**Universidade de São Paulo**
**Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**

# Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais

**Bruno Sanches Rodrigues**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba**
**2010**

**Bruno Sanches Rodrigues**
**Bacharel em Ciências dos Alimentos**

# Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais

Orientadora:
Profa. Dra. **JOCELEM MASTRODI SALGADO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba**
**2010**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Rodrigues, Bruno Sanches
Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais / Bruno Sanches Rodrigues. - - Piracicaba, 2010.
96 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.
Bibliografia.

1. Açai 2. Alimentos funcionais 3. Buriti 4. Cupuaçu 5. Fibras naturais 6. Pão 7. Polpa
Título

CDD 664.752
R696r

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**

**A tudo o que prevalece em nós,**
**dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais José e Armelinda e minha irmã Camila.

À Profa Dra. Jocelem Mastrodi Salgado, pelas experiências e oportunidades oferecidas, com as quais aprendi muito.

À Profa Dra. Solange Guidolin Canniatti Brazaca, Profa Dra. Marta Regina Verruma-Bernardi, Profa Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes, Profa Dra. Silene Bruder Silveira Sarmento e Profa Dra. Marta Helena Fillet Spoto, pelas sugestões para a melhoria do meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias e à Simone Daniela Sartorio pelas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Cláudio Rosa Gallo e à Cecília Helena Nogueira, pela ajuda com as análises microbiológicas.

Ao Prof. Dr. Francisco Antonio Monteiro, pelo auxílio das quantificações de minerais.

À Luciana Kimie Savay da Silva (Já-Era) pela ajuda nas análises de cor instrumental.

À Profa Dra. Marisa Aparecida Bismara Regitano d'Arce pelas correções do inglês.

À Beatriz Helena Giongo pelas correções bibliotecárias.

Aos funcionários do Departamento de Agroindústrias, Alimentos e Nutrição pelas orientações.

Aos amigos de laboratório: Ana Paula, Carlos, Eliane, Evelise, Márcia, Nádia, Natália, Neila, Patrícia, Priscila, Tânia e Vana (e a todos que passaram pelo laboratório nesses longos anos). Sobretudo à Débora Mansi, Raquel e Zilmar, pelo carinho e por estarem sempre presentes.

Ao anjo Andjara e à minha eterna e querida vizinha Juliana (Di-Frent), pelos longos anos de amizade verdadeira.

Aos meus filhos de coração: Cumbuca, Guaráviton, Schweppes e Gengibirra e, *in memoriam*, ao Bolofofo, Costurada, Consuelo, Gordinho, João, Kelf, Lola, Maria, Mateuzinho, Ritinha e Tigelinha que, mesmo tão pequenos, proporcionaram-me tanta alegria.

Aos amigos Esalqueanos, aos quais não vou mencionar nomes por medo de, injustamente, esquecer alguém.

Aos amigos 2X0, Eduardo, Fernanda, PH e Xãdele que, mesmo distantes, estão sempre presentes.

À Gaída, Mariza e Jací, pela ajuda na compra da matéria-prima utilizada nesta pesquisa e à *Beraca do Brasil*, pela doação dos resíduos.

Ao pessoal da *Pink's* Padaria e Confeitaria, André, Andréia, João e Nícholas (o mais novo membro), pela amizade e pela ajuda na elaboração dos pães. E também à Patrícia, minha vizinha.

À CAPES e FEALQ, pelo importantíssimo apoio financeiro.

A todos que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho.

Por fim, em especial ao Diogo Carneiro de Melo, pela ajuda e apoio, seja dentro ou fora do laboratório, dia ou noite. Muito obrigado por tudo.

***"Só se vê bem com o coração.***
***O essencial é invisível para os olhos"***

Antoine de Saint-Exupéry

# SUMÁRIO

RESUMO ..... 11
LISTA DE TABELAS ..... 19
1 INTRODUÇÃO ..... 21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ..... 23
2.1 Alimentos Funcionais ..... 23
2.1.1 Fibras alimentares ..... 25
2.1.2 Papel das fibras na prevenção de doenças ..... 26
2.2 Frutas ..... 28
2.2.1 Açaí ..... 29
2.2.2 Buriti ..... 30
2.2.3 Cupuaçu ..... 32
2.3 Resíduos ..... 34
2.4 Pães ..... 35
3 MATERIAL E MÉTODOS ..... 37
3.1 Caracterização das polpas e resíduos do processamento de açaí, buriti e cupuaçu ..... 38
3.1.1 Preparo das amostras ..... 38
3.1.2 Análises das polpas e resíduos do processamento de açaí, buriti e cupuaçu ..... 39
3.1.2.1 Composição centesimal ..... 39
3.1.2.2 Cor instrumental ..... 40
3.2 Desenvolvimento do produto ..... 41
3.2.1 Pães com farinha de casca de cupuaçu ..... 41
3.2.1.1 Farinha de casca de cupuaçu ..... 41
3.2.1.2 Elaboração dos pães ..... 41
3.2.2 Análises dos pães ..... 43
3.2.2.1 Composição centesimal ..... 44
3.2.2.2 Valor calórico ..... 44
3.2.2.3 Digestibilidade da proteína *in vitro* ..... 44
3.2.2.4 Minerais ..... 45
3.2.2.5 Fenólicos totais ..... 45
3.2.2.6 Ácido fítico ..... 46

3.2.2.7 Taninos ..... 46
3.2.2.8 pH ..... 46
3.2.2.9 Cor instrumental ..... 46
3.2.2.10 Volume ..... 47
3.2.2.11 Análises microbiológicas ..... 47
3.2.2.12 Teste de aceitabilidade dos pães pelos consumidores ..... 48
3.3 Análises estatísticas ..... 50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 50
4.1 Polpas ..... 50
4.1.1 Composição centesimal ..... 50
4.1.2 Cor instrumental das polpas ..... 52
4.2 Resíduos da agroindústria de processamento de açaí, buriti e cupuaçu ..... 53
4.2.1 Caracterização centesimal dos resíduos do processamento de açaí, buriti e cupuaçu ..... 53
4.2.2 Cor instrumental ..... 56
4.3 Pães com farinha de casca de cupuaçu ..... 59
4.3.1 Composição centesimal ..... 60
4.3.2 Valor calórico ..... 64
4.3.3 Digestibilidade protéica *in vitro* ..... 65
4.3.4 Minerais ..... 66
4.3.5 Antinutricionais ..... 68
4.3.6 pH ..... 69
4.3.7 Cor instrumental ..... 70
4.3.8 Volume ..... 72
4.3.9 Análises microbiológicas ..... 74
4.3.10 Teste de aceitabilidade ..... 75
4.3.10.1 Perfil dos provadores ..... 75
4.3.10.2 Cor, aroma, textura e sabor ..... 75
5 CONCLUSÕES ..... 78
REFERÊNCIAS ..... 80

# RESUMO


## Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais

O aumento da produção pela agroindústria, ao mesmo tempo em que proporciona benefícios, gera uma grande quantidade de resíduos que, se não tratados de forma adequada, trazem malefícios à sociedade e ao ambiente. A utilização destes subprodutos diminui custos da produção, aumenta o aproveitamento total do alimento e reduz o impacto ambiental. Dessa forma, alguns subprodutos como cascas, sementes e bagaços podem ser transformados em ingredientes alimentícios. Este trabalho teve como objetivo caracterizar as polpas e os resíduos do processamento de açaí, buriti e cupuaçu, bem como avaliar a melhor fonte de fibras para a elaboração de pães integrais. Os resíduos foram separados em: torta desengordurada de açaí, de buriti e cupuaçu; açaí integral; semente do açaí; endocarpo esclerificado do buriti; casca do buriti; buriti integral; semente do buriti; casca do cupuaçu; cupuaçu integral e semente do cupuaçu. Foram realizadas análises de composição centesimal e coloração nas polpas e resíduos, onde a casca de cupuaçu apresentou melhores características para elaboração de uma farinha para desenvolvimento dos pães. Os pães foram desenvolvidos substituindo parcialmente a farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu (FCC) em 0%, 3%, 6% e 9% e analisados quanto à composição centesimal, fatores antinutricionais, propriedades físicas e aceitabilidade pelos consumidores. Para elaboração da FCC, as cascas foram lavadas, sanitizadas com hipoclorito de sódio, liofilizadas e trituradas em moinho de facas. Como resultados, os pães integrais tiveram sua composição centesimal quase inalterada em função da substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu, exceto pelo aumento gradativo no teor de fibras alimentares em detrimento do teor de carboidrato. Assim, os pães com 6% de FCC, segundo a legislação brasileira, podem ser considerados como “fonte de fibras” e os pães com 9% com “alto teor de fibras alimentares”. O aumento do teor de FCC proporcionou diminuição no valor calórico dos pães em relação ao padrão, assim como melhor digestibilidade protéica *in vitro*; aumento não significativo nos teores de taninos; leve aumento no teor de fitatos e fenólicos totais, porém próximos aos encontrados na literatura. O valor de pH pouco variou nos pães. A farinha de casca de cupuaçu contribuiu para aumentar a diferença de cor dos miolos dos pães do que da crosta dos mesmos, onde maiores quantidades de farinhas de casca adicionadas promovem colorações mais escuras. O volume dos pães diminuiu proporcionalmente em relação ao aumento da substituição da farinha branca pela de casca, quando comparados ao pão padrão. Todos os pães encontram-se dentro da legislação em relação aos microrganismos. Para o teste de aceitação aplicado, constatou-se que 72,5% consumiam pães diariamente; 67,5% consideraram pães importantes na alimentação e 65,0% declararam importante o consumo de fibras para a saúde. Quanto à avaliação da qualidade, os pães com 0%, 3% e 6% de farinha de casca de cupuaçu obtiveram ótima aceitação e seriam adquiridos/consumidos por 92,5% dos provadores.


Palavras-chave: Açaí; Alimentos funcionais; Buriti; Cupuaçu; Fibras naturais; Pão; Polpa

## ABSTRACT

**Residues from agroindustry as fiber source for use in the preparation of whole grain breads**

The increasing agribusiness production where as providing benefits, generates a large amount of waste that if not treated properly, may harm society and the environment. The use of these by products reduces production costs, increase the total utilization of food and reduce environmental impact. Thus, some byproducts such as hulls, seeds and meals can be processed into food ingredients. This study aimed to characterize the pulps and waste processing of assai, buriti and cupuassu as well as evaluate the best source of fiber for the production of whole grain breads. The residues were separated into: assai, buriti, cupuassu hulls, seeds and whole fruits as well as buriti sclerified endocarp and were analyzed for bromatological composition and pulp and waste coloR. Cupuassu hulls presented better characteristics for the preparation of a meal for the development of the loaves. The breads were developed by partially replacing wheat flour by ground cupuassu hulls (FCC) at 0%, 3%, 6% and 9% levels and analyzed for proximate composition, antinutritional factors, physical properties and consumer S acceptability. For preparation of the FCC, the shells were washed, sanitized with sodium hypochlorite, dried and crushed in a grinder of knives. As a result, the breads had their composition almost unchanged due to the substitution of wheat flour by cupuassu hull flour, except for a gradual increase in dietary fiber content at the expense of carbohydrate content. Hence, the breads with 6% of FCC, according to brazilian laws, can be considered as “source of fiber” and breads with 9% with “high-fiber food”. The increased content of FCC provideS a decrease in the caloric value of bread in relation to the pattern, as well as better protein digestibility *in vitro*, no significant increase in the levels of tannins, a slight increase in the content of phytate and total phenolics, but close to those found in the literature. The pH varied little in the breads. The cupuassu hull flour helped increase the difference in color between bread crumbs and crust, where larger quantities of hull flour promoted the darker hues. The loaf volume decreased proportionally to the increase of hull flour, when compared to standard bread. All breads are within the law in relation to microbiological patterns. For the acceptance test applied, it was found that 72.5% ate bread daily, 67.5% considered important in the diet breads and 65.0% reported significant fiber intake for health. Regarding the evaluation of quality, the bread containing 0%, 3% and 6% of cupuassu hull flour had great acceptance and would be bought or consumed by 92.5% of the panelists.


Keywords: Assai; Functional foods; Buriti; Cupuassu; Natural Fibers; Bread; Fibers; Pulp

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação gráfica de L*, a* e b* para análise da cor instrumental..... 40

Figura 2 - Fluxograma de produção dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu..... 43

Figura 3 - Ficha aplicada aos provadores para o teste de aceitação dos pães com diferentes concentrações de casca de cupuaçu..... 49

Figura 4 - Polpa de açaí (AP)..... 53

Figura 5 - Polpa de buriti (BP)..... 53

Figura 6 - Polpa de cupuaçu (CP)..... 53

Figura 7 - Torta desengordurada de açaí (RA)..... 56

Figura 8 - Torta desengordurada de buriti (RB)..... 56

Figura 9 - Torta desengordurada de cupuaçu (RC)..... 56

Figura 10 - Açaí integral (AI)..... 57

Figura 11 - Semente de açaí (AS)..... 57

Figura 12 - Endocarpo de buriti (BB) ..... 57

Figura 13 - Casca de buriti (BC) ..... 57

Figura 14 - Buriti integral (BI) ..... 57

Figura 15 - Semente de buriti (BS) ..... 57

Figura 16 - Casca de cupuaçu (CC) ..... 57

Figura 17 - Cupuaçu integral (CI) ..... 57

Figura 18 - Semente de cupuaçu (CS) ..... 57

Figura 19 - Massa modelada com 0% de FCC..... 59

Figura 20 - Massa modelada com 3% de FCC..... 59

Figura 21 - Massa modelada com 6% de FCC..... 59

Figura 22 - Massa modelada com 9% de FCC..... 59

Figura 23 - Massa fermentada com 0% de FCC..... 59

Figura 24 - Massa fermentada com 3% de FCC..... 59

Figura 25 - Massa fermentada com 6% de FCC..... 59

Figura 26 - Massa fermentada com 9% de FCC..... 59

Figura 27 – Pão com 0% de FCC..... 60

Figura 28 - Pão com 3% de FCC..... 60

Figura 29 – Pão com 6% de FCC..... 60

Figura 30 – Pão com 9% de FCC..... 60

Figura 31 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das cinzas média (base fresca) dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu..... 61

Figura 32 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação de carboidratos médios (base fresca) dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu..... 62

Figura 33 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das fibras solúveis, insolúveis e totais médias (base fresca) dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu..... 63

Figura 34 - Avaliação da aceitabilidade dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de cupuaçu..... 76

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes utilizados para a formulação dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu..... 42

Tabela 2 - Composição centesimal das polpas de açaí, buriti e cupuaçu (base fresca)..... 50

Tabela 3 – Parâmetros de coloração das polpas de açaí, buriti e cupuaçu..... 52

Tabela 4 - Composição centesimal dos resíduos de açaí, buriti e cupuaçu (base seca)..... 54

Tabela 5 - Parâmetros de coloração dos resíduos de açaí, buriti e cupuaçu (base seca)..... 58

Tabela 6 - Composição centesimal média dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca)..... 60

Tabela 7 - Valor calórico dos pães obtido com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca)..... 64

Tabela 8 - Digestibilidade protéica *in vitro* média dos pães com diferentes concentrações de extrato seco da casca de cupuaçu (base fresca)..... 65

Tabela 9 - Teor médio de minerais ($mg.g^{-1}$) dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca)..... 67

Tabela 10 - Teor médio de taninos, fitatos e fenólicos totais nos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca) ..... 68

Tabela 11 - pH dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca)..... 70

Tabela 12 – Parâmetros de coloração das crostas e miolos dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu..... 70

Tabela 13 - Chroma e Ângulo Hue das crostas e miolos dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu..... 71

Tabela 14 - Peso inicial médio unitário, peso final médio unitário, perdas médias pós assamento e volume dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu..... 73

Tabela 15 - Comparação das médias das notas da avaliação do teste de aceitabilidade dos pães, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de cupuaçu..... 76

Tabela 16 - Valores médios das notas da avaliação global da qualidade dos pães, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de cupuaçu..... 77

# 1 INTRODUÇÃO

As questões ambientais têm provocado cada vez mais interesse e preocupação a todos que se envolvem com a atividade industrial e agrícola, uma vez que a taxa de resíduos gerados nessas atividades é maior que a de degradação. Dessa forma, é cada vez maior, a necessidade de reduzir, reciclar, ou reaproveitar os resíduos, recuperando matéria e energia, no intuito de preservar os recursos naturais. O tratamento de resíduos para seu descarte torna-se muitas vezes empecilho para a indústria, uma vez que gera custos de instalação, manutenção e operação, além de mão de obra qualificada, sem que haja retorno financeiro para a agroindústria (STRAUS; MENEZES, 1993).

Poucos estudos ressaltam o potencial da utilização de resíduos agroindustriais na elaboração de novos ingredientes ou subingredientes para enriquecimento de alimentos, trazendo consigo, uma alternativa econômica para as agroindústrias, ao mesmo tempo gerando sustentabilidade para o meio ambiente. Dessa forma, alguns subprodutos como cascas, sementes e bagaços podem ser transformados em ingredientes alimentícios.

Esses subprodutos muitas vezes são fontes de compostos bioativos com propriedades funcionais, como fibras alimentares, as quais agem no trato digestório por fermentação ajudando na prevenção de algumas doenças, tais como a constipação intestinal ou “prisão de ventre” e o câncer colorretal. Além disso, atuam principalmente no trânsito intestinal, acelerando o movimento do bolo fecal através do intestino, na redução da síntese de colesterol, inibição de patógenos, aumento da absorção mineral, apoptose de células pré-cancerígenas, nutrição de enterócitos e imunomodulação (PEREZ; GERMANI, 2007; RODRÍGUEZ; MEGÍAS; BAENA, 2003; SAAD, 2006).

Por outro lado, o Brasil é um produtor em potencial de frutas tropicais, tanto em produção, quanto em diversidade (KUSKOSKI et al., 2005). Produz frutas de alta qualidade ao longo de todo o ano e possui vasto território com diferentes climas ideais para diversas culturas (SILVA; TASSARA, 2005). Dentre estas frutas, destaca-se o cupuaçu, uma fruta em forma de cilindros com extremidades arredondadas que apresentam características físicas e químicas bastantes variáveis. Possui excelente potencial de mercado em razão de suas características e do aroma agradável que exalam (CALZAVARA; MULLER; KAHWAGE, 1984; SOUZA et al., 1996).

O objetivo geral do experimento foi caracterizar as polpas e os resíduos da agroindústria processadora de açaí, buriti e cupuaçu e avaliar o uso do melhor subproduto na elaboração de pães enriquecidos com fibras alimentares com alegação de funcional. O produto escolhido foi o pão por ser um dos alimentos mais importantes e fornecedores de energia para quase todas as gerações e povos. (PHILIPPI, 2003). Por outro lado, a maioria dos pães produzidos é muito dependente da importação do trigo, o que encarece seu preço final. Assim, uma substituição parcial por farinhas alternativas na sua formulação diminui seu custo, além de aumentar o seu valor nutricional.

Os objetivos específicos do experimento foram:

→ Caracterização centesimal da polpa de açaí, buriti e cupuaçu e de seus respectivos resíduos como cascas e sementes, gerados pelo processamento destes frutos;

→ Determinação do resíduo com melhores características (fonte de fibras e cor instrumental semelhante à farinha de trigo) para elaboração de uma farinha de resíduo;

→ Elaboração de pães com adição desse composto bioativo, reaproveitando o resíduo, a fim de obter-se uma alternativa econômica para as agroindústrias, nutricional e de saúde para os consumidores e de sustentabilidade para o meio ambiente;

→ Caracterização deste novo produto através de análises físicas e químicas e teste de aceitabilidade pelos consumidores.

# 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 2.1 Alimentos Funcionais

O termo alimentos funcionais foi definido no Japão no início da década de 80, sendo alimentos similares em aparência aos convencionais, usados como parte de uma dieta normal, e que demonstram benefícios fisiológicos e/ou reduzem o risco de doenças crônicas, além de suas funções básicas nutricionais. O consumo regular de funcionais pode reduzir riscos de doenças como o câncer, doenças do coração, osteoporose, problemas intestinais e outros (BRANDÃO, 2003).

Segundo a Portaria 398 de 30 de abril de 1999, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA (BRASIL, 1999), alimento funcional é “todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções metabólicas normais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão medica”.

Existem diversos compostos bioativos, os quais compõem os alimentos funcionais e lhe dão as características de auxiliarem na manutenção da saúde e na prevenção de doenças especificas. Entre eles destacam as fibras solúveis e insolúveis, compostos fenólicos, carotenóides, fitoesteróis, ácidos graxos como o ômega 3 e ômega 6, prebióticos e probióticos, dentre outros (SALGADO, 2000).

Em se tratando de alimento funcional, é relevante dizer que devem ser consumidos como parte de uma dieta usual e precisam ter, como componentes ativos, substâncias naturais, das quais além de seus efeitos básicos nutritivos, aumentam o bem estar e a saúde. Esses achados devem ter comprovação ou embasamento científico. Tais substâncias podem ser ingredientes naturais funcionais ou o acréscimo de ingredientes de forma a aumentar uma característica já existente no alimento (ROBERFROID, 2002).

Este setor vem despertando o interesse de governos, indústrias, economistas e, principalmente, dos consumidores sobre o papel que os alimentos devem representar para a saúde da população. Com o aumento da expectativa de vida dos brasileiros e ao mesmo tempo o aparecimento de doenças crônicas como obesidade, hipertensão, osteoporose, diabetes e câncer, é crescente a preocupação com uma alimentação saudável, em função do conceito de que este tipo

de hábito alimentar pode reduzir riscos de doenças (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDUSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO - ABIA, 2005).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, há cerca de 17 milhões de obesos no Brasil, representando quase 10% da população. Atualmente, há 300 milhões de obesos no mundo e, destes, um terço está nos países em desenvolvimento. A obesidade é considerada um dos dez principais problemas de saúde pública do mundo, classificando-a como epidemia. Previsões apontam que, em 2015, cerca de 1,5 bilhão de pessoas sofrerão sobrepeso e mais de 700 milhões serão obesos em todo mundo, se não mudarem o estilo de vida e hábitos alimentares pouco saudáveis (WHO, 2006). As duas principais fontes causadoras deste problema são os maus hábitos alimentares acompanhado pelo sedentarismo (JANNSEN; KATZMARZYK; BOYCE, 2004).

O processo de urbanização e modernização trouxe uma mudança nos hábitos alimentares da população. Houve a tendência do consumo de dietas mais calóricas, comidas prontas ou semi-prontas, lanches rápidos, “salgadinhos” e *fast foods*, fontes de maior quantidade de carboidratos, gorduras saturadas e insaturadas e colesterol, aliados à prática cada vez menor de atividades físicas (MOAYERI et al., 2006). Cada vez mais os alimentos funcionais vêm de encontro aos anseios do consumidor.

Os principais mercados de alimentos funcionais são o Japão, Estados Unidos e a Europa. Estima-se que, em 2005, este ramo da indústria de alimentos tenha movimentado em torno de US$ 60 bilhões na Europa, Japão e Estados Unidos, sendo neste último US$ 15 bilhões. Nos EUA, em 1998, foi estimado crescimento de 10,7% em relação ao ano anterior. No mercado mundial, em 1999, a taxa anual de crescimento foi estimada em 11% (ABIA, 2005).

Ainda segundo a ABIA, no Brasil, em 2005, o mercado foi avaliado em US$ 600 milhões. Os produtos *diet* e *light*, presentes desde o início da década de 90, somaram vendas anuais em US$ 4 bilhões. Sendo assim, juntos, os segmentos de *diet* e *light*, e funcionais somaram 6,3% do volume de vendas da indústria brasileira da alimentação. Dos R$ 88,2 bilhões que as fábricas brasileiras do setor faturaram no ano de 2006, apenas R$ 700 milhões (0,8%) foram provenientes das vendas de alimentos funcionais. No entanto, enquanto o ramo de alimentos deve crescer entre 4,5% e 5% ao ano, os funcionais devem ter expansão de 12% a 14%.

Assim, um investimento em saúde justifica a elaboração e produção de alimentos funcionais, visto que este tem sido o maior argumento para adoção deste tipo de dieta, com

lançamento de produtos industrializados diferenciados. O consumo de alimentos pobres em gorduras saturadas e ricos em fibras, juntamente com um estilo de vida saudável, além da ausência de fumo e moderação no álcool, são fatores primordiais na diminuição do risco de doenças e na promoção de qualidade de vida.

### 2.1.1 Fibras alimentares

As fibras da dieta fazem parte de uma ampla categoria dos carboidratos, podendo ser fermentáveis ou não-fermentáveis (SAAD, 2006). Podem ser classificadas segundo o papel que desempenham nos vegetais, sendo polissacarídeos estruturais e não estruturais. O primeiro grupo, estruturais, é constituído de componentes da parede celular da planta: celulose, hemiceluloses, pectinas, dentre outras. Os não estruturais incluem a lignina (SALINAS, 2002).

Outra forma de classificá-las, a qual está sendo largamente utilizada em pesquisas de alimentos, é a diferenciação com base na propriedade física da solubilidade: fibras solúveis e insolúveis. As dietas ricas em fibras, solúveis e insolúveis, são aliadas da prevenção de doenças e manutenção da saúde, pois previnem o aparecimento de câncer de intestino, ajudam a eliminar gorduras prejudiciais e toxinas do organismo, são aliadas no controle de peso, contribuindo para a redução da obesidade, pois induzem a saciedade promovendo menor ingestão de alimentos e calorias (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005).

A ANVISA (BRASIL, 2008), reconhece como fibra alimentar as β-glicanas, dextrina resistente, frutooligossacarídeos, goma guar parcialmente hidrolisada, inulina, lactulose, polidextrose, psillium e quitosana. A portaria 27, de 13 de janeiro de 1998 estabelece regulamento técnico referente à informação nutricional complementar que, um alimento pode ser considerado fonte de fibra alimentar quando apresentar no produto pronto 3 g.100 $g^{-1}$ (base integral) para alimentos sólidos e 1,5 g.100 $mL^{-1}$ (base integral) para líquidos. Caso apresente o dobro deste conteúdo é considerado um alimento com elevado teor de fibra alimentar (BRASIL, 1998).

As fibras alimentares são encontradas principalmente em vegetais. Como fontes de fibras insolúveis têm-se os vegetais crus, grãos de cereais como o milho, soja e grão-de-bico, além de frutas consumidas com casca, como maçã, pêra e ameixa. As fibras solúveis são encontradas nas frutas como a laranja e a maçã; em vegetais como a cenoura e, principalmente, nos farelos de

aveia e nas leguminosas. Ainda, são fontes as farinhas integrais, trigo, arroz, pão integral, biscoitos integrais, feijão, fava, lentilha, mamão, pêra, uva, figo, ameixa fresca, mexerica, abacaxi, banana prata, nozes, avelãs, amêndoas, castanhas, amendoim, pistache, linhaça, alface, acelga, agrião, aipo, escarola, espinafre, nabo, repolho, rabanete, cenoura, mostarda, brócolis, pimentão e sucos integrais de frutas (DREHER, 1995; MONTAN, 2003; RAMOS; OLIVEIRA, 2002).

### 2.1.2 Papel das fibras na prevenção de doenças

O trato gastrintestinal humano é um microecossistema cinético que possibilita o desempenho normal das funções fisiológicas do hospedeiro, a menos que microrganismos prejudiciais e potencialmente patogênicos dominem. Assim, a manutenção do equilíbrio da microbiota é assegurada por fatores diversos, dentre eles, uma alimentação equilibrada, incluindo probióticos, prebióticos e/ou simbióticos (SAAD, 2006). Estima-se a existência de aproximadamente 300 a 500 diferentes espécies de bactérias, com composição variada por hospedeiro (BRANDT; SAMPAIO; MIUKI, 2006). Modificações no equilíbrio populacional deste ecossistema microbiano resultam em interferência de suas funções. Fatores endógenos e exógenos como o uso de antibacterianos, mudanças alimentares e estresse, podem perturbar a microbiota gastrointestinal, reduzindo suas funções protetoras (PENNA, 2000).

Fibras e prebióticos agem no trato digestório por fermentação, sendo esta dependente da estrutura físico-química daqueles. A fermentação ocorre no cólon, por bactérias anaeróbicas. Em adição, fibras e prebióticos atingem o cólon intactas (não sofrem digestão), quando são fermentadas total ou parcialmente. A região de fermentação está relacionada a diferentes ações sobre a saúde e a viscosidade à classificação de solubilidade (solúveis são viscosas; enquanto insolúveis são não viscosas). Outra característica das fibras solúveis é que elas sofrem rápida fermentação, enquanto as insolúveis são lentas ou apenas parcialmente fermentadas (SAAD, 2006).

Nesse sentido, a fermentação produz metabólitos como o lactato, piruvato, etanol, metano, hidrogênio, ácidos orgânicos (fumárico, lático e acetato) e os ácidos graxos de cadeia curta, AGCC (propionato e butirato). Os AGCC são responsáveis pela diminuição do pH do lúmen intestinal, aumento da absorção de cálcio e estímulo ao peristaltismo intestinal. O

metabolismo de fermentação desempenha efeito bifidogênico e osmótico no intestino e também efeitos sistêmicos, ou seja, atravessam a parede celular e modificam beneficamente o sistema orgânico. Assim, bactérias intestinais são capazes de metabolizar substratos, aumentando energia e crescimento destes (HAULY; MOSCATTO, 2002; STEFE; ALVES; RIBEIRO, 2008).

As fibras insolúveis ajudam na prevenção de algumas doenças, como a constipação intestinal ou “prisão de ventre” e o câncer colorretal. Atuam principalmente no trânsito intestinal, acelerando o movimento do bolo fecal através do intestino (RODRÍGUEZ; MEGÍAS; BAENA, 2003). Neste grupo destacam-se a celulose, hemicelulose, quitina, lignina, cutina e o amido resistente. A fibra solúvel é metabolizada por bactérias da flora intestinal, servindo como prebiótico para a classe de bactérias benéficas ao organismo. Como exemplo, pode-se citar as substâncias pécticas, β-glicanas, gomas galactomananas, frutoligossacarídeos, oligofrutose e inulina.

Estão relacionadas, também, com a redução da síntese de colesterol; inibição de patógenos, aumento da absorção mineral, apoptose de células pré-cancerígenas, nutrição de enterócitos, imunomodulação; e efeito osmótico no trato gastrintestinal, enquanto não são fermentados (SAAD, 2006). Além da proteção do sistema gastrointestinal, as fibras solúveis são reconhecidas por sua importância como coadjuvante na redução de doenças como, hipercolesterolemia, obesidade, diabetes, doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA), osteoporose, doenças cardiovasculares (DCV), alergias e baixa resistência imunológica (imunomodulação). Estas doenças surgiram em populações dos centros urbanos de países industrializados, à medida que os alimentos naturais foram sendo substituídos pelos processados e refinados (PEREZ; GERMANI, 2007).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, OMS, o consumo de fibras deve ser de 27 a 40 $g.dia^{-1}$ (PACHECO; SGARBIERI, 2001). A partir de 2002, a “Food and Nutrition Board” (FNB, 2002), por meio da Dietary Reference Intake (DRI), definiu a ingestão adequada (AI) para as fibras de 38 g para homens adultos e 25 g para mulheres adultas, com base na prevalência de risco para doenças cardiovasculares. O consumo exagerado de fibras pode gerar respostas fisiológicas desagradáveis como flatulências, diarréia e estufamento. Estes efeitos indesejados também podem ocorrer, quando o consumo de fibras não é acompanhado por uma adequada ingestão diária de água e líquidos, como chás e sucos de frutas naturais.

## 2.2 Frutas

Desde a pré-história, as frutas sempre tiveram papel importante para o homem que, em busca dessa fonte de alimentos sazonais, se deslocavam pelas regiões. No início, por não conhecer técnicas de cultivo, as primeiras sociedades eram nômades, em busca de frutas sazonais. A descoberta de técnicas de cultivo de grãos, bem como os processos de conservação, contribuíram para o surgimento dos primeiros grupos sedentários (CTENAS; CTENAS; QUAST, 2000).

De acordo com Tomich (1999) observa-se, mundialmente, uma tendência maior no consumo de frutas, a qual está relacionada com fatores como aumento da renda da população; aumento na conscientização do consumo de alimentos que propiciem saúde, em especial aqueles livres de altos teores de gorduras; programas de incentivo ao consumo de frutas, dentre outros.

Em 2007, a produção mundial de frutas foi em torno de 619 milhões de toneladas, segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations. Deste total, a China destaca-se como a primeira produtora mundial, com 94,4 milhões de toneladas, seguida pela Índia com 51,1 milhões de toneladas e em terceiro o Brasil, com 36,8 milhões de toneladas (FAO, 2008).

O Brasil é um grande produtor de frutas tropicais, tanto em produção, quanto em diversidade. É freqüente a introdução de novas frutas tropicais, da qual suas propriedades e características ainda não foram totalmente exploradas (KUSKOSKI et al., 2005). Produz frutas doces e de alta qualidade ao longo de quase todo o ano, uma vez que possui vasto território com diferentes climas ideais para diversas culturas (SILVA; TASSARA, 2005). Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF, 2009), as exportações brasileiras somaram, em 2008, mais de 888 mil toneladas de frutas frescas, somente perdendo para o ano anterior, com 919 mil toneladas.

A fruticultura é praticamente aplicada em quase todos os Estados brasileiros, destacando para cada região diferentes tipos de cultura. Tais diferenças, em relação às espécies e variedades de frutas cultivadas, devem-se às distintas condições climáticas existentes e aos aspectos como tradição no cultivo de frutas, proximidade dos principais centros consumidores, infraestruturas disponíveis e perspectivas de comercialização da produção (FIORAVANÇO; PAIVA, 2002).

Na Amazônia existem inúmeras espécies vegetais com potencial econômico. Destacam-se nessa considerável riqueza os frutos tropicais, que são valorizados por seus sabores exóticos e por

apresentarem composições notáveis em micronutrientes e especialmente antioxidantes, podendo posicionar-se como alimentos funcionais (MAEDA et al., 1999). Entre elas destacam-se o açaí, buriti e cupuaçu.

### 2.2.1 Açaí

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira encontrada em terrenos de várzea, igapós e terra firme da Amazônia Brasileira (Amapá, Maranhão, Pará, Tocantins e Mato Grosso), além de Venezuela, Colômbia, Guiana e Suriname (CAVALCANTE, 1991). Destaca-se pela abundância e por produzir importante alimento para a população local (JARDIM, 2002). Os frutos possuem cerca de 1-1,5 cm de diâmetro, crescem em cachos e apresentam coloração variando entre o preto e o roxo (PESSOA; SILVA E SILVA, 2007).

Sua importância econômica vem sendo descrita desde a década de 1960, com o aproveitamento do fruto do qual se extrai a polpa a qual é consumida com farinha de mandioca, peixe, sorvetes, suco, refrigerante, dentre outros (BAUMANN; WOOLERY-LLOYD; FRIEDMAN, 2009; JANICK; PAUL, 2008).

O açaí é utilizado como matéria-prima para produção de polpa ou suco, considerado um alimento altamente energético. É um dos frutos amazônicos mais nutritivos, sendo fibras e minerais como o manganês, cobre, boro e cromo. Além disso, destaca-se entre as frutas quanto ao seu teor lipídico (ROGEZ, 2000). Destaca-se como alimento funcional em razão do conteúdo de antioxidantes, principalmente antocianinas e flavonóides, (COÏSSON et al. 2005; PACHECO-PALENCIA; HAWKEN; TALCOTT, 2007; SCHAUSS et al., 2006), carotenóides e ácido ascórbico (SPADA et al., 2008), além de fibras (YUYAMA et al., 2002).

Trata-se de um alimento altamente calórico devido ao elevado percentual em matéria graxa (YUYAMA et al., 2004). O perfil em ácidos graxos do óleo o qualifica como um óleo comestível especial, principalmente pela presença do ácido linoléico (ômega 6) e ácido oléico (ômega 9), além de apresentar, predominantemente em sua composição, ácidos graxos monoinsaturados (até 61%) e ácidos graxos poliinsaturados (até 10,6%), ambos recomendados para prevenção de doenças cardiovasculares. Dentre os fitosteróis presentes no óleo de açaí destacam-se o β-sitosterol, o stigmasterol e o campesterol, sendo muito utilizados pela indústria cosmética, como preventivos do envelhecimento cutâneo. A cor do açaí semelhante a do vinho

tinto é devido à presença das antocianinas, uma substância antioxidante, que ajuda no controle do colesterol sanguíneo e na redução de radicais livres (ROGEZ, 2000).

Do total da massa do fruto, a polpa representa apenas de 5 a 15%, variando de acordo com o cultivar e grau de maturação (OLIVEIRA et al., 2002). O despolpamento comercial desse fruto é realizado através do esmagamento e posterior filtração utilizando-se peneiras finas, processo que envolve a adição de água em quantidades variadas, dependendo do produto que se deseja obter. Geralmente, a extração é feita de forma artesanal e com baixo índice tecnológico na região produtora, onde a água adicionada visa obtenção de três concentrações distintas, sendo os teores de sólidos totais em torno de 15,2 (polpa tipo A), 12,5 (polpa tipo B) e 9,7% (polpa tipo C) (BRASIL, 2000a). Suas características físicas, necessárias a uma exploração em nível industrial, ainda são pouco estudadas.

O açaí é altamente perecível, podendo atingir um tempo máximo de conservação, mesmo sob refrigeração, de 12 horas (ALEXANDRE; CUNHA; HUBINGER, 2004; SOUTO, 2001). Esse fator é agravado pelas práticas inadequadas de pós-colheita, sendo estas relacionadas com danos causados na extração dos cachos, transporte e condições ambientais desfavoráveis como altas temperaturas e alta umidade relativa (MENEZES, 2005).

A produção de açaí somou, em 2002 e 2007, cerca de 590 toneladas, (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007). Entre os anos de 2007 e 2008, houve aumento na produção de 11,9%. Em 2008, última pesquisa realizada no país sobre o assunto, mostrou que a produção brasileira do fruto foi de quase 121 toneladas, equivalente à R$ 133,7 milhões. Quanto à participação das grandes regiões do país na produção deste extrativismo cabe destacar a Região Norte, com 92,2% da produção nacional, sendo o Pará primeiro colocado com a produção de 107 toneladas de açaí. O Pará possui 17 dos 20 maiores municípios produtores de frutos de açaizeiros nativos do país (IBGE, 2008).

### 2.2.2 Buriti

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo excedido em área apenas pela Amazônia. Este bioma ocupa 21% do território nacional, sendo considerada a última fronteira agrícola do planeta (BORLAUG, 2002). Possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo,

com mais de 7 mil espécies, muitas delas com frutos comestíveis e excelentes fontes de proteínas, fibras, energia, vitaminas, cálcio, fósforo e ácidos graxos (MARIN, 2006).

O buritizeiro (*Mauritia vinifera* Mart.) é uma palmeira, distribuída por toda a América do Sul, ocorrendo frequentemente nas baixadas úmidas de áreas de Cerrado do Brasil. Pode-se localizá-la nos Estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Bahia, Ceará, Tocantins, Mato Grosso, Goiás, São Paulo e no Distrito Federal. Trata-se da palmeira mais abundante no território brasileiro e ocorre comumente em agrupamentos quase homogêneos chamados buritizais (LORENZI et al. 2004).

A dispersão das sementes é feita pelas águas que carregam e espalham as sementes da palmeira buriti. A palmeira é uma espécie dióica, que origina plantas masculinas ou femininas. Apenas aquelas com flores femininas produzem, sendo que o ciclo reprodutivo ocorre a cada dois anos. Porém, existem comunidades produtoras que manejam seus buritizais, retiram cachos secos e pequenos, limpam os arredores de outros competidores naturais e desta forma tem um ano de pouca produtividade e outro de alta produtividade (CORREA, 1984).

O fruto mede em torno de 4 cm de diâmetro e em forma de drupa levemente ovalada, com uma semente ovóide de consistência dura e amêndoa comestível. Sua polpa possui coloração amarela, com textura carnosa, a qual é recoberta por escamas brilhantes extremamente duras com coloração variando entre o marrom e avermelhado na maturidade (HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995).

A polpa é muito usada na fabricação de doces, geléias, sucos e sorvetes. Uma utilidade peculiar do buriti é a produção de uma bebida fermentada conhecida como "vinho de buriti", largamente consumida na região Norte do país (ANDERSEN; ANDERSEN, 1988; SOUZA FILHO et al., 2002). O processamento dos frutos torna-se importante, pois o mesmo demonstra limitações quanto ao uso *in natura*, principalmente às elevadas taxas de perda de água e susceptibilidade a injúria por frio quando armazenados em ambiente refrigerado (SANTELLI, 2005).

Vários frutos nativos do Brasil vêm despertando interesse da ciência devido às suas propriedades funcionais, podendo citar o exemplo aqueles pertencentes à família Arecaceae, como buriti, a gueroba e o bacuri (SILVEIRA et al., 2005). Além dos frutos, as folhas novas e os pecíolos são utilizados no artesanato de cestos e bijuterias. O óleo, comestível, é usado em frituras, e aplicado contra queimaduras solares na pele, provocando alívio imediato e auxiliando

na cicatrização. Além disso, segundo relatos da medicina popular, é utilizado como desintoxicante e antialérgico contra picaduras de insetos e animais peçonhentos (LIMA, 1987). Um buritizeiro adulto produz 200 kg de frutos, resultando em 30 kg de farinha, da qual podem ser extraídos de 5 a 6 litros de óleo. Considerando uma média de 60 buritizeiros produzindo por hectare, pode-se estimar a obtenção de 300 a 360 litros de óleo (CORREA, 1984).

O óleo de buriti é constituído por 72,5% de ácido oléico, um tipo de ácido graxo mono insaturado presente no azeite de oliva, associado com a prevenção de doenças cardiovasculares. Além disso, é considerado a fonte natural mais rica em β-caroteno com cerca de 30 mg.100 $g^{-1}$ de polpa, superando em 5 vezes o valor da cenoura, chegando a 118 mg.100 $g^{-1}$ do óleo. Devido a sua capacidade de absorver radiações na faixa de luz visível e ultravioleta o óleo deste fruto despertou interesses da indústria cosmética, sendo empregado nas elaborações de filtros solares, além do seu efeito anti-ressecamento da pele (SHANLEY, MEDINA, 2005).

### 2.2.3 Cupuaçu

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) é uma fruteira arbórea típica do sudoeste do Estado do Pará e oeste do Maranhão, sendo encontrado, atualmente, em todos os estados da região norte, além de outras regiões do Brasil e no exterior (CUATRECASAS, 1964). Trata-se de uma árvore que cresce em solos de terra firme e várzea alta, ocupando o estrato de subdossel da floresta (ALVES, 2002). É retilínea podendo atingir mais de 30 metros de altura e perímetro de tronco superior a 100 cm. Nas áreas cultivadas sua altura varia de 6 a 10 metros.

Seus frutos em forma de cilindros com extremidades arredondadas apresentam características físicas e químicas bastantes variáveis. O peso de fruto varia entre 878 e 1.665 gramas e rendimento de polpa está entre 24 e 44%. Na maturação, os frutos caem sem o pedúnculo, época em que liberam o aroma característico. O fruto contém polpa suculenta e cremosa de sabor característico aderida à 20 a 30 sementes ovaladas grandes. A manteiga do cupuaçu, semelhante a “manteiga” do cacau, porém com qualidade superior, é extraída das sementes que contem aproximadamente 45% de óleo. A produção em plantios comerciais inicia-se a partir do 3º ano e alcança em média 12 frutos por árvore (MÜLLER et al., 1995).

O cupuaçu possui excelente potencial de mercado para exploração da polpa, a mucilagem que envolve as sementes, são facilmente reconhecidos em razão do aroma agradável que exalam

(CALZAVARA; MULLER; KAHWAGE, 1984; SOUZA et al., 1996). A remoção da polpa é trabalhosa e emprega o uso de tesouras. Em algumas localidades as sementes são fermentadas e secas ao sol, sendo posteriormente torradas e trituradas em pilão. É utilizada como chocolate comum, também conhecido de cupulate. Em geral, as sementes que representam um subproduto do processamento da polpa, são subutilizadas e dispensadas. Com o interesse crescente da indústria farmacêutica para obter a manteiga do cupuaçu, as indústrias e cooperativas de polpa de frutas começam a separar e beneficiar as sementes em maior quantidade (MÜLLER et al., 1995).

Segundo Alves (2002) o cultivo do cupuaçuzeiro tem sido realizado principalmente em pequenas propriedades rurais e com o emprego de mão-de-obra familiar praticamente o ano inteiro, contribuindo para fixação do homem ao campo.

Tradicionalmente, a comercialização dos frutos de cupuaçu é realizada em feiras, onde, na última década, seu emprego está chamando a atenção de microempresários para a transformação da polpa em bombons, balas e biscoitos. Contudo o sorvete parece ser a forma mais ativa de aproveitamento industrial, visto que, na Amazônia praticamente todas as sorveterias oferecem o produto. (VENTURIERI, 1993). A utilização de sementes de cupuaçu como um sucedâneo para o cacau vem sendo estudadas com resultados satisfatórios (COHEN; JACKIX; SOUSA, 2004; LANNES; MEDEIROS; AMARAL, 2002; LANNES; MEDEIROS, 2003).

Pesquisas mostraram que até os anos 70, a produção era através de extrativismo, passando a ser produzido em áreas cultivadas (ALVES, 2002). A produção chegou a 32 toneladas de frutos em 2004, representando 8,2% do valor bruto da produção agrícola do Estado do Pará (PARÁ, 2004).

O óleo extraído das sementes do cupuaçu oferece propriedades de interesse para a indústria cosmética. Sua manteiga apresenta composição em triacilgliceróis com equilíbrio em ácidos graxos saturados e insaturados, conferindo ao produto baixo ponto de fusão, em torno de 30 °C. Esta propriedade faz com que a manteiga, sólida, funda rapidamente ao entrar em contato com a pele. Possui também, alto poder de absorção de água, aproximadamente 240% superior a da Lanolina, atuando como um substituto vegetal da mesma. Contém fitoesteróis como o β-sitosterol, que atuam a nível celular regulando o equilíbrio hídrico e a atividade dos lipídeos da camada superficial da pele. O alto poder de absorção da água da manteiga de cupuaçu pode ser atribuído às pontes de hidrogênio formadas entre as moléculas de água e os fitoesteróis. Os

fitoesteróis têm sido utilizados no tratamento de dermatites e afecções por estimular o processo de cicatrização (MÜLLER et al., 1995; VIOLA; VIOLA, 2009).

## 2.3 Resíduos

No início da civilização, o homem exercia pequena influência em seu ambiente. Com o aumento da população e uma vez que a caça e a pesca não mais supriam as necessidades básicas, o homem passou a cultivar o solo originando a agricultura. Essas alterações no meio ambiente, porém, ganharam grande impulso com o advento da Revolução Industrial com a produção em massa de bens de consumo e a geração de resíduos. No início, os resíduos gerados eram basicamente constituídos de restos vegetais e excrementos humanos e de animais, porém com o aumento da industrialização, estes se tornaram cada vez mais diversificados contribuindo para uma maior poluição para o meio ambiente (PEAVY; ROWE; TCHOBANOGLOUS, 1987; POLPRASERT, 1996).

As atividades agroindustriais têm proporcionado sérios problemas de poluição no solo, em águas superficiais e subterrâneas. Como os resíduos desta atividade apresentam, em geral, grande concentração de material orgânico, o seu lançamento em corpos hídricos pode proporcionar grande decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nesse meio. Os resíduos agroindustriais são gerados no processamento de alimentos, fibras, couro, madeira, produção de açúcar e álcool, etc., sendo sua produção, geralmente, sazonal, condicionada pela maturidade da cultura ou oferta da matéria-prima. As águas residuárias podem ser o resultado da lavagem do produto, escaldamento, cozimento, pasteurização, resfriamento e lavagem do equipamento de processamento e das instalações. Os resíduos sólidos são constituídos pelas sobras de processo, descartes e lixo proveniente de embalagens, lodo de sistemas de tratamento de águas residuárias, além de lixo gerado no refeitório, pátio e escritório da agroindústria (MATOS, 2005).

As questões ambientais têm provocado cada vez mais interesse e preocupação a todos que se envolvem com a atividade industrial e agrícola, uma vez que a taxa de resíduos gerados nessas atividades é maior que a de degradação. Dessa forma, é cada vez maior a necessidade de reduzir, reciclar, ou reaproveitar os resíduos, recuperando matéria e energia, no intuito de preservar os recursos naturais. O tratamento de resíduos para seu descarte torna-se muitas vezes empecilho para a indústria, uma vez que gera custos de instalação, manutenção e operação, além de mão de

obra qualificada, sem que haja retorno financeiro para a agroindústria (STRAUS; MENEZES, 1993).

Os maiores impactos provocados por resíduos sólidos orgânicos são decorrentes da fermentação do material, quando pode ocorrer a formação de ácidos orgânicos com geração de maus odores e diminuição do oxigênio dissolvido em águas superficiais. A produção de gases fétidos provoca desconforto aos seres humanos e animais, além de atrair vetores de doenças. O material orgânico é, também, fonte nutritiva para proliferação de micro (bactérias, fungos, vírus, protozoários, etc.) e macrovetores (moscas, mosquitos, baratas e ratos). Em indústrias de processamento de frutas e hortaliças são gerados resíduos sólidos e líquidos (MATOS, 2005).

Devem-se buscar utilizações viáveis e econômicas para os inevitáveis resíduos agroindustriais gerados. Sempre que possível, o resíduo final deverá se constituir em matéria-prima para um novo processo, constituindo uma segunda transformação (CEREDA, 2000). O aproveitamento integral ou de partes desses resíduos tem como objetivo principal agregar valor aos subprodutos, transformando um material antes descartado em ingrediente. A utilização dos resíduos ocorre, em grande maioria, na formulação de rações para animais. A sua reciclagem apresenta inúmeras vantagens, reduzindo o número de resíduos destinados aos aterros sanitários e o risco de contaminação do meio ambiente, agravado pela disposição sem qualquer controle, observado em diferentes setores da atividade industrial no Brasil e no mundo (ROSKOVIC; BJEGOVIC, 2005).

Poucos estudos ressaltam o potencial da utilização de resíduos agroindustriais na elaboração de novos ingredientes ou subingredientes para enriquecimento de alimentos e adição dos resíduos envolvidos para o processamento dos pães. Nosso estudo é um dos pioneiros, trazendo consigo, uma alternativa econômica para as agroindústrias, ao mesmo tempo gerando sustentabilidade para o meio ambiente.

## 2.4 Pães

Acredita-se que, os primeiros pães surgiram por volta de 10.000 anos a.C. O surgimento deste alimento refletiu o fim do nomadismo do homem e a sua dedicação à agricultura. Inicialmente, na Antiga Mesopotâmia, as pessoas consumiam cereais selvagens, passando a consumi-los esmagados com auxílio de duas pedras, misturados com água e cozidos ao sol. Porém, foram os egípcios, por volta de 2600 a.C. que descobriram o processo fermentativo;

misturando a água e farinha e deixando-as ao sol até que se formassem bolhas e então assada entre pedras aquecidas (PHILIPPI, 2003).

Esta tecnologia foi transmitida para vários povos, entre eles, os judeus. Gregos, romanos e, posteriormente, todos os povos da Europa, usaram o pão como alimento em rituais religiosos, oferendas ou como sinal de amizade. Atualmente, poucos povos no mundo não possuem o hábito do consumo de pães. Cada região do mundo possui seu pão típico. Com essa variedade de pães, foi necessária e implantação de regras (legislações) para a produção destes (PHILIPPI, 2003).

No Brasil, pão é definido como o produto obtido pela cocção, em condições técnicas adequadas, de massa preparada com farinha de trigo, fermento biológico, água e sal, podendo conter outras substâncias alimentícias aprovadas (BRASIL, 2005).

A farinha de trigo é o componente básico em produtos de panificação, fornecendo as proteínas formadoras do glúten que, em combinação com a água e sob batedura, são hidratadas e formam uma estrutura elástica. As características, particularmente a elasticidade e a extensibilidade da massa dependem tanto do conteúdo de proteínas do glúten por unidade de massa, como da sua habilidade para formar novas ligações com as moléculas adjacentes (PEREIRA, 2002).

A cor da farinha é um aspecto ao qual reflete bastante a aceitação pelo consumidor. Farinhas mais brancas, embora nem sempre sejam as de melhores qualidades, possui maior aceitabilidade. A cor depende de alguns fatores, como tipo de trigo da matéria prima, teor de pigmentos ou até mesmo processo de moagem (GERMANI, 2003). Uma farinha de trigo com potencial de panificação é aquela que possui capacidade de produzir, uniformemente, um produto final atrativo com custo competitivo. Caso a farinha não apresente bons resultados no produto final, poderá ser suplementada com aditivos, que farão o seu tratamento, visando corrigir características funcionais. Os aditivos são substâncias que inibem, enaltecem, complementam, otimizam ou alteram componentes ou características da farinha de trigo (QUEJI; SCHEMIN; TRINDADE, 2006).

Além da farinha, os pães são formulados utilizando-se sal, o qual contribui para conferir o gosto salgado e aumentar estabilidade do glúten da farinha. O açúcar é responsável pelo aumento da velocidade da fermentação, maior maciez do produto pronto, reação de caramelização e reação de Maillard, conferindo cor e sabor ao final do assamento e retenção de umidade. A água favorece a mistura dos ingredientes e formação da rede de glúten, já a gordura tem efeito em

melhorar a massa e a qualidade do pão, bem como aumentar valor energético do produto. O fermento é responsável pelo processo de produção de gás carbônico e expansão da massa, promovendo o crescimento do produto, dentre outros (CALVEL, 1987; QUAGLIA, 1991).

A produção da massa é realizada através da mistura dos ingredientes e seu batimento em uma masseira. Este batimento geralmente é realizado em duas etapas, sendo a primeira em velocidade baixa, onde a água é incorporada pela farinha de trigo, e na segunda, em velocidade alta, ocorre o desenvolvimento da rede de glúten (PATIENT; AINSWORTH, 1994). O tempo de fermentação depende dos ingredientes e aditivos utilizados, quantidade de levedura, da temperatura e umidade do local. O tempo de assamento depende do tipo de forno utilizado e do produto a ser produzido. (CARR; TADINI, 2003).

O segmento de panificação e confeitaria no Brasil situa-se entre os seis maiores segmentos industriais do país. Apresenta um faturamento anual de R$ 25 bilhões, empregando cerca de 580 mil pessoas (PROGRAMA DE APOIO A PANIFICAÇÃO - PROPAN, 2006). Ao mesmo tempo, mesmo sendo parte da dieta diária brasileira, o consumo de pães poderia ser maior, sendo de 33,11 kg.per capita ano$^{-1}$. Tal valor corresponde à metade do recomendado pela Organização Mundial da Saúde, OMS, ou seja, 60 kg.per capita$^{-1}$ (SINDICATO DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA DE SÃO PAULO - SINDIPAN, 2004).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição Humana, Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) e *Pink’s* Padaria e Confeitaria de Piracicaba-SP.

As matérias-primas utilizadas foram açaí, buriti e cupuaçu *in natura* obtidos no comércio popular de Palmas-TO, safra de março/2010; tortas desengorduradas de açaí (RA), buriti (RB) e cupuaçu (RC), através de prensagem à temperatura ambiente e secas em secadores a 160 °C, doadas pela empresa “Beraca do Brasil”, unidade de extração de óleos em frutas amazônicas localizada em Belem-PA; além dos ingredientes para formulação dos pães obtidos no comércio de Piracicaba-SP. As análises de composição centesimal, digestibilidade protéica *in vitro*, minerais, antinutricionais e pH foram realizadas em quadruplicata; para cor instrumental e

volume foram realizadas 15 repetições e, para as análises microbiológicas, testes realizados em triplicata.

### 3.1 Caracterização das polpas e resíduos do processamento de açaí, buriti e cupuaçu

Durante o processamento do açaí, buriti e cupuaçu são gerados diversos tipos de resíduos como cascas, sementes, polpas, tortas desengorduradas, dentre outros. Para este trabalho, foram analisadas, além das tortas desengorduradas fornecidas por uma agroindústria, as frações geradas em outras etapas do processamento, a fim de se avaliar a melhor fonte de fibras alimentares. A caracterização das polpas e dos resíduos foi realizada através de análises de composição centesimal e cor instrumental.

#### 3.1.1 Preparo das amostras

As frutas *in natura* utilizadas foram selecionadas manualmente; lavadas com água corrente; higienizadas por 15 minutos em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm em água e enxaguadas abundantemente com água destilada. Em seguida passaram por processamento, o qual foi realizado manualmente com a ajuda de facas e tesouras, separando-se as polpas: polpa do açaí (AP); polpa do buriti (BP) e polpa do cupuaçu (CP) e suas respectivas frações: açaí integral (polpa + semente) (AI); semente do açaí (AS); endocarpo esclerificado do buriti (BB); casca do buriti (BC); buriti integral (casca + polpa + endocarpo + semente) (BI); semente do buriti (BS); casca do cupuaçu (CC); cupuaçu integral (casca + polpa + semente) (CI); semente do cupuaçu (CS). Estas foram dispostas em bandejas de aço inox, congeladas a -8 °C e liofilizadas a -45 °C (Modulyo, EC Apparatus INC.). Logo após, foram pesadas, calculando-se o rendimento do processo e armazenadas em embalagens plásticas de polietileno sob refrigeração a 4 °C aproximadamente. A trituração foi realizada anteriormente a cada análise em moinho de facas (TE-645, Tecnal) e o material obtido foi peneirado em malha de 250 µm, simulando a granulometria da farinha de trigo comum (BRASIL, 1996).

As tortas desengorduradas foram recebidas desidratadas e pré-desengorduradas da agroindústria, armazenadas em sacos de polietileno laminado para a proteção contra umidade e luz e armazenadas a 4 °C até o momento das análises, sendo: torta desengordurada de açaí (RA); torta desengordurada de buriti (RB); torta desengordurada de cupuaçu (RC).

### 3.1.2 Análises das polpas e resíduos do processamento de açaí, buriti e cupuaçu

#### 3.1.2.1 Composição centesimal

**Umidade**: As amostras foram secas em estufa 105 °C, por aproximadamente 12 horas, até peso constante, sendo a umidade obtida por gravimetria segundo metodologia 950.46 descrita pela Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005).

**Cinzas**: Determinada pelo método 940.26 descrito pela AOAC (2005), através da carbonização em mufla (Q318M, Quimis) a 550 °C por aproximadamente 4 horas até peso constante.

**Proteína bruta**: A determinação de nitrogênio total da amostra foi realizada pelo método Microkjeldahl, através de digestão em bloco aquecido a 350 °C, destilação (destilador modelo TE-636/1, Tecnal) das amostras com NaOH 11 N em ácido bórico e solução indicadora de Verde de Bromocrezol e Vermelho de Metila e titulação com ácido sulfúrico 0,02N segundo método 920.152 descrito pela AOAC (2005), utilizando o fator 6,25 para conversão do N para proteína.

**Extrato etéreo**: O extrato etéreo foi determinado pelo método 925.38 da AOAC (2005), submetendo as amostras em contato com refluxo de éter etílico em aparelho de Soxhlet (TE-044, Sarge).

**Fibras alimentares**: A determinação de fibras insolúveis e solúveis foi realizada de acordo com o método proposto por Asp et al. (1983), através da digestão enzimática das amostras com α-amilase para promover a hidrólise do amido e pepsina, seguidas de pancreatina para a degradação da proteína e posterior filtragem em cadinhos porosos com celite, além de precipitação de fibras solúveis com álcool etílico 95%.

**Carboidratos**: O teor de carboidratos foi determinado por diferença através da form. (1):

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (\% \text{ U} + \% \text{ C} + \% \text{ EE} + \% \text{ P} + \% \text{ FI} + \% \text{ FS}) \quad (1)$$

Onde: U = umidade; C = cinzas; EE = Extrato Etéreo; P = Proteínas; FI = Fibras Insolúveis; FS = Fibras Solúveis.

### 3.1.2.2 Cor instrumental

A determinação da cor das polpas e dos resíduos foi realizada com o auxílio do colorímetro marca Minolta, modelo Chroma meter CR–400, sistema Cie LAB proposto por Bible e Singha (1999).

Os valores de L* variam do claro ao escuro, sendo o valor 100 correspondente à cor branca e o valor 0 (zero) à cor preta. O índice a*, quando positivo indica presença de cor vermelha e, quando negativo, cor verde. O índice b* é responsável pela cor amarela (valores positivos) e cor azul (valores negativos).

Os valores de a* e b* foram convertidos ao índice Chroma (C) (form. 2) e ao Ângulo Hue (°H) (form. 3):

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \tag{2}$$

$$°H = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \tag{3}$$

O índice Chroma (C), denota sobre a saturação ou intensidade da cor. Os valores de Chroma menores correspondem ao padrão de cor mais fraco (“aspectos fosco do objeto”) e valores mais altos ao padrão de cor mais forte (“cores vivas”). Com relação ao ângulo Hue, que representa a tonalidade de cor da amostra, 0° vermelho, 90° amarelo, 180° verde e 270° azul.

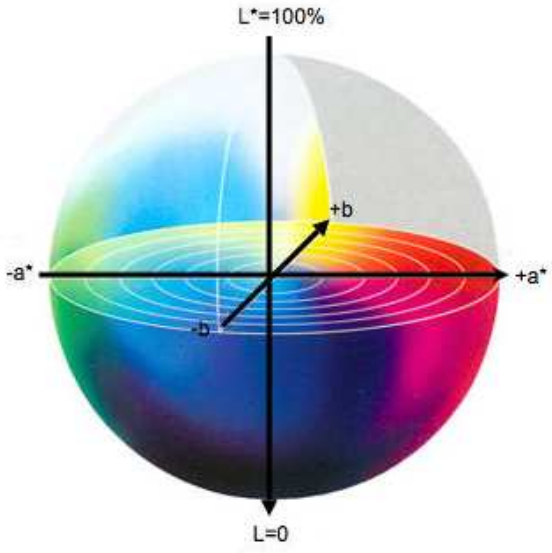


Figura 1 – Representação gráfica de L*, a* e b* para análise da cor instrumental

## 3.2 Desenvolvimento do produto

### 3.2.1 Pães com farinha de casca de cupuaçu

Através da análise dos resultados da composição centesimal e cor instrumental, a casca de cupuaçu foi escolhida por apresentar alto teor de fibras e coloração semelhante à farinha de trigo comum, para a elaboração de uma farinha. A opção por um material de coloração clara é importante para minimizar a interferência da substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de resíduo.

#### 3.2.1.1 Farinha de casca de cupuaçu

As cascas foram separadas das polpas e sementes, selecionadas manualmente e lavadas com água corrente. Em seguida foram higienizadas por 15 minutos em solução de hipoclorito 200 ppm e novamente enxaguadas com água destilada. Após, foram congeladas a -8 °C e liofilizadas a -45 °C. A trituração foi realizada em moinho de facas, peneirado em peneira com malha de 250 µm e armazenado em saco de polietileno laminado sob refrigeração a 4 °C até sua utilização.

#### 3.2.1.2 Elaboração dos pães

A farinha de casca de cupuaçu foi incluída na composição da massa em substituição de parte da farinha de trigo nas proporções de 3%; 6% e 9%; além de uma amostra controle sem adição da farinha de casca.

Para o preparo dos pães, a primeira etapa do processamento foi a pesagem de todos os ingredientes. Para cada grupo foi elaborada uma farinha mista, contendo farinha de trigo comum e farinha de casca de cupuaçu de acordo com cada substituição proposta (Tabela 1).

Tabela 1 - Ingredientes utilizados para a formulação dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu

| Ingredientes[1] | Farinha de casca de cupuaçu nos pães | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0% | 3% | 6% | 9% |
| Farinha de trigo (g) | 1000,0 | 970,0 | 940,0 | 910,0 |
| Farinha de casca de cupuaçu (g) | 0,0 | 30,0 | 60,0 | 90,0 |
| Açúcar refinado (g) | 200,0 | 200,0 | 200,0 | 200,0 |
| Sal refinado (g) | 23,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 |
| Ovos (u) | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Melhorador (g) | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 |
| Margarina (g) | 82,0 | 82,0 | 82,0 | 82,0 |
| Fermento biológico (g) | 33,0 | 33,0 | 33,0 | 33,0 |
| Água (g) | 124,0 | 124,0 | 124,0 | 124,0 |
| Adoçante líquido (mL) | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 |

[1]Farinha de trigo *Suprema*; açúcar refinado *Alto Alegre*; sal refinado *Lebre*; ovos brancos grandes *Fortuna*; melhorador para panificação concentrado *Riconi*; margarina *Suprema*; fermento biológico fresco *Itaiquara*; adoçante líquido *Zero Cal*

Em seguida, a farinha mista foi colocada em masseira a 40 rpm, misturando-se com os demais ingredientes: sal, açúcar, margarina, melhorador, ovos, adoçante e fermento biológico. Adicionou-se aos poucos a água. Logo após, bateu-se a massa a 120 rpm, até o ponto de véu (ponto ideal de desenvolvimento do glúten). A massa foi dividida e cortada em equipamento próprio em pedaços de 80 g, boleadas, modeladas, untadas em óleo de soja e farinha de trigo e dispostas em esteiras retangulares, as quais foram dispostas em câmara de fermentação a 37 °C e 90% de umidade relativa, por aproximadamente 90 minutos.

O assamento dos pães foram realizados em forno turbo (Tedesco, Flex FTF 08G) a 145 °C (temperatura já estabilizada) por 15 minutos. Após o resfriamento dos pães em temperatura ambiente os mesmos foram embalados em sacos de polietileno. Os pães de cada tratamento foram submetidos a análises químicas, físicas e microbiológicas e submetidos à análise sensorial utilizando-se testes de aceitabilidade.

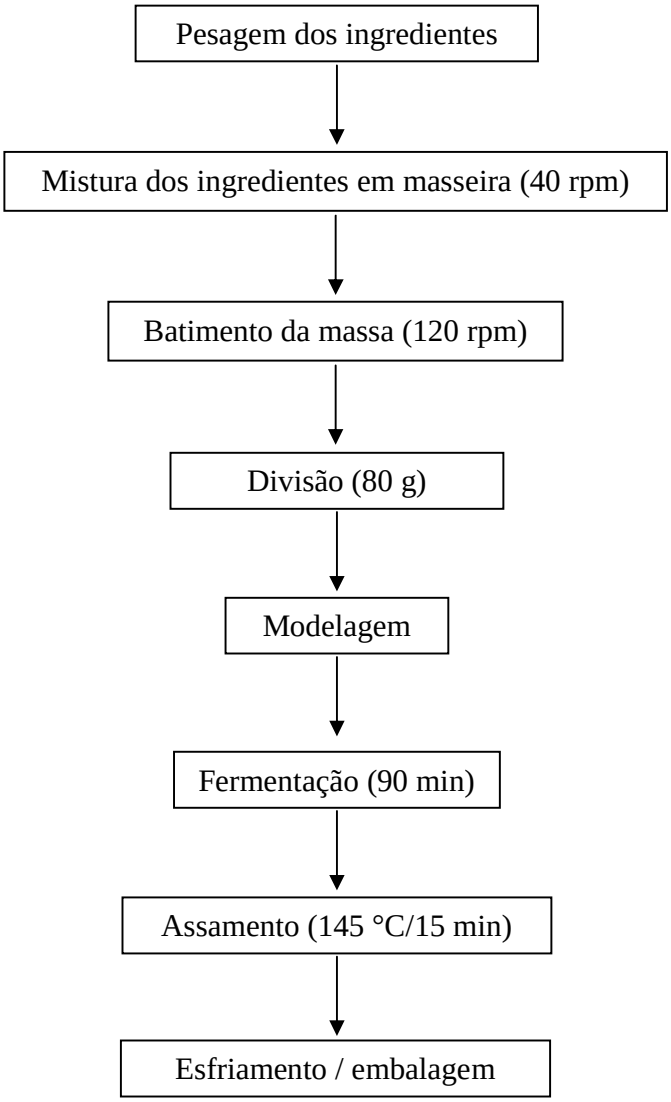


Figura 2 - Fluxograma de produção dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu

### 3.2.2 Análises dos pães

Foram fabricados 40 pães com cerca de 75g cada para cada grupo (0%, 3%, 6% e 9%). Os pães produzidos foram encaminhados para análises microbiológicas e análises físicas e químicas. Após confirmação das boas práticas de fabricação dos pães e segurança alimentar no consumo dos mesmos, uma nova batelada com 20 pães de cada grupo foi produzida para o teste de aceitabilidade. Todos os pães produzidos para as análises laboratoriais tiveram amostras retiradas para as análises microbiológicas. Quinze pães de cada grupo foram utilizados para

análise da cor instrumental e mensuração do volume e peso. Os demais foram desintegrados manualmente (casca + miolo) e dispostos em sacos plásticos de polietileno separados de acordo com o teor de farinha de casca de cupuaçu adicionada e mantidos a 4 °C até o momento das análises.

#### 3.2.2.1 Composição centesimal

As análises de composição centesimal dos pães foram realizadas de acordo com as citadas no item 3.1.2.1.

#### 3.2.2.2 Valor calórico

Foram utilizados fatores de conversão de 4 $kcal.g^{-1}$ para proteína, 4 $kcal.g^{-1}$ para carboidratos e 9 $kcal.g^{-1}$ para lipídeos, de acordo com a form. (4) proposto por Osborne e Voogt (1978).

$$VC = (\%\ \text{proteína} \times 4{,}0) + (\%\ \text{carboidratos} \times 4{,}0) + (\%\ \text{extrato etéreo} \times 9{,}0) \qquad (4)$$

#### 3.2.2.3 Digestibilidade da proteína *in vitro*

A digestibilidade de proteína *in vitro* foi realizada de acordo com Akeson e Stahmann (1964), adicionando-se 10 mL de solução ácida de pepsina em 1,5 g de amostra dos pães. As amostras foram levadas para banho-maria a 37 ºC sob agitação durante 3 horas. Após este período, neutralizou-se com 10 mL de NaOH 0,1 N e adicionou-se10 mL de solução pancreatina. Em seguida, foram colocadas novamente em banho maria a 37 ºC sob agitação durante 24 horas. Após esta etapa, 2 mL da mistura foram transferidos para tubo de centrífuga, ao qual adicionou-se 10 mL de ácido pícrico 1% e submeteu-se a centrifugação a 4.000 rpm por 30 minutos. Finalmente, 0,5 mL do sobrenadante foi utilizado para a digestão protéica. O resultado final foi calculado pela form. (5):

$$\%\ \text{Digestibilidade } \textit{in vitro} = [A - (\frac{B - C}{A})]x100 \qquad (5)$$

Onde:
A= Quantidade de proteína medida por Kjeldahl (%);
B= Média obtida a partir da digestibilidade (%);
C= Branco (%).

### 3.2.2.4 Minerais

Para a determinação dos minerais foi pesado 0,5 g das amostras em tubos de digestão, a qual se adicionou 10 mL de ácido nítrico e armazenadas em capela por 12 horas. Posteriormente, foram digeridas em bloco digestor com variação de temperatura crescente entre 50 ºC a 150 ºC. Após o resfriamento, adicionou-se 1 mL de ácido perclórico e as amostras levadas para o bloco digestor a 150 ºC e elevando-se a temperatura até 250 ºC. Após o resfriamento, as amostras foram transferidas para frascos apropriados e completado o volume até 25 mL. As amostras foram transferidas para frascos de absorbância em espectrofotômetro de absorção atômica (Perkim Elmer, 3110) e lidas a 248,3 nm obtendo-se a determinação de cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, potássio, zinco, enxofre e sódio (SARRUGE; HAAG, 1974).

### 3.2.2.5 Fenólicos totais

A análise do teor de compostos fenólicos totais das amostras foi feita por espectrofotometria segundo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu utilizando-se catequina como padrão (SWAIN; HILLIS, 1959).

Uma alíquota de 0,5 g de cada amostra foi diluída em 50 mL de metanol, posta para agitação (Mesa Agitadora, Metal Sueg Ltda) por 20 minutos e centrifugada por 15 minutos em centrífuga (315 SE, Fanem) a 700 rpm, afim de se obter os extratos. Destes, 0,5 mL foi transferido para tubos de ensaio, no qual foram adicionados 4 mL de água deionizada e 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu. Após 3 minutos foi adicionado 0,5 mL de solução saturada de $Na_2CO_3$ (1 g de carbonato de sódio em 3,5 mL de água destilada) e agitado em banho-maria (CT232, Cientec) por 30 minutos a 37 °C. A absorbância foi medida a 660 nm em espectrofotômetro (DU 640, Beckman). Os resultados de teor dos compostos fenólicos totais foram expressos como equivalentes de catequina (mg cateq.$g^{-1}$).

### 3.2.2.6 Ácido fítico

Para determinação do ácido fítico foi digeridos 0,5 g de cada amostra em 10 mL de solução de HCl 0,65 N com agitação e centrifugadas a 300 rpm durante 10 minutos. Em seguida, foram pipetados 2 mL do sobrenadante, os quais foram diluídos em água destilada em balão volumétrico de 25 mL. Pipetou-se 10 mL da solução do balão para bureta contendo resina para que a solução gotejasse a uma velocidade de 1 gota por segundo. Em seguida foram pipetados 15 mL de solução de NaCl 0,1 M na bureta e, logo após, pipetado 15 mL de solução de NaCl 0,7 M e recolhido o eluído em béquer. Alíquotas de 5 mL foram pipetados em tubos de ensaio adicionados 1 mL de reagente de Wade, sob agitação. A leitura da absorbância foi realizada após 15 minutos em espectrofotômetro (DU 640, Beckman) a 500 nm (GRYNSPAN; CHERYAN, 1989).

### 3.2.2.7 Taninos

A quantificação de taninos foi através da metodologia descrita por Price, Hagerman e Butler (1980), a qual consiste na extração com metanol e reação colorimétrica com solução de 1:1 de 1% de vanilina em metanol e 8% de HCl em metanol, deixados a 30 °C por 20 minutos e posterior leitura a 500 nm. Para a construção da curva padrão foi utilizada catequina e os resultados expressos em mEq de catequina.

### 3.2.2.8 pH

Foi preparado um extrato com 5 g de cada amostra em 50 mL de água destilada e, após 10 minutos de agitação em agitador magnético, determinou-se o pH em pHmetro digital (Digimed, DMPHI), conforme metodologia descrita por Cecchi (2003).

### 3.2.2.9 Cor instrumental

A análise de cor para os pães foi realizada de acordo com a descrita no item 3.1.2.2.

### 3.2.2.10 Volume

Foram realizadas determinações de volume específico e peso dos pães elaborados antes e pós assamento. O volume dos pães foi determinado pelo deslocamento de um volume conhecido de sementes de colza em recipiente apropriado em função da razão do peso final dos pães (EL-DASH; MAZZARI; GERMANI, 1994).

### 3.2.2.11 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram oram realizadas, nos pães desenvolvidos, antes do teste de aceitabilidade, para a segurança alimentar dos provadores. Foram realizados os testes microbiológicas exigidos pela ANVISA, através da Resolução RDC n°12, de 2 de janeiro de 2001, sendo elas contagem de coliformes a 45 ºC e totais e presença de *Salmonella* SP (BRASIL, 2001).

#### 3.2.2.11.1 Salmonella

Dos pães fabricados foram retiradas amostras e pesados 50 g desse total, homogeneizados em 450 mL de caldo lactosado e incubados a 37 ºC por 24 horas. Após, 1 mL do caldo foi transferido para 9 mL de caldo tetrationato/iodo iodeto e levado a banho-maria a 45 ºC por 6 horas. Em seguida, 1,5 mL da cultura foi transferido para o kit 1-2 Test Salmonella da Biocontrol System INC (cod. 10107), o qual foi incubado a 35 ºC por 24 horas. O resultado foi expresso em ausência ou presença em 50 g (AOAC, 1995).

#### 3.2.2.11.2 Coliformes a 45ºC e totais

Foram pesados 25 g de amostra de pães e homogeneizadas em 225 mL de água peptonada 0,1% ($H_2Op$) estéril, em Stomacher, obtendo-se assim a diluição $10^{-1}$. Realizou-se, a partir dessa diluição, outras quatro diluições decimais em tubos, a partir de 1 mL e diluindo-se em 9 mL de água peptonada estéril. A determinação de coliformes a 45 ºC foi feita inoculando-se em série de

3 tubos da amostra em LSTMUG, onde alíquotas de 1 mL das diluições $10^{-1}$ a $10^{-5}$ foram transferidas para tubos com este meio de cultura e incubados a 37 ºC por 48 horas.

Os resultados positivos são indicados pela turvação do meio, formação de gás nos tubos de Durhan e fluorescência na luz UV. Para confirmação de coliformes totais, os tubos com tal aspecto tiveram alíquotas transferidas para caldo verde brilhante através de uma alça microbiológica e incubados a 37ºC por 24 horas. A positividade é indicada pela turvação e formação de gás nos tubos de Durhan. Os resultados foram obtidos através da tabela de Número Mais Provável, NMP e expressos em NMP/g conforme proposto por Downes e Ito (2001).

### 3.2.2.12 Teste de aceitabilidade dos pães pelos consumidores

O teste de aceitabilidade foi realizado na própria padaria, onde a elaboração dos pães foi realizada. O delineamento experimental utilizado correspondeu ao de blocos casualizados com 40 provadores voluntários e não treinados, com idades entre 18 e 50 anos, consumidores de pães/frequentadores da padaria, considerando-se 4 tratamentos com 40 repetições (0%; 3%; 6% e 9% de farinha de casca de cupuaçu em substituição da farinha de trigo.

O modelo adotado foi o teste de comparação múltipla proposto por Moraes (1988), com utilização de escala hedônica, variando de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”, a fim de avaliar através de notas para os atributos cor, aroma, textura e sabor, as diferenças na aceitabilidade na inclusão do extrato em relação ao pão padrão, bem como a aceitabilidade dos produtos elaborados pelos participantes.

Anteriormente à degustação dos produtos, foi aplicado um questionário para a análise do perfil dos consumidores. Após a degustação das amostras, os participantes preencheriam a ficha com notas dadas para cada amostra (Figura 3).

A realização desta análise foi aprovada pelo Comitê de Ética da ESALQ, CEP, em reunião de 23/06/2010, protocolo n° 61.

Nome:_____ Data: 25/05/2010

**ANÁLISE SENSORIAL DE PÃES ENRIQUECIDOS COM FIBRAS**

**(Este produto contém glúten, caso seja alérgico, não participar da análise)**

**As questões de 1 a 5 devem ser respondidas antes de provar os produtos**

**1) Qual sua freqüência de consumo de pães, em geral ?**
( ) diariamente ( ) 3 vezes por semana ( ) 1 vez na semana
( ) quinzenalmente ( ) mensalmente ( ) não consumo

**2) Você considera importante o consumo de pães?**
( ) muito importante ( ) importante ( ) irrelevante ( ) pouco importante ( ) desimportante

**3) Qual tipo de pão você prefere?**
( ) branco (normal) ( ) integral (com cereais)

**4) Qual o motivo de você consumir este tipo de produto?**
( ) praticidade/conveniência ( ) gosto ( ) preço ( ) acessibilidade
( ) Outros: _____

**5) Você considera o consumo de fibras importante?**
( ) muito importante ( ) importante ( ) irrelevante ( ) pouco importante ( ) desimportante

**Você recebeu uma amostra padrão (P) e 04 amostras codificadas. Por favor, prove e compare cada uma com o padrão em relação à COR, AROMA, TEXTURA e SABOR, avaliando o grau de diferença de acordo com a escala abaixo. A seguir, responda às questões de 6 e 7.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Extremamente inferior ao padrão | 6 | Ligeiramente superior ao padrão |
| 2 | Muito inferior ao padrão | 7 | Regularmente melhor que o padrão |
| 3 | Regularmente inferior que o padrão | 8 | Muito melhor que o padrão |
| 4 | Ligeiramente inferior ao padrão | 9 | Extremamente melhor que o padrão |
| 5 | Igual ao padrão | | |

| Amostra | COR | AROMA | TEXTURA | SABOR |
|---|---|---|---|---|
| 477 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 149 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 013 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 945 | _____ | _____ | _____ | _____ |

**6) Qual dos produtos você gostou mais?**
( ) 477 ( ) 149 ( ) 013 ( ) 945

**7) Você consumiria esse produto em seu dia a dia?**
( ) Sim ( ) Não. Motivo: _____

Comentários (utilize o verso se necessário): _____
_____

Figura 3 - Ficha aplicada aos provadores para o teste de aceitação dos pães com diferentes concentrações de casca de cupuaçu

### 3.3 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F pelo software Statistical Analysis System (SAS, 2009), com realização do teste de Tukey, onde $p<0,05$ como nível de significância para comparação das médias dos resultados obtidos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Polpas

#### 4.1.1 Composição centesimal

A caracterização centesimal das polpas de açaí, buriti e cupuaçu encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal das polpas de açaí, buriti e cupuaçu (base fresca)

| Amostras | Umidade Total (%) | Cinzas (%) | Extrato Etéreo (%) | Proteína (%) | Fibra Insolúvel (%) | Fibra Solúvel (%) | Carboidratos (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Açaí | 43,10±0,02[1]c[2] | 1,51±0,00 b | 14,46±0,14 b | 4,09±0,08 a | 35,09±0,03 a | 1,42±0,01 b | 3,05 c |
| Buriti | 49,79±0,06 b | 1,58±0,01 a | 24,30±0,18 a | 2,87±0,10 b | 14,22±0,06 b | 4,14±0,03 a | 0,44 b |
| Cupuaçu | 87,94±0,02 a | 1,07±0,00 c | 0,75±0,00 c | 1,01±0,02 c | 3,51±0,04 c | 0,53±0,01 c | 5,21 a |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%

A polpa de cupuaçu apresentou maiores teores de umidade e de carboidratos, e menores porcentagens de cinzas, extrato etéreo, proteínas e fibras alimentares. A polpa de açaí apresentou maiores índices de proteínas e fibras insolúveis, além de menor teor de carboidratos. Já a polpa de buriti destacou-se pelo seu elevado teor de extrato etéreo e maior valor de fibras solúveis. De acordo com o modelo estatístico aplicado, todas as amostras se diferenciaram entre si, para todas as variáveis analisadas.

Menezes (2005) analisou a polpa de açaí pré-congelada e obteve valores de 84,52% de umidade; 0,61% de cinzas; 6,71% de extrato etéreo; 1,78% de proteína e 6,38% de carboidrato.

Yuyama et al. (2004) encontraram valores entre 5,3% e 7,7% de fibras alimentares em polpas de três diferentes localidades do ecossistema amazônico e Carneiro (2000) e Alexandre (2002) valores de 1,4% e 1,5%, respectivamente, para proteína em polpas de açaí. Já Rogez (2000), destacou a baixa concentração de carboidratos nas polpas (0,37%). Em sua pesquisa, Toaiari et al. (2005), encontraram maiores valores de proteína (10,3%) e extrato etéreo (42,7%) para a polpa de açaí, ao mesmo tempo que, para cinzas, obtiveram um valor menor (0,44%). Estes autores encontraram 12,5% de fibra alimentar na polpa de açaí, valor inferior ao encontrado neste trabalho.

Manhães (2007) analisou polpa de buriti para averiguar seu potencial como alimento funcional e encontrou valores médios de 62,93% de umidade; 3,08% de carboidratos; 0,94% de cinzas 5,17% de fibras; 2,10% de proteína com predominância dos aminoácidos sulfurados e do triptofano. A fração lipídica da polpa correspondeu a 13,85%, tendo o ácido oléico como principal ácido graxo dessa fração por representar 73,32% do total de ácidos graxos, importante para saúde humana, pois favorece a prevenção ou redução de doenças cardiovasculares.

Em relação à polpa de cupuaçu, Freire et al. (2009) encontraram valores de 0,72% de cinzas; 0,76% de proteínas e 0,96% de extrato etéreo, sendo estes semelhantes ao da polpa fresca desta análise. Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, TACO (UNICAMP, 2006), os teores para polpa de cupuaçu são: 86,6% de umidade; 0,6% de cinzas; 0,6% de extrato etéreo; 0,8% de proteína e 1,4% de carboidrato. Estes valores estão próximos ao encontrado para polpa de cupuaçu em base fresca nesta pesquisa, exceto para carboidratos, mostrando-se inferior ao encontrado nesta pesquisa.

O cupuaçu possui um teor médio de umidade semelhante à maioria das frutas, como maçã (84,3%), pitanga (88,3%) e goiaba vermelha (85%). Os teores de cinzas encontrados para açaí e buriti são semelhantes ao teor de cinzas da macaúba (1,8%) e tamarindo (1,9%), sendo estes, assim como o buriti, frutos do cerrado. O teor elevado de proteínas analisados no açaí e no buriti também podem ser observados em frutas como tamarindo (3,2%) e pequi (2,3%). A macaúba e o pequi também possuem altos valores de lipídeos, 40,7 e 18,0%, respectivamente, assim como o buriti e açaí analisados. Além disso, são excelentes fontes de fibras alimentares, da mesma forma que o açaí e o buriti (UNICAMP, 2006).

Alguns dos teores encontrados nesta pesquisa estão abaixo dos resultados encontrados nos autores citados acima, uma vez que, estes foram realizados em polpas extraídas de forma

comercial, onde são, como no caso do açaí, obtidas com o auxilio de peneiragem e lavagem dos frutos. Este processo proporciona a diluição da polpa e, consequentemente, menores teores dos compostos analisados. Vale ressaltar que, além da diluição das polpas, geralmente realizada nos processos de obtenção da polpa congelada, a perda de nutrientes pode ser atribuída ao tratamento térmico sofrido e, fundamentalmente, aos processos oxidativos ocorridos durante as operações que antecedem a pasteurização. Estes processos, apesar de promoverem algumas perdas nutricionais, são extremamente importantes para a conservação e segurança do produto. Para a avaliação do potencial da polpa neste trabalho, foram realizadas análises na polpa integral, sem diluições e peneiragem. Nota-se que, para aproveitamento integral das fibras destes frutos analisados, houve a remoção total da polpa aderida nas sementes das frutas, justificando os valores elevados de fibras insolúveis.

### 4.1.2 Cor instrumental das polpas

Os parâmetros de cor das polpas de açaí, buriti e cupuaçu encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros de coloração das polpas de açaí, buriti e cupuaçu

| Amostras | L* | a* | b* | Chroma (C) | Ângulo Hue (°H) |
|---|---|---|---|---|---|
| Polpa de açaí | 16,79±1,15[1]c[2] | 6,60±0,56 b | 8,02±0,77 c | 10,50±0,46 c | 50,41±1,46 c |
| Polpa de buriti | 54,55±0,90 b | 19,75±0,43 a | 72,84±0,99 a | 75,54±1,03 a | 74,85±0,18 b |
| Polpa de cupuaçu | 81,06±1,71 a | -3,64±0,52 c | 29,99±0,79 b | 30,21±0,84 b | 82,80±0,36 a |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%

Nas Figuras 4, 5 e 6 estão representadas as frações das polpas de açaí, buriti e cupuaçu liofilizadas e trituradas, respectivamente.

Figura 4 - Polpa de açaí (AP)

Figura 5 - Polpa de buriti (BP)

Figura 6 - Polpa de cupuaçu (CP)

A polpa de cupuaçu possui índices mais altos de L* e a polpa de açaí, menor valor. Como este índice mede a luminosidade, quanto maior este valor, mais clara é a amostra. Todas as amostras apresentaram valores significativamente diferentes para L*.

Os resultados de a*, responsável pelas cores verde e vermelha, mostram que a polpa de açaí possui coloração mais avermelhada, enquanto a polpa de cupuaçu valores relacionados mais com a cor verde. Para b*, quanto maior o valor, mais amareladas as amostras tendem a ser. Isto pode ser observada na polpa de buriti, apresentando grande índice de b* e, consequentemente, coloração amarelo escuro. Em relação a estas 2 coordenadas, todas as amostras se diferenciaram significativamente de acordo com o tratamento estatístico aplicado.

O índice Chroma mostra que a polpa de buriti apresenta coloração forte, enquanto a polpa de açaí apresenta aspecto mais fosco. Dentre as três amostras, observa-se, através do ângulo Hue, que a polpa de cupuaçu é a que apresenta tonalidade mais próxima do amarelo, seguida por buriti e açaí.

## 4.2 Resíduos da agroindústria de processamento de açaí, buriti e cupuaçu

### 4.2.1 Caracterização centesimal dos resíduos do processamento de açaí, buriti e cupuaçu

A composição centesimal dos resíduos de açaí, buriti e cupuaçu obtidos do processamento pela agroindústria encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição centesimal dos resíduos de açaí, buriti e cupuaçu (base seca)

| Amostras[1] | Cinzas (%) | Extrato Etéreo (%) | Proteína (%) | Fibra Insolúvel (%) | Fibra Solúvel (%) | Carboidratos (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RA | 2,39±0,01[2]h[3] | 9,97±0,04 d | 7,22±0,22 c | 63,72±0,51 e | 5,51±0,07 c | 11,19 |
| RB | 3,48±0,04 e | 7,81±0,26 f | 4,42±0,09 f | 66,63±0,49 d | 6,37±0,23 b | 11,29 |
| RC | 5,85±0,01 a | 20,98±0,66 b | 15,18±0,09 a | 40,13±0,52 g | 7,54±0,42 a | 10,32 |
| AI | 1,90±0,08 i | 7,77±0,23 f | 6,39±0,15 d | 74,55±0,99 c | 3,13±0,05 f | 5,93 |
| AS | 1,76±0,00 j | 2,96±0,02 g | 5,93±0,18 e | 83,00±0,45 a | 0,59±0,04 j | 5,83 |
| BB | 4,58±0,19 b | 8,14±0,02 ef | 3,52±0,27 g | 67,02±0,18 d | 7,44±0,07 a | 9,48 |
| BC | 4,03±0,03 d | 8,31±0,04 e | 3,20±0,17 g | 74,28±0,23 c | 0,68±0,04 j | 9,52 |
| BI | 2,96±0,03 f | 8,02±0,04 ef | 4,36±0,09 f | 66,38±0,41 d | 2,20±0,11 g | 16,03 |
| BS | 2,80±0,03 g | 0,16±0,03 i | 5,50±0,15 e | 82,35±0,45 a | 0,87±0,11 i | 8,22 |
| CC | 2,45±0,09 h | 1,91±0,03 h | 2,84±0,09 h | 78,29±0,12 b | 1,52±0,06 h | 13,01 |
| CI | 4,43±0,02 c | 15,55±0,15 c | 7,17±0,20 c | 44,50±0,41 f | 3,70±0,08 e | 24,52 |
| CS | 2,96±0,09 f | 43,74±0,47 a | 9,69±0,23 b | 27,75±0,10 h | 4,78±0,02 d | 11,08 |
| Casca de batata[4] | 2,2 | 1,6 | 5,5 | 1,5 | | 79,6 |
| Casca de soja[5] | - | 2,2 | 13,1 | 33,0 | | - |
| Semente de abóbora[6] | 4,3 | 31,7 | 25,7 | 29,5 | | - |

[1] Torta de açaí desengordurada (RA), torta de buriti desengordurada (RB), torta de cupuaçu desengordurada (RC), açaí integral (AI), semente de açaí (AS), endocarpo de buriti (BB), casca de buriti (BC), buriti integral (BI), semente de buriti (BS), casca de cupuaçu (CC), cupuaçu integral (CI) e semente de cupuaçu (CS)
[2] Médias ± desvio padrão
[3] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%
[4] Fernandes et al. (2008)
[5] Moreira e Mancini-Filho (2004)
[6] Cerqueira et al. (2008)

A amostra RC foi a que apresentou maior teor de cinzas, enquanto o menor valor foi para AS. Em relação ao extrato etéreo, CS apresentou a maior taxa lipídica, enquanto BS o menor valor. Apesar de já desengordurado, observa-se alto valor de extrato etéreo presente nas amostras RC, RA e, em menor quantidade, RB. Este fato é explicado pela forma de extração dos óleos pela agroindústria ser por prensagem e não por solventes. O procedimento para obtenção desses resíduos varia de acordo com a parte da fruta que é utilizada para extração do óleo: polpa ou semente. Do buriti e do açaí a extração é realizada de uma massa formada principalmente por polpa, já do cupuaçu a extração é feita da semente. Apesar das matérias-primas passarem por um processo de desidratação natural nas comunidades coletores, há uma segunda secagem com

temperatura média de 170 ºC, pois a prensagem para extração do óleo é realizada com umidade entre 4-5%. Essa prensagem é realizada sem solventes, obtendo-se o óleo bruto e, as tortas como subprodutos. O óleo passará para as etapas seguintes de refino e as tortas são recolhidas e, posteriormente, micronizadas. Apesar da extração com solventes ser mais eficaz, a prensa a frio conserva as características aromáticas nos óleos extraídos.

Para proteína, a amostra que apresentou maior valor foi RC e menor, CC. Em relação à fibra insolúvel, a fração que obteve maior valor foi AS e BS, as quais não diferem estatisticamente e CS, como o menor valor. Para fibras solúveis, o maior resultado encontrado foi para RC e BB, sendo estas estatisticamente iguais e, BC e AS com menor teor.

Comparando com a casca de batata, a casca de buriti possui porcentagem superior em fibras e extrato etéreo e menores valores de proteína e cinzas e, valor bastante inferior em relação aos carboidratos. Para a casca de cupuaçu, o valor de cinzas encontrado foi semelhante, assim como extrato etéreo. Proteína e carboidratos apresentaram porcentagens relativamente menores e a fibra apresentou resultado superior. A discrepância dos valores de carboidratos e fibras encontradas nas cascas, além de ser explicada por possíveis diferenças na metodologia, pode ser evidenciada pela diferença dos produtos analisados.

Gondim et al. (2005), analisando cascas de abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina base fresca encontraram os valores para fibras totais variando entre 1,20% para casca de mamão e 10,38% para tangerina. Pode-se dizer que os valores para as fibras encontradas nas cascas de cupuaçu e buriti analisadas foram superiores evidenciando o potencial destas como fontes de fibras alimentares. Além disso, a casca de cupuaçu apresentou valor semelhante ao encontrado na casca de tangerina (2,5%) e, superior ao encontrado nas demais cascas analisadas. Casca de cupuaçu e buriti apresentaram valores superiores em relação às cinzas de todas as cascas analisadas por estes autores, as quais variaram entre 0,75% para casca de abacate e 1,75% para tangerina.

A casca de soja possui valor semelhante em porcentagem de extrato etéreo com a casca de cupuaçu, porém inferior à quantidade de lipídeos presentes na casca de buriti e valor protéico superior às cascas de buriti e cupuaçu. Porém, observa-se valor muito menor em relação à quantidade de fibras alimentares em relação a estes dois resíduos.

A semente de abóbora possui valor médio maior de cinzas, extrato etéreo e proteína em relação às sementes de açaí, buriti e cupuaçu, porém a porcentagem de fibra alimentar é

semelhante à semente de cupuaçu e quase quatro vezes menor que a quantidade presente na semente de açaí e buriti. As sementes de açaí, buriti e cupuaçu quando comparadas com a semente de linhaça apresentam o valor semelhante, em fibra alimentar, em relação a semente de cupuaçu e 2,5 vezes menor quando se compara a quantidade de fibras em relação às sementes de açaí e buriti.

Através de avaliação estatística por multivariância observou-se baixa correlação entre os determinados componentes das amostras e suas interações. Dos dados analisados, houve maior relação positiva entre fibras insolúveis e fibras totais, ou seja, quanto maior a presença de fibras insolúveis na amostra, maior também a presença de fibras totais nos resíduos. Para as demais amostras, observaram-se interações não significativas entre os componentes.

Nos resíduos analisados nesta pesquisa, destacaram-se a significativa presença de fibras alimentares em AS, BS e CC com valores superiores a 80%, evidenciando potencial para aproveitamento como ingrediente funcional. No entanto, as amostras com maiores concentrações, AS e BS, apresentaram alguns interferentes importantes. Apesar de possuírem quantidades altas de fibras alimentares e considerável proteína, a primeira amostra apresenta paladar desagradável, com gosto residual amargo. Já a amostra BS apresentou difícil trituração e, consequentemente, impossibilitando em transformar extrato similar à farinha de trigo.

### 4.2.2 Cor instrumental

Nas Figuras 7 a 18 podem ser visualizadas fotos das frações de amostras liofilizadas e trituradas dos resíduos de processamento de açaí, buriti e cupuaçu.

Figura 7 - Torta desengordurada de açaí (RA)

Figura 8 - Torta desengordurada de buriti (RB)

Figura 9 - Torta desengordurada de cupuaçu (RC)

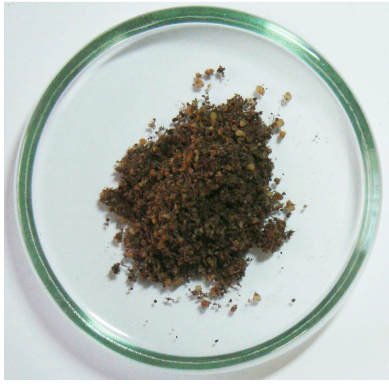

Figura 10 - Açaí integral (AI)

Figura 11 - Semente de açaí (AS)

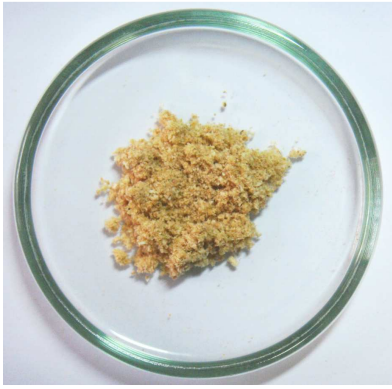

Figura 12 - Endocarpo de buriti (BB)

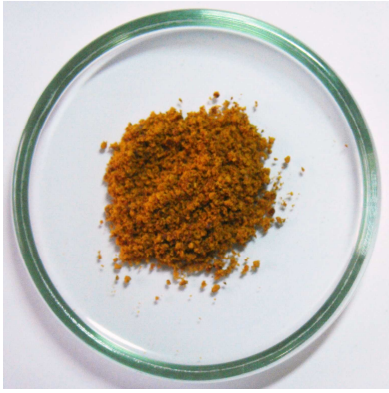

Figura 13 - Casca de buriti (BC)

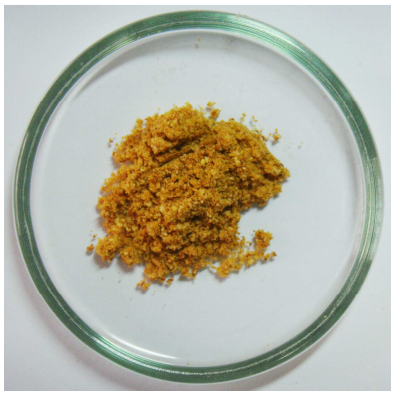

Figura 14 - Buriti integral (BI)

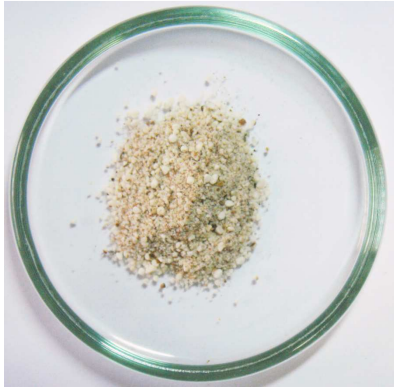

Figura 15 - Semente de buriti (BS)

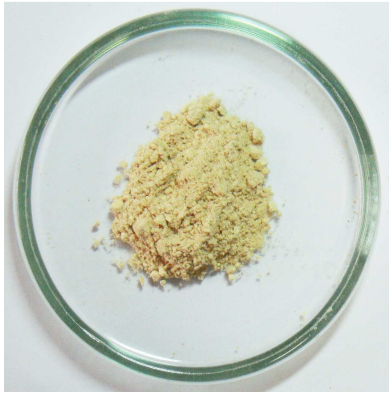

Figura 16 - Casca de cupuaçu (CC)

Figura 17 - Cupuaçu integral (CI)

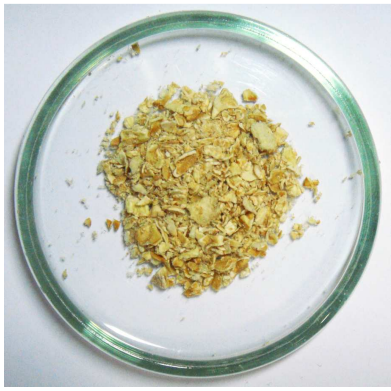

Figura 18 - Semente de cupuaçu (CS)

Os resultados das análises de cor instrumental dos resíduos estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros de coloração dos resíduos de açaí, buriti e cupuaçu (base seca)

| Amostras[1] | L* | a* | b* | Chroma (C) | Ângulo Hue (°H) |
|---|---|---|---|---|---|
| RA | 26,02±0,61[2] i[3] | 7,49±0,40 de | 17,94±0,51 g | 19,68±0,55 g | 66,58±1,27 c |
| RB | 29,86±0,95 h | 8,27±0,36 d | 20,09±0,80 ef | 21,78±0,71 ef | 67,75±1,41 c |
| RC | 31,22±1,57 h | 9,85±0,35 c | 21,93±1,93 e | 23,84±1,71 e | 65,58±1,73 c |
| AI | 35,41±0,96 g | 10,15±0,52 b | 17,11±0,44 h | 19,89±0,58 g | 59,38±0,24 e |
| AS | 49,27±1,24 f | 11,29±0,52 b | 20,17±1,10 fg | 23,09±1,21 e | 60,74±0,18 d |
| BB | 70,16±1,01 ab | 6,31±0,67 e | 33,76±1,09 c | 34,29±1,04 c | 79,45±1,05 a |
| BC | 57,67±1,10 e | 41,56±1,53 a | 43,36±0,84 b | 60,14±0,79 a | 46,25±1,09 f |
| BI | 60,35±0,98 d | 9,70±0,37 c | 47,57±1,02 a | 48,56±0,95 b | 78,43±0,46 ab |
| BS | 71,72±1,42 a | 3,54±0,45 g | 15,34±0,46 h | 15,84±0,52 h | 76,98±1,50 b |
| CC | 69,07±0,99 bc | 6,17±0,26 e | 27,88±1,02 d | 28,57±0,95 d | 77,34±0,99 b |
| CI | 70,60±1,29 ab | 5,06±0,46 f | 27,91±0,68 d | 28,33±0,71 d | 79,84±0,81 a |
| CS | 67,19±0,90 c | 5,97±0,30 ef | 25,94±0,37 d | 26,60±0,39 d | 77,19±0,89 b |
| Farinha de trigo[4] | 88,16 | 0,34 | 8,80 | 8,80 | 87,78 |

[1] Torta de açaí desengordurada (RA), torta de buriti desengordurada (RB), torta de cupuaçu desengordurada (RC), açaí integral (AI), semente de açaí (AS), endocarpo de buriti (BB), casca de buriti (BC), buriti integral (BI), semente de buriti (BS), casca de cupuaçu (CC), cupuaçu integral (CI) e semente de cupuaçu (CS)

[2] Médias ± desvio padrão

[3] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%

[4] Fernandes (2006)

Os resíduos BS, CI, BB, CC e CS apresentaram maiores índices L*, não se diferenciando entre si e caracterizando tons mais claros. As amostras RB e RC apresentaram tons mais escuros.

As coordenadas a* e b*, são responsáveis pela coloração da amostra. Quanto maior é o índice de b*, maior intensidade de amarelo que a amostra apresenta, como é o caso de BI e BC e, quanto menor é este índice, maior é a intensidade de azul nas amostras. Maiores valores de a* caracterizam a presença da coloração vermelha, o que foi observado nos maiores valores de BC e RC.

O Chroma dos resíduos mostra que a amostra BC apresenta, dentre os resíduos analisados, a coloração mais forte, com tons “vivos”, enquanto BS é a amostra com tonalidade mais fosca. Todas as amostras apresentam ângulos Hue entre 50 e 100, caracterizando tonalidades relacionadas com o amarelo, exceto a amostra BC, com tonalidade vermelha.

As amostras BS, CC, CI e CS, dentre os resíduos analisados, foram as que apresentaram parâmetros de coloração mais próximas em relação à farinha de trigo. Através destes índices, juntamente com fatores como o teor de fibras e palatabilidade, optou-se então pela utilização da amostra CC, como o subproduto a ser utilizado na produção dos pães. Estas características tornam-se importantes para elaboração do produto, uma vez que, será utilizada a farinha de resíduo em substituição da farinha de trigo, evitando ao máximo a descaracterização do produto e, consequentemente, a rejeição do mesmo pelos consumidores.

### 4.3 Pães com farinha de casca de cupuaçu

As imagens das massas de pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu estão apresentadas nas Figuras 19 a 30.

Figura 19 - Massa modelada com 0% de FCC

Figura 20 - Massa modelada com 3% de FCC

Figura 21 - Massa modelada com 6% de FCC

Figura 22 - Massa modelada com 9% de FCC

Figura 23 - Massa fermentada com 0% de FCC

Figura 24 - Massa fermentada com 3% de FCC

Figura 25 - Massa fermentada com 6% de FCC

Figura 26 - Massa fermentada com 9% de FCC

Figura 27 – Pão com 0% de FCC

Figura 28 - Pão com 3% de FCC

Figura 29 – Pão com 6% de FCC

Figura 30 – Pão com 9% de FCC

### 4.3.1 Composição centesimal

A composição centesimal dos pães com as diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu encontra-se apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Composição centesimal média dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca)

| Concentração de FCC (% ) | Umidade Total (%) | Cinzas (%) | Extrato Etéreo (%) | Proteína (%) | Fibra Insolúvel (%) | Fibra Solúvel (%) | Carboidratos (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 26,08±0,58[1]c[2] | 1,45±0,05 a | 5,03±0,03 a | 10,15±0,09 b | 1,10±0,09 d | 1,22±0,26 a | 55,02 |
| 3 | 25,28±0,63 c | 1,61±0,04 b | 5,29±0,17 a | 10,15±0,09 b | 3,14±0,38 c | 1,40±0,23 a | 53,33 |
| 6 | 27,36±0,17 b | 1,66±0,07 ab | 5,22±0,15 a | 10,33±0,09 ab | 4,09±0,30 b | 1,31±0,06 a | 49,99 |
| 9 | 28,78±0,61 a | 1,72±0,04 c | 5,14±0,15 a | 10,41±0,17 a | 5,82±0,26 a | 1,33±0,29 a | 46,70 |
| Pão francês[3] | 28,5 | 1,8 | 3,1 | 9,4 | 6,9 | | 49,9 |
| Pão de forma[3] | 34,7 | 2,3 | 3,7 | 9,4 | 6,9 | | 49,9 |
| Pão sovado[3] | 25,8 | 1,5 | 2,8 | 8,4 | 2,4 | | 61,5 |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

[3] Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, TACO (UNICAMP, 2006)

A amostra com 9% de casca de cupuaçu apresentou a maior porcentagem de umidade. Já para cinzas, as amostras com 9 e 6% não se diferenciaram entre si, sendo estas as maiores fontes de cinzas e proteínas. Para extrato etéreo e fibras solúveis, todas as amostras apresentaram teores significativamente iguais. Observa-se também, que a amostra com 9% de casca de cupuaçu, apresentou maior índice de fibra insolúvel e fibras totais, seguidas por 6%, 3% e 0%, sendo estas significativamente diferentes entre si e, inversamente proporcionais aos teores de carboidratos.

De acordo com a TACO (UNICAMP, 2006), o pão francês, pão de forma integral e o pão sovado possuem composição centesimal semelhantes aos pães com diferentes concentrações de casca de cupuaçu, exceto pelo teor de lipídeos e fibras totais, tendo os pães com casca de cupuaçu maiores teores.

Os teores de umidade dos pães apresentaram diferença mínima significativa, exceto para as amostras com 0% e 3% de farinha de casca de cupuaçu. Fernandes (2006) avaliou a adição de farinha de casca de batata na elaboração de pães integrais e concluiu que o teor de umidade dos pães aumentou de acordo com a adição da farinha de casca. O mesmo pode ser observado nos pães elaborados com a farinha de casca de cupuaçu, com exceção do pão com 3%. O pão com 3% de farinha de casca de cupuaçu pode ter sofrido maior perda de água no período pré-armazenamento. De modo geral, as fibras presentes nas farinhas de cascas podem ter contribuído para a retenção de umidade dos pães durante o assamento, aumentando assim o teor de água presente. Esteller et al. (2004) e Esteller e Lannes (2005) encontraram umidade média de 30% em pães de forma tradicionais, valores próximos ao encontrado neste trabalho. Segundo a ANVISA (BRASIL, 2000b), o teor máximo de umidade para pães feitos com farinha de trigo deve ser de 38%, ou seja, todos os pães estão de acordo com a legislação brasileira.

A representação gráfica das médias e a equação de regressão de modelo quadrática como melhor ajuste das médias para teor de cinzas dos pães estão apresentadas na Figura 31.

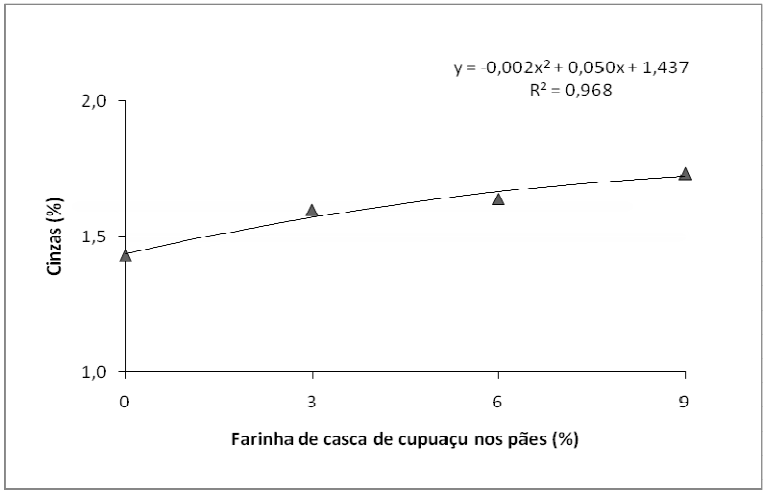


Figura 31 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das cinzas média (base fresca) dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu

Quanto a cinzas, foi observando aumento no teor em relação ao aumento de farinha de casca de cupuaçu adicionada. Moura (2008) avaliou a aplicação de sementes de linhaça na elaboração de pães de forma e encontrou valores variando de 2,29 a 2,45% de cinzas em pães com 0 a 9% de linhaça, respectivamente. Já Fernandes (2006) encontrou, em média, teores de 2,78% para pães com casca de batata. Estes valores encontram-se relativamente maiores aos dos pães com casca de cupuaçu, possivelmente influenciados pelos demais ingredientes utilizados na elaboração dos pães. A farinha de trigo, dependendo da origem da matéria-prima e do processo de extração, pode variar no teor médio de cinzas totais. Em relação aos pães com farinha de casca de cupuaçu, observa-se tendência a aumento do teor de cinzas em função da adições do resíduo.

As análises de extrato etéreo e fibras solúveis não apresentaram diferença mínima significativa a 5% de probabilidade. Os valores médios de extrato etéreo mostram tendência em ficarem estáveis, pois a farinha de casca de cupuaçu apresentou teor de extrato etéreo de 1,91% (base seca), valor próximo ao teor encontrado na farinha de trigo, 1,4% (UNICAMP, 2006). O mesmo ocorre em relação à fibra solúvel, uma vez que, em comparação à insolúvel, o teor de solúvel é muito inferior, não ocasionando diferenças significativas nos resultados.

Os teores de proteína bruta para os pães integrais das amostras com 0% e 3% diferiram do pão com 9% de farinha de casca de cupuaçu. Com a substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu, era esperada uma queda das médias de proteína no pão, porém, os teores de proteínas se mantiveram estáveis e a amostra que teria menor valor de proteína (%) obteve maior resultado.

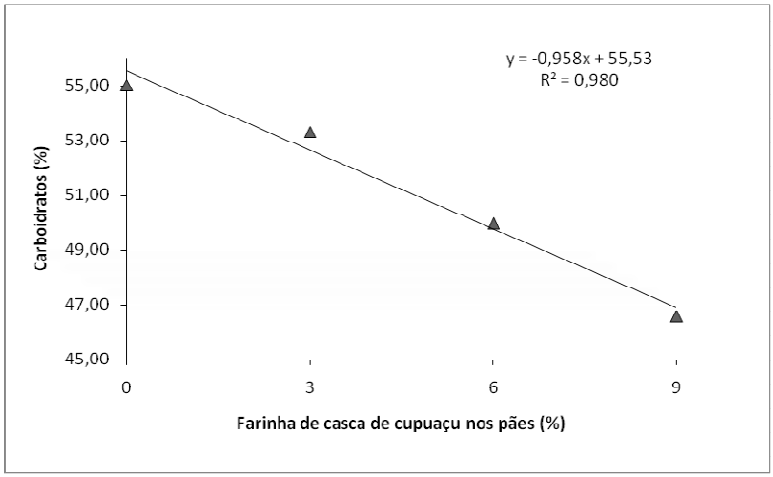


Figura 32 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação de carboidratos médios (base fresca) dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu

Os teores de carboidratos apresentaram diferença entre tratamentos. A Figura 32 apresenta tendência linear de redução do teor de carboidratos com o aumento do teor de farinha de casca de cupuaçu. Esta redução aconteceu devido ao valor médio de 11,63% (base seca) de carboidratos da farinha acrescida ao pão ser menor do que o valor de carboidratos da farinha substituída (75,10%). Além disso, por possuir altos teores de fibras totais (79,81%), ao substituir-se uma farinha rica em carboidrato por outra rica em fibras, a tendência é diminuir também a quantidade de carboidratos presente no alimento. Moura (2008) encontrou valores médios de 65% nos pães com linhaça e Anton, Francisco e Haas (2006), encontraram valores de 43,39% para pão de centeio integral *light*, 42,03% para centeio integral *light*, 52,10% para pão de forma e 63,10 para pão francês, valores estes, próximos aos encontrados nesta pesquisa.

Houve diferença nos teores de fibras insolúveis e fibras totais dos pães elaborados com diferentes porcentagens de farinha de casca de cupuaçu. A tendência do aumento do teor das fibras alimentares com a proporção de farinha substituída com o modelo linear como melhor ajuste para as médias, estão apresentados na Figura 33.

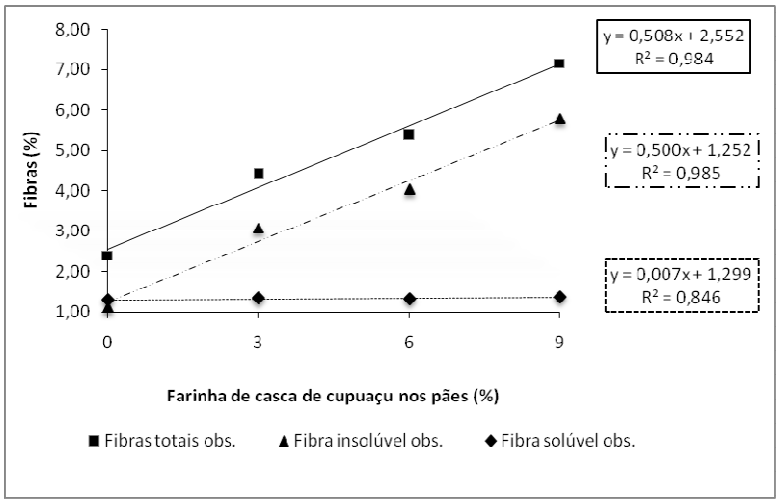


Figura 33 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das fibras solúveis, insolúveis e totais médias (base fresca) dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu

Todos os pães com adição de farinha de casca de cupuaçu possuíram diferenças significativas nos teores de fibras insolúveis, sendo a amostra com 9% de substituição de maior teor (7,15%) e o pão padrão, ou seja, sem adição do resíduo o de menor valor (2,32%). Os teores de fibras solúveis não se diferenciarem entre os pães com diferentes porcentagens de substituição

de farinha. Os teores médios de fibras alimentares em pães podem variar de acordo com o tipo de ingrediente adicionado, sendo que a farinha de trigo convencional confere menores teores de fibras e as farinhas integrais, grãos e cereais, que conferem maiores teores destes compostos. Segundo a TACO (UNICAMP, 2006), os teores de fibras podem variar de 2,3% em pão francês e 6,9% para pão de forma integral. Já Couto (2007) avaliou a adição de farinha de casca de pequi na elaboração de pães de forma, encontrando valores entre 0,3 a 5,7% de fibra bruta para os pães elaborados. Os maiores valores encontrados nestas pesquisas encontram-se relativamente próximos aos analisados nos pães desta pesquisa, nos pães com até 6% de substituição da farinha e teor menor em relação ao pão com 9% de substituição da farinha pela de casca de cupuaçu.

Segundo a Portaria n 27, de 13 de Janeiro de 1998, a qual traz o regulamento técnico referente à Informação Nutricional Complementar (BRASIL, 1998), estabelece que, para que um produto alimentício seja considerado "fonte de fibra alimentar" deve conter, no mínimo, 3 g de fibras.100 $g^{-1}$. Produtos contendo no mínimo 6 g de fibras.100 $g^{-1}$ podem ser considerados com "alto teor de fibra alimentar". Sendo assim, pode-se considerar o pão com 6% de casca de cupuaçu como "fonte de fibra alimentar" e, pão com 9% de casca, como tendo "alto teor de fibra alimentar".

### 4.3.2 Valor calórico

O valor calórico para os pães com diferentes porcentagens de substituição de farinha de trigo foi determinado por 100 g de produto, assim como por porção (Tabela 7).

Tabela 7 - Valor calórico dos pães obtido com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca)

| Concentração de FCC (%) | Calorias em 100g (Kcal) | Kcal por Porção de 25g (1 fatia) |
|---|---|---|
| 0 | 305,90±2,88[1]a[2] | 76,47 a |
| 3 | 301,00±2,41 a | 75,25 a |
| 6 | 288,60±2,28 b | 72,15 b |
| 9 | 272,44±4,04 c | 68,11 c |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

A amostra que apresentou maior valor calórico foi a padrão, sem adição de farinha de casca de cupuaçu. A redução do valor calórico dos pães é proporcional à adição de fibras contidas na farinha, uma vez que estas não são digeridas e absorvidas pelo sistema gastrointestinal, não sendo fontes de calorias para o organismo. Segundo Stauffer (1990), existem duas razões para se adicionar fibras em pães, sendo a primeira, o aumento do teor de fibra alimentar, e a segunda, o decréscimo do conteúdo calórico destes pães.

O pão francês apresenta a cada 100 g, em média, 300 kcal. Já o pão de forma integral e o pão sovado, 253 e 311 kcal, respectivamente (UNICAMP, 2006). Os valores obtidos nesta pesquisa, para os pães com diferentes porcentagens de substituição na farinha de trigo, mostram-se na faixa de calorias semelhantes a estes pães, sendo que, quanto mais se adiciona casca de cupuaçu em substituição da farinha de trigo (fonte de energia), menor é seu teor calórico, além de mais próximo do valor calórico do pão integral.

### 4.3.3 Digestibilidade protéica *in vitro*

Os resultados das análises de digestibilidade protéica *in vitro* das amostras de pães encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 - Digestibilidade protéica *in vitro* média dos pães com diferentes concentrações de extrato seco da casca de cupuaçu (base fresca)

| Concentração de FCC (%) | Digestibilidade protéica *in vitro* (%) |
|---|---|
| 0 | 73,51±0,88[1] c[2] |
| 3 | 75,86±0,95 b |
| 6 | 77,32±0,88 b |
| 9 | 79,66±0,84 a |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

A digestibilidade *in vitro* de proteína dos pães encontrou-se na faixa entre 73,51 e 79,66%, sendo que a amostra com 9% de farinha de casca de cupuaçu apresentou os melhores

resultados para esta análise, havendo tendência linear no aumento da digestibilidade com o aumento do teor da farinha de casca..

A digestibilidade, segundo Sgarbieri (1996), é uma forma de representar a qualidade da proteína de alguns alimentos, podendo ser influenciada por diversos inibidores de enzimas digestivas, antinutricionais, polifenóis, dentre outros. Segundo este autor, as proteínas de origem animal apresentam digestibilidade superior a 95% porém, as de origem vegetal inferior a 80%. A não hidrólise de algumas ligações peptídicas durante o processo digestivo faz com que a proteína seja excretada nas fezes ou transformada em produtos do metabolismo pelos microrganismos do intestino grosso, ao invés de serem absorvidas pelo organismo.

Os valores de digestibilidade das proteínas dos pães encontram-se dentro do valor esperado para produtos de origem vegetal (SGARBIERI, 1996), ou seja, inferiores a 80%. Pode-se observar que a amostra com 9% de farinha de casca de cupuaçu apresentou melhor digestibilidade protéica e a amostra controle foi a que apresentou o menor valor. Sabe-se que, o tratamento térmico é um dos responsáveis pela melhoria da digestibilidade das proteínas, pois há a desnaturação das mesmas, porém, deve-se ter cautela na escolha do tratamento térmico, bem como no tempo e temperaturas empregados, podendo haver uma perda da digestibilidade através da formação de compostos ligados a essas proteínas.

Segundo Moura (2008), a digestibilidade protéica de pães de forma formulados com sementes de linhaça variou entre 77,65%, para pães com 3% e 80,08% para pães com 9% de linhaça, valores muito próximos aos encontrados nesta pesquisa.

### 4.3.4 Minerais

Os teores de minerais dos pães com as diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu encontra-se apresentada na Tabela 9.

Tabela 9 - Teor médio de minerais ($mg.g^{-1}$) dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca)

| Minerais ($mg.g^{-1}$) | Farinha de casca de cupuaçu nos pães | | | | Pão francês[3] | Pão de forma[3] | Pão sovado[3] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0% | 3% | 6% | 9% | | | |
| Fósforo | 1,69±0,06[1]a[2] | 1,32±0,07 b | 1,22±0,10 b | 1,27±0,01 b | 0,95 | 1,93 | 1,01 |
| Potássio | 2,55±0,14 a | 2,30±0,00 a | 2,30±0,29 a | 2,55±0,15 a | 1,42 | 1,63 | 0,91 |
| Cálcio | 0,60±0,06 a | 0,25±0,00 b | 0,25±0,00 b | 0,25±0,03 b | 0,16 | 1,32 | 0,52 |
| Magnésio | 0,20±0,00 a | 0,20±0,00 a | 0,20±0,00 a | 0,30±0,06 b | 0,25 | 0,6 | 0,22 |
| Enxofre | 1,09±0,1 a | 1,02±0,10 a | 0,96±0,13 a | 0,92±0,19 a | - | - | - |
| Sódio | 6,38±0,14 a | 5,36±0,39 b | 6,12±0,29 a | 5,10±0,26 b | 6,48 | 5,06 | 4,31 |
| Cobre | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Ferro | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01 | 0,03 | 0,02 |
| Manganês | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Zinco | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,01±0,00 a | 0,08 | 0,02 | 0,02 |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

[3] Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2006)

Os pães sem adição da farinha de casca de cupuaçu apresentou o maior teor para o mineral fósforo, assim como cálcio. Os pães com 0%, 3% e 6% apresentaram os maiores teores de magnésio, não se diferenciando entre si. Para sódio, os pães com 0% e 6% apresentaram maiores teores. Os minerais potássio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco não apresentaram diferença estatística entre os pães com diferentes porcentagens de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu.

Todos os pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu possuem maiores teores do mineral fósforo, potássio e cálcio em relação ao pão francês; maiores teores dos minerais potássio e sódio se comparado ao pão de forma integral e maiores teores dos minerais fósforo, potássio e sódio, quando comparado ao pão sovado.

Alguns minerais como fósforo, cálcio e enxofre, mostraram redução no teor conforme a substituição das farinhas. Isto ocorre, provavelmente, devido à baixa presença de elementos minerais na casca do cupuaçu em relação à farinha de trigo. A utilização de farinhas de trigo enriquecidas torna-se uma alternativa para melhorar os teores de alguns minerais. Apesar da queda nos teores desses minerais, os valores encontrados mostram-se satisfatórios, superando alguns pães tradicionalmente consumidos como o francês e sovado.

### 4.3.5 Antinutricionais

Os alimentos possuem em sua composição substâncias, conhecidas como antinutricionais, as quais interagem com alguns nutrientes reduzindo a disponibilidade dos mesmos pelo organismo. A biodisponibilidade de um nutriente está relacionada à capacidade de um organismo absorvê-lo depois de sua digestão. Os antinutricionais, quando ingeridos em quantidades elevadas e de forma crônica, podem ser responsáveis pelo surgimento de quadros de carência nutricionais (SOUZA et al., 2005).

Os teores médios de taninos, fitatos e fenólicos totais estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Teor médio de taninos, fitatos e fenólicos totais nos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca)

| Concentração de FCC (%) | Taninos ($mg.g^{-1}$) | Fitatos ($mg.g^{-1}$) | Fenólicos totais ($mg.g^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0,84±0,03[1]c[2] | 1,19±0,08 c | 3,32±0,07 d |
| 3 | 0,91±0,03 b | 1,98±0,06 b | 3,57±0,08 c |
| 6 | 0,94±0,04 b | 2,10±0,16 b | 3,83±0,03 b |
| 9 | 1,08±0,02 a | 2,62±0,11 a | 3,98±0,07 a |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

Houve tendência no aumento dos teores de taninos, fitatos e fenólicos totais em relação à quantidade de farinha de casca de cupuaçu adicionada nos pães.

De modo geral, tanino é um termo utilizado a uma fração de compostos polifenóis, cuja característica fundamental é o peso molecular alto. Estas estruturas possuem grande capacidade de associação com outros polímeros biológicos essenciais tais como proteínas e hidratos de carbono. Baseado nesta propriedade foi atribuído a estas estruturas qualidade antinutricional. Nas plantas, os taninos são encontrados geralmente em duas modalidades metabólicas: os taninos hidrolisados e os condensados. São encontrados em quantidades significativas em leguminosas como o feijão e a soja (ESCARPA; GONZALEZ, 2001; GUZMÁN-MALDONADO; ACOSTA-GALLEGOS; PAREDES-LÓPEZ, 2000).

O ácido fítico é um ácido orgânico que possui características quelantes, ou seja, ligam com minerais como o cálcio, magnésio, ferro e zinco e interferem na disponibilidade biológica

dos mesmos presentes na dieta (MOSHA et al., 1995). É encontrado principalmente na casca de castanhas, sementes e grãos. Desta forma, alimentos integrais tendem a conter teor maior de ácido fítico, embora a influência do ácido fítico em determinado mineral possa ser contrabalanceada pelo maior teor deste mesmo mineral no alimento integral (HURRELL, 2003).

Os compostos fenólicos são encontrados em plantas, como produto secundário de seus metabolismos e podem ser classificados em dois grupos: os flavonóides e os não flavonóides. São encontrados principalmente em frutas de colorações que variam de vermelho à roxa como goiaba, uva, amora, açaí, dentre outros (MELLO; GUERRA, 2002). Apesar da ação antinutricional destes compostos, estudos recentes estão cada vez mais relatando suas propriedades benéficas, atribuídas à sua capacidade em provocar mudanças metabólicas e/ou fisiológicas no organismo vivo, atuando na prevenção de doenças como câncer e diabetes (SEERAM, 2008); doenças cardiovasculares (DÉCORDÉ et al., 2008); envelhecimento precoce (CIMINO et al., 2007); doenças de origem inflamatória (SANTANGELO et al., 2007), dentre outras.

Moura (2008) analisando os teores de taninos, fitatos e fenólicos totais em diferentes concentrações de pães elaborados com sementes de linhaça (0% a 9%) encontrou valores médios de 0,97 $mg.g^{-1}$ para taninos; 2,76 $mg.g^{-1}$ para fitatos e 23,28 $mg.g^{-1}$ de fenólicos totais. O teor de ácido fítico encontrado na semente de linhaça foi de 13,60 $mg.g^{-1}$; 1,07 $mg.g^{-1}$ de taninos e 5,09 $mg.g^{-1}$ de fenólicos totais. Moura e Canniatti-Brazaca (2006) encontraram valores de 8,03 $mg.g^{-1}$ de fitatos em feijão comum. Fantini et al. (2008) encontraram valores entre 0,11 e 0,15 $mg.g^{-1}$ de taninos e valores entre 0,94 e 1,03 $mg.g^{-1}$ de fitatos em misturas de alimentos como feijão comum e tomate, feijão comum e arroz e feijão comum, arroz e tomate. Estes valores, com exceção dos fenólicos, provavelmente devido à origem, composição e perdas no assamento, estão próximos aos encontrados nesta pesquisa. Por ser encontrado de forma natural nos alimentos e, em quantidades semelhantes à outros alimentos, os antinutricionais presentes nos pães desenvolvidos possivelmente não apresentam efeitos maléficos aos consumidores.

### 4.3.6 pH

A quantificação do pH para os pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu está representada na Tabela 11.

Tabela 11 - A quantificação do pH dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu (base fresca)

| Concentração de FCC (%) | pH |
|---|---|
| 0 | 5,27±0,02[1]a[2] |
| 3 | 5,42±0,02 a |
| 6 | 5,42±0,01 a |
| 9 | 5,32±0,02 a |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

Na determinação de pH dos pães não foi encontrada diferença mínima significativa entre os tratamentos. Os valores médios de pH dos pães, em relação à substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de cupuaçu mostrou não haver relação entre estes parâmetros.

Fonseca (2006) encontrou valor médio de 4,30 de pH para pães de forma tradicional. Segundo Quaglia (1991), um pH de 5,6 é considerado ideal para pães do tipo francês. Oura, Soumalainen e Viskari (1982) consideram a faixa de pH de 5,3 e 6,2 como aceitável para pães convencionais. Os valores encontrados para os pães elaborados com diferentes farinhas de casca de cupuaçu estão próximos aos citados por Quaglia e Oura, Soumalainen e Viskari (1982).

### 4.3.7 Cor instrumental

Os parâmetros de coloração L* a* e b* das crostas e miolos dos pães com farinha de casca de cupuaçu encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12 - Parâmetros de coloração das crostas e miolos dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu

| Concentração | Crosta | | | Miolo | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| de FCC (%) | *L** | *a** | *b** | *L** | *a** | *b** |
| 0 | 64,52±1,62[1]b[2] | 10,12±0,75 a | 34,90±1,54 a | 66,65±3,12 a | -1,97±0,16 a | 16,23±0,40 b |
| 3 | 71,94±0,80 a | 6,86±0,60 b | 30,45±1,70 a | 72,33±1,96 a | -1,33±0,50 a | 21,19±0,96 a |
| 6 | 63,50±0,15 b | 9,12±0,45 b | 35,43±0,29 a | 67,03±0,86 a | 0,94±0,24 ab | 21,80±0,76 a |
| 9 | 63,10±0,96 b | 9,43±0,30 b | 31,36±0,70 a | 60,09±2,63 b | 1,35±0,20 b | 23,12±0,81 a |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

Todas as amostras não diferiram entre si quanto ao valor de L* para as crostas dos pães, exceto pela amostra com 3%. Para o miolo, os valores de L* foram maiores para as amostras com 3% de farinha de casca de cupuaçu, seguida pela amostra com 6% e controle. A amostra que se apresentou com colorações mais escuras foi a com 9% de farinha de casca de cupuaçu, caracterizando a influencia da adição dessa farinha no pão.

A amostra com 0% de farinha de casca de cupuaçu apresentou maior valor de a*. Para a coloração do miolo, a amostra com 9% apresentou maiores valores, caracterizando cor mais intensa. Os pães com 0% e 3% apresentaram valores negativos, o que reflete em colorações menos intensas para o amarelo.

Em relação ao valor de b* para a casca dos pães, as amostras com 0% e 6% de farinha de casca de cupuaçu apresentaram maiores valores e a amostra com 3%, o menor valor. Para o miolo, a amostra de pão com 9% de farinha de casca de cupuaçu foi a que obteve o maior valor e amostra com 0%, o menor. Algumas variações nos valores de a* e b* para pães podem estar relacionadas com o grau de aeração das massas, temperatura de assamento, reação de Maillard, assim como a distribuição da farinha de casca de cupuaçu na massa.

Os valores de Chroma e Ângulo HueOs das crostas e miolos dos pães com farinha de casca de cupuaçu encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13 – Chroma e Ângulo Hue das crostas e miolos dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu

| Concentração de | Crosta | | Miolo | |
|---|---|---|---|---|
| FCC (%) | Chroma (C) | Ângulo Hue (°H) | Chroma (C) | Ângulo Hue (°H) |
| 0 | 36,10±1,47[1]a[2] | 73,37±1,11 b | 16,35±0,41 b | 83,17±0,53 b |
| 3 | 31,20±1,78 b | 77,36±0,15 a | 21,24±0,96 a | 86,95±0,98 a |
| 6 | 36,66±0,25 a | 75,51±0,76 a | 21,81±0,77 a | 87,25±0,60 a |
| 9 | 32,80±0,71 b | 73,49±0,41 ab | 23,14±0,80 a | 86,43±0,82 a |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

As crostas dos pães com 0% e 6% de farinha de casca de cupuaçu não se diferenciaram entre si em relação ao Chroma, ocorrendo o mesmo para os pães com 3% e 9%. O miolo do pão sem adição de farinha de casca de cupuaçu apresentou menor Chroma, ou seja, coloração opaca em relação aos demais pães. Em relação ao ângulo Hue, tanto a crosta, quando o miolo dos pães

apresentarem ângulos próximos a 90°, caracterizando tons amarelados. O pão sem adição de farinha de casca de cupuaçu se diferiu dos demais pães para o miolo.

Segundo El-Dash, Camargo e Diaz (1982), a cor é a sensação que o indivíduo experimenta quando a luz dentro da região visível do espectro atinge a retina do olho. Esta é uma característica de qualidade que interfere na aceitabilidade dos pães e está diretamente relacionada com a quantidade de açúcar, enzimas e também pelas condições de processamento como o tempo de fermentação e o tempo e a temperatura de cozimento. A cor da crosta é resultado da reação não-enzimática entre os açúcares redutores e os grupos amino primários durante o cozimento, e é induzida pela presença de íons de hidrogênio durante o processo de fermentação.

A aparência influência na opinião do consumidor com relação a outros atributos do produto, na sua decisão de compra e conseqüentemente, no consumo ou não. O consumidor espera uma coloração que caracteriza o produto e reluta em consumir quando esta é diferente em tonalidade ou intensidade do esperado. Normalmente, a cor da crosta oscila entre marrom intenso dourado no topo e marrom levemente dourado nas laterais. A crosta deve ser dourada, brilhante e o mais homogênea possível. Um miolo macio, branco e sem estrias ou manchas é considerado ideal. O grau de extração e o tipo de farinha empregado interferem diretamente na coloração do miolo do pão. As incorporações de outros tipos de farinha interferem negativamente na cor do miolo. O tempo e a temperatura de fermentação, quando excessivamente elevados, também afetarão a cor. A cor do miolo é influenciada pela espessura e uniformidade das células do miolo. Células mais finas resultarão em miolo mais claro, como é detectado pelo olho humano (EL-DASH; CAMARGO; DIAZ; 1982; PYLER, 1988).

As alterações nos parâmetros referentes a coloração entre os pães com diferentes porcentagens de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu ocorre as alterações nas diferentes porcentagens de cinzas, fibras e carboidratos. Maiores teores destes compostos, juntamente com o calor do assamento dos pães, estão relacionados com reação de Maillard, a qual promove colorações mais intensas nos pães.

### 4.3.8 Volume

Os resultados da determinação de volume pães encontram-se dispostos na Tabela 14.

Tabela 14 - Peso inicial médio unitário, peso final médio unitário, perdas médias pós assamento e volume dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu

| Concentração de FCC (%) | Peso Inicial (g) | Peso final (g) | Perdas na cocção (g) | Volume (mL/g) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 84,95±0,83[1]a[2] | 73,25±1,0 c | 11,70±0,9 a | 6,86±0,13 a |
| 3 | 85,00±0,00 a | 74,05±0,8 b | 10,95±0,8 b | 6,63±0,13 b |
| 6 | 85,00±0,00 a | 74,75±0,9 a | 10,25±0,9 c | 6,43±0,13 c |
| 9 | 84,20±0,83 b | 74,40±0,5 ab | 9,80±0,7 c | 6,27±0,9 d |

[1] Médias ± desvio padrão

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

Os pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu apresentaram diferenças significativas nos pesos finais após a cocção, exceto para as amostras com 6% e 9%. Pode-se dizer que houve redução decrescente significativa em relação às perdas após o assamento com o aumento da quantidade de farinha de casca de cupuaçu adicionada aos pães. Tais perdas estão relacionadas com a volatização de líquidos contidos nos ingredientes utilizados na elaboração da massa, como ovos, água, essências, etc. Observa-se que, as perdas na cocção e o volume final dos pães são inversos à quantidade de umidade presente nos pães (Tabela 6), ou seja, quanto menor a umidade do pão, maior são suas perdas na cocção e o volume final.

Em relação ao volume, verificou-se que houve redução constante no volume específico dos pães de acordo com o acréscimo da farinha casca de cupuaçu. A amostra que apresentou a maior relação entre volume foi a controle (6,86 $mL.g^{-1}$) e, o menor valor, foi encontrado na amostra com 9% de farinha de casca de cupuaçu (6,27 $mL.g^{-1}$). Todas as amostras se diferenciaram entre si de acordo com o tratamento estatístico aplicado. É provável que, apesar de ter retido mais líquidos durante o processo de cocção, quanto mais farinha de casca de cupuaçu adicionada à massa, menor a quantidade de glúten presente e menor o processo de crescimento do pão.

O mesmo foi observado por Hung, Yamamori e Morita (2005), as quais demonstraram que substituições de farinha de trigo (FT) comum por outra com maior teor de amilose (ARM), ocasionou decréscimo do volume específico de pão de forma. Houve decréscimo do volume específico dos pães com o aumento da substituição de FT por ARM, entretanto o tempo de armazenamento congelado até 46 dias, não alterou o volume específico para todos os níveis de

substituição estudados. O estudo indicou que pães produzidos de misturas com 10% de substituição FT por ARM apresentaram bom padrão de qualidade nos parâmetros analisados.

A qualidade, o preço e a tecnologia do produto de panificação dependem diretamente da qualidade da farinha utilizada, bem como suas características, principalmente aquelas relacionadas com a formação da rede de glúten (EL-DASH et al., 1982). A substituição da farinha de trigo pela farinha proveniente da casca de cupuaçu diminui a quantidade disponível de glúten para a formação pela estrutura responsável pela elasticidade da massa e crescimento dos pães. Adições maiores de farinha de casca promovem pães menores em relação ao pão controle.

### 4.3.9 Análises microbiológicas

O pão comercialmente produzido e propriamente manipulado geralmente apresenta baixa atividade de água não favorecendo o crescimento de microrganismos, com exceção dos fungos filamentosos, os quais dão origem aos “bolores do pão”. O armazenamento do pão sob condições de baixa umidade retarda o crescimento dos fungos e esse tipo de deterioração é vista somente quando o pão é guardado em ambientes com alta umidade ou embalado a quente.

Os testes microbiológicos para esta pesquisa foram realizados para avaliar a segurança alimentar dos provadores, conforme exigido pelo Comitê de Ética. Todos os pães atenderam à legislação quanto ao número de coliformes termotolerantes, apresentando ausência de coliformes.$g^{-1}$ dos pães (BRASIL, 2001). Isso mostra que os pães foram elaborados e manuseados de maneira correta.

Não foram realizadas análises microbiológicas para fungos, uma vez que, o objetivo principal dessas análises foi assegurar a segurança alimentar dos provadores e não o tempo de vida útil dos produtos. Os pães passaram pelo teste de aceitação logo após o assamento, não havendo armazenamento das amostras. O tratamento térmico aplicado (165 °C/15 minutos) é capaz, de acordo com a literatura, de eliminar esporos de fungos e possíveis toxinas produzidas por *Bacillus cereus*, presentes na massa do pão (ADAMS; MOSS, 1997; FRANCO; LANDGRAF, 1996; HOBBS; ROBERTS, 1999). Todos os pães obtiveram ausência de *Salmonella*, atendendo à legislação vigente.

### 4.3.10 Teste de aceitabilidade

#### 4.3.10.1 Perfil dos provadores

Nos participantes do teste de aceitabilidade a primeira questão estava relacionada com a freqüência de consumo de pães pelos mesmos. Do total de participantes, 72,5% alegaram consumir pães diariamente; 22,5% consomem pães pelo menos 3 vezes durante a semana e 5,0% consomem pães apenas uma vez por semana. Este resultado mostra-se importante pois evidencia este tipo de alimento como parte da dieta frequente dos consumidores.

Os provadores também foram questionados se consideravam importante o consumo de pães. Apenas 2,5% do total alegaram irrelevância, 67,5% declararam que o consumo de pães é importante e 30,0% afirmaram ser muito importante. Além disso, 32,5% alegaram que consomem este tipo de produto pela praticidade que ele proporciona, uma vez que é um alimento pronto, de fácil acesso e para alimentações rápidas. Cerca de 42,5% responderam que consomem pães por gostarem desse tipo de alimento e 17,5% alegaram que o consumo de pães está relacionado com a saúde. Somente 2,5% consomem pães devido aos baixos custos na aquisição.

Sobre a preferência entre pães elaborados com farinha de trigo comum e pães integrais, 57,5% dos participantes alegaram preferir as características do pão comum, seja pelo sabor, textura, aroma e cor e 42,5% demonstraram preferência pelos pães integrais.

Em relação ao consumo de fibras, 65,0% dos entrevistados alegaram que o consumo de fibras é muito importante; 32,50% afirmaram ser importante e 2,5% demonstraram irrelevância sobre o assunto. Mais uma vez, estes resultados mostraram o aumento da percepção do consumir para a importância do consumo de fibras, fatores esses relacionados diretamente com a saúde e bem estar.

#### 4.3.10.2 Cor, aroma, textura e sabor

A avaliação da aceitabilidade dos pães integrais em cada tratamento é apresentada na Figura 34.

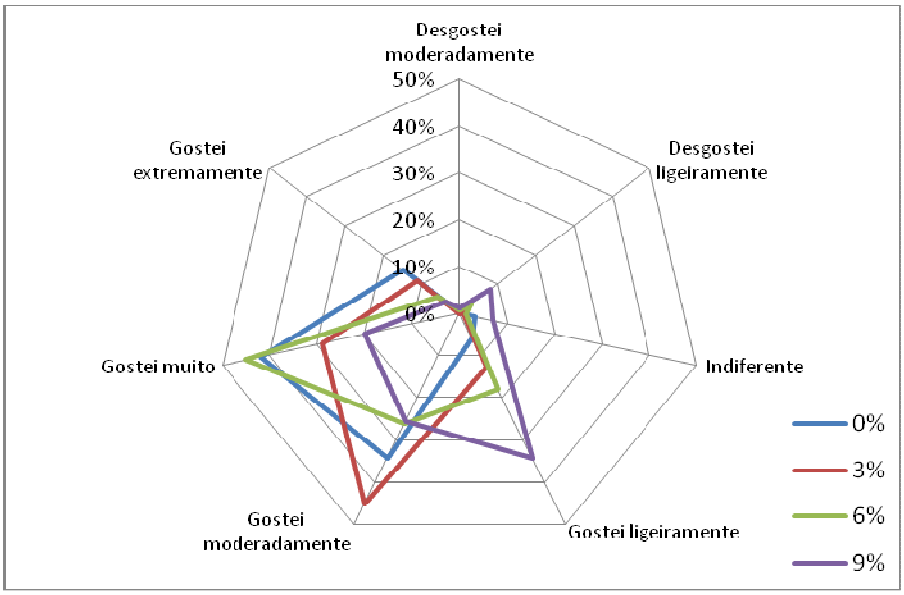


Figura 34 - Avaliação da aceitabilidade dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de cupuaçu

Os pães com 0%, 3% e 6% de farinha de casca foram melhor avaliados quanto aos termos "gostei extremamente" e "gostei muito", em relação aos demais pães. O pão com 9% obtive menor aceitação, comparado com os pães com 0%; 3% e 6%.

O resultado da análise de variância em relação à análise de aceitabilidade detectou diferença em função das diferentes porcentagens de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu. Foi empregado o teste de média para cada atributo especificamente e os resultados estão expressos na Tabela 15.

Tabela 15 - Comparação das médias das notas da avaliação do teste de aceitabilidade dos pães, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de cupuaçu

| Concentração de FCC (%) | Cor | Aroma | Textura | Sabor |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 7,48[1]a[2] | 7,65 a | 7,58 a | 7,70 a |
| 3 | 7,18 ab | 7,33 ab | 7,28 a | 7,50 a |
| 6 | 7,38 a | 7,15 ab | 7,10 ab | 7,33 a |
| 9 | 6,70 b | 6,73 b | 6,58 b | 6,00 b |

[1] Notas: 1- desgostei extremamente; 2 – desgostei muito; 3 – desgostei moderadamente; 4 – desgostei ligeiramente; 5 - indiferentes; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei moderadamente; 8 – gostei muito; 9 – gostei extremamente

[2] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

Os pães com 0%, 3% e 6% de farinha de casca de cupuaçu receberam notas estatisticamente iguais para as quatro variáveis analisadas. Os pães com 9% receberam notas diferenciadas dos demais pães apenas para sabor.

Em relação à cor, um dos principais atrativos para a aceitação inicial dos consumidores do produto, foi observado que maiores adições de farinha de casca promovem "escurecimento", segundo os provadores, do pão. Este escurecimento é constatado no aumento do índice Chroma e Ângulo Hue nas analises de cor instrumental.

O aroma é a característica de qualidade percebida pelo olfato. O pão deve possuir aroma delicado e típico dos produtos, isento de odores estranhos tais como ranço, azedo, mofo e outros, apresentando gosto levemente doce e ácido, sem sabores remanescentes ou estranhos. A falta de sal pode tornar o pão muito insípido, enquanto que o excesso de fermentação tende a dar um sabor ácido. Como o aroma é o maior componente do *flavor* do pão, ele desempenha importante papel na determinação da preferência dos consumidores (PYLER, 1988). Nesta pesquisa, segundo os provadores, a farinha de casca de cupuaçu não foi um interferente significante para este atributo.

Em relação à textura, a adição de maiores quantidades de farinha de casca de cupuaçu resultou pães menos macios, apesar de, para as quantidades adicionadas utilizadas nesta pesquisa, não houve diferenças significativas entre as amostras com 3% e 6%.

Para sabor, segundo os provadores, houve interferência da farinha de casca na amostra na formulação com 9% de farinha de casca de cupuaçu, fornecendo ao pão gosto estranho, diferente do encontrado para os pães elaborados com menores substituições.

Os valores médios das notas da avaliação global da qualidade dos pães com diferentes concentrações de farinha de casca de cupuaçu encontram-se na Tabela 16.

Tabela 16 - Valores médios das notas da avaliação global da qualidade dos pães, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de cupuaçu

| Concentração de FCC (%) | Nota média global | Classificação[2] |
|---|---|---|
| 0 | 7,60 a[1] | Gostei moderadamente |
| 3 | 7,32 a | Gostei moderadamente |
| 6 | 7,24 a | Gostei moderadamente |
| 9 | 6,50 b | Gostei ligeiramente |

[1] Letras diferentes na vertical indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

[2] Classificação segundo a escala utilizada no teste de aceitação onde: 1- desgostei extremamente; 2 – desgostei muito; 3 – desgostei moderadamente; 4 – desgostei ligeiramente; 5 - indiferentes; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei moderadamente; 8 – gostei muito; 9 – gostei extremamente

Houve decréscimo da aceitabilidade de acordo com o acréscimo da adição de farinha de casca de cupuaçu. A amostra que apresentou maior aceitabilidade pelos provadores foi a controle, porém esta não se diferenciou significativamente dos pães com 3% e 6%. Essa maior aceitabilidade, provavelmente, está relacionada com o hábito alimentar da população, que, em sua maioria, ainda prefere as características de produtos não integrais. O pão com 9% de farinha de casca de cupuaçu teve menor aceitabilidade de modo geral, uma vez que apresentava, segundo os provadores, grânulos perceptíveis, deixando o pão com gosto “menos suave” e com a sensação de “picante” em relação aos demais pães.

As notas, entretanto, do pão com 9% de substituição da farinha de trigo por farinha de casca de cupuaçu encontra-se apenas uma faixa abaixo do gostei moderadamente, o que pode explicar a intenção de compra/consumo dos entrevistados ser de 92,5% do total responderam que comprariam/consumiriam os pães elaborados com farinha de casca de cupuaçu.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais do presente trabalho, os resultados obtidos permitiram concluir que:

- Os resíduos do processamento de açaí, buriti e cupuaçu analisados apresentam valores elevados de fibras alimentares totais; com destaque para a semente de buriti, semente de açaí e casca de cupuaçu;

- A casca de cupuaçu possui características mais aceitáveis para elaboração de pães, pois apresenta elevado teor de fibras alimentares, coloração semelhante à farinha de trigo e não apresenta aroma e sabor interferente;

- A substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de cupuaçu não compromete os nutrientes da composição centesimal do pão e pouco influencia nas características reológicas da massa;

- Os pães com 6% de farinha de casca de cupuaçu podem trazer nos rótulos alegação de “fonte de fibras” e os pães elaborados com 9% de farinha de casca de cupuaçu, “alto teor de fibras”;

- Todos os pães analisados apresentaram resultados satisfatórios e mostraram-se como ótima alternativa para a ingestão de fibras, com destaque para o pão com 6% farinha de casca de cupuaçu, o qual mostrou melhores resultados para as análises físicas e químicas e melhor aceitação pelos consumidores em relação ao pão padrão.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO - ABIA. **Mercado Brasileiro dos alimentos industrializados**, 2005. Disponível em: <http://www.anuarioabia.com.br/editorial_05.htm>. Acesso em: 29 maio 2010.

ADAMS, M.R.; MOSS, M.O. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1997. 464 p.

AKESON, W.R.; STAHMANN, M.A. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 83, p. 257-261, 1964.

ALEXANDRE, D. **Conservação da polpa de açaí através da tecnologia de obstáculos e caracterização reológica**. 2002. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R.L.; HUBINGER, M.D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 114-119, 2004.

ALVES, R.M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiros, *Theobroma grandiflorum* (willd. ex Spreng.) Schum. por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos**. 2002. 146 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.

ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V.U. **As frutas silvestres brasileiras**. 2. ed. Rio de Janeiro: Publicações Globo Rural, 1988.

ANTON, A.A.; FRANCISCO, A.; HAAS, P. Análise físico-química de pães da cidade de Florianópolis e a situação dos alimentos integrais no Brasil. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 381-386, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis.** 16 th ed. Gaithersburg, 1995.

_____. **Official methods of analysis.** 18 th ed. Gaithersburg, 2005.

ASP, N.G.; CLAES, G.J.; HALLMER, H.; SILJESTRON, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 31, n. 3, p. 476-482, 1983.

BAUMANN, L.; WOOLERY-LLOYD, H.; FRIEDMAN, A. ‘‘Natural” ingredients in cosmetic dermatology. **Journal of Drugs in Dermatology,** New York v. 8, p. S5–S9, 2009.

BIBLE, B.B.; SINGHA, S. Copy position influences CIELAB coordinates of peache color. **HortScience**, Alexandria, v. 28, p. 175-178, 1999.

BORLAUG, N.E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: BAILEY, R (Ed.). **Global warming and other eco-myths**. Roseville: Prima Publishing, 2002. p. 29-60.

BRANDÃO, S.C.C. Novas gerações de produtos lácteos funcionais. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, v. 6, n. 37, p. 64-66, 2003.

BRANDT, K.G.; SAMPAIO, M.M.S.C.; MIUKI, C.J. Importância da microflora intestinal. **Pediatria**, São Paulo, v. 28, p. 117-127, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria n° 398, de 30 de abril de 1999**. Disponível em <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=11297&word=>. Acesso em 14 fev. 2010.

_____. **Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.ph>. Acesso em: 26 jul. 2010.

_____. **Instrução normativa n° 1, de 7 de janeiro de 2000a.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.ph>. Acesso em: 13 jun. 2010.

_____. **RDC n° 90, de 18 de outubro de 2000b.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.ph>. Acesso em: 13 jun. 2010.

_____. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos,** 2008. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm> Acesso em 06 maio 2010.

_____. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998.** Disponível em <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=97&word=fibras>; Acesso em: 11 abr. 2010.

_____. **Resolução 12, de 02 de janeiro de 2001.** Disponível em <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=97&word=fibras>; Acesso em: 13 abr. 2010.

_____. **RDC n° 263, de 17 de outubro de 2005**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.php>. Acesso em: 13 maio 2010.

CALVEL, R. **O pão francês e os produtos correlatos; tecnologia e prática da panificação, prática da panificação, administração e participações**. Fortaleza: Ed. J. Macedo, 1987. 287 p.

CALZAVARA, B.B.G.; MULLER, C.H.; KAHWAGE, O.N.C. **Fruticultura tropical**: o cupuaçuzeiro - cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém: EMBRAPA, CPATU, 1984. 101 p.

CARNEIRO, F.R.B.D. **Uso da tecnologia de barreiras na obtenção da polpa de açaí e sua caracterização reológica**. 2000. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

CARR, L.G., TADINI, C.C. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. **Food Science and Technology**, London, v. 36, n. 6, p. 609-614, 2003.

CAVALCANTE, P.B.; **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5. ed. Belém: CEJUP, 1991. 279 p.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Ed. UNICAMP, 2003.

CEREDA, M.P. **Manejo, uso e tratamento da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2000. v. 4, 320 p.

CERQUEIRA, P.M. de; FREITAS, M.C.J.; PUMAR, M.; SANTANGELO, S.B. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima, L.*) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 129-136, 2008.

CIMINO, F.; CRISTANI, M.; SAIJA, A.; BONINA, F.P.; VIRGILI, F. Protective effects of a red orange extract on UVB-induced damage in human keratinocytes. **Biofactors**, Oxford, v. 30, n. 2, p. 129-38, 2007.

COHEN, K.O.; JACKIX, M.N.H.; SOUSA, M.V. Optimization of the tempering process in the production of a milk chocolate analogue elaborated with cocoa and cupuassu beans. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 115-127, 2004.

COÏSSON, J.D., TRAVAGLIA, F., PIANA, G., CAPASSO, M., ARLORIO, M.: Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. **Food Research International,** Essex, v. 38, n. 8-9, p. 893-897, 2005.

CORREA, A.M.: **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1984. 433 p.

COUTO, E.M. **Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração de pão de forma**. 2007. 121 p. Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

CTENAS, M.L.B.; CTENAS, A.C.; QUAST, D. **Fruits of Brazil**. São Paulo: C2 Editora e Consultoria em Nutrição, 2000. 157p.

CUATRECASAS, J.A. Cocoa and its aliies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. **Contributions from the United States National Herbarium**, Washington, v. 35, n. 6, p. 32-46, 1964.

DÉCORDÉ, K.; TEISSÈDRE, P.L.; AUGER, C.; CRISTOL, J.P.; ROUANET, J.M. Phenolics from purple grape, apple, purple grape juice and apple juice prevent early atherosclerosis induced by an atherogenic diet in hamsters. **Molecular Nutrition Food Research**, Weinheim, v. 52, n. 4, p. 400-7, 2008.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 4th ed. Washington, D.C: American Public Health Association, 2001. 676 p.

DREHER, M.L. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: KRITCHEVSY, D.; BONFIELD, C. (Ed.). **Dietary fiber in health & disease.** Minnesota: Eagan Press, 1995. p. 467-74.

EL-DASH, A.; CAMARGO, C.O.; DIAZ, N.M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciências e Tecnologia, 1982. 349 p.

EL-DASH, A.; MAZZARI, M. R.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas**: uso de farinha mista de trigo e mandioca na produção de pães. Brasília : EMBRAPA/SPIPP, 1994. v. 6, 88 p.

ESCARPA, A.; GONZALEZ, M.C. An oerview of analytical chemistry of phenolic compounds in foods. **Critical Reviews in Analytical Chemistry**, Cleveland, v. 31, n. 2, p. 57-139, 2001.

ESTELLER, M.S.; LANNES, S.C.S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 802-806, 2005.

ESTELLER, M.S.; YOSHIMOTO, R.M.O.; AMARAL, R.L.; LANNES, S.C.S. Uso de açúcares em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 602-607, 2004.

FANTINI, A.P.; CANNIATTI-BRAZACA, S.B.; SOUZA, M.C.; MANSI, D.N. Disponibilidade de ferro em misturas de alimentos com adição de alimentos com alto teor de vitamina C e de cisteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, 2008.

FAO. **FAOSTAT**, 2008. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 17 abr. 2010.

FOOD AND NUTRITION BOARD - FNB. **Dietary reference intakes**: energy, carbohydrates, fiber, fat,fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Washington, DC: National Academies Press, 2002.

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**, Campinas, v. 28, p. 56-65, 2008.

FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, M.C. Competitividade e fruticultura brasileira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 24-40, 2002.

FONSECA, E.W.N. **Utilização da mucilagem de inhame (*Dioscorea* spp) como melhorador na produção de pão de forma**. 2006. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

FREIRE, M.T.A. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de polpa de cupuaçu congelada (*Theobroma grandiflorum* Schum). **Brazilian Journal Food and Technology**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 9-16, 2009.

GERMANI, R. **Qualidade de farinha de trigo e panificação**. Rio de Janeiro: UFRuralRJ, 2003. 74 p.

GONDIM, J.A.M.; MOURA, M.F.V.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANTOS, K.M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GRYNSPAN, F.; CHERYAN, M. Phytate-calcium interaction with soy protein. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Chicago, v. 66, n. 1, p. 93-97, 1989.

GUZMÁN-MALDONADO, S.H.; ACOSTA-GALLEGOS, J.; PAREDES-LÓPEZ, O. Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v. 80, n. 13, p. 1874-1881, 2000.

HAULY, M.C.O; MOSCATTO, J.A. Inulina e Oligofrutoses: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológica**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 105-118, 2002.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**. New Jersey: Princeton University Press. 1995.

HOBBS B.C.; ROBERTS, D. **Toxinfecções e controle higiênico-sanitário de alimentos**. São Paulo: Varela, 1999. 376 p.

HUNG, P. V.; YAMAMORI, M.; MORITA, N. Formation of enzyme-resistant starch in bread as affected by high-amylose wheat flour substitutions. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 82, p. 690-694, 2005.

HURRELL, R.F. Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.133, n.9, p. 2973S-7S, 2003.

INSTITUTO BRASLIERO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2002**. Rio de Janeiro, v. 17, p. 1-39, 2002.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2003**. Rio de Janeiro. v. 18, p. 1-43, 2003.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2004**. Rio de Janeiro. v. 19, p. 1-59, 2004.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2005**. Rio de Janeiro. v. 20, p. 1-50, 2005.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2006**. Rio de Janeiro. v. 21, p. 1-45, 2006.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2007**. Rio de Janeiro. v.22, p.1-47, 2007.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2008**. Rio de Janeiro. v. 23, p. 1-47, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS - IBRAF. **Comparativo das exportações brasileiras de frutas frescas, 2009**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativoExportacoesBrasileiras2008-2007.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2010.

JANICK, J., PAUL, R.: Arecaceae. In: JANICK, J**. Encyclopedia of fruits and nuts**. Cambridge MA: CABI, 2008. p. 128–130.

JANNSEN, I.; KATZMARZYK, P.T.; BOYCE, W.F. Overweight and obesity in Canadian adolescents and their associations with dietary habits and physical activity patterns. **Journal of Adolescent Health**, New York, v. 35, p. 360-367, 2004.

JARDIM, M.A.G. A cadeia produtiva do açaizeiro para frutos e palmito: implicações ecológicas e sócio econômicas no Estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 18, n. 2, p. 287-305, 2002.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; TRONCOSO, A.M.; FILHO, J.M.; FET, R. Aplicação de diversos métodos químicos para determinar atividade antioxidante em polpa de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

LANNES, S.C.S.; MEDEIROS, M.L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 39, n. 1, p.115-123, 2003.

LANNES, S.C.S.; MEDEIROS, M.L.; AMARAL, R.L. Formulação de “chocolate” de cupuaçu e reologia do produto líquido. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 463-469, 2002.

LIMA, M.C.C.: A**tividade de vitamina a do doce de buriti e seu efeito no tratamento e prevenção da hipovitaminose em crianças**. 1987. 125 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1987.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MADEIROS-COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Plantarum. 2004, 432 p.

MAEDA, R.N. **Adequação tecnológica do camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) para produção de vinho**. 1999. 58 p. Monografia (Graduação em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1999.

MANHÃES, L.R.T. **Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia Flexuosa,* Mart.): um potente alimento funcional**. 2007. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

MARIN, A.M.F. **Potencial nutritivo de frutos do cerrado**: composição em minerais e componentes não convencionais. Brasília, 2006. 121 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MATOS, A.T. **Tratamento de resíduos agroindustriais**: curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2005.

MELO, E.A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MENEZES, E.M.S. **Efeito da alta pressão hidrostática em polpa de açaí pré-congelada (*Euterpe oleracea,* Mart.).** 2005. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MOAYERI, H.; BIDAD, K.; AGHAMOHAMMADI, A.; RABBANI, A.; NAZEMI, S.A.L.; GHOLAMI, N.; ZADHOUSH, S.; HATMI, Z.N. Overweight and obesity and their associated factors in adolescents in Tehran, Iran, 2004-2005. **European Journal of Pediatrics**, Berlin, v. 165, n. 7, p. 489-493, 2006.

MONTAN, M. As fibras invisíveis. **Brasil Alimentos**, São Paulo, n. 19, p. 28-29, 2003.

MORAES, M.A.C. **Métodos para a avaliação sensorial dos alimentos**. 7. ed. Campinas: Ed. da Unicamp, 1988. 93 p.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 411-24, 2004.

MOSHA, T.C.; GAGA, H.E.; PACE, R.D.; LASWAI, H.S.; MTEBE, K. Effect of blanching on the content of antinutritional factors in selected vegetables. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 47, n. 4; p. 361-367, 1995.

MOURA, N.C. **Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de pão de forma com adição de grãos de linhaça (*Linum usitatissimum*)**. 2008. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MOURA, N.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Avaliação da disponibilidade de ferro de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em comparação com carne bovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 270-276, 2006.

MÜLLER, C. H.; FIGUERÊDO, F.J.C; NASCIMENTO, W.M.O.; GALVÃO, E.U.P.; STEIN, R.L.B.; SILVA, A.B.; RODRIGUES, J.E.L.F.; CARVALHO, E.U.; NUNES, A.M.L. **A Cultura do cupuaçu**. Brasília: EMBRAPA Coleção Plantar; 1995. p. 9-18;

OLIVEIRA, M.S.P.; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.L.O.; MÜLLER, C.H. **Cultivo do açaizeiro para produção de frutos.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. (Circular Técnica n. 26)

OSBORNE, D.R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic, 1978. 158 p.

OURA, E.; SOUMALAINEN, H.; VISKARI, R. **Economyc microbiology**. 7th ed. London: Academic Press, 1982. p. 87-146.

PACHECO, M.T.B.; SGARBIERI, V.C. Fibra e doenças gastrointestinais. In: LAJOLO, F.M. et al. **Fibra dietética en Iberoamérica:** tecnología y salud. São Paulo: Varela, 2001. 397 p.

PACHECO-PALENCIA, L.A.; HAWKEN, P.; TALCOTT, S.T. Phytochemical, antioxidant and pigment stability of acai (*Euterpe oleracea* Mart.) as affected by clarification, ascorbic acid fortification and storage. **Food Research International**, Essex, v. 40, n. 5, p. 620-628, 2007.

PARÁ. Secretaria Executiva de Estado de Agricultura. **Áreas, produção, rendimento e valor bruto da produção agrícola por lavouras – Ano 2004**. Belém, 2004.

PATIENT, D.; AINSWORTH, P. The chemistry of flour and bread. **Nutrition and Food Science**, London, v. 94, n. 3, p. 22-24, 1994.

PEAVY, H.S.; ROWE, D.R.; TCHOBANOGLOUS, G. **Environmental e.gineering**. 2nd ed. New York, 1987. 699 p.

PENNA, F.J.; PÉRET FILHO, L.A.; CALÇADO, A.C.; RIBEIRO Jr., H.; NICOLI, J.R. Bases experimentais e clínicas atuais para o emprego dos probióticos. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 76, s. 2, p. 209-217, 2000.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais (arroz, trigo, milho e aveia)**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 130 p.

PEREZ, P.M.P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 27, n. 1, p. 186-192, 2007.

PESSOA, J.D.C.; SILVA E SILVA, P.V. Effect of temperature and storage on açaí (Euterpe oleracea) fruit water uptake: simulation of fruit transportation and preprocessing. **Fruits**, Paris, v. 62, n. 5, p. 295-301, 2007.

PHILIPPI, S.T. **Nutrição e técnica dietética**. Barueri: Manole, 2003. 390 p.

PIMENTEL, C.V.M.L.; FRANCKI, K.M.; GOLLÜCKE, A.P.B. **Alimentos funcionais:** introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Metha, 2005. 95 p.

POLPRASERT, C. **Organic waste recycling:** technology and management. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. 412 p.

PRICE, M.L.; HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. Tannin content of cowpeas, chickpeas, pigeonpeas and mung beans. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 28, n. 2, p. 459-461, 1980.

PROGRAMA DE APOIO A PANIFICAÇÃO - PROPAN. **Perfil do setor de panificação no Brasil**, 2006. Disponível em: <http://www.propan.com.br/perfilpanificacao.asp>. Acesso em: 21 maio 2010.

PYLLER, E.J. **Baking**: sciense & technology. 3rd ed. Kansas: Sland, 1988. 1346 p.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnología de la panificación**. Zaragoza: Acribia, 1991. 485 p.

QUEJI. M.F.D.; SCHEMIN, M.H.C.; TRINDADE, J.L.F. Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. **Publicatio UEPG - Ciências Exatas e da Terra**, **Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 21-29, 2006.

RAMOS, S.C.; OLIVEIRA, M.N.G. Constipação Intestinal no idoso: a fibra como tratamento e prevenção. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, v. 10, n. 54, p. 51-55, 2002.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease,** Reims, v. 34, n. 2, p. 105-10, 2002.

RODRÍGUEZ, M.B.S.; MEGÍAS, S.M.; BAENA, B.M. Alimentos Funcionales y Nutrición óptima. **Revista Española de Salud Pública**, Madrid, v. 77, n. 3, p. 317-331, 2003.

ROGEZ, H. **Açaí:** preparo, composição e melhoramento da conservação. Belém: EDUFPA, 2000. 313 p.

ROSKOVIC, R.; BJEGOVIC, D. Role of mineral additions in reducing $CO_2$ emission. **Cement and Concrete Research**, Elmsford, v. 35, n. 5, p. 974-978, 2005.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences,** São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.

SALGADO, J.M. **Faça do alimento seu medicamento**. São Paulo: Madras, 2000. 173 p.

SALINAS, R.D. **Alimentos e nutrição:** introdução à bromatologia. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SANTANGELO, C.; VARÌ, R.; SCAZZOCCHIO, B.; DI BENEDETTO, R.; FILESI, C.; MASELLA, R. Polyphenols, intracellular signalling and inflammation. **Annali dell Istituto Superiore di Sanità**, Roma, v. 43, n. 4, p. 394-405, 2007.

SANTELLI, P. **Fisiologia pós-colheita de frutos das palmeiras *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. e *Mauritia vinifera* Mart**. 2005. 72 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1974. 56 p.

SAS. **SAS User´s Guide:** Statistics. Version 9. Cary NC: SAS Institute Inc., 2009.

SCHAUSS, A.G.; WU, X.; PRIOR, R.L.; OU, B.; PATEL, D.; HUANG, D.; KABABICK, J.P. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe oleraceae* Mart. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, n. 22, p. 8598–8603, 2006.

SEERAM, N.P. Berry fruits for cancer prevention: current status and future prospects. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 56, n. 3, p. 630-35, 2008.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades, degradações e modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica.** Belém: Editora Supercores, 2005. 300 p.

SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas Brasil frutas**. São Paulo: Empresa das Artes, 2005. 321 p.

SILVEIRA, C.S.; PESSANHA, C.M.; LOURENÇO, M.C.S.; NEVES JUNIOR, I.; MENEZES, F.S.; KAPLAN, M.A.C. Atividade antimicrobiana dos frutos de *Syagrus oleracea* e Mauritia vinifera. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 15, n. 2, p. 143-148, 2005.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA DE SÃO PAULO - SINDIPAN. **O pão francês e a sua importância na dieta alimentar**, 2004. Disponível em: <http://www.sindipan.org.br/asp/paonadieta.asp>. Acesso em: 19 maio 2010.

SOUTO, R.N.M. **Uso da radiação γ, combinada à refrigeração, na conservação de polpa de açaí (*Euterpe oleracea,* Mart.)**. 2001. 95 p. Tese (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.

SOUZA FILHO, M.S.M.; LIMA, J.R.; NASSU, R.T.; BORGES, M.F.; MOURA, C.F.H. Avaliação físico-química e sensorial de frutas nativas da região Norte e Nordeste do Brasil: estudo exploratório. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 5, p. 139-143, 2002.

SOUZA, A.; G.C.; SOUZA, N.R.; SILVA, S.E.L.; NUNES, C.D.M.; CANTO, A.C.; CRUZ, L.A.A**. Fruteiras da Amazônia**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1996. 204 p.

SOUZA, E.L.; PINTO, I.C.S.; OLIVEIRA, M.E.G.; LIMA, M.A.; DONATO, N.R.; CAMBUIM, R.B. Fatores antinutricionais: elementos de interferência sobre a biodisponibilidade de nutrientes. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 131, p. 19-23, 2005.

SPADA, P.D.; DE SOUZA, G.G.; BORTOLINI, G.V.; HENRIQUES, J.A.; SALVADOR, M. Antioxidant, mutagenic, and antimutagenic activity of frozen fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 11, p. 144–151, 2008.

STAUFFER, C. E. **Functional additives for bakery foods.** New York: AVI Books, 1990. 287 p.

STEFE, C.A.; ALVES, M.A.R.; RIBEIRO, R.L. Probióticos, prebióticos e simbióticos. **Saúde e Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 3, n. 1, p. 16-33, 2008.

STRAUS, E.L.; MENEZES L.V.T. Minimização de resíduos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANTIRARIA E AMBIENTAL, 17. 1993, Natal. **Anais**… Natal: ABES, 1993. p. 212-225.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of Prunus domestica I.- The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of Science and Food Agriculture**, London, v. 10, n. 1, p. 63-68, 1959.

TOAIARI, S.D.A.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; SOUZA, R.F.S. Biodisponibilidade de ferro do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e da farinha de mandioca fortificada com ferro em ratos. **Revista de Nutrição,** Campinas, v. 18, n. 3, p. 291-299, 2005.

TOMICH, F.A. **Competitividade das exportações brasileiras de frutas selecionadas**. 1999. 95 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas, 2006. 113 p.

VENTURIERI, G.A. **Cupuaçu:** a espécie, sua cultura, usos e processamento. Belém: Clube do Cupuaçu, 1993. 108 p.

VIOLA, P.; VIOLA, M. Virgin olive oil as a fundamental nutritional component and skin protector. **Clinics in Dermatology**, Philadelphia, v. 27, n. 2, p. 159-65, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Obesity**, 2006. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>. Acesso em: 19 maio 2010.

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; MELO, T.; BARROS, S.E.; FILHO, D.F.S.; YUYAMA, K.; FAVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.; PIMENTEL, S.A.; BADOLATO, E.S.G. Açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.): Qual o seu potencial Nutricional? In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17. 2004. Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina: Sociedade Brasileira de Fruticultura.

YUYAMA, L.K.O.; ROSA, R.D.; AGUIAR, J.P.L.; NAGAHAMA, D.; ALENCAR, F.H.; YUYAMA, K.; CORDEIRO W.O.; MARQUES, H.O. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e Camu-Camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh) possuem ação anti-anêmica? **Acta Amazônica**, Manaus, v. 32, n. 4, p. 625-633, 2002.