



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

HELENA TEIXEIRA DE LIMA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS
AGROINDUSTRIAIS (BORRA DE AÇAÍ E GLICEROL)
NA ELABORAÇÃO DE BISCOITO**

BELÉM

2009



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

HELENA TEIXEIRA DE LIMA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS
AGROINDUSTRIAIS (BORRA DE AÇAÍ E GLICEROL)
NA ELABORAÇÃO DE BISCOITO**

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

ORIENTAÇÃO

Profa. Dra. Nadia Cristina Fernandes Corrêa

BELÉM

2009



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

HELENA TEIXEIRA DE LIMA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS
AGROINDUSTRIAIS (BORRA DE AÇAÍ E GLICEROL)
NA ELABORAÇÃO DE BISCOITO**

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Nádia Cristina Fernandes Corrêa
(PPGCTA/ITEC/UFPA – Orientadora)

Prof. Dr. Ing. Nélio Teixeira Machado
(FEQ/ITEC/UFPA – Membro)

Profa. Dra. Ana Vânia Carvalho
(EMBRAPA Amazônia Oriental – Membro)

Profa. Dra. Lucia de Fátima Henriques Lourenço
(PPGCTA/ITEC/UFPA – Membro Suplente)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Dra. Nadia Cristina Fernandes Corrêa pela orientação e paciência com os problemas do dia-a-dia e pelas sugestões que permitiram o melhor andamento dos trabalhos no laboratório e na Dissertação final.

À Professora Dra. Alessandra Lopes pelos livros e apostilas que permitiu uma melhor revisão do assunto que foi abordado.

Ao Sr. Mário Carneiro pela ajuda e por fornecer o espaço do laboratório da FAE para cumprimento das análises.

Aos meus pais queridos, Jorge Rozendo e Iracema de Sena pela dedicação e paciência, ao meu irmão Jorge por estar sempre presente em minha vida e aos meus avôs Pedro Braz e Francisca Sena (*in memoriam*) por terem torcido por mim, e me apoiarem sempre.

Agradeço as minhas tias Tereza Sena, Maria Sena, Estefania Teixeira, meus tios Elias Sena e Irineu Sena pelos momentos de descontração e alegria, sem o qual não conseguiria superar as dificuldades.

Agradeço às minhas grandes amigas de curso e da vida Jardilene Moura, Priscilla Rodrigues, Mirian Miranda e Thais Franco, por compartilharem comigo os momentos difíceis nessa caminhada.

Agradeço a todos os meus amigos do Laos (graduandos, mestrandos e doutorandos) por compartilharem comigo conhecimento e por todo auxílio durante a parte experimental.

Agradeço principalmente à DEUS, pela força que me dá a cada dia, evitando com que eu desista dos meus sonhos.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma ajudaram e que não estão sendo citadas, MUITO OBRIGADA.

"A entrada para a mente do homem é o que ele aprende, a saída é o que ele realiza. Se sua mente não for alimentada por um fornecimento contínuo de novas idéias, que ele põe a trabalhar com um propósito, e se não houver uma saída por uma ação, sua mente torna-se estagnada. Tal mente é um perigo para o indivíduo que a possui e inútil para a comunidade."

Jeremias W. Jenks

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da nas propriedades física, físico-química e sensorial do biscoito com adição de subprodutos industriais (“fibra de açaí” e glicerol) na formulação. As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com as Normas da AOAC (1997). Através de um planejamento fatorial do tipo 2^2 foi avaliada a influência de “fibra de açaí” e do tamanho da partícula sobre o teor de água, atividade de água e os índices de aceitação para os atributos textura crocante e sabor. A análise estatística mostrou que somente o teor de água e atividade de água são influenciados pela presença de “fibra de açaí” e pelo tamanho da partícula. Através da análise sensorial de textura crocante e sabor, o melhor percentual de “fibra de açaí” e tamanho da partícula a ser adicionada foi 10% e +28 mesh, respectivamente. Nestas condições realizou-se uma nova análise sensorial para avaliar o efeito da adição de glicerol na formulação de biscoito, assim como sobre a textura do biscoito. Observou-se que os índices de aceitação estavam acima de 70%, indicando que o produto pode ser viável comercialmente. Todos os biscoitos apresentaram valores de teor de água e cinzas dentro dos valores permitidos pela legislação para biscoitos, e podem ser considerados como fonte de fibra por apresentar cerca de 6 g/100g de fibras.

ABSTRACT

The aim of this paper has been to evaluate the effect on physical, physicochemical and sensory properties of cookies with addition of industrial byproducts (“açai fiber” and glycerol) in its formulation. The physicochemical analysis have been carried out in accordance with the standard methodology of the AOAC. By using experimental design type 2^2 has been evaluated the influence of “açai fiber” and its particle size on the water content, water activity and the acceptance index to the taste and texture. The statistical analysis showed that only water content and water activity are influenced for the presence of “açai fiber” and its particle size. From the sensorial analysis of texture and taste, the best percentage of “açai fiber” and particle size to be added was 10% and +28 mesh, respectively. In these terms, a new sensorial analysis was conducted to evaluate the effect of the addition of glicerol in cookie formulation on its texture and taste, having more than 70 % of acceptance index, indicating the product to be economically viable. All the cookies showed high values of water and ashes content but remained inside the legislation values and can be considered as a fiber source by showing about 6g/100g of fiber content.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1	Borra úmida (ROGEZ, 2000)	18
Fluxograma 1	Fluxograma básico do processamento dos biscoitos (MORETTO e FETT, 1999)	36
Fluxograma 2	Fluxograma experimental do processamento dos biscoitos	48
Gráfico 1	Curva de secagem da borra de açaí à temperatura de 60°C	57
Gráfico 2	Curva da taxa de secagem da borra de açaí em função do teor de água (Kg/Kg de sólido seco) à temperatura de 60°C	58
Gráfico 3	Curva da taxa de secagem da borra de açaí em função do tempo médio de secagem à temperatura de 60°C	59
Gráfico 4	Gráfico de barras para a resposta atividade de água (aw)	65
Gráfico 5	Gráfico de barras para a resposta teor de água	67
Fotografia 2	Biscoitos elaborados com diferentes teores de “fibra de açaí” e tamanho de partícula	82
Fotografia 3	Biscoitos elaborados com a formulação padrão (FP); adição de glicerol (FPG); adição de “fibra de açaí” (FPA) e adição de glicerol e “fibra de açaí” (FPAG).	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação das fibras	24
Tabela 2	Percentuais dos ingredientes utilizados na formulação padrão (FP)	45
Tabela 3	Níveis das variáveis independentes do planejamento fatorial 2^2	46
Tabela 4	Níveis codificados e decodificados das variáveis para os ensaios do planejamento fatorial 2^2	46
Tabela 5	Formulação de biscoitos contendo o glicerol (275,70g de ingredientes)	47
Tabela 6	Características físico-química da borra de açai	54
Tabela 7	Análise granulométrica da borra seca de açai antes da moagem	62
Tabela 8	Análise granulométrica da borra seca de açai moída	62
Tabela 9	Matriz experimental para os ensaios do planejamento fatorial 2^2	63
Tabela 10	Efeitos estimados das variáveis codificadas, para a variável de resposta atividade de água (aw)	64
Tabela 11	Análise de variância (ANOVA) para a resposta atividade de água (aw)	66
Tabela 12	Efeitos estimados das variáveis codificadas, para a variável de resposta teor de água	67
Tabela 13	Análise de variância (ANOVA) para a resposta teor de água	68
Tabela 14	Efeitos estimados das variáveis codificadas para a variável de resposta índice de aceitação da textura crocante	69
Tabela 15	Análise de variância (ANOVA) para a resposta índice de aceitação da textura crocante	69
Tabela 16	Resultados dos efeitos estimados para a variável de resposta índice de aceitação do sabor no processo de elaboração do	70

	biscoito	
Tabela 17	Análise de variância (ANOVA) para a resposta índice de aceitação do sabor	71
Tabela 18	Caracterização físico-química da “fibra de açaí” +28 mesh Série Tyler	73
Tabela 19	Formulação de biscoitos contendo o glicerol (275,70g de ingredientes)	73
Tabela 20	Resultado do teste de aceitação dos ensaios dos biscoitos contendo “fibra de açaí” e glicerol	74
Tabela 21	Parâmetros físicos dos biscoitos produzidos com a substituição parcial da farinha de trigo por “fibra de açaí” com diferente tamanho de partícula	76
Tabela 22	Parâmetros físicos dos ensaios das formulações padrão e as adicionadas de “fibra de açaí” e de glicerol	80
Tabela 23	Caracterização físico-química dos biscoitos elaborados com “fibra de açaí” e glicerol	85

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL	15
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 AÇAÍ	16
2.1.1 Aproveitamento de resíduo agroindustrial	17
2.2 GLICEROL	19
2.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS	20
2.3.1 Fibras	22
2.3.1.1 Características e classificação	23
2.3.1.2 Importância das fibras	24
2.3.1.3 Recomendações de ingestão de fibra alimentar na dieta	27
2.4 BISCOITO	28
2.4.1 Histórico	28
2.4.2 Definição e designação	29
2.4.3 Classificação de biscoitos	30
2.4.4 Ingredientes utilizados na elaboração de biscoitos	31
2.4.5 Etapas do processamento de biscoito	36
3 MATERIAL E METODOS	39
3.1 MATERIAL	39
3.1.1 Obtenção da matéria-prima	39
3.1.2 Glicerol	39
3.1.3 Ingredientes	39
3.2 MÉTODOS	40
3.2.1 Caracterização físico-química da borra de açaí	40
3.2.2 Pré-tratamento da borra de açaí	42

3.2.2.1 Cinética da secagem da borra de açaí	42
3.2.2.2 Secagem da borra de açaí	43
3.2.2.3 Moagem	44
3.2.2.4 Análise granulométrica	44
3.2.3 Elaboração do biscoito	45
3.2.3.1 Avaliação do efeito do tamanho da partícula e do teor de “fibra de açaí” na formulação padrão	45
3.2.3.2 Avaliação do efeito da “fibra de açaí” e glicerol na formulação padrão	47
3.2.4 Caracterização físico-química da “fibra de açaí”	49
3.2.5 Análise sensorial	49
3.2.6 Análise física e físico-química dos biscoitos	50
3.2.6.1 Análise física	50
3.2.6.2 Análise físico-química	51
3.2.7 Análise dos resultados	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA DA BORRA DE AÇAÍ	54
4.2 CURVA DE SECAGEM DA BORRA DE AÇAÍ	56
4.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DA BORRA DE AÇAÍ	61
4.4 EFEITO DO TAMANHO DA PARTÍCULA E DO TEOR DE “FIBRA DE AÇAÍ” NA FORMULAÇÃO PADRÃO	63
4.4.1 Influência do teor “fibra de açaí” e do tamanho da partícula sobre a atividade de água (aw)	64
4.4.1.1 Estimativa dos efeitos	64
4.4.1.2 Análise de variância (ANOVA)	65
4.4.2 Influência do teor “fibra de açaí” e do tamanho da partícula sobre o teor de água	66
4.4.2.1 Estimativa dos efeitos	66
4.4.2.2 Análise de variância (ANOVA)	68

4.4.3 Influência do teor “fibra de açai” e do tamanho da partícula sobre o índice de aceitação da textura crocante (IAC)	68
4.4.3.1 Estimativa dos efeitos	68
4.4.3.2 Análise de variância (ANOVA)	69
4.4.4 Influência do teor “fibra de açai” e do tamanho da partícula sobre o índice de aceitação do sabor (IAS)	70
4.4.4.1 Estimativa dos efeitos	70
4.4.4.2 Análise de variância (ANOVA)	71
4.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA “FIBRA DE AÇAÍ”	72
4.6 AVALIAÇÃO DO BISCOITO ELABORADO COM “FIBRA DE AÇAÍ” E GLICEROL	73
4.7 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS	75
4.8 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS BISCOITOS	84
CONCLUSÃO	88
REFERÊNCIAS	90
ANEXO A	99
ANEXO B	100
ANEXO C	101

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados relatados pela Secretaria de Agricultura do Estado do Pará (SAGRI) a produção de açaí em 2008 somou em torno de 581.290 toneladas, sendo o principal produtor o Estado do Pará e dentre os municípios paraenses que se destacaram estão, Igarapé-Miri, Abaetetuba, Limoeiro do Ajuru, Acará, Bujaru, Cametá e Tomé-açu.

A polpa do açaí constitui uma boa fonte de fibras alimentares, antocianina e alfa-tocoferol (vitamina E), se destacando quanto ao teor de lipídios e proteínas, contendo ainda cálcio, potássio, níquel e magnésio e é pobre em açúcares totais, fósforo, sódio, zinco e ferro. Do processamento industrial dessa polpa é gerada grande quantidade de resíduo (borra e caroço) que ainda não é utilizado e é despejado no meio ambiente. Diariamente, são comercializados cerca de 200 mil litros de açaí em Belém, especialmente durante o período de safra, que acontece de julho a dezembro. Os valores gerados para a borra seca flutuam entre 20,6 a 41,2 kg/Kg de frutos despulpados. Segundo e Rogez (2000) e Lins (2008) seria oportuno efetuar estudos sobre essa borra para criar possibilidades de valorização desse subproduto.

Nesse contexto de aproveitamento de subprodutos, atualmente o estudo de possibilidades de aproveitamento do glicerol tem sido bastante discutido pelos órgãos de fomento, em virtude do aumento de sua produção na cadeia do biodiesel. O glicerol já vem sendo utilizado em vários setores industriais principalmente na indústria química. No setor alimentício, é reconhecido como seguro para o consumo humano desde 1959, podendo ser utilizado em diversos produtos. Por apresentar propriedades higroscópicas, o glicerol pode ser utilizado como umectante e como inibidor da cristalização de todos os derivados açucarados, adoçante e para conservar bebida e alimentos tais como refrigerantes, balas, bolos, pastas de queijo e carne e ração animal seca. Estas aplicações utilizam hoje principalmente o sorbitol que devido ao seu poder espessante e edulcorante baixo, tem sido mais usado como veículo ou agente de corpo, em adoçantes e produtos dietéticos. Em virtude do aumento da produção do glicerol, a substituição do sorbitol em vários alimentos pode ser mais uma alternativa para o seu uso.

Esta dissertação é parte integrante do projeto, ELETROBRÁS/UFPA/FADESP, financiado pela Eletrobrás S/A (Projeto N° 1746-2007), o qual disponibilizou uma Bolsa de Mestrado.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da adição de subprodutos industriais (borra de açaí e glicerol) nas propriedades física, físico-química e sensorial de biscoito.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterização física e físico-química do resíduo industrial borra de açaí;
- Estudar o efeito da granulometria e da quantidade de borra de açaí seca na aceitação de biscoito elaborado a partir de substituição parcial da farinha de trigo;
- Avaliar as características físicas e físico-químicas do biscoito elaborado a partir da substituição parcial da farinha de trigo por fibra de açaí;
- Verificar a aceitação do biscoito elaborado a partir da substituição parcial da farinha de trigo por fibra de açaí;
- Avaliar as características físicas e físico-químicas do biscoito elaborado com glicerol;
- Verificar a aceitação do biscoito elaborado com glicerol;
- Avaliar as características físicas e físico-químicas do biscoito elaborado a partir da substituição parcial da farinha de trigo por fibra de açaí e adição de glicerol;
- Verificar a aceitação do biscoito elaborado a partir da substituição parcial da farinha de trigo por fibra de açaí e adição do glicerol.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AÇAÍ

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) pertence à ordem dos *Arecales*, da família *Palmae* e do gênero *Euterpe*. Essa palmeira é nativa da Amazônia e o Estado do Pará é o principal centro de dispersão natural dessa palmácea. Populações espontâneas também são encontradas nos estados do Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Tocantins e em países da América do Sul (Venezuela, Colômbia, Equador, Suriname e Guiana) e da América Central (Panamá) (OLIVEIRA et al., 2002).

A produtividade média do açazeiro é de 6 cachos por estipe, representando no total um peso médio em frutos de 15 kg, onde a polpa representa apenas 5% a 15 % do volume do fruto (ROGEZ, 2000).

O fruto é o produto mais importante do açazeiro, tanto para o ecossistema como para as populações amazônidas. Da polpa dos frutos obtém-se a bebida de açai, um produto consumido na região junto às refeições, comumente acompanhado de peixe, carne, camarão, etc. (NOGUEIRA, 1995). Com o açai são fabricados sorvetes, licores, doces, néctares e geléias, podendo ser aproveitado, também, para a extração de corantes e antocianina (NOGUEIRA, 2007).

A área plantada no Pará que hoje é de 257.425 hectares, cresceu 62% nos últimos dez anos. Em 2007, a produção de açai, fruta muito apreciada pelo seu poder energético, foi de 495 mil toneladas e, em 2008, passou para 581 mil toneladas, o que representa um aumento de quase 20%. Somente em janeiro e fevereiro deste ano, quase 2 mil toneladas de suco dessa fruta foram vendidas para países como EUA e Japão (Exportação..., 2009).

As exportações de sucos de frutas do Pará alcançaram um novo recorde, em janeiro deste ano, com uma receita acima de US\$ 3 milhões. Esse resultado superou os três primeiros meses de 2008, que somaram 2,9 milhões de dólares. A informação está no último boletim divulgado pelo Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior (Exportação..., 2009).

O interesse pela produção de frutos tem se dado pelo fato do açai, antes destinado totalmente ao consumo local, ter conquistado novos mercados e se tornado uma importante fonte de renda e de emprego (NOGUEIRA, 2007).

Atualmente, o açaí tem despertado bastante interesse em decorrência da sua potencialidade como alimento funcional, principalmente pelos seus teores de antocianinas e compostos fenólicos, o que tem atraído diferentes grupos de pesquisa, em vários países, assim como grandes empresas (COURI et al., 2009).

2.1.1 Aproveitamento de resíduo agroindustrial

Segundo dados de Nogueira (2007), pesquisas mais recente mostram um novo organograma do aproveitamento dos resíduos do açazeiro. O caroço, que corresponde a 85% do peso total do fruto, pode ser utilizado na torrefação de café, panificação, extração de óleo comestível, fitoterápicos e ração animal, além do uso na geração de vapor, carvão vegetal e adubo orgânico. A borra pode ser utilizada na produção de cosméticos, porém são sugeridos estudos para investigar melhor a composição da mesma e seu aproveitamento industrial; as fibras em móveis, placas acústicas, compensados, indústria automobilística, entre outros.

Na literatura não se encontram dados recentes sobre a quantidade total de resíduos gerados pela produção da bebida de açaí no Pará. Somente os dados relatados por Rogez (2000) que mencionam que na cidade de Belém são comercializados de 100.000 a 120.000 toneladas de frutos de açaí por ano e é gerada cerca de 300 toneladas por dia de lixo orgânico constituído principalmente de caroços, sendo que os valores para a borra seca flutuam entre 20,6 a 41,2 kg/Kg de frutos despolidos. Rogez (2000) propõe como alternativa de estudo, para a utilização do caroço, a geração de energia através da combustão.

Rogez (2000) descreve a borra (Fotografia 1) como sendo um resíduo do despoldamento constituído pelo epicarpo do fruto.



Fotografia 1: Borra úmida (ROGEZ, 2000)

No Amazonas, as olarias têm apostado em novas fontes de energia ambientalmente corretas. O projeto do Pólo Oleiro e Ceramista dos municípios de Iranduba e Manacapuru, desenvolvido pelo Sebrae no Estado, incentiva o uso de materiais como sobras de madeiras e resíduos do açaí para combustão (ARAUJO, 2009).

A crescente preocupação com possíveis impactos ambientais e o elevado índice de perdas e desperdícios gerados pelas indústrias de alimentos tem levado pesquisadores a buscar alternativas viáveis de aproveitamento e geração de novos produtos para o consumo humano (PEREIRA, 2005).

Os resíduos provenientes da indústria de alimentos envolvem quantidades apreciáveis de cascas, caroços e outros. Esses materiais servem como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais, passíveis de recuperação (COELHO, LEITE e ROSA, 2001).

Diversos estudos relataram o aproveitamento de resíduos, gerados durante o beneficiamento de frutas e vegetais, para obtenção de produtos com maior valor agregado (OLIVEIRA et al., 2002).

No processamento do açaí é gerada grande quantidade de borra e segundo Lins (2008) o alto teor de fibra contido nesse resíduo pode ser utilizado na elaboração de biscoitos, ampliando, assim, a oferta de produtos com alto teor de fibra, tanto para os consumidores saudáveis, quanto para aqueles que apresentam algumas patologias (constipação intestinal, alto nível de colesterol, obesidade, entre outras).

Grizotto, Aguirre e Menezes (2005) determinaram o procedimento para produção de fruta estruturada de umidade intermediária, microbiologicamente estável, utilizando glicerol e a glicose como supressor de atividade de água e quantidade mínima de sacarose.

2.2 GLICEROL

A crescente preocupação com o aquecimento global neste início do século XXI incentiva as discussões sobre novas fontes de energia. A sociedade moderna é, ainda, muito dependente do petróleo. Em todo o mundo já se discute a viabilidade dos combustíveis renováveis, que causariam um impacto muito menor no aquecimento do planeta, pois no balanço total diminuem as emissões de CO₂, um dos principais vilões do efeito estufa (GONÇALVES et al., 2007).

O Brasil demonstra grande abertura para uma nova alternativa energética no que se refere à substituição do diesel a partir de biocombustível, ou seja, o diesel produzido de óleos vegetais (ARAUJO et al., 2007). Preocupados com a iminência do esgotamento de reservas de petróleo e em manter o equilíbrio ambiental, governos e corporações passaram a investir cada vez mais na pesquisa de combustíveis mais “limpos” (PORTAL DO BIODIESEL, 2007).

A lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, além de dar incentivo às empresas produtoras de biodiesel tornou obrigatória a adição de 2% de biodiesel no óleo diesel vendido no país de 2008 até 2013, quando o percentual será aumentado para 5%, o que exigirá a produção interna de mais de 2 bilhões de litros de biodiesel por ano. A ANP (Agência Nacional de Petróleo) estima que a atual produção brasileira de biodiesel seja da ordem de 176 milhões de litros anuais (TORRES et al., 2006).

O glicerol, glicerina ou propano-1,2,3-triol é um composto orgânico pertencente à função álcool, com três hidroxilas de fórmula molecular C₃H₈O₃. É um resíduo gerado da transesterificação de óleos vegetais, para obtenção de biodiesel. À temperatura ambiente (25°C) é líquido, higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado. O nome origina-se a palavra grega glykos, que significa doce, sendo o químico Sueco Carl Wilhelm Scheele o primeiro a isolar este composto, em 1779 (SOTOLANI, 2007).

O glicerol, por ser um componente estrutural de lipídeos, tem sido utilizado em preparações de molho para salada, coberturas de doces e sobremesas geladas. Outro mercado muito importante, e exclusivo, que provavelmente vai se desenvolver com a maior oferta de glicerol é a aplicação deste para a síntese de moléculas de alto valor agregado (PORTAL DO BIODIESEL, 2007).

Vários estudos mostraram que uma determinada quantidade de glicerol (sintético ou natural) pode ser administrada sem aparecimento de qualquer efeito adverso à saúde, pois ele não eleva os níveis de açúcar no sangue e também não serve de substrato para as bactérias que causam a cárie. Em sua forma concentrada ele jamais deve ser consumido, pois ocasiona a retirada de água dos tecidos vivos causando uma leve irritação da pele, devido ao seu forte poder higroscópico. Como aditivo alimentar, pertence à classe dos espessantes, estabilizadores, gelificantes e emulsionantes (SOTOLANI, 2007). Deve-se salientar, contudo, que o glicerol tem sua origem nos carboidratos e que seu destino final, depois da remoção dos grupos “lipóides”, é a volta à classe dos carboidratos, sendo facilmente digerido (CANTAROW e SCHEPARTZ, 1969).

2.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS

O aumento significativo no consumo de fast-foods e lanches têm sido verificado nos últimos anos, revelando tendência de mudança no estilo de vida da população. Isto se deve às facilidades encontradas para a aquisição de alimentos pré-preparados, prontos e congelados no mercado, bem como às inúmeras opções oferecidas por restaurantes fast-food e self-service (MATTOS e MARTINS, 2000). Entretanto, estas facilidades acometem à população problemas nutricionais, podendo-se destacar o aumento no sobrepeso e obesidade. Tais problemas são, particularmente, atribuídos ao consumo de alimentos gordurosos, com alta densidade energética e à redução da prática de exercícios físicos (BUENO, 2005).

O termo “alimentos funcionais” foi inicialmente proposto no Japão, em meados de 1980, principalmente em função de uma população sempre crescente de idosos e da preocupação, tanto da população em geral como do governo, com a prevenção das doenças crônicas e degenerativas (SGARBIERI e PACHECO, 1999).

Alimentos funcionais ou nutracêuticos são termos utilizados para caracterizar alimentos e/ou ingredientes alimentares que, além de suas funções nutricionais normais (fonte de energia e substrato para a formação de células e tecidos), possuem, em sua composição, uma ou mais substâncias capazes de atuar como moduladores dos processos metabólicos, melhorando as condições de saúde, promovendo o bem estar e prevenindo o surgimento precoce de doenças degenerativas (SKLIUTAS, 2002).

Os alimentos funcionais representam uma união da farmacologia com a tecnologia de alimentos na busca de uma melhor qualidade de vida, baseada na alimentação. Isso vem sendo reconhecido pelo consumidor moderno, que tem procurado com mais frequência esse tipo de produto nas prateleiras dos mercados. Evidentemente, esses alimentos não podem ser encarados como uma solução única, mas sim como mais um auxílio que os avanços tecnológicos e científicos colocam à disposição (SKLIUTAS, 2002).

Um alimento pode ser considerado funcional se ele satisfatoriamente demonstra ser capaz de influenciar benéficamente uma ou mais funções-chave no organismo, além de possuir os efeitos nutricionais adequados, de modo que contribua para um estado de bem-estar e saúde ou para uma redução do risco de uma determinada doença (ROBERFROID, 1993).

Um alimento funcional deve permanecer como alimento e deve demonstrar seus efeitos em quantidades que são esperadas que sejam consumidas em uma dieta regular, ou seja, não sob a forma de pílulas ou cápsulas. Atualmente, o que conduz o mercado de alimentos funcionais tem sido a crescente preocupação dos consumidores do mundo todo em se cuidarem. Os consumidores sentem-se mais responsáveis com relação à própria saúde (MARANGONI, 2007).

Dentre os componentes dos alimentos com funcionalidade fisiológica pode-se citar, entre os nutrientes: os polissacarídeos, como a fibra; os ácidos graxos poliinsaturados da família ômega-3, como o EPA (ácido eicosapentaenóico) e o DHA (ácido docosahexaenóico); algumas vitaminas; minerais essenciais; proteínas e peptídeos; e, entre os não-nutrientes os oligossacarídeos; os flavonóides, como as isoflavonas da soja; os carotenóides, como o licopeno do tomate; os fitosteróis; as bactérias lácticas; compostos organosulfurados; compostos fenólicos; limonóides e substâncias indólicas (LAJOLO e SAURA-CALIXTO, 2001; SGARBIERI e PACHECO, 1999).

O mercado de alimentos funcionais está se desenvolvendo fortemente nos países onde já foi estabelecido um mercado de alimentos processados. Este mercado se desenvolve diferentemente em cada país, como na Europa e Austrália com os produtos ligados à saúde intestinal, principalmente na linha de laticínios probióticos, enquanto que nos Estados Unidos o mercado é caracterizado pelo maior interesse com a saúde do coração, produtos anti-câncer e uso de plantas medicinais (HILLIAN, 2003).

2.3.1 Fibras

A importância das fibras alimentares foi reconhecida há mais de duas décadas, após estudos sobre sua química e fisiologia, que associou o consumo de fibras com a prevenção de diversas doenças, como prisão de ventre, hemorróidas, câncer de colón, arteriosclerose, entre outras, comuns na civilização ocidental acostumada com alimentos refinados e pobres em fibras. Embora a fibra alimentar seja resistente à digestão na boca, estômago e intestino delgado do homem, a mesma possui um valor nutricional específico devido a seu papel em manter a integridade funcional do trato gastrointestinal (PACHECO, 1995; PENTEADO, 1995; SCHNEL, 1995; SAURA-CALIXTO, 1993).

A *American Association of Cereal Chemists* (AACC) definiu fibra alimentar como sendo: parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado com fermentação completa ou parcial no intestino grosso (AACC,1995).

O conceito de fibras, originalmente definido como os resíduos não-digeríveis de vegetais, evoluiu durante as últimas duas décadas. Hoje, os nutricionistas classificam as fibras em frações hidrossolúveis e não-hidrossolúveis, e reconhecem a importância da fermentação das fibras no cólon. Recentemente, o conceito de fibras foi ampliado de modo a incluir substâncias semelhantes a elas, como a inulina, frutooligosacarídeos e amido resistente. Assim, as fibras contêm diversos compostos com diferentes propriedades físicas e químicas, sendo que tipos específicos de fibras podem proporcionar benefícios específicos para a saúde (LEORO, 2007).

As fibras alimentares são substâncias presentes nas paredes das células vegetais que não sofrem digestão pelas enzimas digestivas e que, portanto, não são absorvidas pela mucosa intestinal (SLAVIN, 2005). Entretanto, a porção fibrosa dos alimentos pode ser parcialmente hidrolisada pela microbiota colônica (SEMBRIES et al., 2003; ROBERFROID, 1993;).

São fontes de fibra alimentar os alimentos de origem vegetal: frutas, verduras, legumes, raízes, tubérculos, nozes e grãos (MARLETT, 1992; CAVALCANTI, 1989;). Indivíduos adultos deveriam ingerir, diariamente, de 20 a 30 gramas na base seca (EASTWOOD, 1992), o que poderia ser conseguido com uma dieta à base de cereais integrais, frutas, legumes e verduras.

2.3.1.1 Características e classificação

Os diversos tipos de fibras apresentam as seguintes características em comum (LEORO, 2007):

- Originam-se das plantas (exceto a quitosana);
- São carboidratos ou derivados de carboidratos (exceto a lignina);
- Resistem à hidrólise pelas enzimas digestivas humanas;
- Atingem o cólon intacta e, no cólon, algumas podem ser, pelo menos parcialmente, hidrolisadas e fermentadas pela flora bacteriana lá existente.

Os tipos de fibras são classificados de diversas maneiras, dependendo dos fatores enfatizados (Tabela 1). Como muitos efeitos fisiológicos das fibras parecem se basear em sua hidrossolubilidade, elas são, com frequência, classificadas como "solúveis" e "insolúveis" (ROBERFROID, 1993).

Tabela 1. Classificação das fibras

Fibras	Lignina	Não hidrossolúveis ("fibras insolúveis")	
	Polissacarídeos "não-amiláceos"		Celulose
			Hemicelulose (Tipo B)
		Hemicelulose (Tipo A)	
		Pectinas	Hidrossolúveis ("fibras solúveis")
		Gomas	
		Mucilagens	
Outros polissacarídeos			
Substâncias semelhantes às fibras	Inulina	Hidrossolúveis em sua maioria	
	Frutooligossacarídeos		
	Amido resistente		
	Açúcares não absorvidos		

Fonte: Leoro (2007)

As principais fibras alimentares são os polissacarídeos da parede celular de plantas superiores (celulose, hemiceluloses e substâncias pécticas), lignina, hidrocolóides de extratos marinhos (carragena, alginatos), de origem microbiana (goma xantana e gelana), de exsudados de plantas (goma arábica, karaya e tragacante), de extrato de sementes (goma guar, locusta e de psyllium), extratos de raízes (fibra konjac), pectina e celulose modificadas (pectinas de alto e baixo grau de metoxilação e carboximetilcelulose), amidos resistentes e oligossacarídeos (frutooligossacarídeos e rafinose, estaquiose e verbascose). Cada tipo de fibra pode ser caracterizado pelo seu açúcar residual e pela natureza da ligação entre eles (MATSUURA, 2005).

2.3.1.2 Importância das fibras

Apesar dos diversos trabalhos realizados em todo o mundo, os mecanismos de ação das fibras alimentares nas funções fisiológicas e metabólicas do corpo ainda não estão completamente compreendidos. A maior descoberta é que não somente a quantidade, mas também o tipo de fibra alimentar influencia a resposta fisiológica, apesar da ênfase que permanece a respeito da quantidade ingerida (MATSUURA, 2005).

As propriedades físicas e químicas das fibras alimentares podem provocar respostas locais e sistêmicas no corpo humano. Estas propriedades estão

relacionadas com a origem, o processamento e a forma pela qual a fibra é ingerida. As respostas locais correspondem ao efeito direto que ocorre como resultado da presença da fibra no trato gastro-intestinal, enquanto a resposta sistêmica relaciona-se ao efeito metabólico que ocorre como uma resposta ao efeito local da fibra (MATSUURA, 2005).

Um consumo regular das fibras presente nos alimentos possui como principal benefício à saúde: a regulação da função intestinal; o aumento da sensação de saciedade; a diminuição do conteúdo calórico ingerido e a redução do risco de doenças como as coronarianas, certos tipos de câncer, diabetes e obesidade (LARIO et al., 2004; GIUNTINI et. al, 2003; GRIGELMO-MIGUEL e MARTIN-BELLOSO, 1999; THEBAUDIN et al., 1997; ANDERSON; SMITH e GUSTAFSON, 1994). Os efeitos fisiológicos dependem do tipo de fibra, solúvel ou insolúvel.

As fibras solúveis formam uma rede de gel ou uma rede viscosa que em determinadas condições físico-químicas aumentam a capacidade de retenção de água e a absorção lipídica. Elas são vistas como substratos fermentativos, podem modificar a microflora e levar a uma redução ou modificação de agentes mutagênicos (THEBAUDIN et al., 1997). A viscosidade está associada com o esvaziamento gástrico demorado; a fibra modifica a passagem no intestino, diminuindo a taxa de absorção de glicose, lipídios e esteróis (GORINSTEIN et al., 2001). As fibras solúveis incorporam água rapidamente e são facilmente decompostas no intestino grosso (ANDRE, RODRIGUEZ e MORAES-FILHO, 2000).

As fibras solúveis têm sido relacionadas com a redução dos níveis de glicose no sangue, devido à diminuição da digestão e absorção de carboidratos (CHAU e HUANG, 2004). Quando fibras solúveis são adicionadas à dieta, a difusão da glicose no sangue é mais lenta, e posteriormente a secreção da insulina é diminuída (SLAVIN, 2005).

O consumo de dietas ricas em fibras ajuda na prevenção de diabetes, pois as fibras melhoram o controle glicêmico, aumentam a sensibilidade à insulina, diminuem os lipídios séricos, diminuem a pressão sanguínea e ajudam na manutenção do peso corporal. Em um estudo realizado com indivíduos diabéticos, 67% melhoraram o controle glicêmico e diminuíram o nível de colesterol e 22% não verificaram mudança alguma (ANDERSON, SMITH e GUSTAFSON, 1994).

As fibras insolúveis têm menor capacidade de incorporação de água e são difíceis de serem degradadas pelas bactérias, sendo por isso eliminadas

praticamente intactas (ANDRE, RODRIGUEZ e MORAES-FILHO, 2000). Além disso, as fibras insolúveis reduzem o trânsito intestinal, evitando que agentes mutagênicos presentes nas fezes interajam com o epitélio intestinal (THEBAUDIN et al., 1997).

A constipação intestinal não é uma doença, mas sim, um sintoma, e uma das queixas gastrintestinais mais prevalentes. Pode representar a manifestação de vários distúrbios (ANDRE, RODRIGUEZ e MORAES-FILHO, 2000). Portanto, a inclusão de fibras na dieta é necessária para manter a função do trato gastrintestinal normal (CHO, CLARK e URIBE-SAUCEDO, 2004).

O uso rotineiro de alimentos ricos em fibras reduz o risco da obesidade e ajuda na perda e manutenção do peso, pois estes alimentos tendem a ser ricos em carboidratos e pobres em gordura. Isso acontece pela interação dos seguintes mecanismos: as fibras têm baixa energia calórica, precisam de mais tempo para ser digeridas e retardam o esvaziamento gástrico, o que aumenta a sensação de saciedade. As fibras também diminuem as concentrações da insulina no soro sanguíneo, provocando uma redução na ingestão de alimentos, pois a insulina estimula o apetite (ANDERSON, SMITH e GUSTAFSON, 1994).

Elevadas concentrações de colesterol no soro sanguíneo, particularmente o colesterol LDL, são o maior risco das doenças coronárias. A ingestão elevada de fibra solúvel aumenta os efeitos relacionados com a diminuição do colesterol no sangue (CHANG et al., 2002; GORINSTEIN et al., 2001; ANDERSON, SMITH e GUSTAFSON, 1994). Foi proposto que a absorção de sais biliares pelas fibras resulta em mudanças no metabolismo do colesterol, levando a perdas do colesterol do corpo (THEBAUDIN et al., 1997).

A divulgação da importância de fibra alimentar junto com a recomendação do incremento de seu consumo tem levado a indústria de alimentos a buscar novas fontes de fibras para desenvolver novos produtos enriquecidos com fibra. Neste contexto, o alimento funcional desempenha um papel específico. Estes alimentos não visam somente satisfazer a fome ou prover os nutrientes necessários, mas também prevenir doenças ligadas à nutrição e aumentar o bem-estar físico e mental destes consumidores (MENRAD, 2003).

2.3.1.3 Recomendações de ingestão de fibra alimentar na dieta

A divulgação da importância de fibra alimentar junto com a recomendação do incremento de seu consumo tem levado a indústria de alimentos a desenvolver novos produtos e preparados dietéticos enriquecidos com fibra. Uma maior ingestão de fibra alimentar pode ocorrer através de alimentos de origem vegetal, natural e processados (frutas, cereais, verduras, legumes) ou enriquecidos com fibra (biscoitos, cereais matinais, pães e outros) (SAURA-CALIXTO, 1993).

As indústrias de alimentos, aproveitando a oportunidade, colocaram no mercado vários produtos enriquecidos em fibra, visando atender à demanda crescente de indivíduos interessados em resgatar hábitos saudáveis (STELLA, 2007).

A recomendação de ingestão diária de fibra alimentar na dieta é de 20 a 35 gramas (10 a 13 gramas por 1000 kcal de alimento consumido), sendo aproximadamente um terço de fibras solúveis. Já a ADA (*American Dietetic Association*) recomenda consumo de 20 a 35 gramas de fibra alimentar por dia, sendo 5 a 10 gramas de fibra solúvel (OHR, 2004).

O Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos recomenda uma ingestão diária de fibras da ordem de 25 a 35 g/dia, 10 a 13 g/1000 kcal. A ingestão em excesso de fibras pode interferir com a absorção de cálcio e zinco, especialmente nas crianças e nos idosos (ASCHERI, PEREIRA e MOTA, 2007).

A portaria nº 27 da ANVISA (Brasil, 1998), estabelece o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. Segundo esta portaria um alimento pode ser considerado fonte de fibra alimentar quando no produto acabado existir 3g/100g de fibras para alimentos sólidos e 1,5g/100ml de fibras para líquidos. Já com o dobro deste conteúdo é considerado um alimento com elevado conteúdo de fibra alimentar.

2.4 BISCOITO

2.4.1 Histórico

"Biscoito" foi o termo usado para descrever o pão cozido, duro, que se podia guardar sem deteriorar. A origem tem duas palavras francesas: "Bis" e "Coctus", significando "cozido duas vezes". A popularidade do "biscoito" aumentou, rapidamente em meados do século XVII, quando na Europa começou a adicionar chocolate ou chá ao biscoito. Passaram a investir nos mais variados tipos de gostos e aromas para estimular a venda. Com este progresso nos negócios dos biscoitos, passaram a ser cobrado taxas e impostos o que provocou uma busca por métodos e modos mais econômicos e de maior rendimento: iniciava-se a industrialização (SIMABESP, 2007).

A Inglaterra mostrou ser um bom mercado produtor e já se fabricavam vários tipos de biscoitos muito saborosos e procurados; sua exportação foi iniciada para as suas colônias e logo, quase todas as cidades importantes dos Estados Unidos já consumiam o "biscoito para chá e café dos ingleses". Nos seus primeiros anos de colônia não industrializada, os Estados Unidos não tinham condições de fabricar os biscoitos, mas reconhecendo a importância do mercado, importaram da Inglaterra os equipamentos necessários e deram início a uma florescente indústria de biscoitos. O passo seguinte, em razão da necessidade de fabricarem peças de reposição para as máquinas, foi logicamente à implantação de indústrias para a fabricação de equipamentos de biscoitos. Com isso, começava o declínio das importações de biscoitos ingleses, e o início da poderosa indústria norte-americana de biscoitos (SIMABESP, 2007).

Daí em diante, a evolução se fez de forma acelerada. Até o nome "*biscuit*", inglês, foi abandonado e os produtos americanos foram rebatizados de "*cookies*" (nome de origem holandesa). Isto fez com que se criasse uma separação bem definida entre os tipos de biscoitos; os "*cookies*" eram os de paladar adocicados e os "*saltines*", o acentuado sabor salgado (SIMABESP, 2007).

O termo "*cookie*", empregado nos Estados Unidos e na Inglaterra e em vários países atualmente, pode ser considerado como sinônimo de biscoito (EL-DASH et al., 2001; MANLEY, 1983). Os *Cookies* são produtos muito populares em todo o

mundo, com vastas combinações de textura e sabor, o que lhes confere um apelo universal (SCHOBER et al., 2003).

Os biscoitos tipo *cookie* possuem vários atrativos como grande consumo, relativamente longa vida-de-prateleira e boa aceitação, particularmente entre crianças (TSEN, 1976). Recentemente, os biscoitos tipo *cookie* têm sido formulados com a intenção de implementar sua fortificação com fibra ou proteína, devido ao forte apelo nutricional que existe hoje em dia com relação aos alimentos consumidos (JAMES, COURTNEY e LORENZ, 1989).

O consumo anual per capita do brasileiro tem se situado em torno dos 6 quilos nos últimos 5 anos. Hoje os EUA ocupam o primeiro lugar do ranking de países produtores de biscoitos, com 1.500 mil toneladas. Os países que seguem neste ranking são: o Brasil, com 1.131 mil toneladas; Inglaterra, com 0,67 mil toneladas; Alemanha, com 0,59 mil toneladas e França, com 0,54 mil toneladas (O MERCADO, 2008).

O mercado brasileiro de biscoitos terminou o ano de 2007 com uma produção de 1.131 milhões de toneladas, 1,7% acima de 2006, confirmando a posição de segundo maior produtor mundial. Este crescimento, segundo José dos Santos Reis, presidente do Sindicato de Massas Alimentícias e Biscoitos do estado de São Paulo, deve-se a uma maior diversificação em termos de produtos, sabores e formatos de embalagens (O MERCADO, 2008).

2.4.2 Definição e designação

O decreto nº 12/78, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) (BRASIL, 1978), define biscoito ou bolacha como o produto obtido pelo amassamento e cozimento de massa preparada com farinha, amidos, fermentada ou não e outras substâncias alimentícias.

O produto é designado por "biscoito" ou "bolacha" seguida da substância que o caracteriza ou por nomes consagrados pelo uso, Ex.: "Biscoito de polvilho", "Bolacha de coco", "Grissini".

2.4.3 Classificação de biscoitos

Hoje pode-se contar com mais de 200 tipos de biscoitos, com uma indústria altamente especializada, com formulações perfeitas, com um total controle do seu mercado e dentro de um processo de sofisticação muito desenvolvido (SIMABESP, 2007).

No Brasil, a classificação de biscoito ocorre conforme o ingrediente que o caracteriza ou sua forma de apresentação, sendo admitidos (BRASIL, 1978):

a) biscoitos ou bolachas salgadas - produtos que contêm cloreto de sódio em quantidade que acentue o sabor salgado, além das substâncias normais desses produtos;

b) biscoitos ou bolachas doces - produtos que contêm açúcar, além das substâncias normais nesse tipo de produtos;

c) recheados - quando possuírem um recheio apropriado;

d) revestidos - quando possuírem um revestimento apropriado;

e) "grissini" - produto preparado com farinha de trigo, manteiga ou gordura, água e sal e apresentados sob a forma de cilindros finos e curtos.

f) biscoitos ou bolachas para aperitivos e petiscos ou salgadinhos - produtos que contêm condimentos, substâncias alimentícias normais desses tipos de produtos; apresentam-se geralmente sob formas variadas e tamanhos bem pequenos. Ex.: "Petisco de queijo", "Bolacha de cebola para aperitivo".

g) palitos para aperitivos ou "pretsel" - produto preparado com farinha, água, sal, manteiga ou gordura e fermento-biológico. A massa é moldada em forma de varetas, que podem ser dobradas em forma de oito, e são submetidas a prévio cozimento rápido em banho alcalino, antes de assadas.

h) "waffle" - produto preparado à base de farinha de trigo, amido, fermento químico, manteiga ou gordura, leite e ovos e apresentado sob a forma de folha prensada;

i) "waffle" recheado - produto preparado à base de farinhas, amidos ou féculas, doce ou salgado, podendo conter leite, ovos, manteiga, gorduras e outras substâncias alimentícias que o caracteriza, como coco, frutas oleaginosas, geléias de frutas e queijo. Tais produtos podem ser decorados com doces, glacês, frutas secas ou cristalizadas, queijo, anchova, etc.

2.4.4 Ingredientes utilizados na elaboração de biscoitos

Morretto e Fett (1999); Manley (1983) e Vitti (1979) dividem os ingredientes dos biscoitos em materiais de estrutura ou endurecimento (farinha, sal, leite, água e ovos) e de amaciamento (açúcar, gordura e fermento), dependendo da sua ação no produto acabado. Podem ser adicionados ainda: ácidos, bicarbonato de sódio, farinha de aveia e farinha de soja como material de endurecimento e uva passa, tâmaras, farinha de milho e outros como materiais de amaciamento.

Farinha de Trigo

Cereais e seus derivados constituem os ingredientes principais na fabricação de biscoitos, normalmente acompanhados de gordura e açúcar em grande quantidade, sendo inúmeras as variações possíveis a partir desta mistura (VITTI, GARCIA e OLIVEIRA, 1988). Produtos de panificação como pães, bolos e biscoitos são largamente consumidos tendo a farinha de trigo como ingrediente básico. Vários estudos têm sido realizados no sentido de substituir o trigo na elaboração destes produtos tendo em vista, principalmente, as crescentes restrições econômicas e exigências comerciais, novas tendências de consumo, hábitos alimentares específicos e a necessidade de diversificação e/ou inovação destes produtos (EL-DASH, 2001).

O tipo de trigo é o fator crítico para a qualidade da farinha. O grão de trigo é comumente classificado como: trigo duro ou forte, trigo mole ou fraco, trigo branco e durum, sendo que a principal diferença entre eles reside na indicação do seu uso para determinado tipo de produto (MORETTO e FETT, 1999). Segundo Gutkoski (2007) na produção de biscoitos, uma das principais exigências de qualidade da farinha é o baixo teor de amido danificado.

A farinha de trigo ideal para elaboração de biscoitos deve ser a mais uniforme possível e ter uma taxa de extração de 70 a 15%, a quantidade de proteína (glúten) presente deve variar entre 8% e 11%, o tamanho da partícula não deve ser muito pequena, o ideal é que 55% tenha tamanho inferior a 40µm e 35% entre 40 a 90µm, pois farinhas muito finas produzem bolachas leves, tenras e frágeis (MORETTO e FETT, 1999).

Sal

O sal é um ingrediente que além de contribuir para o sabor do produto é responsável pelas características de desenvolvimento da proteína do trigo. Existem dois tipos de sal para uso em biscoito (MORETTO e FETT, 1999):

- O usado na massa, que deve ser o mais puro possível e principalmente isento de cobre, evitando assim a rancificação da gordura.
- O usado na cobertura fornecendo ao produto um sabor mais salgado.

Os principais efeitos que o sal produz na massa são: redução da absorção de água, fortalecimento do glúten, melhora a retenção dos gases, auxilia em uma melhor textura e no volume do produto final e contribui no sabor do produto (MORETTO e FETT, 1999).

Leite

Segundo Moretto e Fett (1999) e Vitti (1988), o leite na forma em pó é mais utilizado pela facilidade de manuseio. As principais razões do uso do leite na elaboração de biscoitos são a melhora na coloração, no sabor, no aroma e na consistência da massa, facilitando o manuseio nos equipamentos, aumenta o valor nutricional, redução da doçura e retenção da umidade.

Água

Segundo Maache-Rezzoug et al. (1998 a), a água é essencial na formação da massa, pois ela é necessária para a solubilização de outros ingredientes, para hidratação de proteínas e carboidratos e para o desenvolvimento da rede de glúten. A água tem um complexo papel, uma vez que ela determina o estado conformacional dos biopolímeros, afeta a natureza das interações entre os vários constituintes da fórmula e contribui para a estruturação da massa.

A principal função da água na elaboração de biscoitos é dissolver os ingredientes solúveis, além de hidratar o glúten, possibilitando o seu desenvolvimento (MORETTO e FETT, 1999).

Qualquer água considerada potável pode ser utilizada na elaboração de biscoitos, mas sabe-se que a qualidade da mesma influencia em algumas propriedades físicas da massa, tais como a consistência, maleabilidade, pegajosidade, extensibilidade, elasticidade, etc.. A presença de íons de Ca^{2+} e Mg^{2+} tem efeito benéfico, no entanto, excesso de radicais básicos (hidróxido, bicarbonato) aumenta o pH acima do nível ótimo para a produção de gás (BUENO, 2005; EL-DASH e GERMANI, 1994; VITTI, 1988).

Ovos

Os ovos são raramente utilizados no preparo de biscoitos, exceto no caso de alguns tipos especiais. Algumas variedades são produzidas utilizando somente a clara de ovo. As claras contribuem para a cor, o sabor e o efeito *shortening*, devido ao seu material gorduroso e sua ação emulsificante (MORETTO e FETT, 1999).

Açúcar

O efeito do açúcar no comportamento da massa é um importante fator no processamento de biscoitos. O açúcar confere doçura e sabor, aumenta a maciez, contribui para o volume, desenvolve cor agradável na crosta, cria balanço próprio entre líquidos e sólidos responsáveis pelo contorno, age como veículo para outros aromas, ajuda na retenção de umidade e dá um acabamento atrativo. Em excesso, o açúcar causa um amaciamento da massa, devido em parte à relação entre o açúcar adicionado e a disponibilidade de água no sistema (MORETTO e FETT, 1999; MAACHE-REZZOUG et al., 1998 a).

A granulometria do açúcar também influencia nas características do biscoito. Por exemplo, o açúcar de granulometria grosseira proporciona produto mais macio, de melhor expansão e o de granulometria mais fina origina um produto mais resistente e de menor expansão. O tipo de biscoito, também, está relacionado com a granulometria, pois biscoitos gordurosos requerem açúcar em pó de granulação fina, enquanto que os biscoitos de massas semi-doces precisam de açúcar de granulação mais grossa, devido à quantidade maior de água empregada, ao tempo mais longo

de mistura e à temperatura de cozimento da massa mais elevado (MARANGONI, 2007; MORETTO e FETT, 1999; EL-DASH e GERMANI, 1994; VITTI, 1988).

A sacarose atua como um agente de endurecimento, por cristalizar à medida que o biscoito resfria, tornando o produto mais crocante (MARANGONI, 2007).

Óleo e Gordura

As gorduras são sem dúvida um dos constituintes mais importante e caro na formulação de biscoitos. O tipo e a quantidade de gordura afetam a qualidade dos produtos. Na escolha adequada desse ingrediente muitos fatores são levados em consideração, como a resistência à rancificação, sabor e aroma, poder de creme, plasticidade, textura, cor, sensibilidade à luz e preço (MORETTO e FETT, 1999).

Normalmente, a gordura num biscoito funciona como amaciador, contribuindo com o aroma e sabor (margarina e manteiga), melhora a expansão e lubrifica a massa (óleo). Pode eventualmente funcionar como agente de crescimento pela retenção de ar.

A gordura ou margarina contribui para a plasticidade da massa e age como um lubrificante. Quando presente em grandes quantidades, seu efeito lubrificante é tão pronunciado, que menos água é necessária para se atingir uma consistência macia. A gordura influencia a maquinabilidade da massa durante o processo, a espalhabilidade da massa após o corte e as qualidades de textura e gustativas do biscoito após o forneamento (MARANGONI, 2007).

Segundo Marangoni (2007) e Moretto e Fett (1999) a manteiga é raramente usada, da mesma forma que a margarina. Normalmente as gorduras mais utilizadas são as hidrogenas ou plásticas. As gorduras possuem alguns inconvenientes como:

- São imiscíveis em água, apresentando problema de incorporação na massa;
- Se decompõem com o tempo resultando em sabores desagradáveis, ocasionado pela oxidação e saponificação. Porém, isto só ocorre após a perda da crocância dos biscoitos por absorção de umidade e envelhecimento.

Emulsificantes

São compostos cuja função é estabilizar misturas de dois líquidos imiscíveis, geralmente óleo (gordura) e água. Isto depende da relação quantitativa dos dois líquidos e da presença de outros ingredientes, tais como proteína, amido ou ar. Normalmente os emulsificantes são efetivos em quantidades bem reduzidas (menos de 2% em peso do produto), sendo assim classificados como aditivos alimentares. Os emulsificantes agem de várias maneiras; os principais estabilizam a água em emulsão aquosa ou em emulsão oleosa, modificam a cristalização da gordura, lubrificam as massas com baixo teor de gordura e modificam a consistência, aderência da massa, além das características de geleificação do amido (MORETTO e FETT, 1999).

Fermento Biológico

O fermento biológico é o produto obtido de culturas puras de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) por procedimento tecnológico adequado e empregado para dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados. São empregados no preparo de pães e certos tipos de biscoitos e produtos afins de confeitaria (BRASIL, 1977).

Fermento Químico

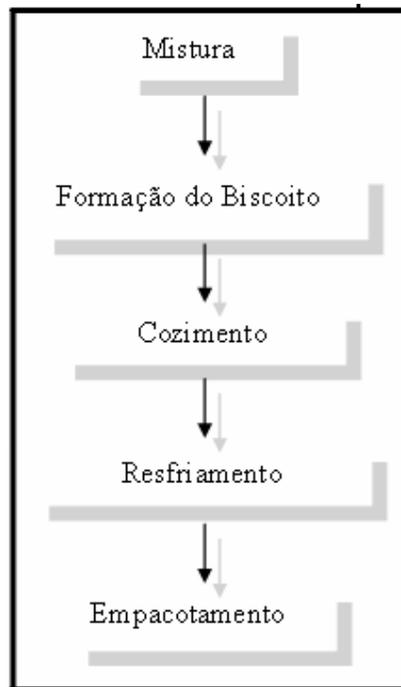
O fermento químico é o produto formado de substância ou mistura de substâncias químicas que, pela influência do calor e/ou umidade, produz desprendimento gasoso capaz de expandir massas elaboradas com farinhas, amidos ou féculas, aumentando-lhes o volume e a porosidade e são destinados a ser empregados no preparo de pães especiais, broas, biscoitos, bolachas e produtos afins de confeitaria (BRASIL, 1977).

Um dos agentes químicos mais empregados é o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), porém se for utilizado sozinho produz como resíduo o carbonato de sódio (Na_2CO_3) que fica preso à massa e se estiver presente em grande quantidade reage

com a gordura gerando coloração escura e sabor desagradável (formação de sabão). Torna-se, então, necessário o emprego de temperaturas bastante altas para sua decomposição (MORETTO e FETT, 1999; VITTI, 1988).

2.4.5 Etapas do processamento de biscoito

Os biscoitos passam basicamente pelas mesmas etapas de processamento (Fluxograma 1).



Fluxograma 1: Fluxograma básico do processamento dos biscoitos (MORETTO e FETT, 1999)

Mistura

Segundo Contamine et al. (1995), a mistura é um estágio chave no processamento de biscoito. A energia dispendida durante a mistura da massa controla a sua qualidade. De acordo com Bloksma (1990), a mistura tem três funções principais: homogeneização dos ingredientes da formulação para

uniformizar a massa, desenvolver o glúten da farinha de trigo e inclusão de ar deixando a massa menos densa.

A mistura dos ingredientes pode ser feita pelo método creme, método de dois estádios ou método de três estádios (MORETTO e FETT, 1999; VITTI, 1988).

No método creme faz-se uma pré-mistura de açúcar, gordura, ovo ou leite, antes de se adicionar a farinha. Neste método utiliza-se menor quantidade de água; No método de dois estádios, exceto a farinha e o acidulante, todos os ingredientes são misturados de 4 a 10 minutos e a seguir são adicionados a farinha e o acidulante que são misturados pelo mesmo tempo novamente; No método de três estádios forma-se um creme misturando o açúcar e a gordura, posteriormente adiciona-se o sal e o agente alcalino, misturando novamente. A seguir mistura-se a farinha e o agente acidulante até atingir a consistência desejada (MORETTO e FETT, 1999; VITTI, 1988).

Formação do Biscoito

No processo de formação dos biscoitos, estes podem ser formados e cortados por vários processos, dependendo do seu tipo. A maneira como o biscoito é formado variará segundo o tipo do produto seja estampado, amanteigado, cortado por fio, *cracker* e outros. A lâmina de massa deve ser forte o bastante para se manter íntegra durante a operação de transporte de um par de rolos e durante o corte. O retalho que se origina após o corte da massa retorna ao início do processo (MORETTO e FETT, 1999; VITTI, 1988).

As propriedades visco-elásticas da massa, relacionadas à extensão da rede de glúten, determinam o comportamento da massa durante a laminação e a qualidade final do biscoito, sendo a última uma preocupação importante da indústria, e inclui a regularidade do comprimento, espessura e densidade do biscoito (CHARUN et al., 2000). A energia mecânica fornecida durante a mistura e a temperatura final atingida pela massa detêm importância crítica na consistência e subseqüentes parâmetros dimensionais de qualidade do biscoito, como peso e espessura (CHARUN et al., 2000).

Cozimento

A operação de cozimento ou assamento tem como objetivo reduzir a umidade, dar cor e propiciar uma série de reações químicas e físicas ao produto final. A cor é resultado da caramelização dos açúcares, principalmente da superfície do produto. Outra mudança que ocorre é a combinação química de certas proteínas e carboidratos resultando em um sabor agradável (MORETTO e FETT, 1999; VITTI, 1988).

Resfriamento

O resfriamento é uma das fases mais importantes do processamento de biscoitos, pois ao sair do forno o produto se apresenta mole e ainda com alguma umidade. Desta forma não poderá ser embalado imediatamente, mas deve ser submetido ao resfriamento. Se essa fase não for adequada, pode ocorrer o fenômeno de “*crecking*” ou quebra. Dessa forma, o resfriamento deve ser lento em ambiente sem circulação de ar frio, para que o vapor eliminado crie sobre a superfície do biscoito uma umidade relativa alta (MORETTO e FETT, 1999; VITTI, 1988).

Empacotamento

A embalagem para biscoito deve apresentar baixa permeabilidade ao vapor d'água e ao oxigênio, ser opaca e oferecer proteção mecânica ao produto. Além disso, deve impedir a permeação de gorduras e aromas estranhos, ter boa maquinabilidade e resistência mecânica.

3 MATERIAL E METODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Obtenção da matéria-prima

A matéria-prima utilizada foi borra de açaí coletada em uma indústria processadora de açaí situada na Ilha de Murucutu – PA. Este material é resultante da última etapa de filtração do processo industrial.

A borra de açaí foi embalada em saco de polietileno de 10 kg e congelada a temperatura de -18°C para evitar a deterioração, pois possui uma elevada umidade o que lhe confere a característica de ser altamente perecível.

A borra de açaí congelada foi transportada até o Laboratório de Operações de Separação (LAOS) na Universidade Federal do Pará, em caixa de isopor e mantida congelada em Freezer (Marca ELETROLUX, Modelo H210 Skin), à temperatura de cerca de -18°C .

3.1.2 Glicerol

O glicerol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$), um dos ingredientes utilizados na formulação dos biscoitos, foi adquirido em estabelecimento comercial na cidade de Belém-PA.

3.1.3 Ingredientes

Na produção dos biscoitos, utilizaram-se: farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, amido de milho, açúcar refinado, leite em pó integral, margarina com sal, bicarbonato de sódio, emulsificante na forma de gel para bolos e sorvetes, canela em pó, água destilada e essência de baunilha. Todos esses ingredientes foram adquiridos em mesmo estabelecimento comercial na cidade de Belém-PA.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Caracterização físico-química da borra de açaí

A borra de açaí foi descongelada em refrigerador (Marca GELOPAR, Modelo GPTU 330) sob temperatura de 5°C por 2 dias. Após, a borra de açaí foi homogeneizada manualmente com o auxílio de uma espátula e caracterizada, em triplicata, de acordo com as análises a seguir:

Teor de Água

O teor de água foi determinado em estufa a 105°C por 24 horas segundo o método AOAC 930.15 (AOAC, 1997).

Lipídeos

A análise de lipídeos foi determinada pelo método 920.39 da AOAC (1997), com as seguintes modificações: extração realizada por cerca de 8 horas com solvente éter de petróleo em equipamento de soxhlet.

Proteínas

A proteína bruta foi determinada pelo método Kjeldahl 920.152 da AOAC (1997), utilizando o aparelho de destilação da marca TECNAL, sendo o teor protéico calculado multiplicando-se o teor de nitrogênio pelo fator de conversão 6,25.

Fibras Totais

Na quantificação das fibras totais e insolúveis foi utilizado o método 985.29 enzimático-gravimétrico, oficialmente adotado pela AOAC (1997). A determinação das fibras totais baseia-se no princípio de que amido e proteína são removidos da amostra enzimaticamente e o resíduo resultante, que é insolúvel em etanol a 95%, é determinado gravimetricamente. Correções foram aplicadas pela dedução das frações de proteínas residuais e componentes inorgânicos (cinzas). O teor de fibras solúveis foi determinado por diferença entre as frações de fibras totais e fibras insolúveis.

Cinzas

A quantidade de cinzas foi determinada segundo o método 940.26 da AOAC (1997), através da carbonização das amostras, seguida de incineração em mufla a 550°C até massa constante e resfriamento em dessecador.

Antocianinas

A quantificação das antocianinas foi feita segundo o método 967.17 da AOAC (1997).

Atividade de Água

A atividade de água (a_w) foi realizada através de medida direta em higrômetro da marca Decagon modelo Aqua lab (3TE, Decagon devices Inc. Washington), na temperatura de 25°C.

Carboidrato e Valor calórico

A quantidade de carboidrato foi obtida por diferença, subtraindo-se os teores de proteína, cinza, lipídeo e teor de água segundo Bueno (2005), equação 1.

$$C = 100 - (P + Ci + L + TA) \quad (1)$$

C = Carboidratos totais (%);

P = Proteína (%);

Ci = Cinzas (%)

L = Lipídeos (%)

TA = Teor de água (%);

O valor calórico ($\text{kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$) foi obtido considerando os fatores de conversão de Atwater, segundo Brasil (2003), equação 2.

$$VC = (C \times 4) + (P \times 4) + (L \times 9) \quad (2)$$

VC = Valor calórico (kcal);

C = Carboidratos totais (%);

P = Proteína (%);

L = Lipídeos (%)

3.2.2 Pré-tratamento da borra de açaí

3.2.2.1 Cinética de secagem da borra de açaí

Para realizar o ensaio da secagem a borra de açaí foi descongelada em geladeira (Marca GELOPAR, Modelo GPTU 330) sob temperatura de 5°C por 2 dias. Após o descongelamento a borra de açaí foi homogeneizada manualmente com o

auxílio de uma espátula e submetida à secagem em estufa de circulação de ar forçado (Marca QUIMIS Ltda, Modelo Q314M122) na temperatura de 60°C.

O ensaio foi feito com 50 g de borra de açaí colocados em bandeja com área de 0,025m² sendo a espessura da camada de aproximadamente de 1 cm. A perda de massa foi acompanhada por pesagens periódicas da amostra em balança de precisão eletrônica digital (Marca BEL ENGINEERING) até que o teor de água alcançasse a umidade de equilíbrio. As pesagens foram feitas a cada 5 minutos na primeira meia-hora e a cada 1 hora foram realizadas pesagens de 10, 15, 20 e 30 minutos. Através da diferença entre as massas obtidas nos respectivos intervalos de tempo e da massa total de sólido seco foi calculado o teor de água no sólido (base seca - bs). A secagem foi interrompida quando a massa da borra de açaí atingiu um valor constante.

Para avaliar a cinética do processo de secagem foram construídas duas curvas: 1- variação do teor de água (bs) no sólido (Xs) em função do tempo de secagem (t) e 2- taxa de secagem (R) (Kg/h.m²) em função do teor de água (bs) no sólido (Xs). Para o cálculo do tempo de secagem foi utilizada a Equação 3.

$$R = -\frac{W_s}{A} \left[-\frac{dX_{bs}}{dt} \right] \quad (3)$$

Onde:

R = taxa ou velocidade de secagem (Kg/m²h);

W_s = peso do sólido seco (Kg);

X_{bs} = umidade no sólido (Kg de líquido/Kg de sólido seco) (Kg/Kss);

t = tempo (h);

A = área da superfície exposta à secagem (m²)

3.2.2.2 Secagem da borra de açaí

A secagem da borra de açaí foi realizada em estufa de circulação de ar (Marca FABBE Ltda, Modelo 179) na temperatura de 60°C (12 h) até atingir uma umidade final de 5%. Foram secos aproximadamente 1000 g de borra de açaí, a qual foi espalhada de forma uniforme em bandeja de aço inox com área de 98,01 m² e de 1

cm de espessura. O tempo total de secagem foi estabelecido de acordo com o modelo resultante da solução da Eq. 3 com os dados da cinética de secagem realizada.

3.2.2.3 Moagem

Após a secagem, a borra foi triturada utilizando-se um mini-processador de alimentos HC21 (Marca Black & Decker), em porções de 50 g, durante cerca de 20 segundos.

3.2.2.4 Análise granulométrica

Após a moagem, foi feita a classificação granulométrica utilizando conjunto de peneiras série Tyler (24, 28, 32, 42, 48 e fundo) e agitador de peneiras (Marca BERTEL Ltda, Brasil, Modelo 0701 tipo magnético). De acordo com os dados obtidos calculou-se o diâmetro médio das partículas, através da Equação 4 (FOUST, 1982).

$$d_m = \left(\sum \left(\frac{x_i}{d_i} \right) \right)^{-1} \quad (4)$$

Onde:

d_m = diâmetro médio;

d_i = diâmetro da peneira (mesh);

x_i = fração de massa retida em cada peneira

A borra de açaí retida em cada peneira será denominada de “fibra de açaí”.

3.2.3 Elaboração do biscoito

A elaboração dos biscoitos tomou como base a metodologia descrita por Moretto e Fett (1999), com as seguintes modificações: substituição de gordura por margarina, adição de canela em pó e exclusão do sal e bicarbonato de amônia da formulação. A Tabela 2 apresenta os percentuais dos ingredientes utilizados na formulação padrão (FP) utilizada neste trabalho.

Os ensaios foram feitos em duas etapas: 1^a- avaliação do teor e do tamanho da partícula da “fibra de açaí” na formulação padrão e 2^a- avaliação do efeito da “fibra de açaí” e glicerol na formulação padrão.

Tabela 2: Percentuais dos ingredientes utilizados na formulação padrão (FP)

Ingredientes (g)	Formulação Padrão (FP) (g)	%
“Fibra de açaí”	0	0
Farinha de Trigo	100	35,20
Amido de milho	40	14,08
Açúcar refinado	60	21,12
Margarina com sal	35	12,32
Água destilada	30	10,56
Leite em pó	15	5,28
Emulsificante	1	0,35
Bicarbonato de sódio	0,1	0,03
Canela em pó	0,5	0,18
Essência de baunilha	2,5	0,88
Total	283,1	100,00

% com base no total dos ingredientes que compõem a formulação

3.2.3.1 Avaliação do efeito do tamanho da partícula e do teor de “fibra de açaí” na formulação padrão

A partir da formulação padrão (Tabela 2), foram feitos ensaios para avaliar o efeito do tamanho da partícula e do teor de “fibra de açaí”.

A elaboração dos biscoitos foi feita utilizando um planejamento estatístico fatorial 2² com uma repetição, totalizando oito experimentos. As variáveis

consideradas independentes foram tamanho da partícula (TP) e o teor de “fibra de açaí” (FA) correspondente à quantidade de fibra que substituiu parte do trigo. A ordem das corridas foi aleatória para evitar a ocorrência de distorção estatística nos resultados, isto é, impedir que desvios atípicos sejam associados às combinações de níveis.

As variáveis respostas obtidas foram teor de água (TA), atividade de água (a_w) e índice de aceitação da textura crocante (IAC) e índice de aceitação do sabor (IAS). Na Tabela 3 são apresentados os níveis estabelecidos para as variáveis independentes e na Tabela 4, os níveis codificados e decodificados das variáveis para os ensaios do planejamento fatorial 2^2 .

Tabela 3: Níveis das variáveis independentes do planejamento fatorial 2^2

Variáveis		Níveis	
Codificado	Real	-1	+1
X1	Teor de “fibra de açaí” (FA) (%)	5	10
X2	Tamanho da partícula (TP)	28	42

Tabela 4: Níveis codificados e decodificados das variáveis para os ensaios do planejamento fatorial 2^2

Ensaio	Variáveis							
	Codificadas		Decodificadas		Resposta			
	X1	X2	FA (%)	TP (mesh)	a_w	TA (%)	IAC	IAS
1	-1	-1	5	28	a_{w1}	TA ₁	IAC ₁	IAS ₁
2	+1	-1	10	28	a_{w2}	TA ₂	IAC ₂	IAS ₂
3	-1	+1	5	42	a_{w3}	TA ₃	IAC ₃	IAS ₃
4	+1	+1	10	42	a_{w4}	TA ₄	IAC ₄	IAS ₄
5	-1	-1	5	28	a_{w5}	TA ₅	IAC ₅	IAS ₅
6	+1	-1	10	28	a_{w6}	TA ₆	IAC ₆	IAS ₆
7	-1	+1	5	42	a_{w7}	TA ₇	IAC ₇	IAS ₇
8	+1	+1	10	42	a_{w8}	TA ₈	IAC ₈	IAS ₈

Os percentuais de “fibra de açaí”, assim como o tamanho da partícula (Tp) utilizada nas formulações desenvolvidas neste trabalho, foram baseados nos dados

de Lins (2008) que utilizou 5, 10 e 15% de “fibra de açaí” e fez o estudo granulométrico com as peneiras série Tyler 28, 32 e 42 mesh na elaboração de produto alimentício (biscoito) e Bueno (2005) que estudou a granulometria da farinha de nêspera com peneiras da série Tyler 24, 28, 35 e 48 mesh e utilizou de 5 a 20% da farinha de nêspera em substituição a farinha de trigo também na elaboração de biscoito.

Após análise das variáveis de resposta (Tabela 4) foi selecionada somente uma condição de tamanho da partícula e teor de “fibra de açaí” que serviu de base para os ensaios de avaliação da inserção do glicerol e “fibra de açaí” na formulação do biscoito.

3.2.3.2 Avaliação do efeito da “fibra de açaí” e glicerol na formulação padrão

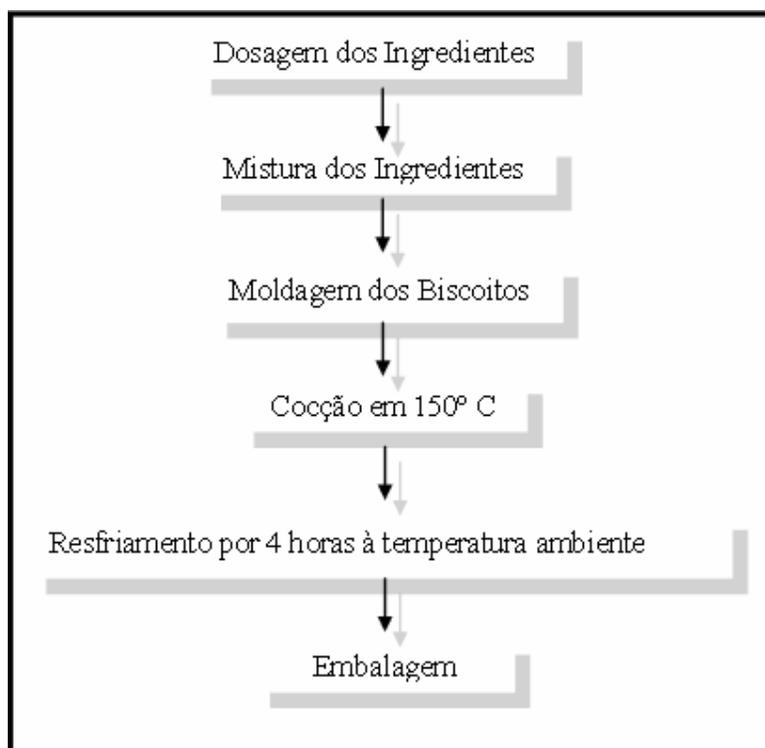
Para avaliação do efeito da “fibra de açaí” e glicerol na formulação padrão com relação a aceitação (IAC e IAS), foram realizados quatro ensaios nas condições mostradas na Tabela 5, denominada de biscoito padrão (FP), padrão adicionado de glicerol (FPG), padrão adicionado de “fibra de açaí” (FPA) e padrão adicionado de “fibra de açaí” e glicerol (FPAG). O teor de “fibra de açaí” e o tamanho da partícula serão definidos a partir da avaliação resultante da Tabela 4.

A adição do glicerol foi feita de acordo com as normas da ABIA (1990) e a Resolução nº 4 de 1988 do Conselho Nacional de Saúde, que permite um limite máximo de 5,0 g/100 g ou 5,0 g/100 mL no alimento. Com base no total de ingredientes adicionados à formulação padrão foram utilizados, quando necessário, 14 gramas de glicerol em cada formulação.

Tabela 5: Formulação de biscoitos contendo o glicerol (275,70g de ingredientes)

Ensaio	Glicerol (g)	“Fibra de açaí”
9 (FP)	Zero	Zero
10 (FPG)	14	Zero
11 (FPA)	Zero	Melhor Formulação (Tab. 4)
12 (FPAG)	14	Melhor Formulação (Tab. 4)

O procedimento experimental para a produção dos biscoitos é apresentado no Fluxograma 2. Todos os ingredientes foram pesados em balança de precisão eletrônica digital (Marca BEL ENGINEERING) e homogeneizados em uma bateadeira elétrica (Marca MB BRAESI, modelo BP-06) para massa leve por 10 minutos. Após o término da mistura dos ingredientes, a massa obtida foi moldada (cerca de 12 cm²) utilizando um rolo de abrir massa e cortador em PVC (cloreto de polivinila), para que os biscoitos adquirissem o formato desejado. Os biscoitos colocados em bandejas metálicas foram submetidos à temperatura de 150°C em forno elétrico (Marca LAYR CRYSTAL 1-75) durante 5 minutos, em seguida resfriados à temperatura ambiente por 4 horas, conforme ensaios realizados por Nogueira (2008). Os biscoitos resfriados foram envolvidos em papel laminado e embalados em sacos de polietileno à vácuo (Marca SELOVAC - Sistema à vácuo, Modelo Mini Jumbo), em seguida foram armazenados a temperatura ambiente por vinte e quatro horas para a realização das análises de laboratório.



Fluxograma 2: Fluxograma experimental do processamento dos biscoitos

3.2.4 Caracterização físico-química da “fibra de açaí”

A “fibra de açaí” foi caracterizada de acordo com o item 3.2.1, excetuando-se as análises de fibras totais e antocianina.

3.2.5 Análise sensorial

As análises sensoriais dos biscoitos foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Pará.

Para avaliar a aceitação das formulações de biscoito (Tabelas 4 e 5) foi utilizada escala hedônica estruturada de nove pontos que variou de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo” segundo Dutcosky (1996).

A equipe de avaliadores foi composta por 30 provadores não treinados, constituída por alunos e funcionários da UFPA com idade entre 20 a 40 anos. O modelo da ficha aplicada ao teste de aceitação é apresentado no Anexo A.

Para os cálculos da aceitação (A) e do índice de aceitação (IA) que cada formulação obteve, utilizaram-se Equações 5 e 6.

$$A = \frac{(9 \times m) + (8 \times m) + (7 \times m) + \dots + (1 \times m)}{N} \quad (5)$$

$$IA\% = \left(\frac{A}{9}\right) \times 100 \quad (6)$$

Onde:

A = Aceitação;

m = número de provadores que atribuíram as notas de 1 a 9 ao biscoito;

N = número total de provadores;

IA = Percentagem de índice de aceitação (%)

3.2.6 Análise física e físico-química dos biscoitos

Os biscoitos resultantes das formulações apresentadas na Tabela 5 foram submetidos às análises físicas e físico-químicas.

Os biscoitos resultantes das formulações apresentadas nas Tabelas 4 e 5 foram submetidos às análises físicas e às análises físico-químicas foram submetidas as formulações apresentadas na Tabela 5.

3.2.6.1 Análise física

Os biscoitos foram avaliados quanto ao peso, dimensões, volume específico e cor.

Peso e dimensões

As análises físicas dos biscoitos tomaram como base os procedimentos descritos no método 10-50D da AACC (1995) para determinação do peso, diâmetro e espessura dos biscoitos antes e depois do tratamento térmico, além do fator de expansão. O peso de cada biscoito foi obtido usando uma balança de precisão eletrônica digital (Marca BEL ENGINEERING). A espessura e os diâmetros dos biscoitos foram determinados com um paquímetro. Nestas análises foram utilizados 10 biscoitos provenientes de um mesmo lote experimental de forma aleatória, após saírem do forno e resfriados por 4 horas à temperatura ambiente. O fator de expansão foi determinado pela razão entre os valores da largura e espessura dos biscoitos, antes e após o tratamento térmico.

Volume Específico

O volume específico (cm^3/g) foi determinado pelo deslocamento das sementes de painço, segundo VITTI (1988). Para isto, foram utilizados 10 biscoitos provenientes de uma mesma fornada e resfriados por 4 horas à temperatura ambiente.

Avaliação das alterações de cor

A determinação da cor instrumental das amostras de biscoitos (padrão, com glicerol, com fibra de açaí e os adicionados de fibra de açaí e glicerol) foi realizada em triplicata, utilizando-se colorímetro portátil MINOLTA modelo CR 310, obtendo-se os parâmetros de L* (luminosidade), a* (intensidade do vermelho) e b* (intensidade do amarelo).

A representação de L, a e b correspondem à visão humana, à percepção e à interpretação das diferenças de cor. 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, a* e b* são coordenadas de cromaticidade utilizadas em expressões matemáticas. O resultado expressa a variação de cor (ΔE), dado pela Equação 7.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (7)$$

3.2.6.2 Análise físico-química

Para a realização das análises físico-químicas foram utilizados 8 biscoitos escolhidos de forma aleatória os quais foram previamente triturados em um mini-processador de alimentos HC21 (Marca: Black & Decker), por cerca de 10 minutos, sendo realizada as seguintes análises, em triplicata.

Teor de Água

O teor de água dos biscoitos foi determinado em estufa a 105°C, segundo o método 925.10 da AOAC (1997).

Atividade de Água

A atividade de água (a_w) foi determinada de acordo com a metodologia descrita no subitem 3.2.1.

Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado de acordo com o método 935.38 da AOAC (1997).

Proteínas

A proteína bruta foi determinada pelo método Kjeldahl 950.36 da AOAC (1997) utilizando o fator de conversão 5,83.

Fibras Totais

A quantidade de fibras totais foi determinada segundo método descrito no subitem 3.2.1.

Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por incineração a 550°C, segundo o método 930.22 da AOAC (1997).

Carboidrato e Valor calórico

O teor de carboidratos e o valor calórico foram determinados de acordo com a metodologia descrita no subitem 3.2.1.

3.2.7 Análise dos resultados

Os resultados obtidos nas análises física, físico-química e sensorial dos biscoitos foram analisados utilizando o pacote estatístico Statistica versão 5.0 (StatSoft, Inc, EUA) através da análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade estatística para avaliar a diferença significativa entre as amostras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA DA BORRA DE AÇAÍ

A Tabela 6 apresenta os valores das análises físico-químicas realizadas na borra de açaí, assim como os resultados encontrados por Lins (2008) para a borra de açaí e Rogez (2000) para a polpa de açaí.

Tabela 6: Características físico-química da borra de açaí

Análises	Borra	Borra (Lins, 2008)	Polpa (Rogez, 2000)
Teor de água % (b.u.)	47,1 ± 0,38	53,55	45,9
Lipídeos % (b.u.)	3,5 ± 0,29	4,67	22,5
Proteínas % (b.u.)	1,6 ± 0,06	3,66	7,02
Cinzas % (b.u.)	0,5 ± 0,01	1,28	2,77
Carboidratos (b.u.)	47,3	-	-
Fibras Totais % (b.s.)	83,8 ± 1,45	51,6	31,24
Fibras Insolúveis %	78,7 ± 1,16	-	-
Fibras Solúveis %	5,1	-	-
Atividade de água	0,980±0,003	-	-
Valor Calórico (Kcal)	227	-	247
Antocianina	n.d.	n.d.	-

n.d.= não detectada

Analisando as características da borra de açaí deste trabalho com àquelas obtidas por Lins (2008), nota-se que o teor de água, lipídeos, proteínas e cinzas apresentaram resultados inferiores e, o valor de fibras totais apresentou um acréscimo de 62,4 %. Essas variações ocorreram, provavelmente, devido a fatores como a variedade da fruta, a região de onde o fruto foi colhido, transporte, armazenamento e processamento. É importante ressaltar que tais variações levam à necessidade de estudos mais sistemáticos para identificar melhor os fatores responsáveis por essas mudanças, havendo o interesse de utilização futura desse resíduo industrial.

Em se tratando do carboidrato, a literatura não apresenta informação sobre a borra de açaí, e esse resultado provavelmente se deve às macromoléculas como a celulose e amido presente na borra residual de açaí. De acordo com Ordóñez (2005) os carboidratos mais utilizados pelo homem são o amido e a sacarose, no entanto, os polissacarídeos não-digeríveis (fibras) devem ser ingeridos diariamente para se conseguir uma atividade intestinal correta.

A borra de açaí apresentou uma elevada atividade de água ($0,980 \pm 0,003$) devido, provavelmente, a adição de água durante o processamento, indicando que esta matéria-prima precisa ser submetida a um processo de conservação, como a secagem, para ser utilizada na elaboração de um produto. Segundo Dittgenfeld (2000) o principal fator de estabilidade de um alimento não é, portanto, o teor de água, mas sim a disponibilidade da água para as reações químicas e o crescimento de microrganismo.

Quando as características da borra de açaí são comparadas com às da polpa, observa-se um percentual do teor de água similar entre ambos, o que ressalta a influência da água utilizada durante o processo de obtenção da bebida açaí. Constata-se, também, uma redução nos valores de lipídeos, proteínas e cinzas, o que já era esperado devido ao processo de extração e os mesmos estarem presentes em grande parte na polpa extraída. O percentual de fibra encontrado na borra é maior do que na polpa, possivelmente devido ao processo de despulpamento no qual ocorre o contato das palhetas da despulpadeira com o caroço e faz com que ocorra a retirada de fibra do mesmo. O valor calórico da borra de açaí de 227 Kcal/100g encontra-se abaixo do valor encontrado para a polpa (247 kca/100g) provavelmente devido ao lipídeo ser um dos constituintes da polpa de açaí encontrado em quantidade elevada.

Os resultados da análise de antocianinas mostraram não haver quantidade suficiente para ser detectada com a metodologia utilizada, assim conclui-se que não há presença desse antioxidante na borra de açaí. Esse resultado foi também observado por Lins (2008).

4.2 CURVA DE SECAGEM DA BORRA DE AÇAÍ

Foram obtidos dados experimentais de secagem para a borra, resíduo do processamento industrial do açaí, que permitiram a construção da curva característica de secagem e da taxa de secagem.

O Gráfico 1 apresenta o comportamento do teor de água no sólido em função do tempo de secagem realizada a 60°C. Observa-se que a curva obtida é característica de um sólido orgânico fibroso semelhante às encontradas por Lehn e Pinto (2004) na secagem de arroz e na secagem de milho nas espigas feita por Palacin, Lacerda Filho, Cecon e Montes (2005).

Os Gráficos 2 e 3 apresentam a taxa de secagem em função do teor de água no sólido e do tempo de secagem à temperatura de 60°C, respectivamente. A característica geral dessas curvas é a indicação de um período de taxa de secagem constante e dois períodos de velocidade decrescente, sendo o primeiro a partir do tempo de secagem de 20 minutos e o segundo, mais acentuado, a partir de 80 minutos.

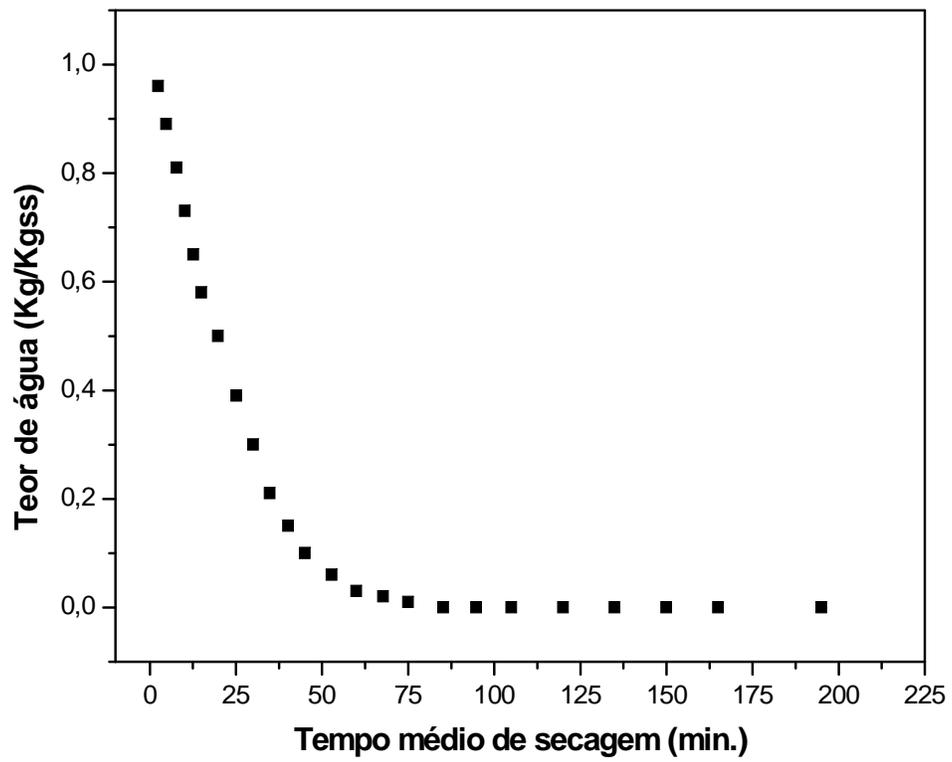


Gráfico 1: Curva de secagem da borra de açai à temperatura de 60°C

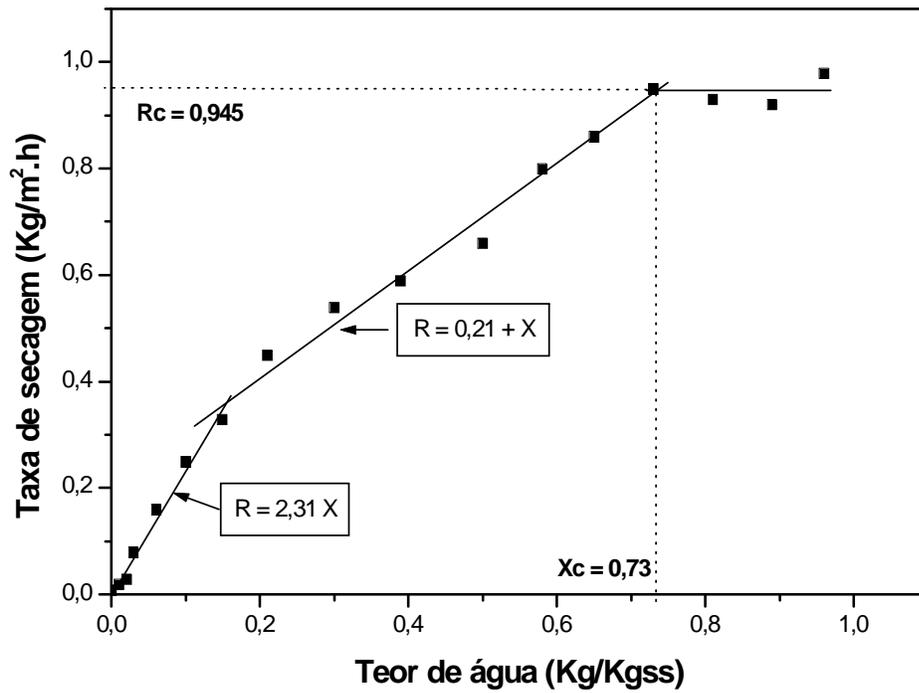


Gráfico 2: Curva da taxa de secagem da borra de açaí em função do teor de água (Kg/Kg de sólido seco) à temperatura de 60°C

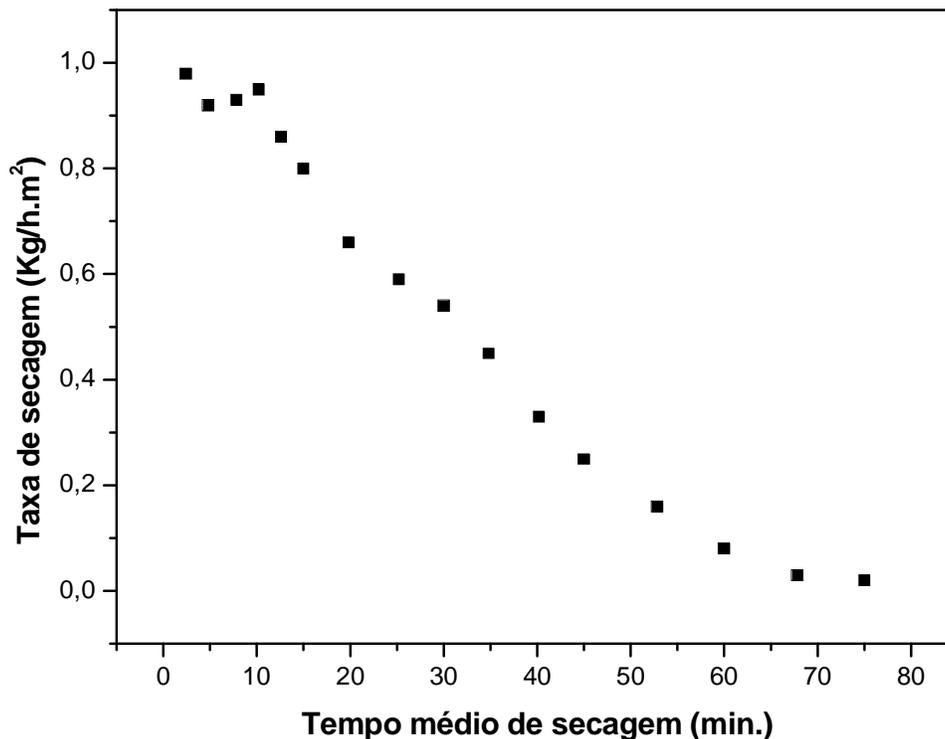


Gráfico 3: Curva da taxa de secagem da borra de açaí em função do tempo médio de secagem à temperatura de 60°C

Pela forma da curva de secagem apresentada no Gráfico 1, nota-se que o processo de secagem para a borra de açaí apresentou um comportamento típico de uma curva de secagem, sendo confirmado no Gráfico 2 onde um período de velocidade constante pode ser mais visualizado.

Analisando ainda o Gráfico 2 definiu-se visualmente 3 períodos, sendo o primeiro o período de velocidade constante; o segundo, o período de velocidade decrescente e o terceiro, um período de velocidade decrescente mais acentuado.

O valor da taxa de velocidade do período de velocidade constante foi obtido pela média aritmética dos 4 (quatro) pontos representativos deste período nos Gráficos 2 e 3, $R_c = 0,945$, com um teor de água crítico $X_c = 0,73$.

Para o primeiro período de velocidade decrescente, de $X = 0,73$ até $X = 0,15$, foi feita uma regressão linear dos pontos experimentais, obtendo-se a Equação 8.

$$R = 0,21 + X \quad (8)$$

Também foi feita uma regressão linear no segundo período de velocidade decrescente, obtendo a Equação 9.

$$R = 2,52 X \quad (9)$$

Para obter um modelo representativo da cinética de secagem para ser utilizado no cálculo do tempo de secagem foi utilizada a Equação 10 resultante da Equação 1.

$$t = -\frac{W_s}{A} \int_{X_c}^{X_f} \frac{dX}{R} \quad (10)$$

Integrando a Eq. 10, utilizando as Eq. 8 e 9, tem-se:

No Período de velocidade constante a Equação 11.

$$t_c = -\frac{W_s}{A * 0,945} * (X_i - 0,73) \quad (11)$$

No Primeiro período de velocidade decrescente a Equação 12:

$$t_1 - t_c = -\frac{W_s}{A} \ln \frac{0,21+0,73}{0,21+0,15} = -\frac{0,96W_s}{A} \quad (12)$$

No Segundo período de velocidade decrescente a Equação 13:

$$t_f - t_1 = \frac{W_s}{A} * \ln \frac{0,15}{X_1} \quad (13)$$

Resultando na Equação 14 que representa o modelo

$$t_f = \frac{Ws}{A} \left[\frac{X_i - 0,73}{0,945} + 0,96 - \ln \frac{X_f (<0,15)}{0,15} \right] \quad (14)$$

Com base nos dados da cinética estabelecida para a borra de açaí, Equação 14, para o desenvolvimento das formulações do biscoito, foram secos 1000 g de borra de açaí por 12 horas ficando com uma umidade final de 5% e atividade de água de 0,542, valor este, abaixo da faixa de desenvolvimento da maioria dos microrganismos.

4.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DA BORRA DE AÇAÍ

Os resultados da análise granulométrica efetuada na borra seca de açaí sem e com o tratamento da moagem, são exibidos nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

Na Tabela 7 observa-se que 59 % das partículas da borra seca, sem o tratamento da moagem, apresentaram tamanho superior a 0,589 mm, ficando o diâmetro médio das partículas em torno de 0,54 mm.

Na Tabela 8, observa-se que 70 % das partículas da borra seca moída apresentaram tamanho igual ou inferior a 0,589 mm, sendo que a maior parte das partículas ficaram retida nas peneiras intermediárias (+32 e +42 mesh), apresentando o diâmetro médio das partículas de 0,48 mm.

Tabela 7: Análise granulométrica da borra seca de açai antes da moagem

Mesh	Massa retida (g)	Massa acumulada (g)	Diâmetro das peneiras (mm)	Xi %	Dmp (mm)
+24	39,02	39,02	0,70	0,33	0,54
+28	31,58	70,6	0,589	0,26	
+32	24,34	94,94	0,495	0,20	
+42	17,05	111,99	0,351	0,14	
+48	4,41	116,4	0,295	0,04	
Fundo	3,6	120			

xi= fração de massa retida em cada peneira

Dmp = diâmetro médio da partícula

Tabela 8: Análise granulométrica da borra seca de açai moída

Mesh	Massa retida (g)	Massa acumulada (g)	Diâmetro das peneiras (mm)	Xi %	Dmp (mm)
+24	13,2	13,2	0,70	0,11	0,48
+28	22,42	35,62	0,589	0,19	
+32	29,31	64,93	0,495	0,24	
+42	36,73	101,66	0,351	0,31	
+48	9,26	110,92	0,295	0,08	
Fundo	9,08	120			

xi= fração de massa retida em cada peneira

Dmp = diâmetro médio da partícula

A característica granulométrica do material farináceo constitui aspecto importante na elaboração de produtos de panificação (biscoitos, pães e massas alimentícias), visto que adequada distribuição percentual das partículas permite maior uniformidade no produto elaborado (VITTI, 1992).

A análise granulométrica realizada na “fibra de açai” não permite ainda classificá-la como pó fino, pois a granulometria obtida não foi compatível com a da farinha de trigo que é 250 μm , segundo a Portaria nº 132 de 19 de fevereiro de 1999. No entanto, a “fibra de açai” mostra-se fácil de ser triturada, o que poderia justificar uma nova moagem para a obtenção de uma granulometria próxima ao da farinha de trigo.

No trabalho realizado por Bueno (2005) a análise granulométrica demonstrou que a farinha de nêspera poderia ser classificada como pó fino, pois a maioria das partículas apresentou tamanho inferior ou igual a 0,420mm, sendo que a maior parte das partículas ficou retida no fundo.

Segundo observações de Perez e Germani (2004) a farinha de berinjela mostrou-se bastante fácil de ser triturada, alcançando 77,1% das partículas com tamanho menor que 100 mesh Série Tyler. Tal fato evidenciou a facilidade de se obter farinha de berinjela com granulometria compatível com a da farinha de trigo.

4.4 EFEITO DO TAMANHO DA PARTÍCULA E DO TEOR DE “FIBRA DE AÇAI” NA FORMULAÇÃO PADRÃO

O efeito do tamanho da partícula e do teor de “fibra de açaí” na elaboração de biscoito, com base na formulação padrão, pode ser avaliado de acordo com os resultados apresentados na Tabela 9 de atividade de água (a_w), teor de água (TA), índice de aceitação da textura crocante (IAC) e índice de aceitação do sabor (IAS) para os oito ensaios realizados.

Tabela 9: Matriz experimental para os ensaios do planejamento fatorial 2^2

Ensaio	Variáveis							
	Codificadas		Decodificadas		Resposta			
	X1	X2	FA (%)	TP (mesh)	a_w	TA (%)	IAC (%)	IAS (%)
1	-1	-1	5	28	0,483	6,258	90,83	95,42
2	+1	-1	10	28	0,468	6,155	90,42	97,50
3	-1	+1	5	42	0,491	6,395	91,67	98,33
4	+1	+1	10	42	0,434	6,126	89,58	98,75
5	-1	-1	5	28	0,481	6,255	99,58	90,37
6	+1	-1	10	28	0,466	6,151	92,86	95,42
7	-1	+1	5	42	0,488	6,390	97,5	89,26
8	+1	+1	10	42	0,436	6,129	97,92	99,17

4.4.1 Influência do teor de “fibra de açai” e do tamanho da partícula sobre a atividade de água (aw)

4.4.1.1 Estimativa dos efeitos

A Tabela 10 apresenta a análise estatística das variáveis codificadas, para a resposta atividade de água (aw) no processo de elaboração do biscoito. Através do valor do coeficiente p, observaram-se quais variáveis de entrada apresentaram efeito significativo sobre a variável resposta, num nível de significância de 5%, ou seja, para valores de p inferiores a 5%, a variável é considerada estatisticamente significativa.

Tabela 10: Efeitos estimados das variáveis codificadas para a variável de resposta atividade de água (aw)

Fatores	Efeitos estimados	Erro padrão	Significância estatística (p)
FA (X1)	-0,034750	0,001146	0,000007
TP (X2)	-0,012250	0,001146	0,000433
X1 + X2	-0,019750	0,001146	0,000066

$R^2 = 0,99701$

TP = tamanho da partícula

FA = teor de “fibra de açai”

Analisando-se os dados da Tabela 10, nota-se que as variáveis teor de “fibra de açai” e tamanho da partícula, assim como a interação entre elas são significativas para a resposta atividade de água (aw), ao nível de 95% de confiança ($R^2 = 0,99701$) e $p \leq 0,05$. Logo, conclui-se que o teor de “fibra açai”, o tamanho da partícula e a associação das mesmas na elaboração do biscoito exerceram influência significativa na atividade de água do produto final. Tal comportamento é ressaltado pelo valor de p na referida Tabela, pois o mesmo encontra-se muito abaixo de 0,05 indicando um nível de confiança elevado.

O maior efeito foi o da variável teor de “fibra de açai”, que apresentou efeito negativo, ou seja, quanto maior for o teor de “fibra de açai” adicionada menor será a aw, o mesmo também foi observado, embora com um efeito menor, para a variável tamanho da partícula.

O Gráfico 4 corresponde ao Diagrama de Barras ou de Pareto, onde pode ser observado que todos os efeitos são significativos, pois os efeitos estão a direita da linha limite da probabilidade de 5%. O efeito individual do teor de “fibra de açaí” (X1) adicionada tem maior significância na variável de resposta atividade de água, do que o tamanho da partícula da mesma ou a interação entre elas, conforme já verificado na Tabela 10.

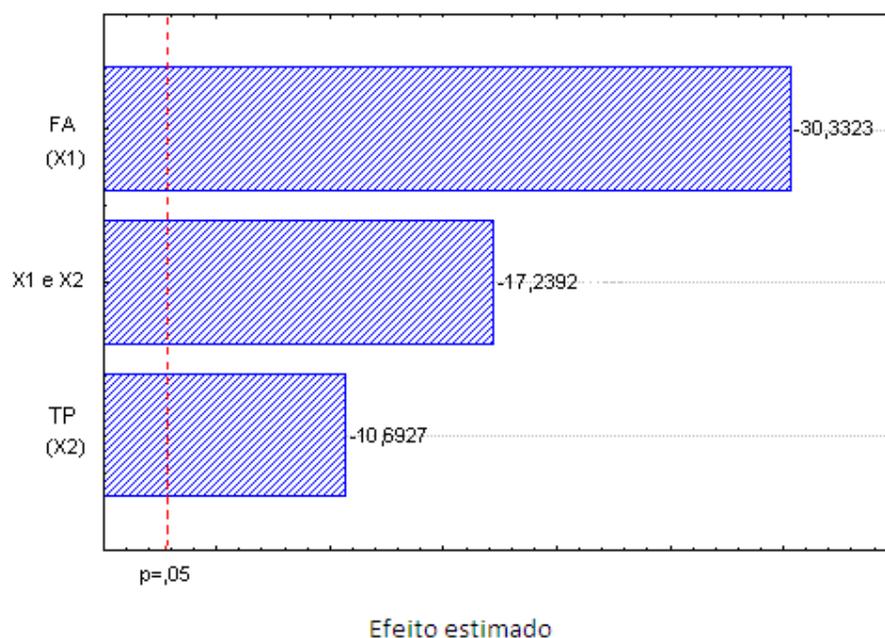


Gráfico 4: Gráfico de barras para a resposta atividade de água (aw)

4.4.1.2 Análise de variância (ANOVA)

A Tabela 11 apresenta a análise de variância e a probabilidade dos efeitos serem estatisticamente significativos para a variável resposta atividade de água.

Tabela 11: Análise de variância (ANOVA) para a resposta atividade de água (aw)

Fonte de Variação	Soma quadrática (SQ)	Grau de liberdade (GL)	Média quadrática (MQ)	Teste F	Probabilidade (p)
FA (X1)	0,002415	1	0,002415	920,0476	0,000007
TP (X2)	0,000300	1	0,000300	114,3333	0,000433
X1 e X2	0,000780	1	0,000780	297,1905	0,000066
Erro	0,000011	4	0,000003		
Total	0,003506	7			

$R^2 = 0,99701$

TP = tamanho da partícula

FA = teor de “fibra de açaí”

Analisando-se os valores da probabilidade encontrados na Tabela 11, constata-se que os mesmos reforçam as conclusões observadas no item 4.4.1.1 onde a variável teor de “fibra de açaí”, tamanho da partícula e as interações entre elas apresentam resultado significativo para a atividade de água, ou seja, existe uma probabilidade de mais de 99% que todas as variáveis influenciem na atividade de água do produto, pois o coeficiente p está acima de 0,01%.

4.4.2 Influência do teor de “fibra de açaí” e do tamanho da partícula sobre o teor de água

4.4.2.1 Estimativa dos efeitos

Com base nos dados da Tabela 12, verifica-se que todas as variáveis e a interação entre elas são significativas para a resposta teor de água, ao nível de 95% de confiança ($R^2 = 0,99966$). Concluindo-se, então, que tanto o tamanho da partícula quanto o teor de “fibra de açaí”, assim como a interação entre eles, exercem influência significativa no teor de água do produto. Ratifica-se essa conclusão ao verificar que o valor de p encontra-se muito abaixo de 0,05 indicando um nível de confiança elevado. Assim pode-se confirmar que as todas variáveis nas

condições em que foi conduzido o experimento, geraram efeitos significativos na elaboração do biscoito.

Tabela 12: Efeitos estimados das variáveis codificadas, para a variável de resposta teor de água

Fatores	Efeitos estimados	Erro padrão	Significância estatística (p)
FA (X1)	-0,184250	0,001920	0,000000
TP (X2)	0,055250	0,001920	0,000009
X1 + X2	-0,080750	0,001920	0,000002

$R^2 = 0,99966$

TP = tamanho da partícula

FA = teor de “fibra de açaí”

O Gráfico 5 corresponde ao Diagrama de Barras ou de Pareto, e assim como no Gráfico 4, constata-se que todos os efeitos são significativos, pois os efeitos estão a direita da linha limite da probabilidade de 5%. Nota-se, novamente, que o efeito individual do teor de “fibra de açaí” (X1) adicionada tem maior significância na resposta teor de água, do que o tamanho da partícula e a sua interação.

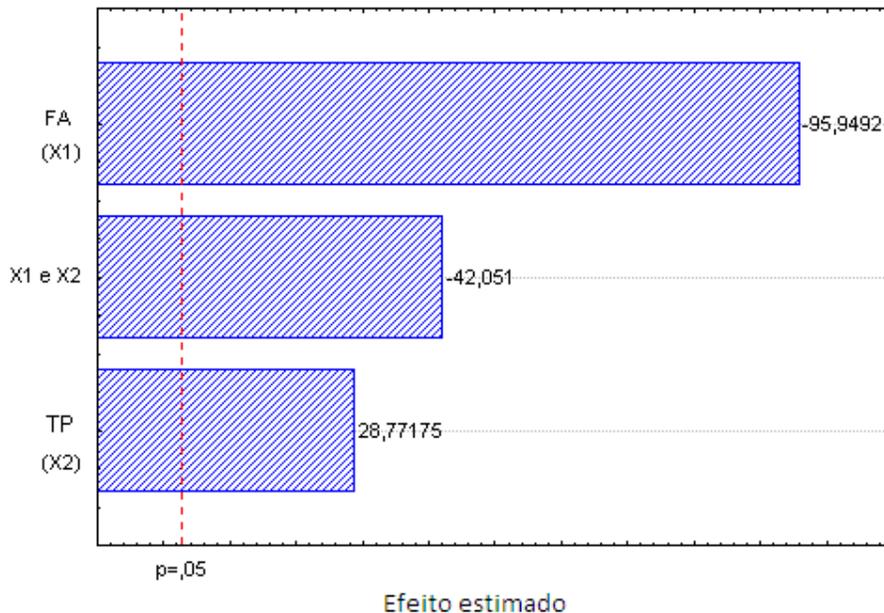


Gráfico 5: Gráfico de barras para a resposta teor de água

4.4.2.2 Análise de variância (ANOVA)

A Tabela 13 apresenta a análise de variância e a probabilidade da significância para a variável resposta teor de água.

Tabela 13: Análise de variância (ANOVA) para a resposta teor de água

Fonte de variação	Soma quadrática (SQ)	Grau de liberdade (GL)	Média quadrática (MQ)	Teste F	Probabilidade (p)
FA (X1)	0,067896	1	0,067896	9206,254	0,000000
TP (X2)	0,006105	1	0,006105	827,814	0,000009
X1 e X2	0,013041	1	0,013041	1768,288	0,000002
Erro	0,000030	4	0,000007		
Total	0,087072	7			

$R^2 = 0,99966$

TP = tamanho da partícula

FA = teor de “fibra de açaí”

Analisando os valores da probabilidade (p) encontrados na Tabela 13 verifica-se que os mesmos reforçam as conclusões observadas no item 4.4.2.1, onde a variável teor de “fibra de açaí”, tamanho da partícula e as interações entre elas apresentam resultado significativo para o teor de água, ou seja, existe uma probabilidade de mais de 99,9% de que todas as variáveis influenciem no teor de água do produto.

4.4.3 Influência do teor de “fibra de açaí” e do tamanho da partícula sobre o índice de aceitação da textura crocante (IAC)

4.4.3.1 Estimativa dos efeitos

A Tabela 14 apresenta os efeitos estimados para a resposta índice de aceitação da textura crocante no processo de elaboração do biscoito. A análise revela quais efeitos são significativos, a 95% de probabilidade.

Tabela 14: Efeitos estimados das variáveis codificadas para a variável de resposta índice de aceitação da textura crocante

Fatores	Efeitos estimados	Erro padrão	Significância estatística (p)
FA (X1)	-2,20000	3,410101	0,553975
TP (X2)	0,74500	3,410101	0,837758
X1 + X2	1,36500	3,410101	0,709406

$R^2 = 0,13498$

TP = tamanho da partícula

FA = teor de "fibra de açaí"

A análise dos dados da Tabela 14 é realizada da mesma forma que nas Tabelas 10 e 12, ou seja, comparando a magnitude dos efeitos das variáveis individuais e suas combinações com o erro, para o intervalo de confiança de 95% ($p=0,05$). Os resultados mostram que os valores de p estão acima de 5% de significância não havendo, assim, nenhuma variável estatisticamente significativa à resposta índice de aceitação da textura crocante.

4.4.3.2 Análise de variância (ANOVA)

A Tabela 15 apresenta a análise de variância e a probabilidade dos efeitos serem estatisticamente significativos para a variável resposta índice de aceitação da textura crocante.

Tabela 15: Análise de variância (ANOVA) para a resposta índice de aceitação da textura crocante

Fonte de variação	Soma quadrática (SQ)	Grau de liberdade (GL)	Média quadrática (MQ)	Teste F	Probabilidade (p)
FA (X1)	9,6800	1	9,68000	0,4162	0,553975
TP (X2)	1,1101	1	1,11005	0,0477	0,837758
X1 e X2	3,7264	1	3,72645	0,1602	0,709406
Erro	93,0303	4	23,25757		
Total	107,5468	7			

$R^2 = 0,13498$

TP = tamanho da partícula

FA = teor de "fibra de açaí"

Analisando os valores da probabilidade encontrados na Tabela 15 constata-se que os mesmos reforçam o que foi observado no item 4.4.3.1, onde a variável teor de “fibra de açaí”, tamanho da partícula e as interações entre elas não apresentam resultado significativo na variável de resposta.

4.4.4 Influência do teor de “fibra de açaí” e do tamanho da partícula sobre o índice de aceitação do sabor (IAS)

4.4.4.1 Estimativa dos efeitos

A Tabela 16 apresenta os efeitos estimados das variáveis codificadas para a resposta índice de aceitação do sabor no processo de elaboração do biscoito. A análise revelou quais efeitos são significativos, a 95% de probabilidade.

Tabela 16: Resultados dos efeitos estimados para a variável de resposta índice de aceitação do sabor no processo de elaboração do biscoito

Fatores	Efeitos estimados	Erro padrão	Significância estatística (p)
FA (X1)	4,36500	2,648941	0,174733
TP (X2)	1,70000	2,648941	0,555954
X1 + X2	0,80000	2,648941	0,777698

$R^2 = 0,44586$

TP = tamanho da partícula

FA = teor de “fibra de açaí”

A análise dos dados da Tabela 16 é realizada da mesma forma que nas Tabelas 10 e 12, ou seja, comparando os efeitos das variáveis individuais e suas combinações com o erro. Verificou-se que o valor do coeficiente p está acima do intervalo de confiança de 95% estabelecido, constatando-se que não existe nenhuma variável estatisticamente significativa à resposta índice de aceitação do sabor.

4.4.4.2 Análise de variância (ANOVA)

A Tabela 17 apresenta a análise de variância e a probabilidade dos efeitos serem estatisticamente significativos para a variável resposta índice de aceitação do sabor.

Tabela 17: Análise de variância (ANOVA) para a resposta índice de aceitação do sabor

Fonte de Variação	Soma quadrática (SQ)	Grau de liberdade (GL)	Média quadrática (MQ)	Teste F	Probabilidade (p)
FA (X1)	38,1064	1	38,10645	2,715339	0,174733
TP (X2)	5,7800	1	5,78000	0,411864	0,555954
X1 e X2	1,2800	1	1,28000	0,091209	0,777698
Erro	56,1351	4	14,03377		
Total	101,3015	7			

$R^2 = 0,44586$

TP = tamanho da partícula

FA = teor de “fibra de açaí”

Analisando os valores da probabilidade encontrados na Tabela 17 verifica-se que os mesmos reforçam o que foi observado no item 4.4.4.1, onde nenhuma das variáveis apresentou resultado significativo à variável de resposta, tendo, portanto, um comportamento semelhante à análise feita no item 4.4.3.2.

Os dados referentes ao IAC e IAS foram também submetidos ao Teste de Tukey (Anexo B) que demonstrou não haver diferença significativa entre o índice de aceitação avaliados para os percentuais de 5 e 10% de “fibra de açaí” e +28 e +42 mesh, com isso ratifica-se os resultados encontrados nos itens 4.4.3 e 4.4.4.

Para a seleção da condição de teor de “fibra de açaí” e tamanho da partícula a ser utilizada na elaboração dos biscoitos consideraram-se os resultados da análise estatística que demonstraram que todos os parâmetros avaliados (teor de “fibra de açaí” e tamanho da partícula) têm efeito significativo nas variáveis de resposta (atividade de água e teor de água), no entanto, observa-se na Tabela 9 que todos os resultados de atividade de água encontram-se abaixo de 0,5, que segundo

Mendonça (2005); Jardim e Germe (1997) o crescimento microbiano é inibido em a_w menores que 0,6.

Através da análise estatística verifica-se, também, que os todos os parâmetros avaliados (teor de “fibra de açai” e tamanho da partícula) não têm efeito significativo nas variáveis respostas índice de aceitação da textura crocante (IAC) e índice de aceitação do sabor (IAS), contudo observa-se na Tabela 9 que a maior nota para o IAC foi no ensaio 5 (5% de “fibra de açai” e +28 mesh) e a maior nota para o IAS foi no ensaio 8 (10% de “fibra de açai” e +42 mesh). Os provadores relataram que a crocância aumenta quando o percentual de substituição do trigo é de 10% e de acordo com Bueno (2005) o limite aceitável para a substituição do trigo por alguma farinha é de até 10%, acima desse valor o biscoito é considerado duro.

Logo, as condições selecionadas para a elaboração do biscoito foi o tamanho da partícula correspondente a peneira de +28 mesh Série Tyler e a substituição da farinha de trigo pela “fibra de açai” de 10%.

4.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA “FIBRA DE AÇAI”

A Tabela 18 apresenta os resultados da caracterização físico-química para a “fibra de açai” retida na peneira 28 Série Tyler.

Analisando, inicialmente, os dados da “fibra de açai” da Tabela 18 com os obtidos para a borra de açai, verifica-se que há uma redução elevada no teor de água e no teor de lipídeos aproximadamente 63%. A redução acentuada da água deve-se a o processo de secagem pelo qual a fibra foi submetida e quanto à redução do teor de lipídeo pode ser explicado provavelmente pelo diferente acúmulo de óleo nas paredes celulares das partículas de tamanhos variados. Verificou-se, também, um aumento nos valores de proteína e cinzas encontradas, enquanto que no valor do carboidrato há um acréscimo de 84% no resultado encontrado, provavelmente devido a redução no teor de água o que provocou esse aumento no valor dos carboidratos, já que o mesmo é cálculo a partir da diferença do somatório dos demais constituintes, exceto as fibras.

Na literatura não foram encontrados referências que permitissem comparar os resultados encontrados das características físico-químicas da “fibra de açai”. Contudo deve-se levar em consideração que cada matéria-prima tem características

próprias que poderá variar de acordo com as condições climáticas, adubação do solo, modo de colheita, transporte, processamento e etc.

Tabela 18: Caracterização físico-química da “fibra de açaí” +28 mesh Série Tyler

Análises %	Borra de açaí	“Fibra de açaí” Mesh +28
Teor de Água	47,1 ± 0,38	6,9 ± 0,02
Lipídeos	3,1 ± 0,29	2,2 ± 0,10
Proteína	1,6 ± 0,06	3,1 ± 0,05
Cinzas	0,5 ± 0,01	1,0 ± 0,05
Carboidratos	47,3 ± 0,15	86,9 ± 0,17
Fibras Totais	83,8 ± 1,45	-
Fibras Insolúveis	78,7 ± 1,16	-
Fibras Solúveis	5,1	-
Atividade de água	0,980±0,003	0,548 ±0,0005

4.6 AVALIAÇÃO DO BISCOITO ELABORADO COM “FIBRA DE AÇAÍ” E GLICEROL

A Tabela 19 apresenta as formulações utilizadas na avaliação do biscoito elaborado com “fibra de açaí” e glicerol.

Tabela 19: Formulação de biscoitos contendo o glicerol (275,70g de ingredientes)

Ensaio	Glicerol (g)	“Fibra de açaí”
9 (FP)	Zero	Zero
10 (FPG)	14	Zero
11 (FPA)	Zero	10% e +28 mesh
12 (FPAG)	14	10% e +28 mesh

Os resultados do teste de aceitação para os atributos textura crocante e sabor, são apresentados na Tabela 20. Os dados foram avaliados pelo teste de Tukey e

através da análise de variância (ANOVA), sendo os resultados apresentados no Anexo C (Tabelas 1 e 2, respectivamente).

Tabela 20: Resultado do teste de aceitação dos ensaios dos biscoitos contendo “fibra de açaí” e glicerol

Ensaio	Formulação	Teste de aceitação	
		IAC (%)	IAS (%)
9	(FP)	91,25 ^{ac}	95,42 ^{abcd}
10	(FPG)	62,92 ^{bd}	86,25 ^{bc}
11	(FPA)	90,37 ^c	87,78 ^{cd}
12	(FPAG)	74,07 ^d	74,07 ^d

Na mesma coluna, médias com letra em comum indicam não haver diferença significativa entre os resultados ($p < 0,05$)

IAC = índice de aceitação para o atributo textura crocante;

IAS = índice de aceitação para o atributo sabor;

FP = formulação padrão;

FPG = formulação padrão com glicerol,

FPA = formulação padrão com “fibra de açaí” e

FPAG = formulação padrão com “fibra de açaí” e glicerol

Para o atributo textura crocante observou-se diferença estatística entre os ensaios 9 (FP), 10 (FPG) e 12 (FPAG), ou seja, a adição isolada de glicerol e a adição de glicerol com “fibra de açaí” reduziu a aceitação do biscoito. Isto ocorreu, provavelmente, em virtude da característica umectante do glicerol que diminuiu a textura crocante do biscoito. A adição isolada de “fibra de açaí”, ensaio 11, não apresentou diferença significativa em relação à formulação padrão, ensaio 9. Quanto ao sabor verificou-se que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a formulação padrão (ensaio 9) e as demais formulações (ensaios 10, 11 e 12), no entanto, nos ensaios com adição de glicerol a aceitação do sabor dos biscoitos aumentou de 74,07 para 86,25%.

O glicerol adicionado não apresentou interferência no sabor do produto, portanto, pode ser utilizado sem que aja rejeição dos consumidores e segundo Sotolani (2007) ele não eleva os níveis de açúcar no sangue e não serve de substrato para as bactérias que causam a cárie. Além do que o preço da glicerina no mercado internacional está sofrendo forte tendência de queda devido a produção de biodiesel e da Lei nº 11.097, de 13.01.2005 que fixa em 2% a mistura de biodiesel

ao combustível a partir de janeiro de 2008 e de 5% em janeiro de 2013, em todo o território nacional (TORRES, CHIRINOS, ALVES, SANTOS, CAMELIER, 2006).

Os resultados obtidos na análise sensorial demonstram que biscoitos formulados com “fibra de açaí” (FPA) e com “fibra de açaí” e glicerol (FPAG) podem ser viáveis comercialmente, pois apresentaram boa aceitabilidade entre os provadores, ou seja, IAC e IAS maiores que 70 %. Trabalhos realizados com diferentes tipos de biscoito têm demonstrado forte tendência das indústrias e pesquisadores em promover o enriquecimento de biscoitos, pois, por ser um produto de baixo custo, pode facilmente ser consumido pelas classes sociais menos privilegiadas (BUENO, 2005; ASCHERI, 2007; SILVA, 2001a; SILVA 2001b). De acordo com Santucci et al. (2003), a mistura de farinhas de produtos não convencionais com a farinha de trigo, melhora a qualidade nutricional dos biscoitos e pode até melhorar sua palatabilidade tornando-o mais aceito pelos consumidores.

4.7 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS

O controle do peso, dimensões (espessura e diâmetro) e teor de água do biscoito é vital para o fabricante. Grande variabilidade no peso e na espessura do biscoito causará problemas durante o empacotamento e podem conduzir a excessivos pacotes com peso abaixo do que é permitido pela legislação (LAWSON, 1975).

Para uma avaliação da metodologia utilizada na elaboração dos biscoitos considerando-se as suas características físicas, foram avaliados os produtos resultantes dos ensaios de 1 a 8, cujos resultados são apresentados na Tabela 21.

Verifica-se que os pesos médios dos biscoitos antes da cocção apresentaram diferença significativa somente entre os ensaios 2 e 8 ($p < 0,05$) e, após a cocção, os ensaios 2 e 8 e os ensaios 2 e FP diferiram entre si significativamente. Na Tabela 21 observa-se que há uma diminuição nos pesos de todos os biscoitos devido a temperatura de cozimento ter provocado a evaporação da água usada na elaboração.

Tabela 21: Parâmetros físicos dos biscoitos produzidos com a substituição parcial da farinha de trigo por “fibra de açaí” com diferente tamanho de partícula

Parâmetros físicos	Ensaio									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 (FP)	
Peso unitário (g) médio pré-cocção	5,29 ^{abcdeghi}	5,92 ^{bcdeghi}	6,93 ^{cdeghi}	6,39 ^{deghi}	7,80 ^{efghi}	5,55 ^{fghi}	7,39 ^{ghi}	8,21 ^{hi}	7,57 ⁱ	
Peso unitário (g) médio pós-cocção	4,40 ^{abcdeghi}	4,88 ^{bcdefg}	5,62 ^{cdeghi}	5,91 ^{deghi}	6,43 ^{efghi}	4,68 ^{fghi}	6,05 ^{ghi}	6,86 ^{hi}	6,77 ⁱ	
Largura média pré-cocção (cm)	3,57 ^{abcdeghi}	3,70 ^{bcdeghi}	3,66 ^{cdeghi}	3,67 ^{deghi}	3,58 ^{efghi}	3,45 ^{fghi}	3,37 ^{ghi}	3,52 ^{hi}	3,54 ⁱ	
Largura média pós-cocção (cm)	3,53 ^{abcdfgi}	3,82 ^{bcdfghi}	3,76 ^{cdfghi}	3,69 ^{deghi}	3,67 ^{efghi}	3,44 ^{fghi}	3,57 ^{ghi}	3,66 ^{hi}	3,57 ⁱ	
Espessura média pré-cocção (cm)	0,31 ^{af}	0,13 ^{bcdegi}	0,14 ^{cdeghi}	0,16 ^{deghi}	0,13 ^{egi}	0,32 ^f	0,17 ^{ghi}	0,22 ^h	0,14 ⁱ	
Espessura média pós-cocção (cm)	0,32 ^{acdefi}	0,22 ^b	0,35 ^{cdeghi}	0,32 ^{defi}	0,37 ^{efgi}	0,33 ^{fi}	0,41 ^{gi}	0,49 ^h	0,35 ⁱ	
Índice de expansão médio	11,35 ^a	23,19 ^a	18,14 ^a	17,69 ^a	18,40 ^a	10,76 ^a	14,14 ^a	11,61 ^a	18,02 ^a	
Volume específico (cm³.g⁻¹)	4,05 ^{afi}	1,71 ^{bcdeghi}	1,75 ^{cdeghi}	1,67 ^{deghi}	1,56 ^{eghi}	2,82 ^{fi}	1,59 ^{ghi}	1,16 ^{hi}	2,03 ⁱ	
Teor de água	6,258 ^a	6,155 ^a	6,395 ^a	6,126 ^a	6,255 ^a	6,151 ^a	6,390 ^a	6,129 ^a	6,972 ^b	
Atividade de água	0,483 ^a	0,468 ^a	0,491 ^a	0,434 ^a	0,481 ^a	0,466 ^a	0,488 ^a	0,436 ^a	0,500 ^a	
Cor	L*	60,29 ^{abccd}	61,25 ^{bdf}	59,24 ^{cd}	60,50 ^d	63,72 ^{efgh}	62,58 ^{fgh}	64,05 ^{gh}	64,26 ^h	76,86 ⁱ
	A*	5,10 ^{aeg}	5,97 ^{bc}	5,99 ^c	4,70 ^{dg}	5,24 ^{eg}	3,42 ^{fhi}	4,99 ^g	3,42 ^{hi}	3,17 ⁱ
	B*	22,50 ^{abeg}	23,04 ^{beg}	21,27 ^{cd}	20,18 ^{df}	23,00 ^{eg}	19,11 ^{fh}	22,76 ^g	19,00 ^h	26,59 ⁱ
	ΔE	64,55 ^{abcdf}	65,71 ^{bdfh}	63,22 ^{cd}	63,95 ^{df}	67,94 ^{egh}	65,53 ^{fh}	68,15 ^{gh}	67,09 ^h	81,39 ⁱ

Na mesma linha, médias com letra em comum, não diferem significativamente ($p < 0,05$). L*= luminosidade; a*=componente vermelho-verde; b*=componente amarelo-zul;

No nível de confiança de 95% ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey, verifica-se que antes do cozimento apenas foi detectada diferença na largura entre os ensaios 1 e 6 e após a cocção há diferença significativa entre os ensaios 1 e 8, assim como o ensaio 5, também, diferiu significativamente ($p < 0,05$) dos ensaios 1, 2 e 3. Os valores dos ensaios da formulação padrão não diferiram dos outros ensaios significativamente. A largura de todos os ensaios, exceto os ensaios 1 e 6, apresentaram um pequeno acréscimo no valor após o tempo de cozimento.

Pelo Teste de Tukey observa-se que a espessura, antes da cocção, dos ensaios 1 e 6 são significativamente iguais, porém ambos diferiram ($p < 0,05$) dos demais ensaios na espessura. O ensaio 8, também, foi considerado estatisticamente diferente dos ensaios 2, 5 e FP. Após a cocção os ensaios 2 e 8 apresentaram diferença significativa dos demais ensaios, porém também há diferença entre os ensaios 1 e 7, 7 e 4 e 6 e 7.

Em geral, observa-se que nos biscoitos com mesmo tamanho de partícula da “fibra de açaí” há um aumento no peso, na largura e espessura com o aumento do teor de “fibra de açaí” adicionada. Entretanto, não se pode afirmar que somente o acréscimo de fibra tenha influenciado no aumento ou redução dos parâmetros físicos (espessura, largura e peso), pois não foi utilizado máquina com rolos uniformes para que houvesse a padronização dos biscoitos e uma melhor avaliação desses parâmetros, além de que não foi possível o controle da velocidade de mistura da massa de biscoito.

Segundo Wade (1988) cada etapa do processo de produção do biscoito influencia nas características finais do produto. Maache-Rezzoug, Bouvier, Allaf, e Patras (1998 a, b) estudaram os efeitos das variações nos níveis de ingredientes (açúcar, gordura e água) e as condições de mistura da massa (tempo de mistura e de repouso) nas dimensões e peso do biscoito usando equipamento em escala industrial e de laboratório. Os resultados encontrados demonstraram que o peso e a espessura são menos sensíveis. A quantidade de água é completamente sensível aos níveis do açúcar e da gordura, assim como ao tempo de mistura.

Hwang e Hayakawa (1980), Lawson (1972) e Wade (1971) demonstraram que a temperatura do forno e o teor de água afetam a densidade, peso e as dimensões do biscoito. Cronin e Preis (2000) relatam a importância da utilização de equipamentos que permitam padronizar o peso e as dimensões do produto, evitando

a produção de biscoitos com características diferentes o que afetaria o estágio de resfriamento, empacotamento e a armazenamento do produto final.

Entre os ensaios observados na Tabela 21, verifica-se que não há diferença significativa ($p < 0,05$) no valor do índice de expansão e da atividade de água dos biscoitos, contudo somente o teor de água do ensaio da formulação padrão (FP) mostra-se significativamente diferente dos outros ensaios.

De acordo com Artz et al. (1990) uma expansão uniforme do biscoito constitui um atributo importante de sua qualidade, pois biscoitos que se expandem excessivamente, ao serem assados, dificilmente poderão ser acondicionados nas embalagens padronizadas, enquanto aqueles que mostram expansão reduzida ficarão folgados. Para Kissel, Prentice e Yamazaki (1975), o fenômeno de expansão de biscoitos é primariamente físico e controlado pela capacidade dos componentes de absorver água. Assim, o acréscimo de componentes que possuem maior capacidade para reter água do que a farinha de trigo resulta em uma competição pela água livre presente na massa do biscoito, limitando a taxa de expansão.

Jeltema et al. (1983) relatam que outras fontes de fibra, tais como casca de soja, farelo de aveia, hemicelulose e farelo de trigo, reduziram o índice de expansão dos biscoitos, o que, segundo os autores, está relacionado com a presença de componentes de alta capacidade hidrofílica.

O volume específico é de grande importância na determinação da qualidade do biscoito, porque geralmente é influenciado pela qualidade dos ingredientes usados na formulação (EL-DASH et al., 1979). O volume específico analisado dos ensaios 1 e 6 foram estatisticamente iguais entre si ($p < 0,05$) e apresentaram diferença significativa dos outros ensaios. O ensaio da formulação padrão não diferiu significativamente dos demais ensaios. Através dos resultados presentes na Tabela 21, observa-se que o volume específico dos biscoitos, obtido com a massa-padrão enriquecida com “fibra de açai”, sofre uma redução no valor, à medida que se aumenta a proporção de “fibra de açai”. Tais resultados não estão de acordo com aqueles encontrados por Vitti e Pizzinato (1975), Souza et al. (2000), Perez e Germani (2007) em que o aumento do teor de fibra adicionado proporciona uma elevação no valor do volume específico do produto.

Analisando os resultados obtidos para a cor verifica-se que o ensaio da formulação padrão apresenta maiores valores dos parâmetros L^* (luminosidade) e b^* (componente amarelo-zul) e menor valor do parâmetro a^* (componente vermelho-

verde) em relação aos resultados dos outros ensaios. Entre os ensaios da Tabela 21 observa-se que com o aumento do teor de “fibra de açaí” há uma redução nos valores de a^* e b^* e um pequeno acréscimo no valor da luminosidade dos ensaios. Verifica-se ainda, através do teste de Tukey a 95% de probabilidade ($p < 0,05$) que há diferença significativa entre os ensaios. O ensaio FP, para os parâmetros a^* e b^* , apresenta diferença significativa dos demais ensaios. A luminosidade (L^*) não diferiu significativamente dos ensaios das formulações 6 e 8, enquanto que dos demais ensaios diferiu estatisticamente ($p < 0,05$).

De acordo com dados obtidos para o ΔE não há diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o ensaio 9 (FP) e os demais ensaios. Entre os ensaios das formulações de 1 a 8, somente o ensaio 5 diferiu significativamente dos demais ensaios igualando-se estatisticamente somente aos ensaios 7 e 8.

De forma geral, os resultados indicam que a presença de “fibra de açaí” dificultam a passagem da luz, ou seja, deixam o biscoito mais escuro em relação ao biscoito elaborado com a formulação padrão.

A Tabela 22 apresenta os resultados das análises das características físicas das formulações dos biscoitos referentes aos ensaios 9 a 12, onde é considerada a inserção de “fibra de açaí” e/ou de glicerol. Observa-se que todos os ensaios após a cocção apresentaram redução no valor do peso do biscoito, no entanto, verifica-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os biscoitos do ensaio 12 com os do ensaio 10 e 11. Ou seja, a presença de glicerol juntamente com a “fibra de açaí” promove um aumento de peso no biscoito.

Tabela 22: Parâmetros físicos dos ensaios das formulações padrão e as adicionadas de “fibra de açaí” e de glicerol

Parâmetros físicos	Ensaio				
	9 (FP)	10 (FPG)	11 (FPA)	12 (FPAG)	
Peso unitário (g) médio pré-cocção	7,57 ^{abcd}	6,38 ^{bc}	5,52 ^c	8,39 ^d	
Peso unitário (g) médio pós-cocção	6,77 ^{abcd}	5,67 ^{bc}	4,51 ^c	7,22 ^d	
Largura média Pré-cocção (cm)	3,54 ^a	3,43 ^a	3,59 ^a	3,60 ^a	
Largura média Pós-cocção (cm)	3,57 ^a	3,58 ^a	3,46 ^a	3,67 ^a	
Espessura média pré-cocção (cm)	0,14 ^{abd}	0,12 ^{bd}	0,29 ^c	0,15 ^d	
Espessura média pós-cocção (cm)	0,35 ^{ab}	0,34 ^{bc}	0,30 ^c	0,41 ^d	
Índice de expansão médio	18,02 ^a	19,85 ^a	12,01 ^a	16,18 ^a	
Volume específico (cm ³ .g ⁻¹)	2,03 ^{abc}	1,95 ^{bcd}	2,39 ^{cd}	1,01 ^d	
Cor	L*	76,86 ^{ab}	75,78 ^b	67,77 ^{cd}	69,19 ^d
	A*	3,17 ^a	4,36 ^{bd}	4,05 ^c	4,35 ^d
	B*	26,59 ^a	25,27 ^b	21,46 ^{cd}	21,22 ^d
	ΔE	81,39 ^{acd}	80 ^{bcd}	71,20 ^c	72,50 ^d

Na mesma linha, médias com letra em comum, não diferem significativamente (p<0,05)
L*= luminosidade; a*=componente vermelho-verde; b*=componente amarelo-zul;
FP= formulação padrão; FPG= padrão com glicerol, FPA= padrão com “fibra de açaí” e
FPAG= padrão com “fibra de açaí” e glicerol

Os valores da largura antes e após a cocção não foram significativamente diferentes apesar da adição do glicerol e da “fibra de açaí”.

Após a cocção os biscoitos apresentaram um aumento no valor da espessura. O ensaio contendo “fibra de açaí” (FPA) antes da cocção diferiu significativamente dos demais ensaios, enquanto que após a cocção o ensaio significativamente diferente dos demais é o que continha “fibra de açaí” e glicerol (FPAG). Mais uma vez a presença de “fibra de açaí” e glicerol produz um aumento na medida física do biscoito.

Analisando o volume específico das amostras, observa-se que o ensaio 9 (FP) diferiu do ensaio 12 (FPAG) e que o ensaio 11 (FPA) não foi estatisticamente

diferente dos demais. Os ensaios em que foi adicionado o glicerol apresentaram menor volume específico.

O índice de expansão (IA) é estatisticamente igual ($p < 0,05$) entre os ensaios, embora o maior valor do IA (19,85) tenha sido para o biscoito contendo o glicerol, o que é justificado pelo teor de água pois segundo Silva, Façanha, Silva (1998), o poder de expansão é favorecido com o aumento do teor de água presente na formulação do biscoito.

Os resultados de análise de cor na Tabela 22, demonstram que a adição de glicerol no ensaio 9 (FP) reduziu o valor de L^* , enquanto que no ensaio que continha “fibra de açai” apresentou um acréscimo. Porém, pelo teste de Tukey verifica-se que os ensaios 9 (FP) e 10 (FPG) não diferiram significativamente, assim como os ensaios 11 (FPA) e 12 (FPAG). Neste caso, a presença do glicerol parece diminuir a diferença causada pela “fibra de açai”, anteriormente observada na Tabela 21.

O valor do parâmetro a^* (Tabela 22) aumenta com a adição de glicerol nos ensaios, enquanto que b^* apresenta um decréscimo. A análise estatística pelo teste de Tukey dos valores obtidos para o parâmetro a^* mostra que o ensaio 9 (FP) é significativamente diferente dos demais ensaios da Tabela 22. O ensaio 10 (FPG) não diferiu significativamente do ensaio que continha fibra e glicerol (FPAG). O parâmetro b^* demonstra que os ensaios 9 e 10 são diferentes significativamente ($p < 0,05$) e os ensaios 11 (FPA) e 12 (FPAG) não apresentam diferença.

De acordo com dados obtidos para o ΔE há diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os ensaios 9 (FP) e 10 (FPG) e entre os ensaios 11 (FPA) e 12 (FPAG).

Na Fotografia 2, visualizam-se os biscoitos elaborados com diferentes tamanhos de partículas e teores de “fibra de açai”, assim como na Fotografia 3, observam-se os ensaios da formulação dos biscoitos elaborados com a formulação padrão (FP); adição de glicerol (FPG); adição de “fibra de açai” (FPA) e adição de glicerol e “fibra de açai” (FPAG).



Formulação 1
(5% de FA, +28 mesh)



Formulação 2
(10% de FA, +28 mesh)



Formulação 5
(5% de FA, +28 mesh)



Formulação 6
(10% de FA, +28 mesh)



Formulação 3
(5% de FA, +42mesh)



Formulação 4
(10% de FA, +42mesh)



Formulação 7
(5% de FA, +42mesh)



Formulação 8
(10% de FA, +42mesh)

Fotografia 2: Biscoitos elaborados com diferentes teores de “fibra de açaí” e tamanho de partícula



Formulação FP



Formulação FPG



Formulação FPA



Formulação FPAG

Fotografia 3: Biscoitos elaborados com a formulação padrão (FP); adição de glicerol (FPG); adição de “fibra de açai” (FPA) e adição de glicerol e “fibra de açai” (FPAG).

Na Fotografia 2 observa-se que o tamanho de partícula da “fibra de açai” utilizada na fabricação dos biscoitos fez com que houvesse uma diferença na coloração e homogeneidade da massa. A adição de “fibra de açai” ao ensaio da formulação padrão melhorou a consistência da massa para ser moldada, o sabor do biscoito e fez com que o biscoito ficasse mais crocante e a coloração ficasse mais intensa conforme o percentual de “fibra de açai” adicionado.

Visualiza-se melhor a “fibra de açai” nos biscoitos com maior tamanho de partícula (+42 mesh) e maior percentual de fibra adicionada (10%), ensaios 4 e 8. Percebe-se, também, que a coloração dos biscoitos produzidos com as mesmas condições (temperatura do forno, tempo de assamento, quantidade de ingredientes, tempo de mistura, etc.) após a cocção não foi uniforme. Isso provavelmente ocorreu devido ao sistema de aquecimento do forno não estar funcionando uniformemente. Desse modo, percebe-se que a cor dos biscoitos não está só diretamente

relacionada com os ingredientes contidos na formulação, como também com a eficiência e qualidade dos equipamentos utilizados.

Resultado similar sobre a coloração é relato por Perez e Germani (2007) no estudo realizado com farinha de berinjela. Esta farinha por possuir uma coloração mais escura que a farinha de trigo fez com que os biscoitos apresentassem uma coloração mais intensa, à medida em que foram utilizados maiores teores de farinha de berinjela. Collins e Falasinnu (1977) constataram que os biscoitos elaborados com farelo de trigo e celulose, em diferentes concentrações, ficaram mais escuros que o biscoito controle. Tal comportamento foi também observado por Vratana e Zabik (1978), Leelavathi e Rao (1993) e Jeltema et al. (1983), utilizando fibra de milho e Silva (1997) com farinha de jatobá.

Na Fotografia 3 verifica-se que o biscoito produzido somente com “fibra de açai” (FPA) apresenta diferença em relação os outros ensaios que apresentaram coloração clara. A adição do glicerol às formulações fez com que a coloração dos ensaios FPG e FPAG ficasse mais clara, observação esta ratificada pelo valor da luminosidade (L^*) 75,78 e 69,19, respectivamente. A adição de glicerol à massa fez com que a mesma apresentasse menos consistência, dificultando moldá-la.

4.8 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS BISCOITOS

Os resultados das análises físico-químicas realizadas nos ensaios dos biscoitos padrão (FP); com adição de glicerol (FPG); com adição de “fibra de açai” (FPA) e com “fibra de açai” e glicerol (FPAG) são apresentados na Tabela 23, assim como os resultados das análises físico-química disponibilizados na literatura. Na análise desses dados constata-se que todos os ensaios apresentaram teores de água e cinzas que ficaram dentro dos valores permitidos pela legislação para biscoitos que é de 14% para o teor de água e 3% para as cinzas (Brasil, 1978). Observa-se ainda que o teor de água foi igual apenas entre os ensaios 9 e 12, indicando que a adição da “fibra de açai” minimiza a característica umectante do glicerol. Quando comparado o resultado com o trabalho realizado por Lins (2008), observa-se uma diferença significativa entre os valores encontrados nos biscoitos com “fibra de açai” e o relatado pelo autor para biscoito elaborado com borra de açai.

Tabela 23: Caracterização físico-química dos biscoitos elaborados com “fibra de açaí” e glicerol

Análises	Ensaio				Resultado da Literatura
	9 (FP)	10 (FPG)	11 (FPA)	12 (FPAG)	Lins (2008) “borra de açaí”
Teor de água %	6,97±0,06 ^{ad}	8,45±0,08 ^b	6,26±0,06 ^c	7,10±0,11 ^d	4,38
Lipídeos % (b.s.)	10,32±0,01 ^a	12,88±1,18 ^{bd}	14,65±0,17 ^c	12,83±0,24 ^d	20,11
Proteína % (b.s.)	6,50±0,14 ^{abc}	6,12±0,12 ^{bcd}	5,98±0,04 ^{cd}	5,69±0,21 ^d	9,36
Cinzas % (b.s.)	1,12±0,013 ^a	1,07±0,029 ^a	1,03±0,023 ^a	1,04±0,03 ^a	1,56
Carboidratos	75,09±0,24 ^{ad}	71,48±0,71 ^{bc}	72,08±0,17 ^{cd}	73,34±0,38 ^d	64,58
Fibras Totais %	-	-	-	6,15±0,28	6,9
Fibras Insolúveis	-	-	-	5,34±0,73	-
Fibras Solúveis	-	-	-	0,81	-
Valor Calórico (Kcal)	419,24	426,32	444,09	431,59	476,77
Atividade de água	0,500±0,001 ^{ab}	0,494±0,004 ^b	0,478±0,001 ^c	0,426±0,001 ^d	0,418
Após de 5 meses de armazenamento					
Teor de água %	8,6±0,03 ^a	9,4±0,07 ^{bd}	8,1±0,06 ^c	9,5±0,03 ^d	-
Atividade de água	0,666±0,004 ^{ab}	0,659±0,003 ^{bd}	0,649±0,002 ^{cd}	0,654±0,001 ^d	-

Na mesma linha, médias com letra em comum, não diferem significativamente (p<0,05)

O menor valor do teor de lipídios observado foi para a formulação padrão (ensaio 9) e o maior foi para o biscoito adicionado de “fibra de açaí”, devido, provavelmente, o teor de lipídeo ainda presente na mesma. Os resultados obtidos para todos os ensaios foram inferiores quando comparados com os relatados por Lins (2008), fato este que pode ser explicado pela diferença na quantidade de ingredientes utilizados na formulação dos biscoitos.

Quanto ao teor de proteína nota-se que a adição “fibra de açaí” não altera este valor quando comparados com os biscoitos elaborados com a formulação padrão. Esse resultado se deve ao baixo teor de proteína existente na borra de açaí (cerca de 3%, ver Tabela 6). Já Lins (2008), relata valor superior, que pode ter sido em virtude das características inerentes a cada espécie, bem como da variedade de cada fruto.

Considerando ainda a Tabela 23, não foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) para o teor de cinza de todos os ensaios. O teor de carboidrato no ensaio padrão diferiu significativamente dos ensaios 10 (FPG) e 11 (FPA).

Devido ter quantidades reduzidas do kit enzimático e ter muitos alunos para realizar a análise de fibra não foi possível analisar todas as amostras deste trabalho. A análise de fibra foi realizada somente no ensaio 12 (FPAG) devido, também, ser este um dos objetivos do trabalho e do mesmo apresentar um bom índice de aceitação na análise sensorial. Comparando o resultado obtido de 6,15% com o valor encontrado por Lins (2008) de 6,9%, nota-se que o valor de fibra total para o ensaio FPAG está aproximado ao valor da literatura. Considerando-se a portaria nº 27 da ANVISA (Brasil, 1998) pode-se afirmar que este produto é um alimento com elevado teor de fibra, pois apresenta na sua constituição 6g/100g de fibras para alimentos sólidos. A adição de glicerol e “fibra de açaí” não produziu aumento na atividade de água e o aumento do valor calórico é inferior a 3%, demonstrando que a estabilidade não é significativamente alterada.

O valor calórico encontrado para o biscoito adicionado de “fibra de açaí” e glicerol (FPAG) foi maior em relação aos outros ensaios. Contudo se comparado ao citado por Lins (2008) percebe-se uma redução no valor de 9,48%.

Segundo Faridi (1994) o teor de água e a atividade de água influenciam de maneira direta na estabilidade e vida útil do produto. Na Tabela 23 observa-se que a adição de glicerol e “fibra de açaí” não provocou aumento na atividade de água.

Algumas amostras dos biscoitos foram armazenadas em embalagem laminada utilizada comercialmente e seladas, e após 5 meses de armazenamento foram verificadas a atividade de água e o teor de água dos ensaios cujos resultados constam na Tabela 23. Observa-se que a adição isolada de glicerol (ensaio 10) e de “fibra de açaí” e glicerol (ensaio 12) à formulação padrão elevou o valor do teor de água de 8,6% até 9,5%, enquanto que no ensaio onde foi acrescentado somente “fibra de açaí”, o teor de água reduziu para 8,1 %. Esse comportamento indica que a presença do glicerol pode manter a umidade do biscoito quando parte da farinha de trigo for substituída por fibra. No entanto, há necessidade de uma investigação para conhecimento dos limites da adição de glicerol. Com relação à atividade de água nota-se que o valor encontrado para a formulação padrão (ensaio 9) é o maior dentre todas as formulações elaboradas, indicando que a adição da “fibra de açaí” e do glicerol podem contribuir para uma provável estabilização do biscoito.

CONCLUSÕES

A análise físico-química da borra de açaí revelou um alto teor de fibra insolúvel indicando que a mesma pode ser utilizada como fonte de fibra na formulação de produtos que auxiliem o trânsito gástrico-intestinal; Verificou-se, também, ausência de antocianinas, excluindo-se a possibilidade de reaproveitá-la para extração desse pigmento.

A “fibra de açaí” resultante do processo de secagem e moagem não pode ser classificada como pó, no entanto, um menor tamanho de partícula pode ser obtido através do estudo dos parâmetros de moagem e separação granulométrica.

O tamanho de partícula e o teor de “fibra de açaí” influenciam na atividade de água e no teor de água dos biscoitos.

Embora os índices de aceitação para os atributos textura crocante e sabor não tenham sido significativos na análise estatística, constatou-se através do teste de aceitação e das observações relatadas pelos provadores, durante a avaliação, que o melhor teor de “fibra de açaí” e o melhor tamanho de partícula a ser adicionada à formulação do biscoito foi 10% e mesh +28, respectivamente.

A nova análise de aceitação que avaliou a influência da adição do glicerol na textura crocante e no sabor do biscoito determinou um índice de aceitação acima de 60% para todas as amostras. Esses resultados mostram a necessidade de uma análise sensorial com provadores treinados.

A formulação com “fibra de açaí” e glicerol (FPAG) apresentou os índices de aceitação textura crocante e sabor acima de 70%. O Teste de Tukey a 95% de significância ($p \leq 0,05$) para o atributo textura crocante indicou diferença na textura entre a formulação padrão (FP) e as formulações contendo glicerol (FPG e FPAG), com a redução da sensação de crocância.

A adição isolada de glicerol e “fibra de açaí” na formulação de biscoito e a adição simultânea de “fibra de açaí” e glicerol não alteraram os parâmetros físicos quando comparados com os da formulação padrão;

Os resultados obtidos na análise sensorial demonstram que biscoitos formulados com “fibra de açaí” (FPA) e com “fibra de açaí” e glicerol (FPAG) podem ser viáveis comercialmente, pois apresentaram boa aceitabilidade entre os

provadores. O glicerol adicionado não apresentou interferências sensoriais no sabor do produto, portanto pode ser utilizado sem que aja rejeição dos consumidores;

Todos os ensaios de elaboração de biscoitos apresentaram valores de teor de água e cinzas que ficaram dentro dos valores permitidos pela legislação para biscoitos que é de 14% para o teor de água e 3% para as cinzas. Considerando-se a portaria n° 27 da ANVISA (Brasil, 1998) pode-se afirmar que este produto é um alimento com elevado teor de fibra, pois apresenta na sua constituição 6g/100g de fibras para alimentos sólidos.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - A.A.C.C. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9ª ed. St. Paul, 1995, 2v.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO – ABIA, 1990, cap. 3, revisão nº 4. Disponível em: <www.abia.org.br>. Acesso em: 06/08/08.

ANDERSON, J. W.; SMITH, B. M.; GUSTAFSON, N. J. Health benefits and practical aspects of high-fiber diets. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.59, n.5, p.1242, 1994.

ANDRE, B. S.; RODRIGUEZ, N.T.; MORAES-FILHO, P.J. Constipação intestinal. **Revista Brasileira de Medicina**, São Paulo, v.57, p.53-63, dezembro, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**. 16 ed., Washington, 1997.

ARAUJO, K. M; OLIVEIRA, A. K. C; COSTA, G. B; QUEIROGA, R. N. G. e PANNIR SELVAM, P. V. **Estudo comparativo técnico e econômico de diferentes óleos vegetais brasileiros para produção de biocombustível**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Dep. de Eng. Química) – Centro de Tecnológica Grupo de Pesquisa em Engenharia de Custos e Processos. Disponível em <<http://www.ufrngpec.hpg.com.br>>. Acesso em 25/09/2007.

ARAUJO, M. **Resíduo do açaí representa 20% da matriz energética em cerâmica do município de Iranduba (AM)**. 09/06/2009. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2009/06/09/residuo-do-acai-substitui-queima-de-madeira-nativa/>>, acesso em 25/06/2009.

ARTZ, W. E. et al. Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.67, n.3, p.303-305, may/june 1990.

ASCHERI, D. P. R.; PEREIRA, L. D.; MOTA, R. D. P. Farinha do bagaço de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg) e sua incorporação em biscoitos. Goiânia. Universidade Estadual de Goiás. Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Anápolis, março 2007.

BLOKSMA, A. H. Rheology of the breadmaking process. **Cereal Foods World**, v.35, p.228-236, 1990.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de Nutrientes). **Diário Oficial**. Brasília, DF de 13/01/1998.

BRASIL, Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (C.N.N.P.A.). Resolução nº12 de 24 de julho de 1978. Aprova normas especiais relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. **Diário Oficial**. Brasília, DF de 24/07/1978.

BRASIL, Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (C.N.N.P.A.). Resolução nº38 de 1977. Aprovar como coadjuvantes da tecnologia de fabricação as substâncias constantes dos anexos I, II, III e IV, destinadas ao fabrico de produtos forneados. **Diário Oficial**. Brasília, DF de 27/12/1977.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial**. Brasília, DF de 26 de dezembro de 2003.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº 132, de 19 de fevereiro de 1999. Aprova o regulamento técnico referente a sêmola ou semolina de trigo durum, farinha de trigo durum e farinha integral de trigo durum, constante do anexo desta. **Diário Oficial**. Brasília, DF de 25 de fevereiro de 1999.

BRASIL, Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde (CNS). Resolução CNS/MS n.º 04, de 24 de novembro de 1988. Aprovar a revisão das Tabelas I, III, IV e V referente a aditivos intencionais, bem como os Anexos I, II, III e VII. **Diário Oficial**. Brasília, DF de 19 de dezembro de 1988.

BUENO, R. O. G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CANTAROW, A.; SCHEPARTZ, B. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Athenus, 1969.

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

CHANG, Y. K.; MARTÍNEZ-FLORES, H. E.; MARTÍNEZ- BUSTOS, F.; SGARBIERI, V. C. Effect of extruded products made with cassava starch blended with oat fiber and resistant starch on the hypocholesterolemic properties as evaluated in hamsters. **Nutraceuticals and Food**, v.7, p.133-138, 2002.

CHARUN, E.; ABECASSIS, J.; CONTAMINE, A. S.; ROULLAND, T. M.; VERGNES, B.; MOREL, M. H.; Effects of temperature and mechanical input on semisweet biscuit (cookie) quality and dough characteristics. **Cereal Chemistry**, v.77, n.3, p.265-271-1439, 2000.

CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Characterization of passion fruit seed fibres: a potential fibre source. **Food Chemistry**, London, v.85, p.189-194, 2004.

CHO, S. S.; CLARK, C.; URIBE-SAUCEDO, S. Gastrointestinal and other physiological effects of wheat bran. **Cereal Foods World**, v.49, n.3, p.140-144, 2004.

COELHO, M. A. Z.; LEITE, S. G. F.; ROSA, M. F., et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde. **Boletim CEPPA**, v.19, n.01, p.33-42, janeiro/junho, 2001.

COLLINS, J. L.; FALASINNU, G. A. Dietary fiber as an ingredient in cookies. **Tennessee Farm and Home Science**, Tennessee, v.101, p.21-24, janeiro/março 1977.

CONTAMINE, A. S.; ABECASSIS, J.; MOREL, M. H.; VERGNES, B.; VEREL, A. The effect of mixing conditions on the quality of dough and biscuits. **Cereal Chemistry**, v.72, p.516-522, 1995.

COURI, S.; CABRAL, L. M. C.; MATTA, V. M. **Açaí e camu-camu**: agregando valor de forma sustentável. 12.01.07. Disponível em http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=14570>, acesso em 25/06/09.

CRONIN, K.; PREIS, C. A statistical analysis of biscuit physical properties as affected by baking. **Journal of Food Engineering**, v.46, p.217-225, 2000.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 1996.

EASTWOOD, M. A – The physiological effect of dietary fiber: un update. Annual review of Nutrition, v.12, p.19-35, 1992.

EL-DASH, A. A. et al. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. 1. ed. São Paulo: Secretária da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1979, 347p. (Série Tecnologia Agroindustrial).

EL-DASH, A. A.; GERMANI, R. Tecnologia de farinha mistas: uso de farinhas mistas na produção de biscoitos. 1. ed., Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos - EMBRAPA, 1994. 47p.

EL-DASH, A. A.; SOUZA, M. L.; RODRIGUES, R. S.; FURQUIM, M. F. G. Processamento de “Cookies” de Castanha-do-Brasil. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.19, n.2, p.381-390, julho/dezembro 2001.

EXPORTAÇÃO de sucos do Pará bate recorde em janeiro. Secretaria de Estado, Ciência e Tecnologia – SEDECT. 17/03/09. Disponível em: <<http://www.seduct.pa.gov.br/index.php?q=node/326>>, acesso em 25/06/2009.

FARIDI, H. **The science of cookie and cracker production**. London: Chapman and Hall, 1994.

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B. **Princípios da Operações Unitárias**. 2 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M. ; MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. Órgão oficial de la sociedad Latinoamericana de Nutrición. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.53, n.1, 2003.

GONÇALVES, V. L. C.; PINTO, B. P.; MUSGUEIRA, L. C.; SILVA, J. C.; MOTA, C. J. A. Biogásolina: produção de ésteres da glicerina. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química. Disponível em <<http://www.diesel.br>>, acesso em 03/05/2007.

GORINSTEIN, S.; ZACHWIEJA, Z.; FOLTA, M.; BARTON, H.; PIOTROWICZ, J.; ZEMSER, M.; WEISZ, M.; TRAKHTENBERG, S.; MARTIN-BELLOSO, O. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.49, p.952-957, 2001.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; MARTÍN-BELLOSO, O. Comparison of dietary fibre from byproducts of processing fruits and greens from cereals. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, London, v.9, n.2, p.503-508, 1999.

GRIZOTTO, R. K.; AGUIRRE, J. M. de; MENEZES, H. C. de. Frutas estruturadas de umidade intermediária obtida de polpas concentradas de abacaxi, manga e mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, Outubro/Dezembro, 2005.

GUTKOSKI, L. C. Efeito do teor de amido danificado na produção de biscoitos tipo semi-duros. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, 2007.

HILLIAM, M.; Future for dairy products and ingredients in the functional foods market. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v.58, n.2, p.98-103, 2003.

HWANG, M. P., HAYAKAWA, K. Bulk densities of cookies undergoing commercial baking processes. **Journal of Food Science**, v.45, p.1400-1407, 1980.

JAMES, C., COURTNEY, D. L. D., LORENZ, K. Rice bran-soy blends as protein supplements in cookies. **Journal of Food Science Technology**, v.24, n.5, p.495-502, 1989.

JARDIM, D. C. P.; GERMER, S. P. M. Atividade de Água em Alimentos. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Campinas –SP, novembro, 1997.

JELTEMA, M. A.; ZABIK, M. E.; THIEL, L. J. Prediction of cookie quality from dietary fiber components. **Cereal Chemistry**, v. 0, n.3, p.227-230, may/june 1983.

KISSEL, L. T.; PRENTICE, N.; YAMAZAKI, W. T. Protein enrichment of cookie flours with wheat gluten and soy flour derivatives. **Cereal Chemistry**, Saint Paul,

v.52, n.6, p.638-649, novembro/dezembro,1975.

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

LARIO, Y.; SENDRA, E.; GARCIA-PEREZ, J.; FUENTES, C.; SAYAS-BARBERA, E.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; PEREZ-ALVAREZ, J.A. Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.5, p.113-117, 2004.

LAWSON, R. Mathematical modelling of commercial biscuit ovens. **Dechema Monographien**, v.70, p.367-387, 1972.

LAWSON, R. Oven control system to reduce packet weight tolerance in biscuit manufacture. **Baking Industries Journal**, v.8, p.7-14, 1975.

LEELAVATHI, K.; RAO, H. P. Development of high fiber biscuits using wheat bran. **Journal of Food Science Technology**, London, v.30, n.3, p.187-191, may/june 1993.

LEHN, D. N.; PINTO, L. A. A. Isotermas de equilíbrio e curvas de secagem para arroz em casca em silos de armazenagem. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.12, n.3, p.177-191, julho/setembro, 2004.

LEORO, M. G. V. **Desenvolvimento de cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

LINS, K. J. C. **Avaliação das características físico-químicas da borra resultante do processamento industrial de açaí (*Euterpe Oleracea* Mart.) e de seu uso para fins alimentícios**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará, Belém-Pa, 2008.

MAACHE-REZZOUG, Z.; BOUVIER, J. M.; ALLA, K.; PATRAS, C.; Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality biscuits. **Journal of Food Engineering**, v.35, p.23-42, 1998a.

MAACHE-REZZOUG, Z.; BOUVIER, J.; ALLAF, K.; PATRAS, C. Study of mixing in connection with the rheological properties of biscuit dough and dimensional characteristics of biscuits. **Journal of Food Engineering**, v.35, p.43-56, 1998b.

MANLEY, D. J. R. **Technology of biscuits: crackers and cookies**. England: Ellis Horwood, 1983, 446 p.

MARANGONI, A. L. **Potencialidade de aplicação de farinha de Yacon (*Polymnia sonchifolia*) em produtos à base de cereais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2007.

MARLETT, J. A. Content and composition of dietary fiber in 117 frequently consumed foods. **J. Am. Diet. Assoc.**, v.92, n.2, p.175-186, 1992.

MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos, na área de Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2005.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v.34, n.1, p.50-55, 2000.

MENDONÇA, N. B. **Caracterização e secagem do segundo resíduo da industrialização do suco de maracujá em secador de leito fixo**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pará, Belém-Pa, 2005.

MENRAD, K.; Market and marketing of functional food in Europe. **Journal of Food Engineering**, v.56, p.181-188, 2003.

MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e Análise de Biscoitos**, São Paulo: Varela, 1999.

NOGUEIRA, O. L. **A Cultura do Açaí**. Brasília, DF. EMBRAPA/CPATU-SP. 1995 (Coleção Plantar, Série Vermelha fruteiras).

NOGUEIRA, O. L. **Embrapa Amazônia Oriental** - Sistemas de Produção 4 - 2 ed., Dezembro/2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm>, acesso em 27/11/07.

NOGUEIRA, F. M. **Elaboração e caracterização de biscoito tipo amanteigado de chocolate com substituição parcial de gordura hidrogenada por óleo de castanha-do-brasil (*bertholletia excelsa*, h.b.k.)**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará, Belém-Pa, 2008.

O MERCADO de biscoitos: a realidade de 2007 e as perspectivas para 2008. Brasil Alimentos, Revista OnLine n.348 - 20/6/2008. Disponível em: <<http://www.brasilalimentos.com.br/default.asp?busca=mercado+de+biscoito>>, acesso em 25/06/2008.

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

OLIVEIRA, M. S. P. **Caracterização molecular e morfo-agronômica de germoplasma de açaizeiro**. 2005, 182p. Tese (Doutorado na área de concentração genética e melhoramento de plantas) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.

PACHECO, E. Fibra dietética. **Boletim Informativo de La Riare**, n.5, p.28-40, 1995.

PALACIN, J. J. F.; LACERDA FILHO, A. F.; CECON, P. R.; MONTES, E. J. M. Determinações das curvas de secagem de milho nas espigas (*zea mays l.*). **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.13, n.4, p.300-313, outubro/dezembro, 2005.

PENTEADO, R. L. B. Fibra vegetais na alimentação humana. **Boletim SBCTA**. v.15, n.3, p.279-302, 1995.

PEREIRA, C. A.; CARLI, L.; BEUX, S.; SANTOS, M. S.; BUSATO, S. B.; KOBELNIK, M.; BARANA, A. C. **Utilização de farinha obtida a partir de rejeito de batata na elaboração de biscoitos**. Universidade Federal de Ponta Grossa. Centro de Ciências Exatas Terra, Ponta Grossa, v.11, n.1, p.19-26, abril, 2005.

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, v.27, n.1, p.186-192, janeiro/março, 2007.

PEREZ, P, M. P.; GERMANI, R. Farinha mista de trigo e berinjela: características físicas e químicas. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.22, n.1, janeiro/junho, 2004.

PORTAL DO BIODIESEL, Biodiesel. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/diesel/diesel-combustivel.htm>>, acesso em às 19/04/07.

ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.33, p.103-148, 1993.

ROGEZ, H. **Açaí: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação**. 1 ed. Belém-Pará: EDUFPA, 2000.

SAGRI - Secretaria de Estado de Agricultura do Estado do Pará. Evolução das áreas, produção e rendimento do açaí no estado do Pará de 2003 à 2008. Disponível em: <www.sagri.pa.gov.br>. Acesso em: 25/06/09.

SANTUCCI, M. C. C. et al. Efeito do enriquecimento de biscoitos tipo água e sal com extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.441-446, 2003.

SAURA-CALIXTO, F. Fibra dietética de manzana; hacia nuevos tipos de fibras de alta calidad. **Alimentaria**. v.5, p.57-61, 1993.

SCHNELL, M. Efectos de la fibra dietética sobre La absorción de glucosa. **Boletim informativo de la Riare**, Argentina, n 5, p.22-30, 1995.

SCHOBER, T. J.; O'BRIEN, C. M.; MCCARTHY, D.; DARNEDDE, A.; ARENDT, E. K. Influence of gluten-free flour mixez and fat powders on the quality of gluten-free biscuits. **European Food Research and Technology**, v.216, p.216-376, 2003.

SEMBRIES, S.; DONGOWSKI, G.; JACOBASCH, G.; MEHRLANDER, K.; WILL, F.; DIETRICH, H. Effects of dietary fibre-rich juice colloids from apple pomace extraction juices on intestinal fermentation products and microbiota in rats. **British Journal of Nutrition**, v.90, p.607-615, 2003.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.2, n.1-2, p.7-19, 1999.

SILVA, M. R. **Caracterização química e nutricional da farinha de jatobá (Hymenaea stigonocarpa Mart.): desenvolvimento e otimização de produtos através de testes sensoriais afetivos**. 1997. 154 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997.

SILVA, C. E. M.; FAÇANHA, S. H. F.; SILVA, M. G. G. Efeito do Teor de Água, Amilose, Amilopectina e grau de Gelatinização no crescimento do Biscoito de Amido de Mandioca Obtido por Fermentação Natural. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.1, janeiro/abril, 1998.

SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; MARTINS, K. A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.2, p.176-182, maio/agosto, 2001a.

SILVA, M. R.; MARTINS, K. A.; BORGES, S. Avaliação química, física e sensorial de biscoitos enriquecidos com farinha de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata como fonte de fibra alimentar. **Brazil Journal Food Technology**, v.4, p.163-170, 2001b.

SIMABESP. Sindicato da Indústria de Massas Alimentícias e Biscoitos no Estado de São Paulo, São Paulo. Disponível em:<www.simabesp.org.br>, acesso em 11.10.2007.

SKLIUTAS, A. R.; **Estudo do desenvolvimento de barra dietética de cereais e goiaba desidratada pelo processo de osmose a vácuo com utilização de fruto-oligossacarídeo**. 2002. 116 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SLAVIN, L. J. Dietary fiber and body weight. **Nutrition**, v.21, p.411-418, 2005.

SOTOLANI, A. S. **Glicerol**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT, 2007. Disponível em:<<http://www.sbrt.ibict.br>>, acesso em 25/04/2007.

SOUZA, M. L et al. Processamento de cookies de castanha-do-brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17, 2000, Fortaleza. **Livros de Resumos...** Campinas: SBCTA, 2000. v.3. p.11-12.

STELLA, R. **Fibras para seu intestino**. Disponível em <http://www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/010921_nut_fibra_intestino.htm>, acesso em 22/12/2007.

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

TORRES, E. A.; CHIRINOS, H. D.; ALVES, C. T.; SANTOS, D. C.; CAMELIER, L. A. Biodiesel: o combustível para o novo século. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v.16, n.1, p.89-95, junho, 2006.

TSEN, C. C. Regular and protein fortified cookies from composite flours. **Cereal Foods World**, v.21, n.12, p.634-637, 1976.

VITTI, P.; PIZZINATO, A. **Emprego da farinha de raspa de mandioca pré-gelatinizada em pão e biscoito**. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, Campinas, v.6, p.409-429, 1975.

VITTI, P. et al. **O Uso de farinhas mistas em pão, biscoito, macarrão**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, 1979. 175p.

VITTI, P. **Avaliação tecnológica dos produtos elaborados com farinha de trigo (pão, macarrão, biscoito)**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Centro de Tecnologia de Farinhas e Panificação, 1992, p.14-21.

VITTI, P.; GARCIA, E. E. C.; OLIVEIRA, L. M. **Tecnologia de biscoitos**. São Paulo: Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, 1988, p. 86.

VRATANINA, D. L.; ZABIK, M. E. Dietary fiber sources for baked products: Bran in sugar snap cookies. **Journal of Food Science**, London, v.43, n.5, p.1590-1594, september/October, 1978.

WADE, P. Technology of biscuit manufacture: Investigation of the process for making semi sweet biscuits. **Chemistry and Industry**, v.6, p.1284-1293, 1971.

WADE, P. **Biscuits, cookies and crackers, The principles of the craft**. England: Elsevier, v.1, 1988.

Modelo de ficha utilizada no Teste de Aceitação.

TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome: _____ Idade: ____ Data: _____

Amostra número _____

Você está recebendo amostras codificadas. Avalie os atributos de textura crocante e sabor da amostra, e na escala abaixo indique o quanto você gostou ou desgostou da mesma.

Textura crocante	Sabor
9. Gostei muitíssimo	9. Gostei muitíssimo
8. Gostei muito	8. Gostei muito
7. Gostei moderadamente	7. Gostei moderadamente
6. Gostei ligeiramente	6. Gostei ligeiramente
5. Nem gostei, nem desgostei	5. Nem gostei, nem desgostei
4. Desgostei ligeiramente	4. Desgostei ligeiramente
3. Desgostei moderadamente	3. Desgostei moderadamente
2. Desgostei muito	2. Desgostei muito
1. Desgostei muitíssimo	1. Desgostei muitíssimo

Nº da Amostra	Valor Textura crocante	Valor Sabor

ANEXO B

Tabela: Resultados do teste de aceitação dos ensaios das formulações contendo “fibra de açaí”

Ensaio	Teste de Aceitação (Dutcosky, 1996)	
	IA_Textura crocante %	IA_Sabor %
1	90,83 ^a	95,42 ^a
2	90,42 ^a	97,50 ^a
3	91,67 ^a	98,33 ^a
4	89,58 ^a	98,75 ^a
5	99,58 ^a	90,37 ^a
6	92,86 ^a	95,42 ^a
7	97,5 ^a	89,26 ^a
8	97,92 ^a	99,17 ^a

Na mesma coluna, médias com letra em comum indicam não haver diferença significativa entre os resultados ($p < 0,05$)

ANEXO C

Tabela 1: Análise de variância (ANOVA) para os resultados do teste de aceitação para o atributo textura crocante dos biscoitos elaborados com “fibra de açaí” e glicerol

Fonte da variação	GL	SQ	MQ	F Calculado	Valor-P	F Tabelado
Amostra	3	202,09	67,36	26,07	5,79E-13	2,68
Provadores	116	299,7	2,58			
Total	119	501,79				

Tabela 2: Análise de variância (ANOVA) para os resultados do teste de aceitação para o atributo sabor dos biscoitos elaborados com “fibra de açaí” e glicerol

Fonte da variação	GL	SQ	MQ	F Calculado	Valor-P	F Tabelado
Amostra	3	27,27	9,09	4,70	0,003901	2,68
Provadores	116	224,2	1,9			
Total	119	251,47				