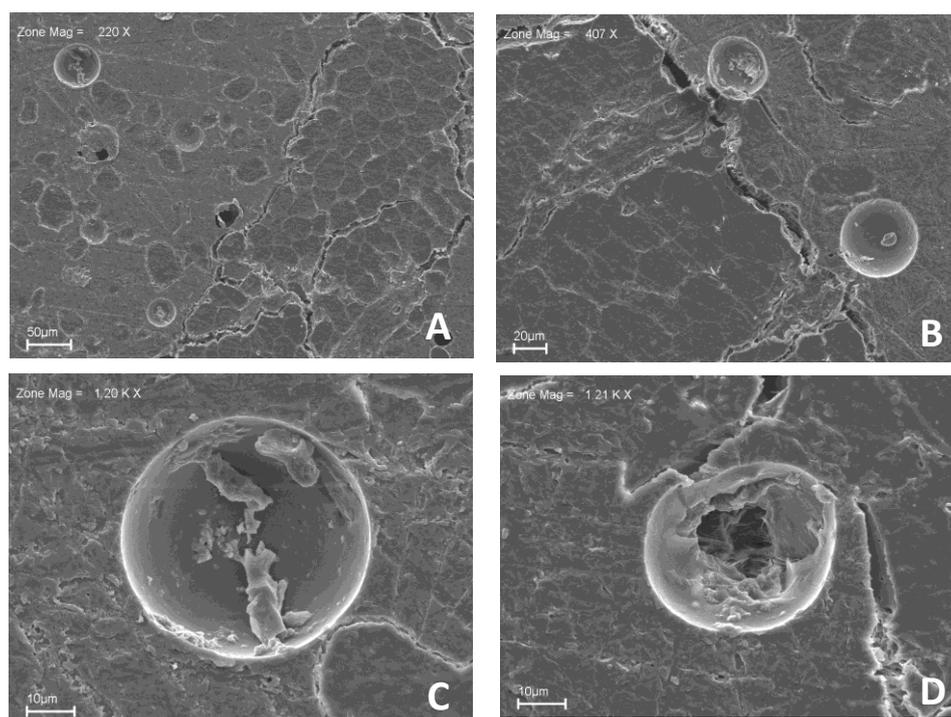


Figura 10 A) Micrografia em MEV da farinha de pupunha cozida sem casca (220x). B) Estrias e fissuras sob a superfície (407x). C) Gelatinização do amido e efeito do calor em demais estruturas (1.200x). D) Tecido celulósico resistente à aplicação de calor (1.210x).

A MEV da farinha de pupunha cozida com casca (Figuras 11 A a 11 D) ilustra os grânulos de amido formando uma massa compacta, provavelmente consequência das ações do calor bem como do processo de obtenção das amostras de farinhas de pupunha sobre as estruturas.

Segundo Freitas e Tavares (2005), as formas esféricas dos grânulos resistem mais ao ataque em relação aos grânulos de forma poliédrica (relatada no amido de milho). Em estudo realizado com amido de mandioca e fibras de coco (RAMÍREZ et al., 2011) as micrografias apontaram fraturas na superfície, com rachaduras e poros na matriz, provavelmente produzidas pelo estresse mecânico durante a obtenção da farinha.

De modo geral, a utilização das informações das características morfológicas dos grânulos de amido permite identificar sua fonte, quando a matéria prima for desconhecida, podendo ser utilizado como ferramenta, por exemplo, para identificação de possíveis fraudes, com mistura de ingredientes não permitidos em um determinado produto.

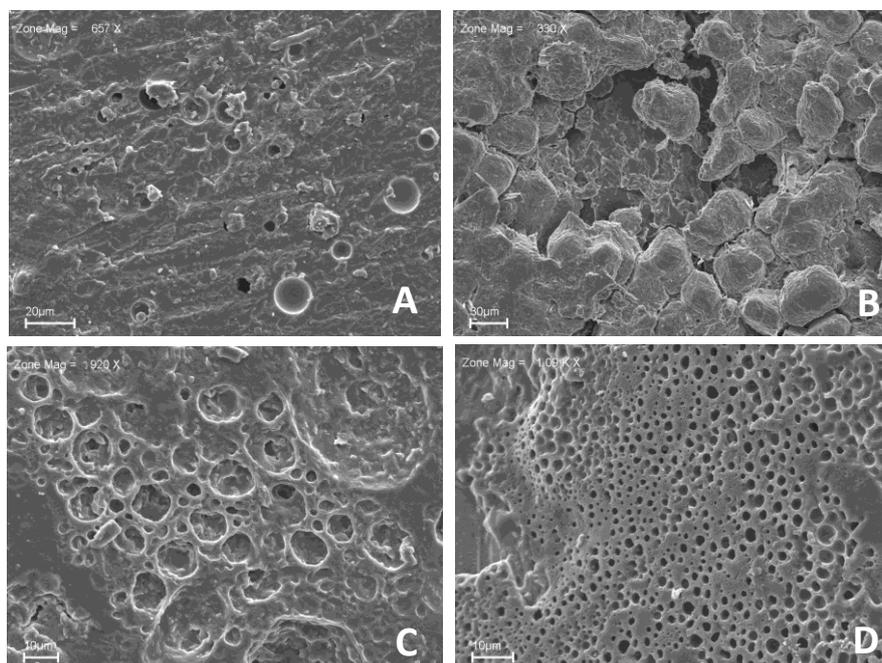


Figura 11 A) Micrografia em MEV do formato do grânulo de amido da farinha de pupunha cozida com casca (657x). B) Componentes aglomerados (330x). C) Estruturas danificadas da (920x). D) Superfície irregular, semelhante a uma esponja (1.095x).

4.8 Amido total, amilose e amilopectina

Foram empregadas várias metodologias para a determinação do teor de amido total, polarimetria (BRASIL, 1995), Megazyme (2006) e o método tradicional através da digestão ácida em microondas (CEREDA et al., 2004), todas apresentando diferenças significativas entre os resultados obtidos. Não foi observada variação estatística nos resultados obtidos pela polarimetria entre as amostras analisadas neste estudo.

Os resultados obtidos para amido total através da metodologia Megazyme (2006) foram de 6,76 % e 5,92 % para amostras de farinha de pupunha sem cozimento com e sem casca, respectivamente, e 8,23 e 7,75 % de amido total nas farinhas cozidas com casca e sem casca, respectivamente. Não foi observada variação estatística entre as amostras de farinha de pupunha *in natura* e com cozimento. Entretanto, a metodologia enzimática utilizada é específica para farinhas de cereais, por isso talvez não seja recomendada para as amostras de farinha de pupunha utilizadas neste trabalho.

Observou-se que o ácido DNS sofreu interferência dos demais componentes dos frutos de pupunha nos resultados obtidos nesta metodologia, enquanto o método enzimático foi observado que o amido ficou retido na matriz vegetal, conforme ratifica a MEV justifica que a enzima não conseguiu atingir o grânulo de amido.

Os teores de amido total, amilose e amilopectina estão apresentados na Tabela 12. O teor de amido total calculado nas farinhas de pupunha variou de 56,41 % (cozida com casca) a 69,67 % (cozida sem casca), ambos abaixo do valor mínimo preconizado pela Legislação para farinhas de trigo e mandioca (mínimo de 70 %) (BRASIL, 1995). Vale ressaltar que, em virtude da ausência de uma legislação específica para o produto elaborado neste estudo, utilizou-se a legislação vigente para farinhas de mandioca. Não houve variação estatística entre as farinhas cozida e sem cozimento.

O teor de amido encontrado em farinhas de mandioca (CEREDA; VILPOUX, 2003), 88,22 %, foi superior ao encontrado nas farinhas de pupunha deste estudo, diferença de quase 19 pontos percentuais entre as farinhas de mandioca e de pupunha. Isto significa que, embora a quantidade de amido presente nas amostras de farinhas de pupunha não seja elevada como o teor de amido das farinhas de mandioca, as farinhas elaboradas neste trabalho se mostram fontes de amido total.

Para a amilose (Tabela 12), observaram-se valores entre 8,84 % e 22,44 % para as farinhas sem cozimento com casca e sem casca, respectivamente, apresentando evidente variação significativa. As amostras de farinha de pupunha que sofreram cozimento não apresentaram diferença estatística. Para os amidos de cereais a amilose ocorre em percentagens de 20 a 25% (CEREDA et al., 2001), enquanto a amilose de amido de banana e de milho atingem valores entre 19 a 25 %, respectivamente. A literatura aponta valores relativamente maiores em relação aos observados neste estudo, embora as farinhas utilizadas neste estudo sejam provenientes de frutos, não de cereais.

Observou-se também que as amostras de farinhas de pupunha sem casca apresentaram evidente variação estatística. Este comportamento pode referir-se à influência do tratamento térmico aplicado (calor) em relação à lixiviação de amilose.

Muitas das propriedades da amilose podem ser explicadas pela sua habilidade em formar diferentes estruturas moleculares. A maioria das metodologias preconizadas para a determinação da amilose baseia-se no fato de que, em soluções aquosas neutras, a estrutura normal de espiral possui a capacidade de interagir com o iodo, produzindo um complexo de inclusão helicoidal com, aproximadamente, seis moléculas de amilose por giro, no qual o iodo se encontra na cavidade central da hélice (DENARDIN, 2008).

Ainda segundo Denardin (2008), as moléculas de amilose maiores estão concentradas no centro do grânulo e, provavelmente, participam das duplas hélices com a amilopectina, enquanto as moléculas menores presentes na periferia podem ser lixiviadas para fora do grânulo.

De acordo com Blazek e Copeland (2008), os amidos com diferentes conteúdos de amilose são de interesse para o processamento de alimentos devido potencial para modificar a textura dos produtos finais. Além disso, amidos com maior teor de amilose são de interesse nutricional, porque eles contribuem para a lenta digestão.

No que diz respeito aos valores encontrados para amilopectina (Tabela 12), observou-se de maneira evidente que as farinhas de pupunha deste estudo apresentaram elevadores teores deste homopolissacarídeo. Condições utilizadas – cozimento e presença ou não da casca do fruto – não influenciaram a avaliação do teor de amilopectina, visto que não foi observada variação estatística entre as amostras de farinha sem cozimento com casca e cozida sem casca.

O menor percentual de amilopectina foi verificado na farinha de pupunha sem cozimento isenta de casca.

Tabela 12 Determinação do teor de amido total, amilose e amilopectina (%)

Metodologias	Farinha de Pupunha			
	Sem cozimento		Com cozimento	
	Sem Casca	Com Casca	Sem Casca	Com Casca
Amido total Polarimetria (%)	62,06 ± 0,83 ^a	60,33 ± 0,54 ^a	69,67 ± 0,61 ^a	56,41 ± 0,85 ^a
Amilose (%)	22,44 ± 1,20 ^a	8,84 ± 1,66 ^b	13,31 ± 0,92 ^{bc}	12,23 ± 1,43 ^b
Amilopectina (%)*	39,62 ^b	51,49 ^a	56,36 ^a	44,18 ^b

* Obtida por diferença entre amido total e amilose

O conhecimento da estrutura dos grânulos de amido é importante para o entendimento de suas propriedades físico-químicas, as quais determinam seu comportamento nos diversos processos industriais. Além disso, os conteúdos de amilose e amilopectina podem afetar a arquitetura do grânulo de amido, suas propriedades térmicas, podendo afetar sua aplicação em alimentos industrializados (PERONI, 2003; LACERDA, 2006).

A literatura reporta que, a amilopectina é menos propensa à retrogradação do que a amilose, tende a ser solúvel, formando soluções que não gelificam em condições extremas de altas concentrações e baixas temperaturas (CEREDA, 1996; WANG; CAVINS, 1997; ELLIS et al., 1998).

O grânulo de amido é constituído de moléculas de amilose e amilopectina associadas entre si por pontes de hidrogênio, formando áreas cristalinas radialmente ordenadas. Entre essas áreas cristalinas existem regiões amorfas, ou seja, sem orientação particular. As áreas cristalinas mantêm a estrutura do grânulo e controlam a quantidade limitada de água, embora seja constituído de polímeros solúveis ou parcialmente solúveis neste líquido (APLEVICZ, 2006).

Autores afirmam que, embora a composição monomérica do amido seja constituída por glicose, constituintes minoritários podem estar presentes – de formas associadas ou como contaminantes. Os grânulos de amido podem conter lipídeos na forma de fosfolipídeos (*Lipofosfolipid* – **LPL**) e ácidos graxos livres (*Free Fat Acids* – **FFA**), que são positivamente relacionados à fração amilose (LAJOLO; MENEZES, 2006; DENARDIN, 2008). Ainda podem-se ter proteínas presentes na estrutura do amido – proteínas de armazenamento ou resíduos de enzimas de síntese ou degradação de amido – tornando-se ativas se expostas a certas condições, influenciando na funcionalidade do amido. De maneira geral, observou-se que os valores de proteínas obtidos nas farinhas de pupunha – valor médio de 6,39 g/100 g – podem exercer influência semelhante na funcionalidade do amido devido exposição em condições pré-determinadas neste estudo, isto é, presença ou ausência da casca dos frutos e tratamento térmico.

5 CONCLUSÕES

As farinhas de pupunha obtidas neste estudo – farinhas sem cozimento com e sem casca, e farinha cozida com e sem casca – apresentaram uma composição centesimal de acordo com a literatura, apresentando elevados valores de lipídeos, carboidratos e fibras totais.

As farinhas de pupunha contendo a casca dos frutos apresentaram maiores teores de carotenóides totais.

O monossacarídeo ou açúcar neutro glicose foi encontrado em percentagens majoritárias nas amostras de farinha de pupunha cozidas e sem cozimento.

Com relação ao perfil de aminoácidos, as farinhas de pupunha sem cozimento e cozidas apresentaram valores semelhantes e relativamente elevado quanto aos aminoácidos essenciais Fenilalanina, Treonina e Histidina.

Os ácidos graxos saturados presentes em maior quantidade nas amostras de farinha de pupunha foram os ácidos graxos palmítico, oleico e linoleico, ratificando a literatura.

Com relação à cor instrumental, as farinhas de pupunha cozidas apresentaram-se mais amarelo-escuras quando comparadas às farinhas sem cozimento com casca e isenta da casca dos frutos.

As farinhas de pupunha obtidas neste experimento apresentaram tamanhos médios de partículas de 0,25 mm.

Em relação às propriedades tecnológicas funcionais, as capacidades de expansão e de retenção de água foram obtiveram maior e menor contribuição, respectivamente, entre as amostras de farinhas de pupunha cozidas e sem cozimento obtidas neste trabalho. A capacidade de expansão obteve melhor resultado entre as demais avaliadas neste estudo, sendo indicada a manutenção da casca do fruto a fim de aumentar o percentual desta propriedade tecnológica.

O tamanho dos grânulos de amido das farinhas de pupunha cozidas e sem cozimento variou de 10 a 50 μm , com características morfológicas arredondadas.

Em relação aos teores de amido total, as farinhas de pupunha elaboradas neste trabalho – cozidas e sem cozimento – contêm quantidade relativamente elevada deste carboidrato, embora o valor seja menor que o valor preconizado pela legislação vigente para farinhas de mandioca.

No que concerne aos teores de amilose e amilopectina, os maiores percentuais encontrados foram nas farinhas de pupunha sem cozimento isenta de casca e farinha cozida sem casca.

Para aprimoramento dos conhecimentos na área de tecnologia de alimentos, faz-se necessário o desenvolvimento de futuros trabalhos para que fatores como biodisponibilidade dos nutrientes e vida de prateleira possam ser aplicados à produtos com grande potencial de comercialização, como a farinha de pupunha.

REFERÊNCIAS

- ALTMAN, R. F. A. A Exploração Industrial de Sementes Oleaginosas Amazônicas, n. 4. Conselho Nacional de Pesquisas. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia**, 1958.
- ALVIM, I.D; SGARBIERI, V. C; CHANG, Y. K. Desenvolvimento de farinhas mistas extrusadas à base de farinha de milho, derivados de levedura e caseína. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 170-176, 2002.
- AMATO, G; BRUNETTO, N. Porous silicon via freeze drying. **Materials Letters**, n. 26, p. 295-298, 1996.
- ANDERSON, R.A.; CONWAY, H.F.; PFEIFER, V.F.; GRIFFIN Jr., L. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**, Saint Paul, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.
- ANDRADE, E. C. L. **Potencial de Utilização da Amêndoa do Cupuaçu e Frutos Muruci e Pupunha como Fontes de Ácidos Graxos Essenciais na Elaboração de um Complemento Alimentar na Nutrição Humana**. 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, 2007.
- 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**. Campinas, v. 23, p. 34-38, 2003.
- ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, Jaraguá do Sul, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.
- APLEVICZ, K. S. **Caracterização de produtos panificados à base de féculas de mandioca nativas e modificadas**. 2006. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2006. 131p. Disponível em: http://www.uepg.br/mestrados/mescta/Arquivos/Dissertacoes/APLEVICZ_KS.pdf. Acesso em: agosto/2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 14. ed. Virginia, 1984. 1141p.
- ARTZ, W. E; WARREN, C. C; MOHRING, A. E; VILLOTA, R. Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies. **Cereal Chemistry**, v. 67, n. 3, p. 303-305, 1990.
- ARYEE, F. N. A. The physicochemical properties of flour samples from the roots of 31 varieties of cassava. **Food Control**, n. 17, p. 916-922, 2006.
- ASP, N. G. Classification and methodology of food carbohydrates as related to nutritional effects. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 61 n. Suppl, p. 930S-7S, 1995.
- BACELOS, M. S; PASSOS, M. L; FREIRE, J. T. Characteristics of flow in wet conical spouted beds of unequal-sized spherical particles. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 25, n. 1, p. 27-38, 2008.

BARUFFALDI, R; OLIVEIRA, M. N. Fatores que condicionam a estabilidade de alimentos. In: Baruffaldi, R; Oliveira, M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, v. 3, cap. 2, p. 13-25, 1998.

BEMILLER, J. N. Starch modification: challenges and prospects. **Starch/Stärke**, v. 49, n. 4, p. 31-127, 1997.

BENINCA, C. **Emprego de Técnicas Termoanalíticas na Análise de Amidos Nativos e Quimicamente Modificados de Diferentes Fontes Botânicas**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Mato Grosso do Sul, 2008.

BERGO, C. L; MENDONÇA, H. A. de; LEDO, F. J. da S. Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meio-irmãos de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) na Amazônia Ocidental. **Ciências Agrárias**, Belém, v. 42, p. 127-142, 2004.

BERRY, C. S. Resistant starch: formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fibre. *Journal of Cereal Science*, v. 4, p. 301-314, 1986.

BEZERRA, C. V. 2010. Falta título! Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará. Belém, PA. 2010. Xp.

BIAGI, J. D; BERTOL, R; CARNEIRO, M. C. Secagem de grãos para unidades centrais de armazenamento. In: LORINI, I; MIIKE, L. H; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos**. Campinas: IBG, v. 1, p. 289-308, 2002.

BIERMANN, C. J. Hydrolysis and the other cleavage of glycosidic linkages. In: BIERMANN, C. J; McGINNIS, G. D. **Analysis of Carbohydrates by GLC and MS**. Florida: CRC Press, p. 27-41, 1989.

BIRCHAL, V. S; PASSOS, M. L. Modeling and simulation of milk emulsion drying in spray dryers. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v. 22, n. 2, p. 293-302, 2005.

BLAZEK, J; COPELAND, L. Pasting and swelling properties of wheat flour and starch in relation to amylose content. **Carbohydrate Polymers**, v. 71, p. 380-387, 2008.

BLEASDALE, J. K. A. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1977. 175p.

BLEIL, S. I. O padrão alimentar ocidental: considerações sobre mudanças de hábitos no Brasil. *Revista Caderno de Debates*, v. 6, p. 1-25. 1998.

BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, v. 54, p. 484-489, 1973.

BOBBIO, P. A; BOBBIO, F. O. **Química de Processamento de Alimentos**. São Paulo: Varela. 2001. 142p.

BONAFACCIAA, G; MAROCCHINIA, M; KREFT, I. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. **Food Chemistry**, v. 80, p. 9-15, 2003.

BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. **Domesticação e Melhoramento – Espécies Amazônicas**. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2009. 486p.

BORBA, A. M. **Efeitos de Alguns Parâmetros Operacionais nas Características Físicas, Físico-Químicas e Funcionais de Extrusados da Farinha de Batata Doce (*Ipomoea batatas*)**. 2005. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP, 2005. 98p.

BORGES, J. T. da S; PIROZI, M. R; LUCIA, S. M. D; PEREIRA, P. C; FIALHO E MORAES, A. R; CASTRO, V. C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 145-162, 2006.

BORTOLOTTI, C. M. **Caracterização de Farinhas de Cevada e o Efeito da sua Incorporação sobre a Qualidade de Pão de Forma**. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade de Santa Maria, 2009. 138p.

BORTOLUZZI, R. C; MARANGONI, C. Caracterização da fibra dietética obtida da extração do suco de laranja. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 61-66, 2006.

BOTHAM, R. L; CAIRNS, P; MORRIS, V. J. A physicochemical characterization of chick pea starch resistant to digestion in the human small intestine. **Carbohydrate Polymers**, v. 26, n. 83-90, 1995.

BOVI, M. L. A. **O Agronegócio Palmito de Pupunha**. Informações Técnicas. Agrônomo, Campinas, v. 52, n. 1, 2000. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/oagronomico/521/informacoestecnicas/pupunha.pdf>. Acesso em: junho/2010;

BRAGA, C. A. O. **Orientação e caracterização da pupunha marajá G.9. var. achracea BR (*Bactris gasipaes* H. B. K.) semi-desidratada**. Universidade Federal do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Química, 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução nº 12, de 1978. **Normas Técnicas Especiais: Farinhas**. Diário Oficial, 24/07/1978. Disponível em: http://www.engetecno.com.br/port/legislacao/cereais_farinhas.htm. Acesso em: agosto/2010.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Diário Oficial da União. Portaria nº 554, de 30 de agosto de 1995. Norma de identidade, qualidade, apresentação, embalagem, armazenamento e transporte da farinha de mandioca**. Brasília, DF. Agosto, 1995.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Diário Oficial da União. Resolução nº 360. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados**. Brasília, DF. Dezembro, 2003.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC), nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) para proteína, vitaminas e minerais**. Brasília, DF, 2005.

BRINATTI, A. M. **Uso das Espectroscopias e difração de raios-X aplicadas á caracterização mineralográfica dos solos**. 2001. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001. 194p.

BRITTON, G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **FASEB Journal**, v. 9, p. 1551-1558, 1995.

BUENO, R. O. G. **Características de Qualidade de Biscoitos e Barra de Cereais Ricos em Fibra Alimentar a partir de Farinha de Semente e Polpa de Nêspera**. 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. 103p.

BULÉON, A. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.23, p.85-112, 1998.

CALLEGARO, M. da G. K; DUTRA, C. B; HUBER, L. S; BECKER, L. V; ROSA, C. S. da; KUBOTA, E. H; HECKTHEUR, L. H. Determinação de fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 271-274, abril-junho, 2005.

CALVO, I. M. **Usos Culinarios del Chontaduro. Instituto Vallecano de Investigaciones Científicas**, Gobernación de Valle de Cauca, Cali, Colombia. 1981.

CANESQUI, A. M. Antropologia e Nutrição. **Revista de Saúde Pública**, v. 22, n. 3, p. 207-16, 1988.

CARDOSO FILHO, N. **Efeito de Algumas Variáveis no Processo de Extrusão e nas Características Funcionais da Farinha de Feijão Comum**. 1993. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993. 128p.

CARREIRA, R. L; RAMOS, C. S; VASCONCELOS, A. B. de; SANTORO, M. M; SILVESTRE, M. A. P. C. Efeito de parâmetros hidrolíticos na obtenção de hidrolisados proteicos de farinha de trigo com baixo teor de fenilalanina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2009.

CARVALHO, O. T. de. **Carotenóides e Composição Centesimal de Ervilhas (Pisum savitum L.) Cruas e Processadas**. 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. 93p.

CARVALHO, R. V; ASCHERI, J. L. R; CAL-VIDAL, J. Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de extrusados (3G) de misturas de farinhas de trigo, arroz e banana. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 1006-1018, 2002.

CARVALHO, A. V; VASCONCELOS, M. A. M. de; SILVA, P. A; ASSIS, G. T; ASCHERI, J. L. R. Caracterização tecnológica de extrusados de terceira geração à base de farinhas de mandioca e pupunha. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 995-1003, 2010.

CAVALCANTE, P. B. **Frutos Comestíveis da Amazônia**. 5. ed. Belém: Edição CEJUP, 1991. 279p.

CAVALCANTI, M. L. F. Fibras alimentares. **Revista de Nutrição**, n.2, p.88-97, 1989.

CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 67-80, 2006.

CEREDA, M. P. Produtos e subprodutos. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Processamento e utilização da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 17-60, 2005.

CEREDA, M. P; CHUZEL, G. C; VILPOUX, O; NUNES, O. L. G. da S. **Biotecnologia industrial. In: Modificação de fécula por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher. p.413-460, 2001.

CEREDA, M. P; DAIUTO, E. R; VILPOUX, O. Metodologia de determinação de amido digestão ácida em microondas. **Revista ABAM**, v. 2, n. 8, p. 1-29, 2004.

CEREDA, M. P; VILPOUX, O. F. **Tecnologias, Usos e Potencialidades de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 3, 2003. 711p.

CHAUD, S. G; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais (tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e das frações glicana, manana e glicoproteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 369-379, 2006.

CHAVEZ, J. M; PECHNINK, E; MATOSSO, L. V. Pupunha (*Guilielma speciosa* Mart.). Estudo da constituição química e do valor alimentício. **Instituto de Nutrição**. Trabalho e Pesquisa (Brasil), n. 3, p. 209-216, 1979.

CHISTÉ, R. C; COHEN, K de O. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 861-864, 2006.

CHISTÉ, R. C; COHEN, K de O. Caracterização físico-química da farinha de mandioca do grupo d'água comercializada na cidade de Belém, Pará. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 04, n. 01, p. 91-99, 2010.

CHOU, D. H; MORR, C. V. Protein-water interactions and functional properties. v. 56, n. 1, p. 53A-62A, 1979. In: SEIBEL, N. F; BELÉIA, A. D. P. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 113-122, 2009.

COMMISSION INTERNATIONALE D'ECLAIRAGE – CIE. **Determinação do sistema de cores L*, a* e b***, 1976.

CLEMENT, C. R. Domestication of the Pejibaye Palm (*Bactris gasipaes*): Past and Present. **Advances in Economic Botany**, n. 6, 1988.

_____. Pupunha: uma árvore domesticada. Amazônia. **Revista Ciência Hoje**. Volume especial. p. 43-47, dezembro, 1991.

_____. **Revista da Pupunha**. Pupunha-net. Disponível em: <http://www.inpa.gov.br/pupunha/revista/clement-intro.html#farinha>. Acesso em: agosto/2010.

CLEMENT, C. R.; AGUIAR, J. P. L.; ARKCOLL, D. B. Composição Química do Mesocarpo e do Óleo de Três Populações de Pupunha (*Bactris gasipaes*) do Rio Solimões, Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 20, n. 1, p. 115-118, 1998.

CLEMENT, C. R.; MORA URPI, J. Pejibaye palm (*Bactris gasipaes*, Arecaceae): multi-use potential for the lowland humid tropics. *Economic Botany*, v. 41, n. 2, p. 302-311, 1987.

CLEMENT, C.R.; YUYAMA, K.; CHÁVEZ FLORES, W. B. **Recursos genéticos de pupunha**. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. p. 143-187, 2001.

CLEMENT, C. R.; PÉREZ, L. E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial as palmeiras no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. *Agrociências*, Montevideo, v. 9, n. 1-2, p. 67-71, 2005.

CÓRDOVA, K. R. V.; GAMA, T. M. M. T. B.; WINTER, C. M. G.; NETO, G. K.; FREITAS, R. J. S. de. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa degener) obtida por secagem. *B.CEPPA*, Curitiba, v. 23, n. 2, 2005.

CORRÊA, P. C.; JUNIOR, P. C. A.; STRINGHETA, P. C.; CARDOSO, J. B. Equilíbrio higroscópico e atividade de água para o ovo integral processado em "Spray Dryer". **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 15-22, 2002.

COSTA, M. das G. da; SOUZA, E. L. de; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade Tecnológica de Grãos e Farinhas de Trigo Nacionais e Importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 220-225, 2008.

Coopération Européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique – COST. **Methods for the Determination of Vitamins in Food**. Edited by BRUBACHER, G.; MÜLLER-MULOT, W.; SOUTHGATE, D. A. T. Elsevier Applied Science Publishers, London. p. 23-32, 1991.

CRANE, J. H. **Pejibaye (Peach Palm) Growing in the Florida Home Landscape**. University of Florida. IFAS Extension, 2006. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS31200.pdf>. Acesso em: setembro/2010.

CRUZ, P. J. F. 1993. **Comparación de harina de chontaduro entero (*Bactris gasipaes* H.B.K.) contra alimentos balanceados y maíz amarillo**. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA E INDUSTRIALIZACION DEL PIJUAYO, 4, 1991, Iquitos. **4. Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo**. San José: Universidad de Costa Rica. p. 293-294, 1993.

DEBIER, C; KOVACS, C; LYDERSEN, C; MIGNOLET, E; LARONDELLE, Y. Vitamin E and vitamin A contents, fatty acid profiles, and gross composition of harp and hooded seal milk through lactation. **Canadian Journal of Zoology**, n. 77, p. 952-958, 1999.

DEENIK, J; ARES, A; YOST, R. S. Fertilization response and nutrient diagnosis in peach palm (*Bactris gasipaes*): a review. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, n. 56, p. 195-20, 2000.

DENARDIN, C. C. Influência do teor de amilose e beneficiamento do arroz na resposta biológica de ratos. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade de Santa Maria. Santa Maria, 2008. 162p.

DENARDIN, C. C; SILVA, L. P. da. Estrutura dos Grânulos de Amido e sua Relação com Propriedades Físico-Químicas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 945-954, 2009.

DERIVI, S. C. N; MENDEZ, M. H. M. Uma visão retrospectiva da fibra e doenças cardiovasculares. In: LAJOLO, F. M; SAURA-CALIXTO, F; PENNA, E. W; MENEZES, E. W. (Ed.). *Fibra dietética en Iberoamerica: tecnologia y salud*. São Paulo: Livraria Varela, 2001, Cap. 30, p. 411-430.

DIAS, L. T; LEONEL, M. Caracterização Físico-Química De Farinhas De Mandioca De Diferentes Localidades Do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.

EGGUM, B. O. et al. The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. **Journal of Cereal Science**, n. 18, p. 159-170, 1993.

ELIAS, F. O; CAPITANI, C. D; MOLINA, S; AÑON, M. C; PACHECO, M. T. B. Propriedades emulsificantes de complexos de proteínas de soro de leite com polissacarídeos. **Brazilian Journal of Food Technology**, janeiro, 2006.

ELIASSON, A. C. **Carbohydrates in food**. New York: Marcel Dekker, 1996. 664p.

ELIASSON, A. C. **Starch in food – Structure, function and applications**. New York: Boca Raton, CRC, 2004. 605p.

ELLIS, R. P; COCHRANE, M. P; DALE, M. F. B; DUFFUS, C. M; LYNN, A; MORRISON, I. M; PRENTICE, R. D. M; SWANSTON, J. S; TILLER, S. A. Starch production and industrial use. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.77, n.3, july, 1998.

ELIZALDE, B. E; PILOSOFF, A. M. R; BARTHOLOMAI, G. B. Prediction of emulsion instability from emulsion composition and physicochemical properties of proteins. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 1, p. 116-1, 1991.

ELKHALIFA, A. E. O; SCHIFFLER, B; BERNHARDT, R. Effect of fermentation on the functional properties of sorghum flour. **Food Chemistry**, n. 92, p. 1-5, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaFormoso/Processamento.htm>. Acesso em: março/2011;

ENGLYST, H. N; HUDSON, G. J. The classification and measurement of dietary carbohydrates. *Food Chemistry*, v. 57, n. 1, p. 15-21, 1996.

ENGLYST, H.N. et al. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, n. 46, p. S33-S50, 1992.

FEILLET, P. AUTRAN, J. C; VERNIÈRE, C.I. Pasta brownness: an assessment. **Journal Cereal Science**, n. 32, p. 215-233, 2000.

FENNEMA, P. O. R; DAMODARAN, S. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Editora Artmed. 2010. 900p.

FERNANDEZ-PIEDRA, M; BLANCO-METZLER, A; MORA-URPÍ, J. Contenido de ácidos grasos em cuatro poblaciones de pejibaye, *Bactris gasipaes* (Palmae). **Revista de Biología Tropical**, v. 43, n. ¼, p. 61-66, 1995.

FERNANDES, A. F; PEREIRA, J. GERMANI, R; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. Supl., p. 56-65, dezembro, 2008.

FERREIRA, C. D; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, n. 2, p. 251-255, 2003.

FERREIRA NETO, C. J; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandiocas temperadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 795-802, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Informe del taller CTPD sobre produccion y manejo de datos de composicion química de alimentos en nutricion de america latina**. Santiago do Chile, 1995. 36p.

_____. **Los Carboidratos en la nutrición humana**. Consulta FAO/OMS. Roma, p.78-79, 1999.

FOOD AND NUTRITION BOARD. **Dietary Reference Intakes: RDA and AI for vitamins and elements**. 2001. National Academy of Sciences. Institute of Medicine. Disponível em: http://iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/RDA%20and%20AIs_Vitamin%20and%20Elements.pdf. Acesso em: junho/2011.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9. ed. São Paulo: Editora Atheneu. 2003. 307p.

FRANCO, L. M. C; DAIUTO, R. E; DEMIATE, M. I. **Propriedades gerais do amido**. Fundação Cargil, volume 1, 2002.

- FRANKS, F. Water, Ice and Solutions of Simple Molecules. In: DUCKWORTH, R. B. **Water Relations of Foods**. Academic Press Inc. London, 1975. 715p.
- FREITAS, M. C. J; TAVARES, D de Q. Caracterização do grânulo de amido de bananas (*Musa* AAA-Nanicão e *Musa* AAB-Terra). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 217-222, abril-junho, 2005.
- GRANFELDT, Y. E; DREWS, A. W; BJORCK, I. M. E. Starch bioavailability in arepas from ordinary or high amylose corn: concentration and gastrointestinal fate of resistant starch in rats. **Journal of Nutrition**, n. 123, p. 1676-84, 1993.
- GERMANI, R; BENASSI, V. T; CARVALHO, J. L. V. **Métodos de avaliação de grãos e farinha de trigo**. Rio de Janeiro: Embrapa. Documentos, n. 28, 1997. 84p.
- GIRALDO-ZUNIGA, A. D; ARÉVALO-PINEDO, A; SILVA, A. F; SILVA, P. F; VALDES-SERRA, J. C; PAVLAK, M. C. de M. Datos experimentales de la cinética del secado y del modelo matemático para pulpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) en rodajas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 179-182, 2010.
- GOKMEN, V; SENYUVA, H. Z. Study of colour and acrylamide formation in coffee, wheat flour and potato chips during heating. **Food Chemistry**, n. 99, p. 238-243, 2006.
- GOMES, J. B. M. **Pupunheira: uma planta alternativa para produção racional de palmito**. **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**, v. 5, n. 3, p. 14-16, 1996.
- GONÇALVES, L. A. G. **Contribuição à determinação estequiométrica de açúcares redutores**. 1988. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 1988. 130p.
- GOÑI, I. et al. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chemistry**, n. 56, p. 445-449, 1996.
- GUIMARÃES, M. M; SILVA, M. S. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 817-821, outubro-dezembro, 2008.
- HERNÁNDEZ, E. C. **Evaluación de la diversidad genética de cultivares regionales y locales de pejibaye (*Bactris gasipaes*) utilizando marcadores moleculares (RAPDS y AFLPS)**. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidad de Costa Rica, 2004.
- HERNÁNDEZ, T; HERNÁNDEZ, A; MARTÍNEZ, C. Fibra alimentaria. Concepto, propiedades y metodos de analisis. **Alimentaria**, p.19-30, 1995.
- HOSENEY, R.C. **Principles of Cereal Science and Technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, AACC, p.76-87, 1990.
- HUAI, X. L; PENG, X. F; WANG, G. X; LIU, D. Y. Multi-phase flow and drying characteristics in a semi-circular impinging stream dryer. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, n. 46, p. 3061-3067, 2003.

HURST, J. **Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals**. Functional Foods and Nutraceuticals Series. CRC Press LLC, 2002. 400p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. IV edição. 1. edição digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed., Brasília, 2005.

JOHANNESSEN, C. L. Pejibaye Palm: Physical and Chemical Analysis of the Fruit. **Economic Botany**, v. 21, n. 4, p. 371-377, 1967.

KAYBERS, T; FERREIRA, D. T. L. Análise da Qualidade reológica da farinha de trigo de cinco cultivares em duas épocas de semeadura no município de Palotina em 2007. Disponível em: <http://www.fag.edu.br/trigo/arquivos/tiagokaybers.pdf>. Acesso: março/2011;

KERR, L. S; CLEMENT, R; CLEMENT, C. R; KERR, W. E. **Cozinhando com a Pupunha**. 1a edição. Manaus: INPA, 1997. 95 p.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; YOKOYAMA, S. M. Cultivar differences and geographic effects on the carotenoid composition and vitamin A value of papaya. **Lebens. Wissen. Technology**, v. 24, n. 5, p. 415-418, 1991.

KOMPANY, E; ALLAF, K; BOUVIER, J. M; GUIGON, P. **New drying method of fruits and vegetables. Quality improvement of the final product**. In: 7th International Drying Symposium, p.1722-1729, 1990.

LACERDA, L. G. **Uso de técnicas termoanalíticas na caracterização de hidrólise enzimática parcial de amidos de matérias primas tropicais**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Mato Grosso do Sul, 2006.

LANE, J. H; EYNON. L. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator. **Norman Rodge**, London. 1934. 8p.

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

LAJOLO, F. M; SAURA-CALIXTO, F. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Varela Editora e Livraria Ltda., São Paulo, 2001. 469p.

LEHNINGER. **Princípios de Bioquímica**. 4 ed. Ed: Sarvier. 2008.

LEÓN, K; MARY, D; PEDRESCHI, F; LEÓN, J. Color measurement in $L^* a^* b^*$ units from RGB digital images. **Food Research International**, n. 39, p. 1084-1091, 2006.

LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amido de diferentes fontes botânicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.03, p.579-588, julho/setembro, 2007.

LIMA, C. H. A. M. **Efeitos da cultivar e do tempo de cocção em alguns constituintes e isotermas de adsorção de farinhas de arroz.** 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2009. 62p.

LIMA, A. L. S.; LIMA, K. S. C.; COELHO, M. J.; SILVA, J. M. GODOY, R. L. de O.; PACHECO, S. Avaliação dos efeitos da radiação gama dos teores de carotenóides, ácido ascórbico e açúcares do fruto Buriti do Brejo (*Mauritia flexuosa* L.). **Acta Amazonica**. v. 39, n. 3, p. 649-654, 2009.

LIMBERGER, V. M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T.; COMARELA, C. G.; PATIAS, L. D. Modificação química e física do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 84-88, 2008.

LINS, R. T. **Determinação de tocoferóis e carotenóides em frutas amazônicas: implantação de uma metodologia.** 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará (UFPA). 2006. 79p.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. de L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**, v. 16, n. 2, 2003.

LORENZI, HARRI. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa, SP: Ed. Plantarum, 1992.

LOUREIRO, L. M. **Elaboração de bases alimentícias proteicas utilizando farinha de banana verde.** 2010. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém – PA, 2010. 94p.

MAGALHÃES, L. A. M.; LIMA, M. da P.; MARINHO, H. A.; FERREIRA, A. G. Identificação de bergenina e carotenóides no fruto de uchi (*Endopleura uchi*, Humiriaceae). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 447-450, 2007.

MAIA, L. H.; WANG, S. H.; ASCHERI, J. L. R.; CABRAL, L. C.; FERNANDES, M. S. Viscosidade de pasta, absorção de água e índice de solubilidade em água dos mingaus desidratados de arroz e soja. 1999. Disponível em: http://200.189.113.123/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/veiculos_de_comunicacao/CTA/VOL19N3/VOL19N3_16.PDF . Acesso em: setembro/2010;

MARQUES, P. A. A.; COELHO, R. D. Estudo da viabilidade econômica da irrigação da pupunheira (*Bactris gasipaes* H. B. K.) para Ilha Solteira – SP, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 291-297, 2003.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, p. 50-55, 2000.

MEGAZYME. **Amylose/Amylopectin: assay procedure (K-AMYL 04/06) – for the measurement of the amylose and amylopectin contents of starch.** Megazyme International Ireland, 2006.

METZLER, A. B.; MONTEIRO CAMPOS, M.; FERNÁNDEZ PIEDRA, M.; MORA-URPÍ, J. Pejibaye Palm Fruit Contribution to Human Nutrition. **Principes**, v. 36, n. 2, p. 66-69, 1992.

MEYER, K. A; KUSHI, L. H; JACOBS, D. R. JR; SLAVIN, J; SELLERS, T. A; FOLSOM, A. R. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, p. 921-930, 2000.

MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry**. v. 31, n. 3, 1959.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. MINOLTA, Co. Ltd., 1994.

MORA-URPÍ, J; CLEMENT, C. R. Races and populations of Peach Palm found in the Amazon basin. In: CLEMENT, C. R. **Final report, Peach Palm** (*Bactris gasipaes* H. B. K) **Germoplasm Bank**. Costa Rica. p. 107-141, 1985.

MORAES NETO, J. M. de; CIRNE, L. E. da M. R; PEDROZA, J. P; SILVA, M. G. da. Componentes químicos da farinha de banana (musa sp.) obtida por meio de secagem natural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 316-318, 1998.

MORO, J. R. **A Cultura da Pupunha para Produção de Palmito**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Anais do I Encontro Paranaense sobre palmitos cultivados: O Agronegócio Pupunha e Palmeira Real, 2004.

MORRISSEY, P. A.; MULVIHILL, D. M.; O'NEILL, M. O. Functional Properties of Muscle Proteins. In: **Developments in Food Proteins**, cap. 5, p. 195-256, London: Blackie Academic & Professional, 1982.

MUIR, J. G; O'DEA, K. Validation of an in vitro assay for predicting the amount of starch that escapes digestion in the small intestine of humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, n. 57, p. 540-546, 1993.

MUNSELL, H. E; WILLIAMS, L. O; GUILD, L. P; TROESCHER, C. B. NIGHTNGALE, G; HARRIS, R. Composition of food plants of Central America. I. Honduras. **Food Research**, v. 14, n. 1, p. 144-164, 1949.

MYERS, R. R; KNAUSS, C. J. Mechanical properties of starch pastes. In: WHISTLER, R. L; PASCHALL, E. F. **Starch: Chemistry and Technology**. Volume 1. Academic Press. Nova York, 1965.

NAGODAWITHANA, T.W. Yeast-derived flavor and flavor enhancers and their probable mode of action. **Food Technology**, Chicago, v. 46, n. 11, p. 138-144, 1992.

NETO, J. T. F; SOUZA, L. L de; SANTOS, G. B. **Análise genética de progênies de pupunheira** (*Bactris gasipaes*) **da raça Putumayo**. In: 1º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2001.

OATES, C. G. Towards and understanding of starch granule structure and hydrolysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, p. 375-382, 1997. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VHY-3WJDVT5-25&_user=687358&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_view=c&_acct=C000037899

[&_version=1&_urlVersion=0&_userid=687358&md5=c487f3b961e27c3802dd02cb1b77e31a](#). Acesso em: abril/2011;

OHR, L. M. Fortifying with fiber. **Food Technology**, v. 58, n. 2, p. 71-75, 2004.

OLAYINKA, O. O; ADEBOWALE, K. O.; OLU-OWOLABI, B. I. Effect of heat-moisture treatment on physicochemical properties of white sorghum starch. **Food Hydrocolloids**, Kidlington Oxford, v. 22, n. 2, p. 225-230, 2008.

OLIVEIRA, A. N. de; OLIVEIRA, L. A. de; ANDRADE, J. S; CHAGAS-JÚNIOR, A. F. Produção de amilase por rizóbios, usando farinha de pupunha como substrato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 61-66, 2007.

OLIVEIRA, L. da C; GUTKOSKI, L. C; ELIAS, M. C; MAZZUTTI, S; AOSANI, E; ROCHA, J. C da. Efeito da temperatura de secagem na qualidade de grãos de aveia branca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 313-319, 2010.

OLIVEIRA, L. P; MAEDA, R; SOUZA, J. A; PEREIRA JÚNIOR, N; CARVALHO, S. M. da S; ASTOLFI FILHO, S. Processamento Fermentativo para produção de bebida alcoólica. **Biociência e Desenvolvimento**. Disponível em: http://www.novastecnologias.com.br/revista/bio19/19_10.pdf. Acesso em outubro/2010;

ORTOLAN, F. **Genótipos de trigo do Paraná – Safra 2004: Caracterização e fatores relacionados à alteração de cor de farinha**. 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2006. 124p.

ORTOLAN, F; HECKTHEUER, L. H; MIRANDA, M. Z. de. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4°C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2008.

PAN, Y. K; WU, H; LI, Z. Y; MUJUMDAR, A. S; KUDRA, T. Effect of a tempering period on drying of carrot in a vibro-fluidized bed. **Drying Technology**, New York, v. 15, n. 6-8, p. 2037-2043, 1997.

PARK, K. J; ANTONIO, G. C; OLIVEIRA, R. A. de; PARK, K. J. B. **Seleção de Processos e equipamentos de secagem**. XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, 2006.

PARK, K. J; TUBONI, C. T; OLIVEIRA, R. A. de; PARK, K. J. B. Estudo da secagem de caqui giombo com encolhimento e sem encolhimento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 71-86, 2004.

PARK, K. J; YADO, M. K. M; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus sp.*) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, setembro-dezembro, 2001.

PELEGRINE, D. H. G; GASPARETTO, C. A. Estudo da solubilidade das proteínas da clara do ovo em função da temperatura e do pH. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 2, 2003.

PENTEADO, M. D. V. C; ALMEIDA L. B. Ocorrência de carotenóides em raízes de cinco cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) do Estado de São Paulo. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade São Paulo**, v. 24, n. 1, p. 39-49, 1988.

PEREIRA, B. L. B; LEONEL, M. **Avaliação do teor de amido resistente em produtos comerciais à base de mandioca.** In: VI Seminário de Integração de Pesquisa do Cerat. Botucatu. Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu: CERAT/UNESP, p. 12-19, 2008.

PEREZ, P. M. P; GERMANI, R. Farinhas mistas de trigo e berinjela: Características físicas e químicas. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 15-24, 2004.

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

PERU. Boletim. Secretaria Pró-Tempore. **Cultivo de Frutales Nativos Amazonicos. Manual para El Extensionista.** Tratado de Coperacion Amazonica. Lima, 1997. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/18988919/Cultivo-de-Frutales-Nativos-Amazonicos>. Acesso em: novembro/2009.

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia.** 2. ed. Revisada e atual. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. 334p.

PESKE, S. T; LUCCA, O. A; BARROS, A. C. S. A. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. Pelotas: UFPel, 2006. 545p.

PIEDRA, M. F; BLANCO-METZLER, A; MORA URPI, J. **Contenido de Ácidos Grasos em Cuatro Poblaciones de Pejibaye, *Bactris gasipaes* (Palmae).** Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza em Nutrición y Salud (INCIENSA). Noviembre, 1994.

PIEDRAHITA, C. **Conservación de los frutos de la palma chontaduro (*Bactris gasipaes*, H.B.K).** In: **4. Congreso Internacional Sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo**, San José: Universidad de Costa Rica. p. 431-436, 1993.

PINEDO, A. A. **Secagem a vácuo de cenoura (*Daucus carota*) e abóbora (*Cucúrbita máxima*): estudo das características do processo.** 2003. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2003.

PROTZEK, E. C; FREITAS, R. J. S. de; WASCZYNSKJ, N. Aproveitamento do bagaço de maçã na elaboração de biscoitos ricos em fibra alimentar. **B. CEPPA**, v. 16, n. 2, p. 263-275, 1998.

RAGHAVENDRA, S. N; RASTOGI, N. K; RAGHAVARAO, K. S. M. S; THARANATHAN, R. N. Dietary fiber from coconut residue: effects of different treatments and particle size on the hydration properties. **European Food Research and Technology**, n. 218, p. 563-567, 2004.

RAMÍREZ, M. G. L; SATYANARAYANA, K. G; IWAKIRI, S; MUNIZ, G. B; TANOBE, V; FLORES-SAHAGUN, T. S. Study of the properties of biocomposites. Part I. Cassava starch-green coir fibers from Brazil. **Carbohydrate Polymers**, 2011.

RAUPP, D. S; CARRIJO, K. C. R; COSTA, L. L. F; MENDES, S. D. C; BANZATTO, D. A. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polpa-refinada de maçã. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, 2000.

RAUPP, D.S; MOREIRA, S. S; BANZATTO, D. A; SGARBIERI, V. C. Composição e propriedades fisiológico-nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de feccularia de mandioca. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 19, n. 2, maio-agosto, 1999.

RAYMOND, W. D; SQUIRES, J. A. Peva of peach palm nuts from Trinidad. *Revista Colonial Plant and animal products*, v. 2, n. 3, p. 203-205, 1951.

RIZZI, A. C; PASSOS, M. L; FREIRE, J. T. Modeling and simulating the drying of grass seeds (*brachiaria brizantha*) in fluidized beds: evaluation of heat transfer coefficients. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v. 26, n. 3, p. 545-554, 2009.

ROBERTSON, J. A; MONREDON, F. D de; DYSSSELER, P; GUILLON, F; AMADO, R; THIBAUT, J. F. Hydration Properties of Dietary Fibre and Resistant Starch: a European Collaborative Study. **Lebensm.-Wiss. u.-Technology**, n. 33, p. 72-79, 2000.

ROCHA, T. de S; CARNEIRO, A. P. de A; FRANCO, C. M. L. Effect of enzymatic hydrolysis on some physicochemical properties of root and tuber granular starches. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 2, p. 544-551, 2010.

ROCHE. Vitamina A. Disponível em:
<http://www.roche.pt/vitaminas/vitamina/a.cfm>. Acesso em: agosto/2010;

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoides y preparación de alimentos: La retencion de los carotenoides provitamina A em alimentos preparados, procesados y almacenados. OMNI: USA, 1999. 99p.

SGARBIERI, V. C. Proteínas em alimentos proteicos: propriedades, degradação e modificações. São Paulo: Varela, 1999.

SAMBUCETTI, M. E; ZULETA, A. Resistant starch in dietary fiber values measured by the AOAC method in different cereals. *Cereal Chemistry*, v. 73, n. 6, p. 759-761, 1996.

SANTOS, C. T. Farinha da semente de jaca: caracterização físico-química e propriedades funcionais. 2009. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Dissertação (Mestrado). Engenharia de Alimentos. Itapetinga (BA), 2009. 73p.

SEIBEL, N. F; BELÉIA, A. del P. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max (L.) Merrill*]: carboidratos e proteínas. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 12, n. 2, p. 113-122, 2009.

SENTANIN, M. A; AMAYA, D. B. R. Teores de Carotenóides em Mamão e Pêssego Determinados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 13-19, 2007.

SHANLEY, P; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 304p.

SHINAGAWA, F. B. **Avaliação das características bioquímicas da polpa de mamão (*Carica papaya* L.) processada por alta pressão hidrostática**. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. 135p.

SILVA, J. J. **Avaliação Mercadológica e de Produção Agrícola, visando a Proposição de Sistemas Agroflorestais para a Mesorregião Sudoeste de Mato Grosso do Sul**. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS, 2008.

SILVA, M. G. C. P. C. **Cultivo da Pupunheira: Boletim Informativo**, p. 7-17, 1997.
Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/CULTIVO%20DA%20PUPUNHEIRA.pdf>.
Acesso em: novembro/2009.

SILVA, J. S; AFONSO, A. D. L; GUIMARÃES, A. C. Estudos dos métodos de secagem. In: SILVA, J. de S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, p.105-143, 1995.

SILVA, W. G; AMELLOTTI, G. Composizione della sostanza grassa del frutto dil Guilielma speciosa (pupunha). **Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse**, v. 5, n. 6, p. 767-770, 1983.

SILVA, R. F. de; ASCHERI, J. L. R; PEREIRA, R. G. F. A; MODESTA, R. C. D. Aceitabilidade de biscoitos e bolos a base de arroz com café extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 815-819, 2009.

SILVA, J. B. F da; CLEMENT, C. R. Wild Pejibaye (*Bactris gasipaes*, Kunth var. *chichagui*) in Southeastern Amazonia. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 2, p. 281-284, 2005.

SILVA, R. do N; MONTEIRO, V. N; ALCANFOR, J. X; ASSIS, E. M; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, setembro/dezembro. 2003.

SILVA; BORA, J. B da; PUSHKAR SINGH & NETO; QUEIROGA, V. Caracterização de propriedades funcionais do isolado protéico de sementes de algaroba (*Prosopis juliflora* (sw) d.c.) modificado por acetilação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 3, 1997.

SILVA, J. E. L; SOUZA, A das G. C de. **Fruticultura: Castanha-do-Brasil e Pupunha (*Bactris gasipaes* H. B.)**. Manaus: EMBRAPA. Amazônia Ocidental. Não paginado. il, 2002.

SILVA, G. de O. da; TAKIZAWA, F. F; PEDROSO, R. A; FRANCO, C. M. L; LEONEL, M; SARMENTO, B. S; DEMIATE, I. M. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 188-197, 2006.

SILVA, M. C; THIRÉ, R. M. S. M; PITA, V. J. R. R; CARVALHO, C. W. P; ANDRADE, C. T. Processamento de amido de milho em câmara de mistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 303-310, abril-junho, 2004.

SILVESTRE, SILVA. **Frutas Brasil frutas**. São Paulo. Empresa das Artes, 2005. 321p.

SIMAS, K. N. de. **Resíduo do Processamento da Palmeira-Real (*Archontophoenix alexandrea*) Orgânica: Caracterização Físico-Química, Aplicação em Biscoitos Fibrosos sem Glúten e Avaliação Sensorial pelo Consumidor Celíaco**. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, 2008.

SOARES, A. K. M. C. **Aminoácidos**. Universidade Potiguar – UnP, Bioquímica (2008). Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/2216509/Estudo-Dirigido-Aminoacidos>. Acesso: agosto/2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. IV Diretriz Brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, b. 88, supl. 1, São Paulo, abril, 2007.

SOUZA, J. M. L. de; ÁLVARES, V. de S; LEITE, F. M. N; REIS, F. S; FELISBERTO, F. A. V. Caracterização físico-química de farinhas oriundas de variedades de mandioca utilizadas no vale do Juruá, Acre. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 4, p. 761-766, 2008.

SOUZA, J. M. L. de; ÁLVARES, V. de S; LEITE, F. M. N; REIS, F. S; FELISBERTO, F. A. V. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 907-912, 2008.

SOUZA, R. C. R; ANDRADE, C. T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 24-30, 2000.

SOUZA; M. W. S. de; FERREIRA, T. B. O; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição. Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 19, n. 1, p. 33-36, 2008.

SOUZA, L. B; LEONEL, M. Efeito da concentração de fibra e parâmetros operacionais de extrusão sobre as propriedades de pasta de mistura de fécula de mandioca e polpa cítrica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 686-692, julho-setembro, 2010.

SOUZA, R. M. D; MACHADO, C. M. M; MORETTI, C. L. Determinação dos teores de açúcares totais e redutores durante o processo de secagem em diferentes temperaturas de resíduos do processamento mínimo de minicenouras. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, julho-agosto, 2008.

SOUZA, M. B; PIRES, K. M. dos S; ALENCAR, D. B; SAMPAIO, A. H; SAKER-SAMPAIO, S. α -, β -caroteno e α -tocoferol em algas marinhas in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 953-958, 2008.

SPACKMAN D. C; STEIN W. H; MOORE S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of aminoacids. **Anal Biochemistry** n. 30, p. 1190-1206, 1958.

STARK, J. R; LYNN, A. Biochemistry of plant polysaccharides: starch granules large and small. **Biochemical Society Transactions**, v. 20, p. 7-12, 1992.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. NEPA/UNICAMP, Versão II – 2 ed. Campinas, São Paulo, 2006. 113p.

TEDRUS, G. de A. S; ORMENSE, R. de C. C; SPERANZA, S. M; CHANG, Y. K; BUSTOS, F. M. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 20-25, 2001.

THEBAUDIN, J. Y; LEFEBVRE, A. C; HARRINGTON, M; BOURGEOIS, C. M. Dietary fibres: nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, p. 41-48, 1997.

TEIXEIRA, M. A. V; CIACCO, C. F; TAVARES, D. Q; BONEZZI, A. N. Ocorrência e caracterização do amido resistente em amidos de milho e de banana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, 1998.

TESTER, R. F; MORRISON, W. R. Swelling and gelatinization of cereal starches. II. Waxy rice starches. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 67, n. 6, p. 558-563, 1990.

TESTER, R. F. et al. Starch – composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, v. 39, p. 151-165, 2004. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WHK-4BNMH9W-4&_user=687358&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_view=_acct=C000037899&_version=1&_urlVersion=0&_userid=687358&_md5=af13c384207409ca760f595fa217b8bd.

Acesso em: março/2011.

TORRES, D. E. G. **Caracterização Físico-Química do Fruto e da Fração Lipídica do Mesocarpo de Três Raças de Pupunheira (*Bactris gasipaes* H. B. K), Mantidos no Banco Ativo de Germoplasma do INPA – Manaus – AM.** 1989. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos e Nutrição. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, AM, 1989. 81p.

TRÊS, M. V; FRANCHESCHI, E; BORGES, G. R; DARIVA, C; CORAZZA, F. de C; OLIVEIRA, J. V; CORAZZA, M. L. Influência da temperatura na solubilidade de b-caroteno em solventes orgânicos à pressão ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, 2007.

TROMBINI, F. R. M; LEONEL, M; SUMAN, P. **Propriedades de pasta de misturas de fécula, farelo de mandioca e farinha de soja para uso em extrusão.** In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, Botucatu, 2009.

UVAROVA, M. L. **Influência da Lipofilização sobre as Propriedades Funcionais das Proteínas de Palmiste (*Elaeis guineensis*) e de Algodão (*Gossypium herbaceum*).** 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2004. 96p.

VAINIO, H; BIANCHINI, F. **IARC Handbooks of Cancer Prevention.** International Agency for Research on Cancer. World Health Organization. Ed. IACR, vol. 8. Lyon, 2003.

VANDEPUTTE, G. E; DELCOUR, J. A. From Sucrose to Starch Granule to Starch Physical Behavior: a Focus on Rice Starch. **Carbohydrate Polymers**, n. 58, p. 245-266, 2004.

VERRUMA-BERNARDI, M. R; MORAES, C. W. S; MACHADO, C. A; KAJISHIMA, S; COSTA, E. Q. Análise descritiva quantitativa do palmito de pupunheira. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 4, p. 507-512, 2007.

VERRUMA-BERNARDI, M. R; CAVALCANTI, A. C. D; CEPPA, S. K. Aceitabilidade do palmito de pupunha. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 1, 2003.

WALTER, M; SILVA, L. P; EMANUELLI, T. **Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação.** *Ciência Rural*, v. 35, n. 4, 2005.

WANG, H. L; CAVINS, J. F. **Yield and amino acid composition of fractions obtained during tofu production.** *Cereal Chemistry*, v.66, p. 359-361, 1989.

WEFFORT; LAMOUNIER, 2009. **Nutrição em Pediatria.**

WHISTLER, R. L; BEMILLER, J. M; PASCHALL, E. F. **Starch, Chemistry and Technology.** 2 ed. London: Academic Press Inc. volumes 1 e 2, 1984. 718p.

WHO/FAO. **Carbohydrates in human nutrition.** Rome: FAO (FAO Food and Nutrition Paper no. 66), 1998.

WILLIAMS, P. C; KUZINA, F. D; HLYNKA, I. A. A rapid colorimetric method for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chemistry*, v. 47, n. 4, p. 411-421, 1970.

WOLFROM, M. L; THOMPSON, A. Acetylation. **Methods in Carbohydrates Chemistry**, v. 2, p. 211-215, 1963a.

WOLFROM, M.L.; THOMPSON, A. Reduction with sodium borohydride. **Methods Carbohydrates Chemistry**, v. 2, p. 65-68, 1963b.

YOKOMIZO, G. K. I; NETO, J. T. F. Caracterização fenotípica e genotípica de progênes de pupunheira para palmito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 67-72, 2003.

YUE, P; WARING, S. Resistant starch in food applications. *Cereal Food World*, v. 43, n. 9, p. 690-695, 1998.

YUYAMA, K. **Melhoramento de pupunheira para produção de palmito no INPA.** Reunião Técnica do Projeto de ProBio/MMA *Pupunha 1 – raças primitivas e parentes silvestres*, Manaus, Amazonas, junho, 2005.

YUYAMA, L. 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.

YUYAMA, L. K. O; YONEKURA, L; AGUIAR, J. P. L. SOUSA, R. F. S. Biodisponibilidade de vitamina A da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) em ratos. **Acta Amazonica**, Notas e Comunicações, v. 29, n. 3, p. 497-500, 1999.

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

ZAMBRANO, F; CAMARGO, C. R. O. Amido de Mandioca Modificado Comparado com Substitutos de Gordura Comerciais. **Brazilian Journal Food of Technology**, n. 4, p. 155-161, 2001.

ZAPATA, A. Pejibaye palm from the Pacific coast of Colombia, a detailed chemical analysis. **Economic Botany**, v. 26, n. 2, p. 156-159, 1972.

ZUMBADO, M. E; MURILLO, M. G. Composition and nutritive value of pejibaye (*Bactris gasipaes*) and pejibaye meals for animals. Costa Rica. **Revista Biol. Trop.**, n. 32, p. 51-56, 1983.