



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA
DE ALIMENTOS**



**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE SNACKS
EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (ZEA MAYS) COM A
INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (EUTERPE
OLERACEA MART).**

JOSÉ CARLOS DE SALES FERREIRA

MANAUS

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA DE ALIMENTOS**



JOSÉ CARLOS DE SALES FERREIRA

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE SNACKS
EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (ZEA MAYS) COM A
INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (EUTERPE
OLERACEA MART).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas – UFAM como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos, área de concentração em tecnologia de alimentos.

Orientadora: Prof^a Dra. Francisca Souza

Co-orientadora: Prof^a Dra. Caroline Joy Steel

MANAUS

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ferreira, José Carlos de Sales

F383d DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (ZEA MAYS) COM A INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (EUTERPE OLERACEA MART). / José Carlos de Sales Ferreira. 2014

106 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Francisca das Chagas do Amaral Souza

Coorientadora: Caroline Joy Steel

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Extrusados. 2. farinha de açaí . 3. farinha de milho. 4. snacks. I. Souza, Francisca das Chagas do Amaral II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (ZEA MAYS) COM A INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇÁI (EUTERPE OLERACEA MART).

JOSÉ CARLOS DE SALES FERREIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em: _____/_____/_____

Banca examinadora

Orientador _____

Profa. Dra. Francisca Souza

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Membro

1º Examinador _____

Profa. Dra. Francisca Simas

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Membro

2º examinador _____

Profa. Dra. Lídia Medina

Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Membro

3º examinador _____

Profa. Dra. Lúcia Boeira

Instituto Federal do Amazonas – IFAM

À Deus e minha família.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha vida abençoada;

À minha Mãe Antonia Océlia de Sales Ferreira, por todo seu amor e carinho, pelas palavras de conforto e incentivo nos momentos difíceis.

Às minhas irmãs Helaine Cristina de Sales Ferreira e Maria Helena de Sales Ferreira pelo apoio e torcida do irmão caçula.

Ao meu Pai Robertson José Abecassis Ferreira, pelo apoio e incentivo;

Aos meus sobrinhos Guilherme e Geovanne, que o tio ama.

À Profa. Dra. Francisca das C. do A. Souza, minha orientadora, que foi minha professora na graduação e nos reencontramos pelos corredores do INPA, obrigado pela oportunidade, apoio e toda sua dedicação, compreensão, paciência e pronta disponibilidade para a solução de dúvidas durante todo o trabalho. Tenho-a com um exemplo. Ficam aqui, dessa forma, meu reconhecimento e admiração a uma professora com intelecto além dos limites convencionais;

Ao Pesquisador Jaime Paiva Lopes Aguiar do INPA pela oportunidade de trabalhar ao lado de um profissional tão renomado e dedicado às pesquisas na área de alimentos do estado do Amazonas.

À Universidade Federal do Amazonas, pelo apoio institucional;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA; Coordenação Sociedade Ambiente e Saúde (CSAS) e Laboratório de Físico-Química de Alimentos (LFQA), pelo apoio no desenvolvimento das análises.

À Universidade Estadual de Campinas - (UNICAMP); Faculdade de Engenharia de Alimentos - (FEA); Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela parceria;

À Profa. Dra. Caroline J. Steel, minha co-orientadora da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, pela oportunidade, apoio e orientações no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Marcio Schmiele pela dedicação e ensinamentos no processo de extrusão.

Aos técnicos Grazielle e Marcelo do Laboratório de Físico-química de Alimentos e Nutrição (LFQA/INPA).

À minha grande amiga Ivone Lima Santos, minha grande companheira de mestrado e viagens. Guardo você no meu coração;

Ao meu amigo Adson Garcia, que sempre acreditou na minha capacidade, pelos seus conselhos e incentivos para que eu chegasse até aqui;

A todos os meus amigos, André Ribeiro, Ana Rita Gaia, Mircela, Rebeca, Samya, Raoni, Kelly, Tarciano, Amanda, Thay, Naymê, Rherison, Vanessa, Grace, Heitor Lopes, Zíbia, Mires, Jociney, pelo apoio, torcida, companheirismo, obrigado pela amizade e compreensão, mesmo distante de alguns, sei que sempre torceram muito por mim.

“Aquele que crê em mim nunca estará sozinho”
Jesus Cristo

RESUMO

Ferreira, José Carlos de Sales. **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (*ZEA MAYS*) COM A INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (*EUTERPE OLERACEA MART*).** Mestrado em Ciência de Alimentos; Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2014.

Estilo de vida agitado e a crescente demanda dos consumidores por refeições e lanches que são fontes rápidas de nutrientes tem levado a indústria de alimentos desenvolver alimentos prontos para comer, petiscos que combinam praticidade e nutrição. O objetivo do presente trabalho foi desenvolver snacks extrusados de farinha de milho com a incorporação da farinha de açaí e caracterizar o produto final quanto às características tecnológicas, físico-química, microbiológicas e sensoriais dos snacks expandidos. Para o processo de extrusão variou-se a umidade de condicionamento, percentual de concentração da farinha de açaí e a temperatura da matriz, segundo Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR, com fatorial completo 2^3 , 6 ensaios nas condições axiais, 8 ensaios nas condições fatoriais e 4 repetições no ponto central, totalizando 18 ensaios. No produto final, ou ponto ótimo, foram caracterizadas quanto à composição físico-química (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, vitaminas e minerais), física (textura, cor e volume) e reológica (índices de absorção e de solubilidade em água). Os resultados foram analisados por Metodologia de Superfície de Resposta. Verificou-se que a incorporação da farinha de açaí na produção de snacks expandidos possui uma característica tecnológica, físico-química, nutricional, sensorial e, vida de prateleira adequada sendo uma boa alternativa na produção e melhoria da qualidade nutricional desse tipo de produto.

Palavras-chave: extrusados, farinha de açaí, milho, snacks.

ABSTRACT

Ferreira, José Carlos de Sales. **DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF SNACKS extruded FLOUR CORN (ZEA MAYS) WITH THE INCORPORATION OF FLOUR ACAI (EUTERPE oleracea)**. MSc in Food Science; Federal University of Amazonas, Manaus, AM, 2014. Busy lifestyles and the growing consumer demand for meals and snacks that are quick sources of nutrients has led the food industry to develop ready to eat snacks that combine practicality and nutrition foods. The aim of this study was to develop extruded snacks corn flour with the incorporation of the acai flour and characterize the final product as the technological, physical-chemical, microbiological and sensory characteristics of expanded extrudates. For the extrusion process was varied moisture conditioning, percentage concentration of acai flour and the temperature of the matrix, according to Central Composite Rotational Delineation - CCRD, with full factorial 2³, 6 trials in the axial condition, 8 trials in factorial conditions and 4 repetitions at the central point, totaling 18 trials. In the final product, or optimum, were characterized for physical and chemical composition (moisture, ash, protein, lipids, carbohydrates, vitamins and minerals), total anthocyanins, physical (hardness and color) and rheological (indices of absorption and solubility viscoamylographic properties and water). The results were analyzed by Response Surface Methodology and responses were evaluated expansion index, compressive strength (texture), rates of absorption and solubility in water and viscographic properties. It was found that the incorporation of the acai flour in the production of expanded snacks has enough technological and nutritional response and would be a good alternative in order to improve the nutritional quality of this type of product.

Keywords: extruded, acai flour, corn snacks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema ilustrado de um extrusor	3
Figura 2. Diferentes formas de snacks	4
Figura 3: Palmeira do fruto de açaí	14
Figura 4: Extrusora dupla rosca para elaboração de extrusados da UNICAMP-SP	21

LISTA DE TABELAS

Parte I: PLANO

Tabela 1. Níveis das variáveis independentes.....	19
Tabela 2. Delineamento Composto Central Rotacional - DCCR 2 ³	19

Parte II: ARTIGOS

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (*Zea Mays* L.) COM A INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea* MART).

Tabela 1. Níveis das variáveis independentes.....	37
Tabela 2. Média dos resultados das características tecnológicas dos ensaios tecnológicos.....	39
Tabela 3: Média da Luminosidade - L* das matérias-primas.....	42

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E NUTRICIONAL DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (*Zea Mays*) COM A INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea* Mart)

Tabela 1. Valores médios da caracterização físico-química dos snacks e da farinha de açaí (mg/100g do produto).....	59
Tabela 2. Nível de atividade de água do ponto ótimo, controle e farinha de açaí.....	62
Tabela 3. Microrganismos analisados do ponto ótimo, controle e da farinha de açaí.....	62
Tabela 4: Tabela de comparação nutricional entre o snacks de farinha de milho e um snacks comercial regional.....	63

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS SENSORIAIS, ACEITABILIDADE E VIDA DE PRATELEIRA DE SNACKS EXTRUSADOS DE MILHO COM A INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea* Mart).

Tabela 1: Comparação média do percentual de aceitação global, sabor e crocância.....	76
Tabela 2: Comparação do percentual de intenção de compra do snacks ponto ótimo (A) e controle (B).....	79
Tabela 3. Resultados dos índices de acidez, pH e microbiologia do ponto ótimo (A) e controle (B).....	80

LISTA DE GRÁFICOS

Parte II

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E NUTRICIONAL DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (*Zea Mays*) COM A INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea* Mart).

Gráfico 1. Efeito da concentração de farinha de açaí e da temperatura de extrusão sobre o índice de expansão dos extrusados.....	39
Gráfico 2. Efeito da temperatura de extrusão sobre o volume específico do produto extrusado.....	41
Gráfico 3. Efeito da concentração de farinha de açaí sobre a luminosidade dos produtos extrusados.....	43
Gráfico 4. Efeito dos teores de umidade e temperatura sobre o índice de absorção de água dos extrusados.....	44
Gráfico 5. Efeito da umidade e temperatura de extrusão sobre o índice de solubilidade em água dos extrusados.....	45
Gráfico 6. Efeito da concentração de farinha de açaí, umidade e temperatura sobre os extrusados.....	46

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E NUTRICIONAL DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (*Zea Mays*) COM A INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea* Mart)

Gráfico 1. Concentração de macrominerais no controle e ponto ótimo do snacks (mg/100g).....	60
Gráfico 2. Concentração de microminerais no controle e ponto ótimo do snacks (mg/100g).....	61

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS SENSORIAIS, ACEITABILIDADE E VIDA DE PRATELEIRA DE SNACKS EXTRUSADOS DE MILHO COM A INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea* Mart).

Gráfico 1. Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto gostou ou desgostou da aceitação global.....	75
Gráfico 2. Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto ao sabor.....	77
Gráfico 3. Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto a crocância.....	77
Gráfico 4. Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto à intenção de compra.....	79

SUMÁRIO

Parte I

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 EXTRUSÃO TERMOPLÁSTICA.....	3
2.1.2 EFEITOS TECNOLÓGICOS DO PROCESSO DE EXTRUSÃO.....	5
2.1.3 VANTAGENS E APLICAÇÃO DA EXTRUSÃO	6
2.1.4 PROPRIEDADES FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E FUNCIONAIS DO AMIDO EXTRUSADO	6
2.1.5 SNACKS	8
2.1.6 EFEITOS FÍSICO-QUÍMICOS SOBRE OS NUTRIENTES DOS EXTRUSADOS	10
2.1.6.1 CARBOIDRATO	10
2.1.6.1.1 AMIDO	10
2.1.6.1.2 PROTEÍNAS	11
2.1.6.1.3 LIPÍDEOS.....	11
2.1.6.1.4 FIBRAS	12
2.1.6.1.5 VITAMINAS E MINERAIS.....	12
2.1.7 COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO MILHO	13
2.1.8 COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO AÇAI.....	14
2.1.9 PRODUTOS A PARTIR DO AÇAI	15
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 GERAL.....	17
3.1.2 ESPECÍFICOS	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1 MATERIAL.....	18

4.1.1. MATÉRIA – PRIMA.....	18
4.2 MÉTODOS	18
4.2.1 PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DA FARINHA DE AÇAÍ... 18	
4.3 PROCESSAMENTO DO “SNACKS”	19
4.3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	19
4.3.2 CONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS	20
4.3.3 PROCESSAMENTO DOS “SNACKS” EXTRUSADOS	20
4.4 DETERMINAÇÃO DO PONTO ÓTIMO	21
4.4.1 AVALIAÇÕES TECNOLÓGICAS DO PRODUTO EXTRUSADO	22
4.4.1.1 COR	22
4.4.1.2 ÍNDICE DE EXPANSÃO IE.....	22
4.4.1.3 DETERMINAÇÃO DA TEXTURA	23
4.4.1.4 VOLUME ESPECÍFICO	23
4.4.1.5 ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (IAA) E ÍNDICE DE SOLUBILIDADE EM ÁGUA (ISA)	23
4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS EXTRUSADOS.....	24
4.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MATÉRIA-PRIMA E DOS EXTRUSADOS	24
4.6.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	24
4.6.1.1 UMIDADE.....	24
4.6.1.2 CINZAS	24
4.6.1.3 LIPÍDEOS.....	25
4.6.1.4 PROTEÍNA BRUTA (DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO)	25
4.6.1.5 TEOR DE FIBRA TOTAL, SOLÚVEL E INSOLÚVEL	25
4.6.1.6 CARBOIDRATOS	25
4.6.2 ANÁLISE DE MINERAIS	26
4.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	26

4.7.1 COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES	26
4.7.1.1 TESTE PRESUNTIVO PARA COLIFORMES TOTAIS.....	26
4.7.1.2 TESTE CONFIRMATIVO PARA COLIFORMES TOTAIS	26
4.7.1.3 TESTE CONFIRMATIVO PARA COLIFORMES TERMOTOLERANTES 27	27
4.7.2 ESCHERICHIA COLI	27
4.8 ASPECTOS ÉTICOS	27
4.9 AVALIAÇÃO SENSORIAL	27
4.10 VIDA DE PRATELEIRA.....	28
4.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
5. PARTE 2 - RESULTADOS	29
6. REFERÊNCIAS.....	84

1. INTRODUÇÃO

O Estilo de vida agitado e a crescente demanda dos consumidores por refeições e lanches que são fontes rápidas de nutrientes tem levado a indústria de alimentos desenvolver alimentos prontos para comer, petiscos que combinam praticidade e nutrição.

Um dos processos industriais que tem se mostrado muito eficiente na obtenção de produtos alimentícios industrializados é a extrusão, sendo viável no processamento de raízes e tubérculos amiláceos. Harper (1986) conclui que a extrusão é um processo versátil, efetivo e adaptado à carência de energia alternativa nos países subdesenvolvidos.

A extrusão possibilita a obtenção de uma variedade de produtos como os snacks, farinhas pré-gelatinizadas, cereais pré-cozidos, entre outros.

Segundo Harper (1981) a extrusão provoca alterações em várias propriedades funcionais do amido, as quais dependem principalmente da relação amilose e amilopectina e dos parâmetros operacionais do processo como a umidade da matéria prima, a temperatura do processo e a velocidade e a geometria do parafuso.

As principais propriedades funcionais do amido extrusado quando disperso em água, são a absorção de água e a solubilidade em água. Assim, este absorve o líquido rapidamente, formando uma pasta a temperatura ambiente, sem qualquer aquecimento (SEBIO, 1996). O aumento de solubilidade com a gelatinização é a base para a confecção de alimentos amiláceos instantâneos.

O açaí é um fruto amazônico que vem ganhando novos mercados desde a década de 90, devido principalmente ao seu elevado valor nutricional. No entanto, seu consumo não ocorre na forma “in natura”, mas principalmente como polpa, devendo o fruto ser submetido a um processo de extração (NOGUEIRA, *et al.*, 2005).

Estudos apontam o açaí como um fruto rico em polifenóis, especialmente em antocianinas, com um teor relativamente alto, variando de 50 a 180 mg/100g de polpa. Em comparação com o suco de uva, reconhecido como boa fonte destes compostos e que apresenta um teor de 14 a 27

mg/100g (BOBBIO *et al.*, 2000; POZO-INSFRAN, BRENES & TALCOTT, 2004; WU *et al.*, 2006), verifica-se que os teores no açaí são relevantes.

A necessidade de valorização de culturas tropicais de baixo custo de produção, aliada ao desenvolvimento de produtos alimentícios naturais, viabiliza estudos que busquem estes objetivos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver snacks extrusados de farinha de milho (*Zea mays*) com a incorporação da farinha de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) e caracterizar quanto aos parâmetros tecnológicos, físico-químicos, microbiológicos, nutricionais, sensoriais e vida de prateleira do produto, dividido em três artigos seqüentes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EXTRUSÃO TERMOPLÁSTICA

Um dos processos industriais que tem se mostrado eficiente na obtenção de produtos alimentícios é a extrusão (BORBA, 2005). O extrusor de rosca única foi primeiramente aplicado no processamento de alimentos em 1935, para extrusão contínua de pastas alimentícias. Desde então, tem sido aumentado grandemente o uso de extrusão na indústria de alimentos, particularmente naqueles processos que requerem cozimento ou gelatinização em algum estágio, como na preparação de "snacks", cereais, pastas, produtos de confeitaria, alimentos animais, suplementos protéicos e análogos à carne (ROSSEN & MILLER, 1973).

O processo de extrusão foi desenvolvido inicialmente na indústria de materiais plásticos e muitos aspectos, desde a teoria de funcionamento até a configuração da máquina, foram desenvolvidos com esse tipo de material (FAUBION et al., 1982).

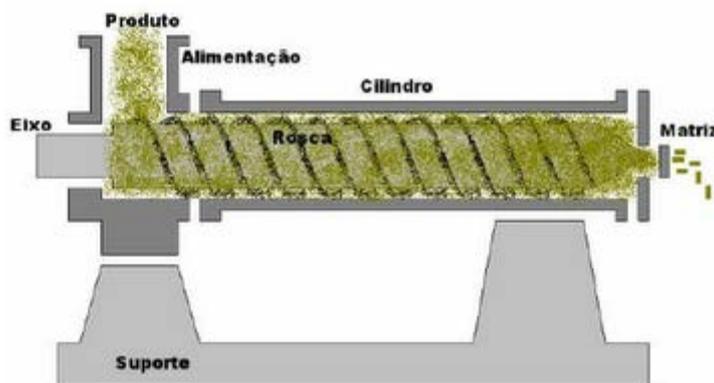


Figura 1. Esquema ilustrado de um extrusor.
Fonte: (CAMIRE e BELBEZ, 1996; ADAPTADO)

Sendo assim, extrusão termoplástica é a operação que consiste em modelar um material plástico, forçando-o através de uma matriz. A terminologia termoplástica caracteriza um material capaz de fundir quando aquecido e solidificar novamente quando resfriado (GONÇALVES, 2001). Como a temperatura atinge até 200°C e o tempo de residência do material é curto (10 a 60 segundos) a extrusão é denominada um processo “High Temperature –

Short Time” (HTST) (HARPER, 1988). O aquecimento rápido do alimento a altas temperaturas melhora a digestibilidade e minimiza efeitos prejudiciais, tais como o escurecimento e a produção de sabores e aromas indesejáveis (GONÇALVES, 2001).

O uso do processo de extrusão apresenta inúmeras vantagens: versatilidade, alta produtividade, baixo custo, produtos com formas variadas, alta qualidade por evitar perdas de nutrientes, produção de novos produtos e principalmente, não produzem efluentes (HARPER, 1979).



Figura 2. Diferentes formas de snacks
Fonte: Borba, 2005

Em virtude da sua versatilidade operacional e suas múltiplas funções, esta tecnologia tem encontrado um vasto campo de aplicações, seja para a produção de alimentos para o consumo humano ou para o consumo animal. Na área de alimentos para consumo humano, a diversidade de produtos envolve as áreas de panificação (pão chato “flat bread”, biscoitos, pastas alimentícias, crackers, wafers, etc.); cereais matinais e “snacks” prontos para o consumo com diversos formatos (bolinha, estrela, lua, concha, entre outros), diferentes tamanhos, cores e sabores, destinados aos mais variados consumidores; produtos de confeitaria e de macarrão; ingredientes para outros produtos; texturizados (proteína de soja texturizada, análogos de carne, ingredientes para sopas e bebidas, cereais fortificados, entre outros); produção de alimentos instantâneos, como pós para pudins, polentas, curais e similares; processamento de proteínas de oleaginosas e de leguminosas, a fim de eliminar inibidores de crescimento e de fatores anti palatáveis; produção de alimentos pré-cozidos destinados aos programas de assistência às populações

carentes e mal nutridas e à merenda escolar (LEONEL, 2005; SOUZA, 2006).

Seu princípio básico é a conversão de um material sólido em massa fluída pela combinação de umidade, calor, compressão e tensão de cisalhamento, e forçar sua passagem através de uma matriz para formar um produto com características físicas e geométricas pré-determinadas, obtendo-se, assim, a gelatinização do amido e/ou a desnaturação da proteína presente no alimento (BORBA, 2005). Os "Extrusados" são os salgadinhos tipo "isopor", geralmente feitos à base de milho.

Ao fim da extrusão, os salgadinhos passam por um cilindro rotativo, que tem sprays que jogam o aroma desejado sobre os "snacks" - pode ser queijo, presunto ou requeijão, por exemplo. Em seguida, o produto vai para a embalagem (YOON, 2001).

2.1.2 EFEITOS TECNOLÓGICOS DO PROCESSO DE EXTRUSÃO

As mudanças físicas resultantes do processamento são determinantes para a aceitabilidade do produto final, e, para snacks são características importantes: expansão, dureza, crocância e densidade. É esperada uma estrutura expandida na maioria dos snacks o que pode ser medido e quantificado por vários métodos (CHRISTOFIDES et al., 2004).

O teor de umidade do material que será extrusado afeta significativamente a expansão e foi considerada a variável mais importante do processo, em produtos amiláceos quanto menor a umidade, maior a expansão (ARÉAS, 1996 et al).

A formação de produtos expandidos com forma e textura desejáveis depende de inúmeros fatores. Os mais importantes são a gelatinização adequada do amido e o desenvolvimento de zonas de alta pressão próximas à matriz, para causar rápida evaporação da água e formação de uma estrutura celular forte (CAMIRE et al., 1990).

É freqüentemente observado que o conteúdo de amilose e amilopectina exerce efeito significativo na expansão da massa, sendo que altos teores de amilopectina proporcionam melhor expansão, em contrapartida, valores altos de amilose são prejudiciais (MERCIER e FEILLET, 1975; CAMIRE et al., 1990).

2.1.3 VANTAGENS E APLICAÇÃO DA EXTRUSÃO

A utilização da extrusão pela indústria de alimentos difundiu-se muito nos últimos anos por apresentar uma série de vantagens em relação aos processos tradicionais. Trata-se de um processo contínuo com pouco ou nenhum resíduo, baixos requerimento de mão de obra e de espaço por unidade de produção, alta capacidade de produção por unidade de área, sendo considerado de baixo custo em comparação com outros processos de cocção, pois converte eficientemente a energia elétrica em energia térmica (STANLEY, 1986).

A produção de propriedades texturais é uma das muitas características da tecnologia de extrusão. A textura do produto pode ser ajustada de macia a elástica pelo controle da formulação e das condições do processamento e a forma do produto pode ser modificada por alterações na matriz. Estas combinações diferentes permitem uma grande variedade de produtos, incluindo alcaçuz, doces cozidos, cremes, chocolates etc. (FELLOWS, 2002).

Outros produtos gerados pela extrusão são os cereais matinais, produzidos em extrusores de baixa pressão e os alimentos a base de proteínas. Nas proteínas texturizadas de soja, a extrusão-cocção destrói as enzimas presentes em sementes de soja, incluindo a urease a qual reduz a vida útil do produto, a lipoxidase que causa off flavors, por oxidação do óleo de soja e também destrói o inibidor de tripsina, que reduz a digestibilidade da proteína e melhora na aceitabilidade do alimento aumentando sua vida útil (FELLOWS, 2002).

2.1.4 PROPRIEDADES FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E FUNCIONAIS DO AMIDO EXTRUSADO

Algumas das propriedades físicas, físico-químicas e funcionais do amido envolvidas na extrusão são: textura, gelatinização, viscosidade, índice de absorção de água, índice de solubilidade em água, expansão e cor.

Segundo Chang & El-Dash (2003) a dureza é influenciada pelo índice de expansão e pelo alinhamento das camadas de amido para a formação da estrutura final.

A faixa de temperatura de gelatinização do amido é uma característica do genótipo da planta na qual o amido é sintetizado e é afetada pelas condições do meio, especialmente a temperatura durante o desenvolvimento do grânulo (FRANCO et al., 2001).

Chiang & Johnson (1977) investigaram alguns fatores importantes que afetam a gelatinização do amido durante a extrusão da farinha de trigo, como a umidade da matéria-prima, a temperatura de extrusão, a velocidade do parafuso e o tamanho da matriz. A interação entre temperatura e umidade afetou significativamente a gelatinização do amido. O aumento da temperatura de extrusão aumentou a gelatinização do amido em teores de umidade entre 18 e 27%.

A umidade não afetou significativamente a gelatinização do amido sob baixas temperaturas (65° e 80°C), mas afetou a gelatinização em altas temperaturas (95° e 110°C). O aumento da velocidade do parafuso diminuiu a gelatinização do amido. Os resultados mostraram que ligações glicosídicas (2→1) da sacarose e da rafinose e ligações glicosídicas (1→4) de malto-oligosacarídeos e de amidos são quebradas quando produtos de cereais são extrusados.

A viscosidade de pasta do amido, avaliada em viscoamilógrafo, parece ser determinada por dois fatores: o grau de inchamento dos grânulos e a resistência desses grânulos à dissolução pelo calor ou a fragmentação pela agitação mecânica (FRANCO et al., 2001).

A viscosidade inicial das farinhas cruas é praticamente nula. Ao realizar tratamento térmico por extrusão, o amido gelatiniza, absorve água a frio e, quanto maior o grau de gelatinização, maior será a capacidade de formar uma pasta, gel ou líquido viscoso à temperatura ambiente (EL-DASH et al., 1983). O valor da viscosidade inicial se eleva com a prévia gelatinização da amostra e decresce quando os grânulos de amido se rompem e são despolimerizados durante a cocção (NEWPORT SCIENTIFIC, 1998).

A viscosidade final é a medida da retrogradação do amido que, em produtos extrusados, vai depender das modificações que ocorrem nas estruturas do grânulo e das moléculas (EL-DASH, 1982). O fenômeno retrogradação é, basicamente, uma recristalização decorrente do agrupamento das moléculas de amilose e amilopectina do amido através da formação de

novas pontes de hidrogênio, resultando na formação de precipitados e géis pouco solúveis (MERCIER & FEILET, 1975). O efeito dessa retrogradação implica no aumento da viscosidade da pasta a 50°C (CARVALHO et al., 2002).

CARVALHO et al. (2002) observaram que a umidade foi a variável de maior influência na extrusão de misturas de farinhas de trigo, arroz e banana embora a temperatura do processo tenha afetado a viscosidade inicial.

As alterações no índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA) em produtos extrusados podem ser interpretadas com base nas interações amido-água, que governam a estrutura da fase sólida no processamento de amiláceos (CARVALHO et al., 2002).

O ISA está relacionado à quantidade de sólidos solúveis em uma amostra seca, permitindo verificar o grau de severidade do tratamento, em função da degradação, gelatinização, dextrinização e conseqüente solubilização do amido (CARVALHO et al., 2002).

O IAA está relacionado com a viscosidade da pasta a frio, porque somente os grânulos de amido danificados absorvem água a temperatura ambiente e incham, resultando em incremento da viscosidade. Depois de os grânulos de amido alcançarem um máximo de absorção, o IAA decresce com o começo da dextrinização (LINKO et al., 1980).

De acordo com Faubion & Hosney (1982) o índice de absorção de água depende da disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligarem às moléculas de água e da capacidade de formação de gel das moléculas.

O IAA e o ISA são parâmetros importantes para definir as aplicações de extrusados como ingredientes. Elevados valores de ISA estão também relacionados à adesividade dos produtos extrusados (HASHIMOTO & GROSSMAN, 2003).

2.1.5 SNACKS

A produção de extrusados expandidos é baseada na expansão direta do produto final na matriz do extrusor. A estrutura destes produtos depende, principalmente, do grau de gelatinização do amido e da subsequente expansão pelo vapor de água oriunda da queda de pressão na saída do material pela matriz (SNACKS, 2008). Normalmente, os *snacks* são produtos feitos à base

de milho, porém, atualmente, já existem estudos para fabricação de produtos à base de mandioca, misturas de milho com linhaça, cará, amaranto e outros.

A primeira geração de *snacks* é conhecida pelo processamento de grãos inteiros combinados com umidade, temperatura de cozimento e secagem (HUBER e ROKEY, 1990). Os extrusados expandidos encontram-se dentro da segunda geração que tem por característica a combinação de diferentes matérias-primas em seu processamento. São utilizadas farinhas e/ou amidos de cereais ou tubérculos e proteínas. Estas matérias-primas são processadas em extrusores (mono-rosca ou dupla-rosca) com o objetivo de promover o cozimento da massa e, após formatados, os extrusados expandidos são secos, saborizados, aromatizados e armazenados (HUBER e ROKEY, 1990).

Segundo HUANG e ROONEY (2001) os lipídeos retardam a hidratação e o inchamento das partículas presentes além de atuarem como lubrificantes, reduzindo a energia aplicada ao sistema.

A estabilidade de um produto tipo *snacks* está relacionada à fatores sensoriais como textura, aparência e sabor, sendo a textura considerada o fator mais importante. A textura é um fator de grande peso na comercialização de *snacks* e, dentre os parâmetros que a compõem, a crocância é a característica mais importante, sendo influenciada pelas condições de extrusão de cada indústria e teor de umidade do produto já embalado. Em salgadinhos expandidos ou *puffed*s, a textura pode ser obtida pela alteração da relação amilose / amilopectina, através da manipulação da mistura de amidos nativos ou naturais com diferentes teores destes polímeros (RIAZ, 2000). Amidos de milho com elevado teor de amilose, obtidos podem ser usados para aumentar a crocância do produto final. Uma forma eficiente de aumentar a expansão do *snack* é adicionar amido de milho *waxy* ou ceroso, que é essencialmente um amido com alto teor de amilopectina (SNACKS, 2008).

A produção de *snacks* é baseada na expansão direta na matriz do extrusor. A estrutura dos produtos expandidos por extrusão depende, principalmente, da gelatinização do amido e a subsequente expansão do vapor de água que origina a queda de pressão na saída do material pela matriz do extrusor (HUANG, 2001).

2.1.6 EFEITOS FÍSICO-QUÍMICOS SOBRE OS NUTRIENTES DOS EXTRUSADOS

2.1.6.1 CARBOIDRATO

2.1.6.1.1 AMIDO

A gelatinização do amido no processo de extrusão ocorre em quantidades reduzidas de água (em torno de 12-22%) em relação aos processos convencionais de cozimento, no entanto, a gelatinização completa nem sempre é atingida (CAMIRE, 2000).

Durante o processo de extrusão, fica evidenciado que as cadeias de amido sofrem rompimento interno e não nas extremidades, pois apresenta maior relação com o grau de cisalhamento do que com a temperatura de extrusão (MITCHEL e AREAS, 1992).

A extrusão, dependendo das condições de processamento e das misturas entre os ingredientes alimentares, causa intumescimento e ruptura dos grânulos de amido, solubilidade em água fria, viscosidade reduzida e liberação parcial ou completa da amilose e da amilopectina. Tais condições do processamento também permitem a hidrólise da amilose e amilopectina em maltodextrinas (HARPER 1981a; CHEFTEL, 1986; HARPER, 1988; CAMIRE et al., 1990).

Algumas pesquisas foram desenvolvidas para entender as mudanças ocorridas no amido durante o cozimento por extrusão, entre elas: MERCIER e FEILLET (1975), utilizando como matéria-prima amidos de cereais como: milho, trigo, arroz e semolina de milho concluíram que após o processo de extrusão o amido foi solubilizado sem nenhuma formação de maltodextrina. Também, a quantidade de amido solúvel em água depende da temperatura de extrusão (relação direta), do conteúdo de umidade do amido antes do processo (relação inversa) e da proporção amilose/amilopectina. Com incremento de amilose, decresce a quantidade de amido solúvel.

O grau de expansão e a estrutura dos extrusados são características dependentes da fusão do amido, do teor de umidade, do tamanho e do desenho da matriz. Devido à alta temperatura e pressão dentro do extrusor, o material fundido, após transpor a matriz, sofre expansão devido à queda de pressão, resultando na evaporação imediata da água formando e fixando a

estrutura porosa do extrusado. Quando a água é perdida na forma de vapor, o resfriamento ocorre até temperatura abaixo da temperatura de transição vítrea do amido, solidificando - o e mantendo a forma do extrusado. Em extrusados com alta umidade, ocorre expansão logo após transpor a matriz, mas a estrutura sofre colapso antes de ocorrer o resfriamento necessário, resultando num produto denso e duro (HARPER, 1994).

2.1.6.1.2 PROTEÍNAS

São fatores que interferem na digestibilidade da proteína durante a extrusão: aumento da temperatura, aplicação de calor anterior ao processamento, origem da proteína (proteínas animais apresentam maior digestibilidade que as vegetais), velocidade de rotação da rosca (com aumento da velocidade o cisalhamento é maior, o que favorece a desnaturação) (CAMIRE et al., 2000). Durante o processo de extrusão normalmente são utilizadas altas temperaturas, que favorece a Reação de *Maillard*. Açúcares redutores podem ser produzidos durante o processo e reagir com grupamentos amina livres de lisina ou outros aminoácidos (CAMIRE, 2000).

2.1.6.1.3 LIPÍDEOS

O tipo de amido e de lipídeo presente na matéria-prima influencia no processo de formação do complexo amilose-lipídeo, sendo que, ácidos graxos livres e monoglicerídeos são mais propensos a formação do complexo em relação aos triglicerídeos (MITCHEL e AREAS, 1992; HARPER, 1994; CARIME, 2000). É possível a inativação de enzimas hidrolíticas com o processo de extrusão. Altas temperaturas reduzem a atividades das lipases e o nível de umidade, diminuindo, portanto, os fatores que propiciam a formação de ácidos graxos livres, mas a textura porosa dos alimentos expandidos favorece a oxidação (CHEFTEL, 1986; CAMIRE et al., 1990).

O conteúdo de lipídeo no produto extrusado normalmente é menor em relação à matéria-prima, essa redução é função da perda na matriz do extrusor (quando a matéria-prima inicial apresenta alto teor de lipídeos como o caso da soja) e pela formação de complexo com amilose ou proteína (CAMIRE, 2000).

2.1.6.1.4 FIBRAS

Em 2000 a Divisão de Alimentos e Nutrição do Instituto de Medicina (Institute of Medicine - IOM) da Academia Nacional norte americana formou também um painel de discussão que propôs 2 definições para englobar os carboidratos não digeríveis atuais e os que serão investigados no futuro. Em 2002 surgiu o termo “fibra funcional”, sendo assim, “fibra alimentar consiste de carboidratos não digeríveis e lignina que são intrínsecos e intactos em plantas; fibra funcional consiste de carboidratos não digeríveis isolados adicionados aos alimentos que exercem efeitos fisiológicos benéficos em humanos. Fibra total é a soma de fibra alimentar e fibra funcional” (DE VRIES e RADER, 2005; JONES et al., 2006).

As condições de extrusão não afetam a quantidade de fibra totais presente na matéria-prima, no entanto, a fração solúvel aumenta (CAMIRE, 2000).

2.1.6.1.5 VITAMINAS E MINERAIS

Por se tratar de um processo HTST, a extrusão tem por objetivo a redução de perdas de vitaminas durante o processo. Das vitaminas hidrossolúveis, a mais susceptível à degradação térmica é a tiamina (vitamina do complexo B), mas sua estabilidade é variável durante o processo de extrusão, podendo ocorrer perdas entre 5-100%, segundo pesquisas feitas por Killeit (1994). Outras vitaminas do mesmo complexo B não sofrem alterações como é o caso da riboflavina e niacina. A vitamina C é altamente sensível à degradação pela ação do oxigênio e do calor (CAMIRE, 2000).

Os minerais são estáveis a tratamentos térmicos, e não é diferente no processo de extrusão. No entanto, sabe-se que os grãos de cereais contêm fitatos que podem quelar minerais e diminuir a absorção destes durante a digestão. A extrusão apresenta a capacidade de reduzir os níveis de fitatos através da degradação térmica e mecânica, melhorando nutricionalmente o consumo de produtos extrusados, pois melhora a disponibilidade dos minerais ao organismo (CAMIRE, 2000).

2.1.7 COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO MILHO

O milho (*Zea mays*, L) é cultivado na maioria dos países, o que o torna o segundo cereal mais importante em termos da produção mundial, sendo superado apenas pelo trigo (CARDOSO-SANTIAGO, 2002). A transformação do milho em diversos derivados possibilita o uso deste cereal como uma excelente matéria-prima para a indústria de alimentos. Do milho obtêm-se aproximadamente noventa derivados diferentes, entre eles: grits, fubá, canjica, óleo, amido, amilose, amilopectina, zeína e fibras. Uma das principais aplicações industriais do milho é o emprego do grão degerminado e moído para a produção de snacks e cereais matinais dada a alta capacidade de expansão do milho quando submetido ao processo de extrusão, entretanto sua proteína é de baixa qualidade, pois apresenta como aminoácidos limitantes lisina e triptofano (GONÇALVES, 2001; CARDOSO-SANTIAGO, 2002).

Dos componentes presentes no milho, o amido é a maior reserva de energia dos vegetais sendo composto por dois polímeros: a amilose e a amilopectina. O grânulo de amido é formado dentro do amiloplasto, normalmente, apresenta forma cilíndrica com aproximadamente 25 μ m de diâmetro, mas adquire forma poligonal quando é empacotado no endosperma vítreo do milho (BOYER e SHANNON, 1987; POMERANZ, 1987; HOSENEY, 1998; DARRAH et al., 2007).

No milho normal, a amilose representa cerca de 25 a 30% do amido, sendo formada por uma estrutura essencialmente linear por ligações α 1-4 entre unidades de D-glicose e tem um peso molecular de aproximadamente 10⁶ Da. A amilopectina representa entre 70 a 75% do amido, sendo composta por estruturas lineares (ligações α 1-4) e ramificadas (ligações α 1-6) com peso molecular de aproximadamente 10⁸ Da (BOYER e SHANNON, 1987; SHELTON e LEE, 2000).

Dentre as propriedades físico-químicas e reológicas do amido, os aspectos mais importantes são: morfologia do grânulo, conteúdo de amilose, cristalinidade, temperatura de gelatinização, retrogradação e digestibilidade (BOYER e SHANNON, 1987; WHITE e TZIOTIS, 2004). Além disso, este polissacarídeo é responsável pela textura, aparência, sabor, índice de expansão e densidade específica de extrusados expandidos (HUBER, 2001).

2.1.8 COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO AÇAÍ

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é um fruto típico e popular da região amazônica, que nos últimos anos ganhou importância devido aos benefícios à saúde, associados a sua composição fitoquímica e a capacidade antioxidante.

O Brasil é o principal produtor, consumidor e exportador do açaí. Esse fruto é comercializado e consumido pela população local nas regiões produtoras do Pará, Amazonas, Maranhão, Amapá, Acre e Rondônia (MENEZES *et al.*; 2008).

A palmeira possui caules do tipo estipe, lisos e com altura variando entre 10 a 15 metros, assim a palmeira pode atingir a altura de até 35 metros. As raízes possuem comprimento de 2 a 3,5 metros (RIBEIRO, 2010). É amplamente distribuído pela região norte da América do Sul, especialmente nos estados do Pará, Amazonas, Tocantins, Maranhão e Amapá (ROCHA *et al.*; 2007).



Figura 3: Palmeira do fruto de açaí.
Fonte: www.agencia.cnptia.embrapa.br

Os frutos são arredondados, têm a cor aroxeadada, quase negra quando maduros, medindo de 1 a 1,4 cm de diâmetro e mesocarpo com cerca de 1 mm de espessura (TOAIARI *et al.*; 2005). Os açaís aparecem em cachos e são colhidos, principalmente, entre os meses de julho a dezembro (ROGEZ, 2000; PACHECO-PALENCIA *et al.*, 2007).

O açazeiro cresce em touceiras formadas por brotações sucessivas a partir de uma unidade de dispersão. Um estipe pode chegar a uma altura de 4 a 30m. Acima do estipe, nascem as inflorescências. Cada uma delas dá um cacho com centenas de frutos. O número de cachos por pé varia até 8, sendo mais comum 3-4 (CALVAZARA, 1972.; apud FAVACHO, 2009).

O Brasil é considerado mundialmente o terceiro maior exportador de frutas, como banana, melão, manga, limão, coco, uva. O açaí está sendo apresentando ao mercado externo através de feiras internacionais, e também estão sendo enviadas amostras de polpa e derivados a diversos países, como Estados Unidos, Áustria, Alemanha, Itália e Japão (FARIAS NETO *et al.*, 2010).

Os constituintes nutricionais do suco de açaí demonstraram baixa concentração de proteínas e alto teor de energia devido principalmente à presença de lipídios. Portanto, a maior contribuição do açaí está voltada para seu suprimento energético, em concordância com os dados da literatura (MENEZES *et al.* 2008).

2.1.9 PRODUTOS A PARTIR DO AÇAÍ

O açazeiro é uma palmeira muito versátil em relação ao aproveitamento integral da matéria-prima. Tradicionalmente a produção de açaí é resultado do despulpamento manual dos frutos, que são embebidos em água morna e amassados sobre peneiras de fibras naturais, separando a polpa, caroços e cascas. A mistura da polpa é amassada para formar uma emulsão (ROGEZ, 2000). O fruto pode ser utilizado como bebida, na indústria alimentícia, de cosméticos, de fármacos. O estipe (caule) é utilizado para a extração do palmito e da celulose, para papel. Também são produzidos corantes e bebidas isotônicas. A polpa é utilizada na produção de sorvetes e geléias. A semente é utilizada principalmente no mercado de artesanato, como bio joias, e como adubo orgânico. As folhas podem ser utilizadas como cobertura, na construção rústica. O caroço corresponde a 85% da massa total do açaí e é utilizado como adubo, na geração de vapor, na torrefação do café, como carvão vegetal. O óleo extraído do açaí é composto de ácidos graxos de boa qualidade, com 60% de monoinsaturados e 13% de poliinsaturados. Encontramos também nos

supermercados como produtos prontos doce de leite de açaí, licor de açaí, açaí em pó, açaí com xarope de guaraná, entre outros.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Estudar os efeitos dos parâmetros de extrusão no desenvolvimento de snacks extrusados à base de farinha de milho (***Zea mays***) com a incorporação da farinha de açai (***Euterpe oleracea Mart***).

3.1.2 ESPECÍFICOS

- Estabelecer a formulação ideal para “snacks” extrusados à base de farinha de milho com a incorporação da farinha de açai
- Caracterizar os snacks quanto à qualidade tecnológica dos extrusados.
- Caracterizar os snacks em relação aos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e nutricionais.
- Avaliar os parâmetros sensoriais, aceitabilidade e vida de prateleira do produto.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1. MATÉRIA – PRIMA

As farinhas de milho utilizadas na execução do trabalho foram obtidas através de doação feita pela indústria MINA MERCANTIL, situada em Guaíra – SP e MILHÃO ALIMENTOS, situada em Inhumas – GO. O material acondicionado em embalagens plásticas permaneceu armazenado em local seco e arejado até preparo para extrusão. Os frutos de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) foram oriundos da Cidade de Codajás – AM, adquiridos na feira da “Manaus moderna” na Cidade de Manaus – AM e transportados até o Laboratório de Físico-química de Alimentos e Nutrição (LFQA/INPA), onde foi feita a seleção, higienização, despulpamento e obtenção da farinha.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DA FARINHA DE AÇAÍ

Os frutos passaram por um processo de seleção inicial, sendo desprezados aqueles que apresentaram não conformidades como: injúrias mecânicas, amolecimento ou despadrãoização de coloração.

Os exemplares de açaí foram lavados em água corrente e submetidos à sanitização com hipoclorito a 200ppm por 30 minutos e, por fim, novamente lavados (enxágüe) em água corrente potável para a retirada do excesso de hipoclorito, em seguida foram amolecidos em água quente a 60° C e submetidos à extração do suco em despulpadeira elétrica, com adição de 40% de água. Após o despulpamento o suco foi acondicionado em sacos plásticos de polietileno estéreis e armazenado em temperatura de congelamento a – 80° C. Para obtenção da farinha a polpa previamente descongelada foi distribuída em bandejas tipo inox em estufa com circulação de ar a 60°C por 3 dias para a retirada de umidade, após a secagem foi triturada em liquidificador e acondicionada em sacos plásticos de polietileno estéreis e acondicionada em freezer a – 80 ° C.

4.3 PROCESSAMENTO DO “SNACKS”

4.3.1 Delineamento experimental

Para o processo de extrusão variou-se a umidade de condicionamento, concentração da farinha de açaí e a temperatura da matriz (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis das variáveis independentes.

Variável independente	- α	-1	0	+1	+ α
Farinha de Açaí (%)	0	6,1	15	23,9	30
Umidade (%)	15	16,6	19	21,4	23
Temperatura (°C)	120	126	135	144	150

$\alpha = \pm (2n)^{1/4} = \pm 1,68$, onde n: n° de variáveis independentes (n = 3).

O Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR, com fatorial completo 2^3 , 6 ensaios nas condições axiais, 8 ensaios nas condições fatoriais e 4 repetições no ponto central, totalizando 18 ensaios (Tabela 2), conforme proposto por Box e Draper (1987), Barros Neto, Scarmínio e Bruns (2003) e Rodrigues e lemma (2005).

Tabela 2 . Delineamento Composto Central Rotacional - DCCR 2^3

Pontos	n	x	y	z			
Fatoriais	1	-1	6,1	-1	16,6	-1	126
	2	+1	23,9	-1	16,6	-1	126
	3	-1	6,1	+1	21,4	-1	126
	4	+1	23,9	+1	21,4	-1	126
	5	-1	6,1	-1	16,6	+1	144
	6	+1	23,9	-1	16,6	+1	144
	7	-1	6,1	+1	21,4	+1	144
	8	+1	23,9	+1	21,4	+1	144
Axiais	9	+ α	0	0	19	0	135
	10	- α	30	0	19	0	135
	11	0	15	- α	15	0	135
	12	0	15	+ α	23	0	135
	13	0	15	0	19	- α	120
	14	0	15	0	19	+ α	150
Centrais	15	0	15	0	19	0	135
	16	0	15	0	19	0	135
	17	0	15	0	19	0	135
	18	0	15	0	19	0	135

n= n° de ensaios; x = % farinha de açaí; y = umidade %; z= temperatura °C;

4.3.2 Condicionamento das amostras

O condicionamento das amostras ocorreu com a adição lenta e gradual da quantidade de água destilada necessária, obtida pela Equação 1, com auxílio de bureta. A homogeneização ocorreu através de mistura feita com batedeira planetária Kitchen Aid Professional, modelo K45SS de 10 velocidades. A farinha de milho foi mantida em constante revolvimento na velocidade 2.

Equação 1

$$Y = \left\{ \left[\frac{(100 - U_i)}{(100 - U_f)} \right] - 1 \right\} \times PA$$

Onde:

Y = Quantidade de água necessária a ser adicionada (g);

U_i = Umidade inicial da amostra (%);

U_f = Umidade final desejada na amostra (%);

PA = Peso da amostra (g).

Após a adição de água e homogeneização, as amostras, de aproximadamente 2000g, foram embaladas em sacos de polietileno e mantidas sob refrigeração em refrigerador Marca Prosdócimo Modelo 01341000101 a 4°C por 24h.

A umidade final das amostras foi averiguada em determinador rápido de umidade *Infrared Moisture Determination Balance* AND Modelo AD-4714A antes do processo de extrusão. Quando necessário, fez-se a correção da umidade das amostras.

4.3.3 Processamento dos “Snacks” extrusados

As frações condicionadas foram extrusadas em extrusor mono-rosca Brabender (modelo 20 D/N-GNF 1014/2), com temperaturas de 70°C na 1ª zona de aquecimento, 95°C na 2ª zona, 120 °C na 3ª zona e na 4ª zona variou-se a temperatura entre 120°C e 150°C. A configuração da rosca utilizada foi com taxa de compressão 3:1, velocidade de rotação do parafuso de 120rpm, com taxa de alimentação de 130g/min e matriz de 2,8mm de diâmetro.

O produto extrusado foi submetido à secagem em estufa da marca Tecnal, modelo TE 394/2, com circulação e renovação forçada de ar a 85°C até umidade final inferior a 3,0%. Em seguida, foram coletadas amostras para análise de índice de expansão e força de compressão de cada ensaio realizado, sendo o restante do material triturado inicialmente em multiprocessador Marca Walita, Modelo Mega Master e em liquidificador da marca Walita®alfa, Modelo HL 3251 para reduzir melhor a granulometria com objetivo de peneirar em malha de 0,250mm. As amostras trituradas e peneiradas foram armazenadas em sacos de polietileno de alta densidade e mantidas a temperatura ambiente para análises posteriores de volume específico, cor, índice de expansão, índice de absorção de água, índice de solubilidade em água e textura.



Figura 4: Extrusora dupla rosca para elaboração de extrusados da UNICAMP-SP
Fonte: Ferreira, 2014.

4.4 DETERMINAÇÃO DO PONTO ÓTIMO

A partir das Superfícies de Resposta e dos demais resultados obtidos, foi escolhido uma base para “snack” extrusado com as melhores condições de processo, visando-se ter um produto de qualidade de ponto de vista tecnológico e com propriedades físicas, físico-químicas e nutricionais adequadas.

4.4.1 Avaliações Tecnológicas do produto extrusado

A partir do ponto ótimo escolhido através do planejamento experimental, foi feito um novo processamento de extrusão. Os produtos obtidos foram caracterizados a cor, índice de expansão, textura, índice de absorção e solubilidade em água e volume específico. Estas análises serviram também para validar os modelos matemáticos obtidos através da Metodologia de Superfície de Resposta.

4.4.1.1 Cor

As frações foram avaliadas instrumentalmente quanto à cor utilizando-se um colorímetro, modelo COLOR QUEST II (HUNTERLAB). A determinação baseou-se nos sistemas CIEL*C*h (representação polar do sistema L*a*b*). No sistema CIEL*a*b*, L* indica luminosidade, que varia de zero (preto) a 100 (branco); enquanto a* e b* representam as coordenadas de cromaticidade, sendo que +a* indica tendência para o vermelho e -a* tendência para o verde; +b* indica tendência para o amarelo e -b* tendência para o azul. No sistema L*C*h, o croma (C*) e o ângulo de tonalidade (h) foram determinados pela Equação 2 e Equação 3 respectivamente. As condições de teste utilizadas foram baseadas em Leoro (2007), sendo: iluminante D65, ângulo de visão de 10°, calibração "Reflectance Specular Included" (RSIN). As leituras foram determinadas em triplicata.

Equação 2

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

Equação 3

$$h^{\circ} = \tan^{-1}(b^* / a^*)$$

4.4.1.2 Índice de expansão IE

O IE foi determinado pela razão entre o diâmetro do produto extrusado e o diâmetro da matriz (Equação 4), segundo metodologia proposta por Mercier et al. (1998). Foram coletadas 18 amostras de aproximadamente 60mm de comprimento e seu diâmetro mensurado com auxílio de paquímetro Craftsman.

Equação 4

$$IE = d / d_0$$

Onde:

IE = Índice de expansão;

d = Diâmetro do produto extrusado (mm);

d₀ = Diâmetro da matriz (mm).

4.4.1.3 Determinação da textura

Foram avaliadas 18 amostras de 60mm de comprimento em Texturômetro TA-XT2i utilizando “probe” *Warner Bratzler* (HDP/WBV) do tipo faca em “V”. Os parâmetros utilizados foram: velocidade pré-teste: 4,0mm/s; velocidade de teste: 1,0mm/s; velocidade pós-teste: 5,0mm/s; distância de ruptura: 1,0mm; limiar de força: 20g (STABLE, 1997); e medida de força na compressão (FC), expressos em N.

4.4.1.4 Volume específico

O volume específico (VE) dos produtos expandidos foi determinado pelo método do deslocamento da massa ocupada (semente de painço) e determinado o seu volume em proveta graduada, sendo o VE calculado pela divisão do volume pelo peso (massa) da amostra e expresso em mL/g.

4.4.1.5 Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA)

O IAA e o ISA foram determinados, em triplicata, conforme metodologia proposta por Anderson et al. (1969), com modificações. Uma amostra de 2,5g em base seca foi mantida em 30 ml de água destilada a 25°C por 30min, sob agitação em tubos TECNAL com capacidade de 50mL.

A suspensão foi centrifugada a 2200g por 10min em centrífuga FANEM®, Modelo 204NR, e o sobrenadante evaporado e seco em estufa da Marca TECNAL®, Modelo TE 394/2, com circulação e renovação de ar a 105°C por 4 horas. Os resultados foram calculados por meio das seguintes equações 5 e 6:

Equação 5

$$ISA = \frac{Mre}{Ma (bs)} \times 100$$

Equação 6

$$IAA = \frac{Mrc}{Ma - Mre}$$

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS EXTRUSADOS

Os dados obtidos nos ensaios do delineamento experimental foram avaliados através de programa estatístico Statistica 5.0 - Statsoft, USA (STATISTICA, 1995).

4.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MATÉRIA-PRIMA E DOS EXTRUSADOS

Para a caracterização da matéria-prima e dos snacks as análises foram realizadas em triplicata, com a finalidade de se obter resultados confiáveis. A caracterização centesimal foi realizada com as matérias-primas e do produto final.

4.6.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A composição centesimal foi realizada segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Procedimentos e determinações gerais Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.6.1.1 Umidade

Foram pesados de 5g da amostra em cápsula de porcelana previamente tarada. Aquecido durante 3 horas, em seguida, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente. Após isso, foi pesada e repetida a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante de acordo com a metodologia descrita pelo IAL (2008).

4.6.1.2 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado utilizando-se 5 g da amostra em uma cápsula, previamente aquecida em mufla 550°C, resfriada em dessecador até a

temperatura ambiente e pesada. As cinzas ficaram brancas ou ligeiramente acinzentadas. Após isso foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado, seguindo a metodologia descrita pelo IAL (2008).

4.6.1.3 Lipídeos

Foram pesados de 5g da amostra em cartucho de Soxhlet previamente desengordurado. Em seguida, foi transferido para um cartucho para o aparelho extrator tipo Soxhlet acoplado ao extrator com balão de fundo chato previamente tarado a 105°C. Transferiu-se o cartucho para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Acoplou-se o extrator ao balão de fundo chato previamente tarado a 105°C e foi adicionado éter. Foi mantida, sob aquecimento em chapa elétrica e extração contínua. Retirou-se o cartucho, destilou-se o éter e o balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105°C, mantendo por cerca de uma hora. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente. Pesou-se e foi repetida as operações de aquecimento por 30 minutos na estufa e resfriamento até peso constante de acordo com a metodologia descrita pelo IAL (2008).

4.6.1.4 Proteína Bruta (Determinação de Nitrogênio)

Foi pesado 1 g da amostra em papel de seda e, em seguida, transferida para o balão de Kjeldahl. Foram adicionados 25 mL de ácido sulfúrico e cerca de 6 g da mistura catalítica, levado ao aquecimento em bloco digestor, na capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido. Foram adicionadas 3 gotas de indicador. O teor de nitrogênio das amostras foi determinado com o fator geral de 6,25 para proteína. (IAL, 2008).

4.6.1.5 Teor de fibra total, solúvel e insolúvel

O teor de fibra alimentar total, insolúvel e solúvel foi determinado pelo método enzimático-gravimétrico. Onde a fração de fibra insolúvel ficará retida no cadinho e a solúvel ficará no filtrado (IAL, 2008).

4.6.1.6 Carboidratos

O teor de carboidratos das amostras foi determinado por diferença, subtraindo-se de 100 a somatória dos teores de umidade, proteína, lipídeos e

cinzas. O teor de carboidratos totais inclui a fração de fibra alimentar (IAL, 2008).

4.6.2 Análise de minerais

O teor de ferro, cobre, cálcio, magnésio, zinco, manganês, sódio e potássio foram determinados por espectrometria de absorção atômica, como preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), onde a digestão das amostras foi realizada em via micro-ondas no digestor MARS – Xpress CEM Corporation, MD – 2591, na mineralização da matéria orgânica com a utilização de ácido nítrico concentrado, seguido do resfriamento e diluição com água deionizada. A leitura foi realizada diretamente nas soluções diluídas em espectrofotômetro de absorção atômica (Spectra AA, modelo 220 FS, Varian, 2000), com lâmpadas específicas conforme o manual do fabricante. Para o controle das análises foram utilizadas as recomendações segundo (CORNELIS, 1992), tendo como material de referência certificado *Peachleaves* (NIST – SEM 1547).

4.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

4.7.1 COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES

4.7.1.1 Teste Presuntivo para Coliformes Totais

Para o teste presuntivo foi utilizado Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST). Alíquotas de 1 mL das diluições de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} sendo inoculadas em tubos de ensaio contendo o caldo LST e microtubos de Durham e incubados a 35 °C por 24 a 48 h. Foi considerado positivo os tubos que apresentarem formação de gás no interior dos microtubos. Em caso de resultado positivo realizou-se testes confirmativos para coliformes totais e termotolerantes (SILVA *et al.*, 1997).

4.7.1.2 Teste Confirmativo para Coliformes Totais

Alíquotas das amostras consideradas positivas no teste presuntivo foram inoculadas com auxílio de alça de platina, em tubo de ensaio contendo Caldo Verde Brilhante Lactose Bile (CVBLB) e incubadas a 35 °C por 24 a 48 h. Foram considerados positivos os tubos com produção de gás no interior dos

microtubos de Durham. Os resultados foram expressos em NMP/g (SILVA *et al.*, 1997).

4.7.1.3 Teste Confirmativo para Coliformes Termotolerantes

Alíquotas dos tubos positivos foram inoculadas, com auxílio de alça de platina, em tubos contendo Caldo *Escherichia coli* (Caldo EC). Estes foram incubadas em banho-maria a 45,5 °C por 24 a 48 h. Foram considerados positivos tubos com meio turvo e com produção de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g.

4.7.2 *ESCHERICHIA COLI*

Nos casos de resultado positivo para coliformes termotolerantes, foram realizados testes para confirmação de *E. coli*. Sendo, amostras dos tubos positivos semeadas, por estrias, na superfície do meio Agar EMB contidos em placas de Petri. Em seguida, as placas foram incubadas a 35 °C por 24 horas e as colônias típicas (coloração negra com brilho verde metálico) foram selecionadas para o teste bioquímico de citrato, VM-VP e indol.

4.8 ASPECTOS ÉTICOS

Pelo fato do estudo envolver seres humanos na etapa de análise sensorial, o projeto foi aceito pelo Comitê de Ética, processo número 33244114.6.0000.5020, atendendo à resolução do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde do Brasil (CNS, 2012).

4.9 AVALIAÇÃO SENSORIAL

A avaliação sensorial foi realizada no laboratório de análise sensorial do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA com condições adequadas para tal procedimento, com iluminação própria e ausência interferências, tais como, odores e ruídos. Para a avaliação foram recrutados 60 provadores não necessariamente treinados, seguindo os seguintes critérios:

a) Critério de inclusão: Participaram da pesquisa sensorial pessoas na faixa etária de 18 a 60 anos, que sejam aparentemente saudáveis.

b) Critério de exclusão: Não participaram da referida análise pessoas com faixa etária inferior a 18 anos e superior a 60 anos, e todas aquelas que sejam fumantes ou apresente algum problema notório como gripe, resfriado, problemas gástricos, diabetes, hepatite, dente inflamado ou outro que possa interferir na idoneidade da avaliação do produto, porém sua opinião não será validada, ficando altamente restrita a degustação por provadores menores de 18 anos.

Para a realização dos testes de preferências, intenção de compras e analisar a aceitação do produto foi usado o teste de aceitabilidade utilizando a escala hedônica de 9 pontos de Stone; Sidel (1985).

Quanto à análise sensorial, os “snacks” foram avaliados por meio do software STATISTICA, versão 5.5 (STATSOFT, EUA).

4.10 VIDA DE PRATELEIRA

A vida de prateleira dos “snacks” foi estabelecida em embalagem laminada evitando-se o contato do alimento com a luz e o oxigênio em cinco períodos (0, 30, 60, 90 e 120 dias). Foram armazenadas em temperatura ambiente para o acompanhamento dos parâmetros, físico-químicos e microbiológicos.

4.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a caracterização da amostra, os dados foram classificados qualitativamente quanto à estatística descritiva, que consiste na análise e interpretação de dados numéricos por meio de tabelas e gráficos, apresentando informações sobre a dispersão de dados que foram tabulados no software STATISTICA, versão 5.5 (STATSOFT, EUA).

5. RESULTADOS

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (*Zea mays* L.) COM A INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea* MART).

José Carlos de Sales Ferreira ^a, Francisca das C. do A. Souza ^b, Caroline J. Steel ^c, Jaime Paiva Lopes Aguiar ^b, Marcio Schmiele ^c, Ivone L. Santos ^a.

^a Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

^b Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA; Coordenação Sociedade Ambiente e Saúde (CSAS) e Laboratório de Físico-Química de Alimentos (LFQA).

Manaus-AM - CEP 69067-375, Brasil. *Autor para correspondência – francisca.souza@inpa.gov.br

^c Universidade Estadual de Campinas - (UNICAMP); Faculdade de Engenharia de Alimentos - (FEA); Departamento de Tecnologia de Alimentos, CEP: 13083-862, Campinas/SP – Brasil.

RESUMO

O processo de cozimento por extrusão é uma técnica de grande importância para a indústria de alimentos, empregada na produção de snacks, cereais matinais, proteínas texturizadas, etc. Esse processo apresenta inúmeras vantagens tais como: versatilidade, alta produtividade, baixo custo, produtos com formas variadas. As mudanças físicas resultantes do processamento são determinantes para a aceitabilidade do produto final, e, para snacks são características importantes: expansão, dureza, crocância e densidade. É esperada uma estrutura expandida na maioria dos snacks o que pode ser medido e quantificado por vários métodos. O açaí é um fruto amazônico que vem ganhando novos mercados desde a década de 90, devido principalmente ao seu elevado valor nutricional. O presente trabalho teve por objetivo investigar os efeitos dos parâmetros tecnológicos para obtenção de snacks extrusados de farinha de milho com a incorporação da farinha de açaí. Utilizou-se um delineamento experimental composto central rotacional 2³, permitindo a análise dos resultados pela Metodologia de Superfície de Resposta. O processamento foi realizado em um extrusor dupla-rosca sendo consideradas

parâmetros variáveis: temperatura, umidade e percentual de farinha de milho e farinha de açaí na mistura, sendo realizados 18 ensaios. Os parâmetros avaliados foram: a atividade de água (A_w), o índice de expansão (IE), cor L^* , volume específico, índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA) e textura para determinação do ponto ótimo. De acordo com os resultados das superfícies de resposta mostraram que o extrusado considerado como produto ótimo apresentou uma porcentagem de 10,5% de farinha de açaí, 16% de umidade e temperatura de 146^oC na 4^a zona do extrusor. A análise dos dados mostrou que as condições de menor umidade, concentração de farinha de açaí e alta temperatura proporcionaram a obtenção de produtos expandidos com atributos desejados, ou seja, cor clara, alta expansão e baixa dureza. Conforme os parâmetros avaliados na expansão radial. Quanto à cor, altas concentrações de farinha de açaí diminuíram os valores de L^* , produzindo extrusados mais escuros, ao contrário do efeito da temperatura, em que altas temperaturas aumentaram o valor de L^* , produzindo extrusados mais claros. Quanto a índice de absorção em água observou-se efeito significativo do percentual da concentração de farinha de açaí e da temperatura de extrusão. Os parâmetros de concentração de farinha de açaí e umidade tiveram efeito significativo no índice de solubilidade em água dos extrusados. Os produtos extrusados apresentaram valores de textura entre 8,48 e 36,77 N. O efeito mais importante sobre a textura foi o da umidade. Ao aumentar a umidade, a textura dos extrusados aumentou significativamente. O estudo mostrou que é viável a produção de snacks extrusados de farinha de milho com a incorporação da farinha de açaí com boas características tecnológicas.

Palavras – chave: snacks, extrusados, farinha de açaí, farinha de milho

ABSTRACT

The process of extrusion cooking is a technique of great importance to the food industry, used in the production of snacks, breakfast cereals, textured vegetable proteins, etc. This process has many advantages such as versatility, high productivity, low cost products with various shapes. Physical changes resulting from processing are crucial for the acceptability of the final product, and for snacks are important characteristics: expansion, hardness, crispness and density. It is expected in most an expanded snack which can be measured and quantified by various methods structure. The acai berry is an Amazonian fruit that has gained new markets since the 90s, mainly because of its high nutritional value. The present study aimed to investigate the effects of technological parameters for obtaining extruded snacks corn flour with the addition of acai flour. We used a central composite rotational design 23, allowing the analysis of the results by Response Surface Methodology. Processing was carried out in a twin-screw extruder, considering variable parameters: temperature, humidity and percentage of cornmeal and flour in açaí blend, 18 trials being conducted. We evaluated the water activity (A_w), the rate of expansion (IE), color L^* , specific volume, water absorption index (WAI), water solubility index (ISA) and texture to determine the point great. According to the results of the response surfaces showed that the extruded considered great product showed a percentage of 10.5% flour Acai, 16% humidity and a temperature of 146 ° C in the 4th zone of the extruder. The data analysis showed that the conditions of lower humidity, concentration of acai flour and high temperature to obtain provided with expanded products desired attributes, namely light color, low expansion and high stiffness. As the parameters evaluated in the radial expansion. Regarding the brightness, high concentrations of acai flour decreased the values of L^* , producing extruded darker, unlike the effect of temperature, where high temperatures increased the value of L^* , producing extruded clearer. As the rate of water absorption was a significant effect of the percentage concentration of acai and extrusion temperature flour and water solubility index parameters concentration of acai flour and moisture had significant effect on the solubility index water from extruded. The extruded products showed hardness values between 8.48 and

36.77 N. The most important effect on hardness was the humidity. By increasing the humidity, the hardness of the extrudates increased significantly. The study showed that it is feasible to produce extruded corn flour with the incorporation of the acai flour with good technological characteristics.

Keywords: snacks, extruded, acai flour, corn flour

1. INTRODUÇÃO

O mercado de snacks segue a tendência mundial de ênfase na saúde e nos benefícios que os ingredientes alimentícios podem trazer para a qualidade de vida, o que é comprovado pelo grande número de lançamentos de produtos fortificados, enriquecidos, com baixo teor de gorduras e funcionais.

Normalmente, os snacks são produtos feitos á base de milho, porém, atualmente, já existem estudos para fabricação de produtos à base de mandioca, misturas de milho com linhaça, cará, amaranto e outros. Segundo Harper (1981) a extrusão provoca alterações em várias propriedades funcionais do amido, as quais dependem principalmente da relação amilose e amilopectina e dos parâmetros operacionais do processo como a umidade da matéria prima, a temperatura do processo e a velocidade e a geometria do parafuso (LUSTOSA et al.; 2010).

A produção de diferentes tipos de *snacks* como os assados, fritos e extrusados requer a utilização de diferentes amidos que com suas características funcionais particulares ajudam a melhorar a textura, crocância, adesão de *flavors* e aparência de superfície, aumentar a expansão, reduzir a quebra e facilitar o processamento ou formação da massa (CEREDA et.; al 2004).

O processo de extrusão termoplástica é utilizado na produção de uma grande variedade de produtos como cereais matinais, snacks, amidos modificados, produtos de confeitaria, proteínas vegetais texturizadas, produtos cárneos e rações animais. A extrusão possibilita a obtenção de uma variedade de produtos como os snacks, farinhas pré-gelatinizadas, cereais pré-cozidos, entre outros (LUSTOSA et al.; 2010).

Dois fatores que mais influenciam a natureza dos produtos extrusados são as propriedades reológicas da matéria-prima e as condições de operação do extrusor. As propriedades reológicas da matéria-prima têm importante influência na textura e coloração do produto. Os fatores mais importantes são tipo, teor de umidade, estado físico e composição química, particularmente a quantidade e tipo de amido, proteínas, gorduras e açúcares. O pH do material umidificado também interfere (FELLOWS, 2002).

Segundo Fellows (2002) os parâmetros de operação mais importantes no extrusor são temperatura, pressão, diâmetro da matriz e cisalhamento, além do desenho do parafuso e tempo de retenção (EL-DASH, 1982).

As principais propriedades funcionais do amido extrusado quando disperso em água, são a absorção de água e a solubilidade em água. Assim, este absorve o líquido rapidamente, formando uma pasta a temperatura ambiente, sem qualquer aquecimento. O aumento de solubilidade com a gelatinização é a base para a confecção de alimentos amiláceos instantâneos (SEBIO, 1996).

A estabilidade de um produto tipo *snacks* está relacionada à fatores sensoriais como textura, aparência e sabor, sendo a textura considerada o fator mais importante. A textura é um fator de grande peso na comercialização de *snacks* e, dentre os parâmetros que a compõem, a crocância é a característica mais importante, sendo influenciada pelas condições de extrusão de cada indústria e teor de umidade do produto já embalado. Em salgadinhos expandidos ou *puffed*s, a textura pode ser obtida pela alteração da relação amilose / amilopectina, através da manipulação da mistura de amidos nativos ou naturais com diferentes teores destes polímeros. Amidos de milho com elevado teor de amilose, obtidos podem ser usados para aumentar a crocância do produto final. Uma forma eficiente de aumentar a expansão do *snack* é adicionar amido de milho *waxy* ou ceroso, que é essencialmente um amido com alto teor de amilopectina (GUERREIRO, 2007).

Para se obter um produto de qualidade é necessário quantificar o nível máximo de atrito ao qual o produto será submetido, bem como a faixa de temperatura no extrusor para poder selecionar um amido apropriado. Assim, para os salgadinhos expandidos, amido de milho ceroso modificado adequadamente com ligações cruzadas pode ser usado para controlar a expansão e aumentar a uniformidade do produto. O enriquecimento de produtos convencionais com os derivados de cereais, largamente disponível e de boa aceitação pela população, com ingredientes de elevado valor nutritivo é o caminho mais curto e mais econômico para se oferecer à população alimentos nutritivos a um custo competitivo com seus similares no mercado. (DZIEZAK, 1987).

Estudos vêm demonstrando que a mistura, em proporções adequadas de cereais e leguminosas, apresenta efeito complementar mútuo de aminoácidos e, conforme a proporção empregada na mistura destes alimentos pode suprir ou complementar a recomendação diária de nutrientes por causa da qualidade protéica e da excelente fonte de minerais (GIARBIERI, 1996).

O açaí é um fruto amazônico que vem ganhando novos mercados desde a década de 90, devido principalmente ao seu elevado valor nutricional. No entanto, seu consumo não ocorre na forma “in natura”, mas principalmente como polpa, devendo o fruto ser submetido a um processo de extração (NOGUEIRA, *et al.*, 2005). Além de seu valor nutricional como fonte de energia, é o expressivo teor de fibra alimentar e de antocianinas, compostos bioativos ou funcionais capazes de exercer influência na redução do risco do desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes, doenças cardiovasculares, cânceres, distúrbios metabólicos, doenças neuro degenerativas e enfermidades inflamatórias (HORST e LAJOLO, 2007). O perfil lipídico do açaí reforça que este alimento é fonte de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente o oleico, e contêm quantidades consideráveis dos ácidos graxos essenciais poli-insaturados linoleico e linolênico, o que é positivo dado os estudos que avaliam o impacto desses ácidos graxos na redução de colesterol total, LDL - colesterol (lipoproteína de baixa densidade) e triacilgliceróis sanguíneos sem alterar o HDL - colesterol (lipoproteína de alta densidade) e o VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade) (AVIRAM e ELIAS 1993, LIMA *et al.* 2000; LIMA *et al.* 2007).

A resposta do ponto ótimo se dá através da Metodologia da Superfície de Resposta que é a modelagem e análise de problemas nos quais a variável de resposta de interesse é influenciada por diversas variáveis independentes ou fatores e cujo objetivo é otimizar a variável resposta. Assim, o presente trabalho teve por objetivo investigar os efeitos dos parâmetros tecnológicos para obtenção de snacks extrusados de farinha de milho (*Zea mays*) com a incorporação da farinha de açaí (*Euterpe Oleracea* Mart).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material

As farinhas de milho utilizadas na execução do trabalho foram obtidas através de doação feita pela indústria MINA MERCANTIL, situada em Guairá – SP e MILHÃO ALIMENTOS, situada em Inhumas – GO. O material acondicionado em embalagens plásticas permaneceu armazenado em local seco e arejado até preparo para extrusão. Os frutos de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) foram oriundos da Cidade de Codajás – AM, adquiridos na feira da “Manaus moderna” na Cidade de Manaus – AM e transportados até o Laboratório de Físico-química de Alimentos e Nutrição (LFQA/INPA), onde foi feita a seleção, higienização, despulpamento e obtenção da farinha.

2.2 Métodos

Foi utilizado um Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR, com fatorial completo 2^3 , 6 ensaios nas condições axiais, 8 ensaios nas condições fatoriais e 4 repetições no ponto central, totalizando 18 ensaios, de acordo com a tabela 1 abaixo, para verificar o efeito do processo de extrusão termoplástica sobre as propriedades tecnológicas dos produtos extrusados. Conforme proposto por Box e Draper (1987), Barros Neto, Scarmínio e Bruns (2003) e Rodrigues e Lemma (2005). Foram avaliados os efeitos da umidade da mistura (15-23%), da temperatura do extrusor (70°C-150°C) e da concentração de farinha de açaí (0-30%) sobre o índice de expansão radial (IE), luminosidade, índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA) e volume específico.

O condicionamento das amostras foi realizado pela adição de água destilada utilizando-se uma batedeira planetária, modelo K45SS (KitchenAid, EUA) e uma bureta para homogeneização das amostras durante 1 minuto e após a adição da água destilada homogeneizou-se novamente por 5 min. As amostras foram armazenadas em sacos de polietileno e, em temperatura ambiente, por 24h para o equilíbrio hídrico. Após essa etapa foram utilizados 2kg das amostras condicionadas e com a temperatura da primeira, segunda, terceira e quarta zona do extrusor (70 °C, 95°C, 120°C e 150°C), a velocidade

do parafuso (na faixa de 180 rpm), a taxa de compressão do parafuso (3:1) e o diâmetro da matriz circular (2,8 mm) mantidos constantes. O processamento foi realizado em um extrusor de laboratório dupla rosca, modelo 20 DN-GNF 1014/2 (Brabender, Alemanha).

Tabela 1. Níveis das variáveis independentes.

Variável independente	- α	-1	0	+1	+ α
Farinha de Açaí (%)	0	6,1	15	23,9	30
Umidade (%)	15	16,6	19	21,4	23
Temperatura (°C)	120	126	135	144	150

$\alpha = \pm (2n)^{1/4} = \pm 1,68$, onde n: n° de variáveis independentes (n = 3).

Após a extrusão, as amostras passaram por um cilindro com temperatura em torno de 90°C, para se atingir a umidade de < 7%, em seguida, foram armazenadas em sacos de polietileno para as análises tecnológicas.

O índice de Expansão (IE) é a expansão do produto ao sair do extrusor devido à diferença de temperatura e pressão interna e externa. Esse parâmetro foi determinado pela razão entre o diâmetro do produto extrusado e o diâmetro da matriz (2,8 mm), segundo metodologia proposta por Mercier et al. (1998). O diâmetro foi mensurado com auxílio de paquímetro automático Modelo n° 40257 Craftsman (Itália).

O volume específico (VE) dos produtos expandidos foi determinado pelo método do deslocamento da massa ocupada (semente de painço) e determinado o seu volume em proveta graduada, sendo o VE calculado pela divisão do volume pelo peso (massa) da amostra e expresso em mL/g.

A textura foi avaliada utilizando-se texturômetro TA-XT2i – Textura Analyser (Extralab Brasil), com célula de carga de 25 kg, do tipo faca em “V”, equipado com o *software* Texture Expert® para a análise dos dados. As amostras foram cortadas uniaxialmente com *probe* “Warner Blatzer”, usando a metodologia descrita por Chang et al. (2001). As condições utilizadas neste experimento foram: velocidade pré-teste: As condições utilizadas neste experimento foram: velocidade pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade de teste: 1 mm/s; velocidade pós-teste: 10,0 mm/s; distância de ruptura: 25 mm; limiar de força: 10 g e medida em força de cisalhamento. Os resultados foram obtidos através da média aritmética de 12 repetições de cada um dos 18 ensaios.

A Cor foi avaliada instrumentalmente utilizando-se um colorímetro Color Quest II (HunterLab, EUA). A determinação baseou-se nos sistemas CIEL*C*h (representação polar do sistema L*a*b*). No sistema CIEL*a*b*, L* indica luminosidade, que varia de zero (preto) a 100 (branco); enquanto a* e b* representam as coordenadas de cromaticidade, sendo que +a* indica tendência para o vermelho e -a* tendência para o verde; +b* indica tendência para o amarelo e -b* tendência para o azul. Os extrusados foram dispostos em placas de petri onde foi realizada a leitura.

O índice de absorção em água (IAA) e o índice de solubilidade em água (ISA) foram determinados, em triplicata, conforme metodologia proposta por Anderson et al. (1969), com modificações. Onde uma amostra de 2,5g em base seca foi mantida em 30mL de água destilada a 25°C por 30min, sob agitação em tubos TECNAL com capacidade de 50mL. A suspensão foi centrifugada a 2200g por 10 min em centrífuga FANEM®, Modelo 204NR, e o sobrenadante evaporado e seco em estufa da Marca TECNAL®, Modelo TE 394/2, com circulação e renovação de ar a 105°C por 4 horas.

Os dados obtidos nos ensaios do delineamento experimental foram avaliados através de programa estatístico Statistica 5.5 (StatSoft, EUA). Com os resultados através da Metodologia de Superfície de Resposta foi possível estabelecer o ponto ótimo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índice de expansão radial (IE)

Os extrusados apresentaram valores de IE entre 2,02 e 4,48 como valores mínimos e máximos, respectivamente, entre os 18 ensaios.

Com os resultados obtidos, foi possível construir as superfícies de resposta para a determinação do ponto ótimo. O gráfico 1 demonstra que a maior expansão ocorreu no ensaio 1 com 6,1% de farinha de açaí, 16,6% de umidade e temperatura de 126°C, onde se obteve o maior resultado com a média de 4,48 em índice de expansão. Já o ensaio número 12 com 15% de farinha de açaí, 23% de umidade e 135°C (tabela 2) que obteve menor índice de expansão com a média de 2,02.

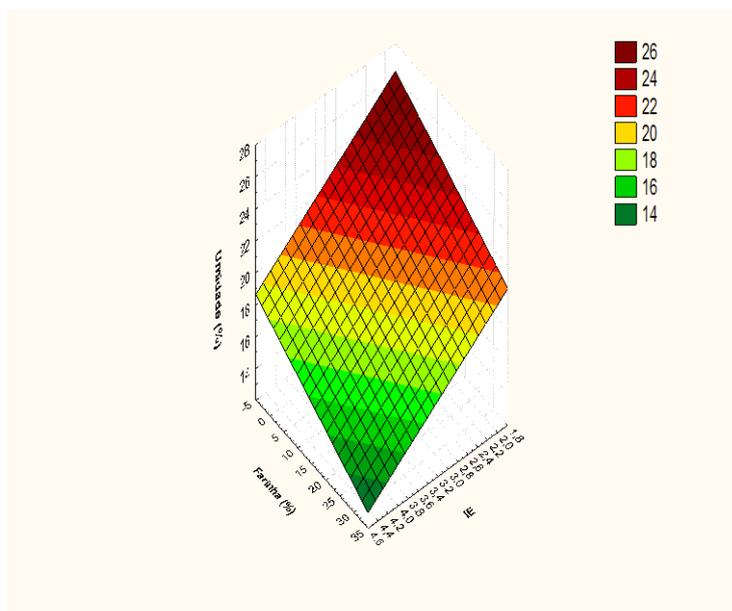


Gráfico 1. Efeito da concentração de farinha de açaí e da temperatura de extrusão sobre o índice de expansão dos extrusados.

A concentração de farinha de açaí, a umidade e a temperatura influenciam na diminuição do IE corroborando com Mendonça et al. (2000) que investigaram o efeito da umidade (160 a 220 g.kg⁻¹), da temperatura de extrusão termoplástica (150 a 190°C) e da adição de farelo de milho (180 a 320 g.kg⁻¹) na produção de snacks. Este autor afirma que o IE diminuiu linearmente com o aumento do teor de umidade, da temperatura e da adição de farelo de milho.

Tabela 2. Média dos resultados das características tecnológicas dos ensaios tecnológicos

Ensaio	% Farinha de açaí	Umidade %	Temperatura °C	Características tecnológicas					
				IE	VE	L*	ISA	IAA	Textura
n									
1	6,1	16,6	126	4,48	8,3	25,54	26,42	585,20	16,63
2	23,9	16,6	126	3,02	4,1	15,29	17,20	595,21	34,67
3	6,1	21,4	126	3,42	5,0	20,42	20,27	582,88	28,99
4	23,9	21,4	126	2,66	3,9	9,81	15,62	600,34	29,7
5	6,1	16,6	144	4,45	11,2	24,45	24,18	709,75	9,01
6	23,9	16,6	144	3,04	4,1	14,86	20,19	545,64	19,23
7	6,1	21,4	144	4,08	10,8	18,21	30,67	736,40	8,48
8	23,9	21,4	144	2,72	3,9	12,76	15,01	583,89	24,55
9	0	19	135	3,48	4,9	54,54	33,54	828,93	21,13
10	30	19	135	2,68	4,4	13,68	18,59	594,46	34,63
11	15	15	135	4,43	9,1	20,18	24,25	671,86	14,48

12	15	23	135	2,02	3,0	11,78	10,13	574,15	36,77
13	15	19	120	3,79	7,2	17,49	22,95	695,51	24,05
14	15	19	150	3,65	5,5	18,03	23,45	693,00	25,91
15	15	19	135	3,13	5,1	13,81	20,68	703,08	31,54
16	15	19	135	4,09	6,5	15,92	24,40	667,91	15,22
17	15	19	135	3,45	4,6	16,15	17,87	632,49	22,22
18	15	19	135	3,09	5,0	15,38	17,77	631,58	20,24

n= nº de ensaios; IE: índice de expansão radial; VE: volume específico; L*: luminosidade;

IAA: índice de absorção de água; ISA: índice de solubilidade em água.

Bhatnagar & Hanna (1994) constataram que a diminuição da expansão de amidos extrusados, devido à complexação com lipídeo, poderia ser causada pelo decréscimo na proporção de amilose livre para amilopectina. Conforme Launay & Lisch (1983), durante a extrusão do amido, a expansão depende da formação da matriz de amido, a qual, no caso, induz à formação de vapores de água. Segundo Bhatnagar & Hanna (1994), a adição de lipídeo poderia afetar as características da matriz de amido, de modo a diminuir sua capacidade de retenção de vapores de água, resultando numa menor expansão.

Segundo Mercier et al., (1998), o aumento da quantidade de água reduz a viscosidade de misturas com materiais amiláceos, diminuindo a dissipação da energia mecânica no extrusor, comprimindo o crescimento de bolhas e produzindo produtos mais densos. Este fenômeno foi observado neste trabalho, pois os ensaios que possuíam maior umidade da mistura apresentaram menor índice de expansão radial. Essa diminuição no IE dá-se em virtude da adição de farinha de açaí e pelo alto teor de lipídeos que o açaí possui.

3.2 Volume Específico (VE)

O volume específico é uma medida da expansão volumétrica, que é a soma das expansões radial e axial. O volume específico dos extrusados variou de 3,0 a 11,2 mL.g⁻¹ (tabela 1). A análise dos dados mostrou ter ocorrido efeito quadrático positivo da temperatura de extrusão e da interação dos teores de farinha de açaí e umidade sobre o volume específico dos extrusados conforme gráfico 2.

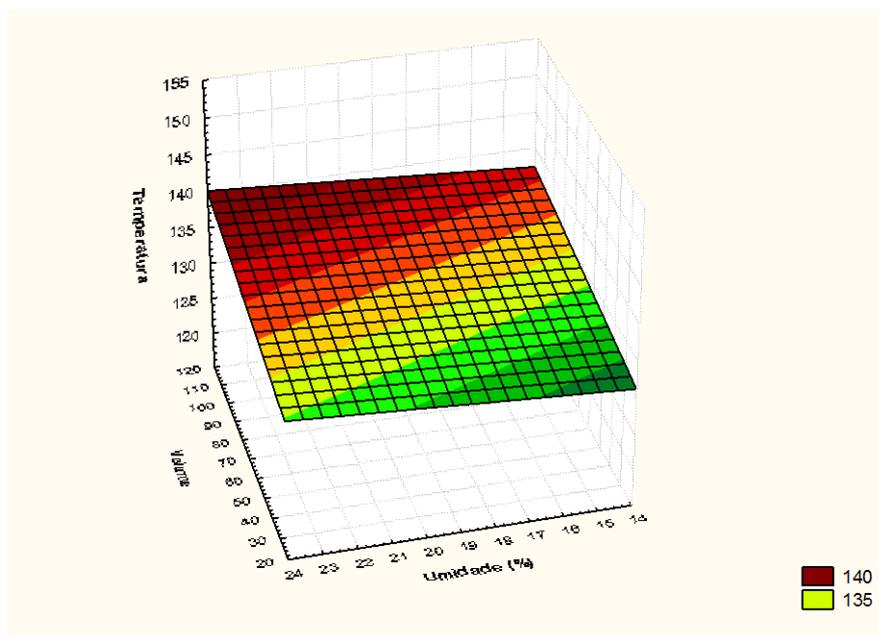


Gráfico 2. Efeito da temperatura de extrusão sobre o volume específico do produto extrusado.

Verificou-se que nas condições intermediárias de umidade, concentração de farinha e temperatura o volume específico dos extrusados foi menor conforme ensaio 12 que apresentou 3,3 mL.g⁻¹ e com isso o menor volume específico, tendo 15% de farinha de açaí, 23% de umidade e temperatura de 135 °C.

Souza, Leonel e Mischon (2007), avaliando o efeito das condições de extrusão em produtos expandidos produzidos a partir de misturas de fécula de mandioca e polpa cítrica, observaram que o volume específico dos extrusados decresceu com o aumento da temperatura e umidade, variando de 1,71 mL.g⁻¹ a 8,54 mL.g⁻¹.

Alves e Grossmann (2002) observaram que nas condições de 16% de umidade, temperatura de 170°C e diâmetro de matriz de 3mm obteve-se o maior volume específico (6,32 mL.g⁻¹) em snacks de farinha de cará, inferior ao valor médio de snacks comerciais de milho (8,72 mL.g⁻¹).

Os resultados demonstram que com a incorporação da farinha de açaí as características assemelham - se ao aos snacks de milho comerciais.

3.3 Análise da Luminosidade dos extrusados

As médias dos parâmetros de luminosidade das matérias primas estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 3: Média da Luminosidade - L* das matérias-primas

Matérias - primas	L*
Farinha de açai	11,14
Farinha de milho	87,43

A cor é um atributo importante dos produtos alimentícios sendo que durante a extrusão ocorrem reações de escurecimento não-enzimático (reação de Maillard e caramelização) e degradação de pigmentos que afetam este parâmetro de qualidade. As condições de processamento utilizadas na extrusão (alta temperatura e baixa umidade) são reconhecidas por favorecer a reação entre açúcares redutores e aminoácidos, o que resulta na formação de compostos coloridos e na redução do aminoácido lisina. Se o escurecimento é muito intenso, cores e sabores indesejáveis podem aparecer (ILO; Berghofer, 1999). De acordo com Guy (2001) a cor dos produtos extrusados é influenciada pela temperatura, composição da matéria-prima, tempo de residência, pressão e força de cisalhamento. A formação de cor durante o processo de extrusão proporciona importante informação a respeito do grau do tratamento térmico. A estabilidade da cor é uma das características de qualidade para alimentos extrusados, que são normalmente consumidos diretamente sem tratamento térmico posterior (SOUZA; LEONEL; MISCHAN, 2007).

Os resultados obtidos para os diferentes ensaios realizados mostraram que os produtos extrusados apresentaram valores médios de luminosidade (L*) entre 9,81 e 54,4, como valores mínimos e máximos, respectivamente. O gráfico 3, mostra o efeito da concentração de farinha açai sobre a luminosidade dos produtos extrusados, nas condições testadas(tabela 2).

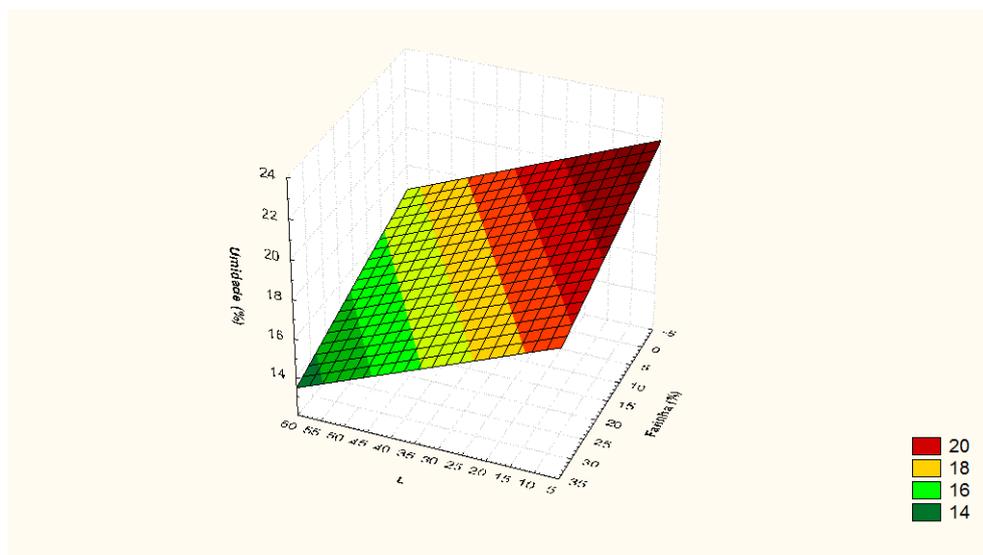


Gráfico 3. Efeito da concentração de farinha de açaí sobre a luminosidade dos produtos extrusados.

Na análise de cor da farinha de açaí verificou-se que apresenta pouca luminosidade por ser um alimento de cor escuro, porém ao ser misturada com a farinha de milho no processo de extrusão obteve um resultado satisfatório chegando a 54,4 e com essa média ficando entre o resultado encontrado por Leoro (2007), que avaliou o efeito dos parâmetros operacionais sobre a cor de cereal matinal extrusado à base de farinha de milho e maracujá, observou a influência do teor de farelo de maracujá e da temperatura de extrusão nos produtos extrusados, os quais apresentaram L^* variando de 44,15 a 68,26, com os menores valores obtidos nas maiores concentrações de farelo de maracujá.

Na luminosidade das matérias-primas a farinha de milho apresentou uma cor mais clara com um valor de L^* maior, adquirindo uma tendência maior à coloração amarela do que a farinha de açaí que apresentou um valor de L^* menor com uma tendência maior para a coloração verde.

3.4 Índice de absorção em água (IAA) e Índice de solubilidade em água (ISA)

O Índice de Absorção de Água (IAA) está relacionado à disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido (COLONNA et al., 1984). O resultado do índice de absorção de água (IAA) para o snacks apresentaram a média de valores entre 545,64 e 828,93 g. O ensaio número 9 (tabela 2)

apresentou maior índice de absorção de água tendo 0% de concentração de farinha de açaí e temperatura de 135 °C. Já o ensaio 6 (tabela 2) apresentou o IAA menor, tendo como concentração de farinha de açaí de 23,9% e temperatura de 144 °C. Estes valores foram utilizados nas análises estatísticas para verificar os efeitos das variáveis independentes sobre a superfície de resposta para determinação do ponto ótimo (Gráfico 4).

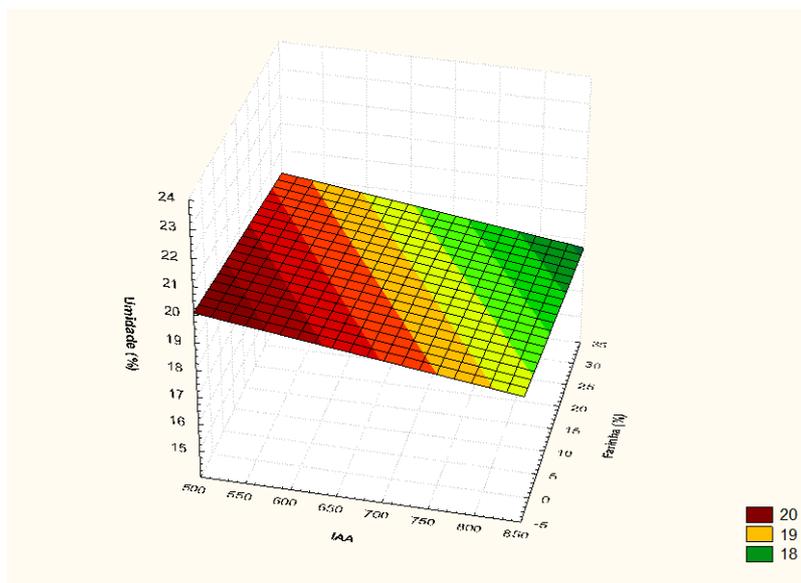


Gráfico 4. Efeito dos teores de umidade e temperatura sobre o índice de absorção de água dos extrusados.

Somente os grânulos de amido gelatinizados absorvem água em temperatura ambiente e incham, contudo, com o aumento do grau de gelatinização, a fragmentação do amido aumenta e, com isso, diminui a absorção de água (BORBA; SARMENTO; LEONEL, 2005; CARVALHO; ASCHERI; CAL-VIDAL, 2002). Contudo, observou-se efeito significativo do percentual da concentração de farinha de açaí e da temperatura de extrusão.

O índice de solubilidade em água é um parâmetro que mede o grau de degradação total do grânulo de amido. O aumento da solubilidade, verificado em produtos extrusados, é atribuído à dispersão das moléculas de amilose e amilopectina como consequência da gelatinização, quando as condições são mais brandas, e à formação de compostos de baixo peso molecular, quando as condições são mais drásticas (COLONNA et al., 1984). De acordo com a tabela 2, o resultado do índice de solubilidade em água (ISA) para o snacks apresentaram a média de valores entre 10,13 e 33,54%. O ensaio número 9 (tabela 2) apresentou maior índice de absorção de água tendo 0% de

concentração de farinha de açaí, 19% de umidade e temperatura de 135 °C. Já o ensaio 12 (tabela 2) apresentou o ISA menor, tendo como concentração de farinha de açaí de 15%, umidade 23% e temperatura de 135 °C. Com isso, os parâmetros de concentração de farinha de açaí e umidade tiveram efeito significativo no índice de solubilidade em água dos extrusados conforme a gráfico 5 abaixo.

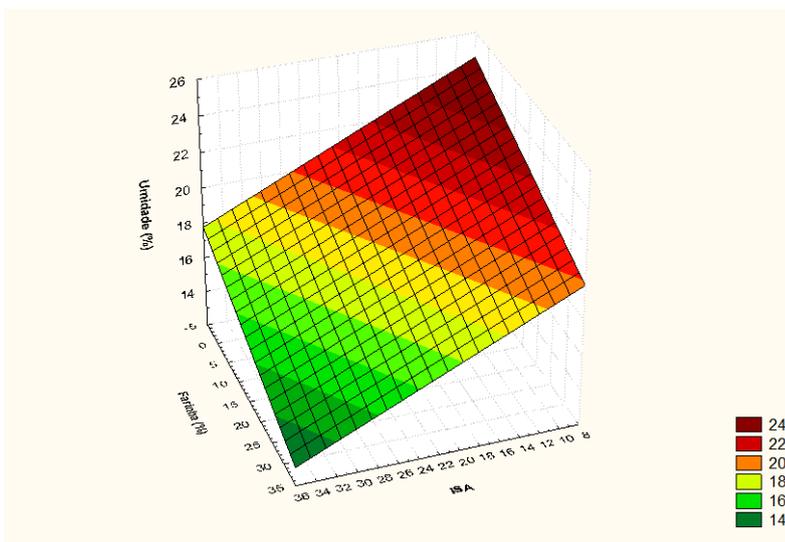


Gráfico 5. Efeito da umidade e temperatura de extrusão sobre o índice de solubilidade em água dos extrusados.

3.5 Textura

De acordo com Anton e Luciano (2007), a aceitação de produtos expandidos pelo consumidor é altamente influenciada pela dureza do produto, sendo a crocância e a fraturabilidade os parâmetros mais importantes para a textura. Extrusados expandidos devem apresentar rápida queda na força necessária para mastigação, fator atribuído ao rompimento da estrutura porosa, susceptibilidade à quebra e fragilidade do produto final.

A textura é um elemento importante na qualidade dos alimentos, afetando diretamente sua aceitabilidade pelos consumidores e sua venda (Gaines et al., 1992). O que se deseja em snacks com boas características é que os valores de fraturabilidade e dureza sejam baixos (ALVES & GROSSMAN, 2002). Segundo Chang & El-Dash (2003) a dureza é influenciada pelo índice de expansão e pelo alinhamento das camadas de amido para a formação da estrutura final. Os produtos extrusados apresentaram valores de

dureza entre 8,48 e 36,77 N, como valores mínimos e máximos, respectivamente, para os 18 ensaios.

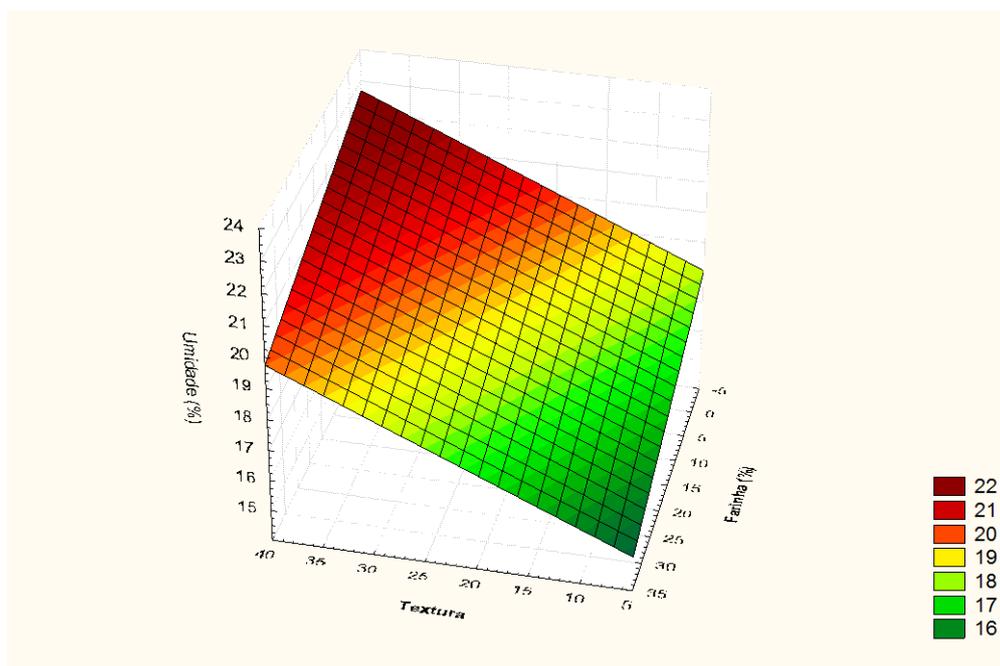


Gráfico 6. Efeito da concentração de farinha de açaí, umidade e temperatura sobre os extrusados.

Sebio (1996) observou em extrusados de farinha de inhame que os maiores valores de dureza foram obtidos à baixas temperaturas (100°C) e alta umidade (26%) e os menores valores de dureza foram obtidos à altas temperaturas (150°C) e baixas umidades (18%).

O extrusado que obteve a menor dureza, que é o desejado, foi o ensaio 7 com 6,1% de concentração de farinha de açaí, 21,4% de umidade e 144°C de temperatura, indicando através da superfície de resposta que em baixos teores de umidade e de farinha de açaí se obtém a menor dureza, o ensaio que obteve maior dureza foi o número 12 com 15% de farinha de açaí, 23% de umidade e 135°C de temperatura. Segundo Ferreira, (2006), em relação à dureza, ele reportou que os extrusados menos duros foram resultantes dos menores valores de umidade em extrusados a base de farelo de trigo. Ding et al. (2005) também encontraram que a umidade foi o fator mais significativo sobre a dureza de extrusados expandidos à base de arroz, e que um aumento no teor de umidade resultou em um aumento da dureza.

4. CONCLUSÃO

A extrusão de farinha milho com a incorporação da farinha de açaí possibilita a produção de snacks com diferentes características com relação à expansão, volume específico, índice de absorção em água, índice de solubilidade em água e textura. Através dos resultados obtidos foi possível determinar o ponto ótimo para a elaboração deste produto.

As condições operacionais mais recomendadas para obter produtos com boas características tecnológicas nsa variáveis foram: concentração de farinha de açaí (10,55%), umidade (16%) e temperatura (146°C) e a velocidade do parafuso (na faixa de 180 rpm), a taxa de compressão do parafuso (3:1) e o diâmetro da matriz circular (2,8 mm). mantidos fixos.

Os resultados demonstraram que esses “snacks” têm características desejadas pelos consumidores e potencial para futura comercialização.

5. AGRADECIMENTOS

À instituição de Fomento FAPEAM – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, pelo apoio financeiro do Edital 020/2013 – PAPAC, ao Instituto de Pesquisa Nacional da Amazônia – INPA, à Dra Francisca das Chagas do Amaral Souza, Dra Caroline Joy Steel e Dr. Marcio Schmiele e a todos que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, R. M. L.; GROSSMANN, M. V. E. **Parâmetros de extrusão para produção de “snacks” de farinha de cará (*Dioscorea alata*)**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.22, n. 1, p. 32-38, jan./abr. 2002.

ANDERSON R. A.; CONWAY, V.F.P.; GRIFFIN, E.L. **Gelatinization of corn grits by roll- and extrusion-cooking**. *Cereal Science Today*, v.14, n.1, p.4-7, jan. 1969.

ANTON, A. A.; LUCIANO, F. B. Instrumental texture evaluation of extruded snacks foods: A review. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**. v.5, n°.4, p.245-251, 2007.

AVIRAM, M.; EIAS, K.1993. **Dietary olive oil reduces low density lipoprotein uptake by macrophages and decreases the susceptibility of the lipoprotein to undergo lipid peroxidation**. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 37(2):75-84.

BARROS-NETO, B.; SACARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Como fazer experimentos. Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 401 p. Campinas: Ed da UNICAMP; 2003.

BHATNAGAR, SANDEEP, AND MILFORD A. HANNA. **"Amylose-lipid complex formation during single-screw extrusion of various corn starches"**. *Cereal Chemistry* 71.6 (1994): 582-586.

BOBBIO, F.O.; DRUZIAN, J.I.; ABRÃO, P.A.; BOBBIO, P.A.; FADELLI, S. 2000. **Identificação e quantificação das antocianinas do fruto do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) Mart.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 20(3):388-390.

BORBA, Alexandra M.; SARMENTO, Silene; LEONEL, Magali. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2005.

BOX, G.E.P.; DRAPER, N.R. **Empirical model building and response surfaces**. New York, Wiley, 1987.

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

CHANG, Y. K.; EL-DASH, A A. **Effects of acid concentration and extrusion variables on some physical characteristics and energy requirements of cassava starch**. *Braz. J. Chem. Eng.*, v. 20, n. 2, p. 129-137, 2003.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; FRANCO, C. M. L. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Américas**. Botucatu: Ong Raízes, 2004.

COLONNA, P. et al. **Extrusion cooking and drum drying of wheat starch. I. Physical and macromolecular modifications**. Cereal Chemistry, 1984; 61(6): 538-543.

CHANG, Y.K.; HASHIMOTO, J.M.; ACIOLI-MOURA, R.; MARTÍNEZ-FLORES, H. E.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F. **Influence of extrusion condition on cassava starch and soybean protein concentrate blends**. Acta Alimentaria, v.30, n.2, p.189-203, 2001.

DZIEZAK, J.D. Yeasts and yeast derivatives: definition, characteristics, and processing. **Food Technology**, Chicago, vol. 41, n. 2, p. 103-121, 1987a.

DING, Q.; AINSWORTH, P.; TUCKER, G.; MARSON, H. **The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice based expanded snacks**. Journal of Food Engineering, v.66, p.283-289, 2005.

FERREIRA, R. E. **Avaliação de parâmetros do processo de extrusão e do teor de farelo de trigo adicionado em características de "snacks" expandidos de milho**. Campinas – SP, 2006, 183f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2006.

GAINES, Michael S. et al. **The effects of habitat fragmentation on small mammal populations**. In: Wildlife 2001: populations. Springer Netherlands, 1992. p. 875-885.

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

GUERREIRO, L. Dossiê técnico. **Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial**. REDETEC Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Agosto 2007.

GUY, R. Introduction. In: GUY, R. **Extrusion cooking**. Technologies and applications. Ed. CRC Press. England, p.3-4, 2001.

HARPER, J.M. **Extrusion of foods**. Volume I. CRC Press, Florida, United States, 1981.

HORST, M.A.; LAJOLO, F.M. 2007. Bioavailability of food bioactive compounds. 697-731. In: Cozzolino, S.M.F. *Bioavailability of nutrients*. Manole, 2nd, ed. 992 pp.

ILO, S.; BERGHOFER, E. **Kinetics of colour changes during extrusion cooking of maize grits**. Journal of food engineering, 1999.

KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 11.ed. São Paulo: Roca, 2005. 1242 p.

LAUNAY, B.; LISCH, J. M. **Twin-screw extrusion cooking of starches: flow behaviour of starch pastes, expansion and mechanical properties of extrudates**. Journal of Food Engineering, v. 2, n. 4, p. 259-280, 1983.

LEORO, M. G. V. **Desenvolvimento de cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá**. Campinas – SP, 2007, 147f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

LIMA, T.M.; CURY-BOAVENTURA, M.F.; HATANAKA, E.; GORJÃO, R.; FIAMONCINI, J; HIRABARA, S.M.; PIMENTA, A.; TAKAHASHIHE; CURTI, R. 2007. **Fatty acids and health**, p. 6-47. In: III Symposium on fatty acids and health. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo. (in Portuguese).

LUSTOSA, B. H. B.; Leonel, M.; Mischan, M. M. **Parâmetros de extrusão na produção de snacks de farinha de mandioca enriquecidos com caseína**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 1, p. 109-126, jan./mar. 2010.

MENDONÇA, S.; GROSSMANN, M.V.E.; VERHE, R. **Corn bran as a fibre source in expanded snacks**. Lebensm-Wiss. u-Technol. v.33, p.2-8, 2000.

MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, J. M. **Extrusion Cooking**. 2nd ed., St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1998, 471p.

NOGUEIRA OL, FIGUEIRÊDO FJC, MÜLLER AA. **Açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental 2005. 137 p.

POZO-INSFRAN D, BRENES CH, TALCOTT ST. **Phytochemical composition and pigment stability of acai (*Euterpe oleracea* Mart.)**. J Food Chem 2004;52:1539-45.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos – uma estratégia seqüencial de planejamentos**. Casa do pão editora, 1^aed., Campinas, 618p, 2005.

SOUZA, L. B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. **Efeitos dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de extrusados de misturas de fécula de mandioca e polpa cítrica**. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 83-91, 2007.

SÉBIO, L. **Efeito de alguns parâmetros operacionais de extrusão nas propriedades físico-químicas da farinha de inhame (*Dioscorea rotundata*)**. Campinas – SP, 1996, 106f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1996.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E NUTRICIONAL DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (*Zea Mays*) COM A INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea Mart*)

José Carlos de Sales Ferreira ^a, Francisca das C. do A. Souza ^b, Caroline J. Steel ^c, Jaime Paiva Lopes Aguiar ^b, Marcio Schmiele ^c, Ivone L. Santos ^a

^a Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

^b Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA; Coordenação Sociedade Ambiente e Saúde (CSAS) e Laboratório de Físico-Química de Alimentos (LFQA).

Manaus-AM - CEP 69067-375, Brasil. *Autor para correspondência – francisca.souza@inpa.gov.br

^c Universidade Estadual de Campinas - (UNICAMP); Faculdade de Engenharia de Alimentos - (FEA); Departamento de Tecnologia de Alimentos, CEP: 13083-862, Campinas/SP – Brasil.

RESUMO

O açaí, além de ser uma fruta com alto valor energético, devido ao teor de lipídeos e também é rica em fibras, vitamina E, proteínas e minerais. Apresenta considerável teor de carboidratos totais e proteínas. Os minerais de maior abundância são o potássio e o cálcio e o magnésio. A caracterização físico-química e microbiológica são fatores importantes na avaliação de snacks expandidos. O presente trabalho objetivou a caracterização físico-química, microbiológica e nutricional dos snacks extrusados de farinha de milho (*Zea Mays*) com a incorporação da farinha de açaí (*Euterpe Oleracea Mart*). Os resultados obtidos através da determinação do ponto ótimo com 10,55% de farinha de açaí foram de 3,67% de umidade, 0,69 % de cinzas, 7,19% de proteínas, 2,87% de lipídios, 85,58% de carboidratos, fibras totais 11,44%, 4,46% de fibra solúvel e 6,98% de fibra insolúvel, minerais apresentou 4,61mg de Ca, 22,61mg de Mg, 262,77 mg de K, 52,97 mg de Na, 1,12mg Mn, 0,29mg de Cu, 0,63 mg de Zn e 7,12 mg de ferro. No controle, obtiveram-se 5,20% de umidade, 0,43% de cinzas, 0,08% de lipídios, 6,78% de proteínas, 87,51% de carboidratos, fibras totais 2,03%, 0,11% de fibra solúvel e 1,92% de fibra insolúvel. A farinha de açaí teve em sua composição 4,47% de umidade, 2,18%

de cinzas, 43,62% de lipídios, 7,35% de proteínas, 42,38% de carboidratos, fibras totais 12,50%, 5,44% de fibra solúvel e 7,06% de fibra insolúvel. A atividade de água teve como resultado de 0,27 no ponto ótimo e 0,26 no controle. A avaliação microbiológica de acordo com a legislação RDC 12 - ANVISA de 2001 coliformes totais, termotolerantes, *bacillus cereus*, bolores e leveduras não foram identificados. Em relação á qualidade nutricional pode-se afirmar que o snacks (A) composto por farinha de milho e adição de farinha de açaí apresenta melhor qualidade nutricional em sua composição quando comparado ao snack (B), comercial, composto por farinha de milho e sabor queijo. Conclui-se que as características físico-químicas, microbiológicas e nutricionais do snacks apresentaram bons resultados podendo ser uma alternativa de lanche rápido com agregado valor nutricional e utilizando um fruto amazônico.

Palavras-chaves: snacks, composição centesimal, farinha de açaí.

ABSTRACT

Acai, besides being a fruit with high energy, due to the lipid content and is also rich in fiber, vitamin E, protein and minerals. Presents considerable amounts of carbohydrates and proteins. The most abundant minerals are potassium and calcium and magnesium. The physico-chemical and microbiological characteristics are important factors in the evaluation of expanded snacks. This study aimed to physicochemical, microbiological and nutritional characterization of extruded snacks corn flour (*Zea Mays*) incorporating the flour açai (*Euterpe oleracea* Mart). The results obtained by determining the optimal point with 10.55% of acai flour were 3.67% moisture, 0.69% ash, 7.19% protein, 2.87% lipid, 85, 58% carbohydrate, dietary fiber 11.44%, 4.46% to 6.98% soluble fiber and insoluble fiber, minerals presented 4,61mg Ca, mg 22,61mg, 262.77 mg K, 52 97 mg Na, Mn 1,12mg, 0,29mg Cu, Zn and 0.63 mg 7.12 mg iron. In control, we obtained 5.20% moisture, 0.43% ash, 0.08 lipid, protein 6.78, 87.51% carbohydrate, total fiber 2.03%, 0.11% from 1.92% soluble fiber and insoluble fiber. The water activity resulted in 0.27 and 0.26 for optimum control. The microbiological evaluation in accordance with the law RDC 12 - ANVISA 2001 total coliforms, thermotolerant, bacillus cereus, molds and yeasts were not identified. In relation to nutritional quality can be said that the snacks (A) composed of cornmeal and flour adding acai has better nutritional quality in its composition compared to snack (B), business, composed of maize flour and flavor cheese. It is concluded that the physico-chemical, microbiological and nutritional characteristics of snacks showed good results and can be a quick snack alternative with added nutritional value and using an Amazonian fruit.

Keywords: snacks, proximate composition, acai flour.

1. INTRODUÇÃO

O açaí, além de ser uma fruta com alto valor energético, também é rica em fibras, vitamina E, proteínas e minerais (ROGEZ, 2000). Além disso, vem chamando a atenção por seu alto teor de antocianinas. A região amazônica apresenta inúmeras espécies frutíferas, dentre elas o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart) com potencial agrônomo, tecnológico, nutricional e econômico. O açaizeiro (*Euterpe oleracea*) é uma planta oriunda da Amazônia brasileira, representa importante fonte de alimentação e renda para as populações locais, podendo ser encontrada nos Estados do Pará, Amapá, Maranhão, Mato Grosso e Tocantins em área florestal de várzea úmida ou seca, assim como, na Venezuela, Colômbia, Equador, Suriname, Guiana e no Panamá (NOGUEIRA, 2006; LORENZI et al, 2006). Dos frutos do açaizeiro é possível retirar o vinho ou polpa, aproveitado para consumo básico da população ribeirinha e/ou da Região Amazônica, tal como, para a fabricação de sorvetes, doces, bebidas, extração de corantes e antocianina (NOGUEIRA, 2006). A polpa representa 15% e é aproveitado de forma tradicional no consumo alimentar, sorvetes e outros produtos derivados (NOGUEIRA, 2006). De acordo com Menezes et al (2008) a polpa de açaí é um alimento altamente calórico principalmente em função dos altos conteúdos de lipídeos dos quais 52,70% representado pelo ácido oléico (C18:1) e 25,56% pelo palmítico (C16:0). Apresenta considerável teor de carboidratos totais e proteínas, sendo encontrados em abundância os minerais como o potássio, cálcio e o magnésio.

Os alimentos extrusados são populares, uma vez que eles estão prontos para comer, de textura crocante, em forma agradável e colorido (HIRTH et al., 2014), no entanto, eles são muitas vezes considerados alimentos calóricos por causa de sua composição baseada em carboidratos e gordura. A incorporação de fruta na forma desidratada em snacks e cereais matinais podem melhorar a sua qualidade nutricional e atratividade. Pois as frutas e extratos contêm uma elevada quantidade de componentes bioativos, além também de fornecer uma qualidade organoléptica aceitável (POTTER et al., 2013).

A utilização da extrusão pela indústria de alimentos difundiu-se muito nos últimos anos por apresentar uma série de vantagens em relação aos

processos tradicionais. Trata-se de um processo contínuo com pouco ou nenhum resíduo, baixos requerimento de mão de obra e de espaço por unidade de produção, alta capacidade de produção por unidade de área, sendo considerado de baixo custo em comparação com outros processos de cocção, pois converte eficientemente a energia elétrica em energia térmica (Stanley, 1986). Na área de alimentos para consumo humano, a diversidade de produtos envolve as áreas de panificação; cereais matinais e “snacks” prontos para o consumo com diversos formatos diferentes, tamanhos, cores e sabores, destinados aos mais variados consumidores; a fim de eliminar inibidores de crescimento e de fatores anti palatáveis; produção de alimentos pré-cozidos destinados aos programas de assistência às populações carentes e mal nutridas e à merenda escolar (LEONEL, 2005; SOUZA, 2006).

Contudo o presente trabalho objetivou a caracterização físico-química, microbiológica e nutricional dos snacks extrusados de farinha de milho (*Zea Mays*) com a incorporação da farinha de açai (*Euterpe Oleracea* Mart).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material

As farinhas de milho utilizadas na execução do trabalho foram obtidas através de doação feita pela indústria MINA MERCANTIL, situada em Guaira – SP e MILHÃO ALIMENTOS, situada em Inhumas – GO. O material acondicionado em embalagens plásticas permaneceu armazenado em local seco e arejado até preparo para extrusão. Os frutos de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) foram oriundos da Cidade de Codajás – AM, adquiridos na feira da “Manaus moderna” na Cidade de Manaus – AM e transportados até o Laboratório de Físico-química de Alimentos e Nutrição (LFQA/INPA), onde foi feita a seleção, higienização, despulpamento e obtenção da farinha.

2.2 Métodos

2.2.1 Processamento dos snacks

As matérias-primas foram extrusadas em extrusor dupla rosca Brabender (modelo 20 D/N-GNF 1014/2), com temperaturas de 70°C na 1ª zona de aquecimento, 95°C na 2ª zona, 120 °C na 3ª zona e na 4ª zona variou-se a temperatura entre 120°C e 150°C. A configuração da rosca utilizada foi com taxa de compressão 3:1, velocidade de rotação do parafuso de 120rpm, com taxa de alimentação de 130g/min e matriz de 2,8mm de diâmetro.

O produto extrusado foi submetido à secagem em estufa da marca Tecnal, modelo TE 394/2, com circulação e renovação forçada de ar a 85°C até umidade final inferior a 3,0%. Em seguida, foram coletadas amostras para definição do ponto ótimo que constituiu em 10,55 % de farinha de açaí a uma umidade de 16% sob temperatura na quarta zona do extrusor de 146 °C.

2.2.2 Caracterização físico-química

Na composição centesimal a umidade foi determinada pela diferença de peso em estufa a 105°C, a proteína foi determinada pelo método de kjeldahl, o

lipídeo foi determinado em extrator Soxhlet com o solvente éter, as cinzas foram determinadas em mufla a 550°C, as fibras insolúveis e solúveis foram determinadas pelo método enzimático-gravimétrico e o carboidrato foi determinado por diferença, subtraindo-se de 100 a somatória dos teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.2.3 Minerais

Os minerais: cálcio, magnésio, potássio, sódio, manganês, zinco e ferro foram determinados por espectrometria de absorção atômica (Spectra AA, modelo 220 FS, Varian, 2000), com lâmpadas específicas conforme o manual do fabricante, no qual a digestão das amostras foi realizada em via micro-ondas no digestor MARS – Xpress CEM Corporation, MD – 2591, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.2.4 Determinação da Atividade de água (Aa)

Para determinação da atividade de água (Aa) foi utilizado o aparelho Pawkit Decagon®. A preparação da amostra e a utilização do aparelho foram realizadas conforme instruções descritas no manual de operação.

2.2.5 Análise Microbiológica

As amostras foram analisadas, conforme a Resolução RDC nº 12 de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001). As metodologias de análise adotadas seguiram o Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos conforme metodologia descrita por Silva *et al.*, (1997). Os microorganismos analisados foram Coliformes totais e termotolerantes (*E.Coli*), *Bacillus cereus* e Bolores e leveduras.

2.2.6 Composição nutricional

A composição nutricional foi avaliada de acordo com a Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 que aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados e comparados com uma marca comercial regional de farinha de milho e sabor queijo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição centesimal

A caracterização físico-química dos snacks é apresentada na Tabela 1. Os valores de umidade encontrados foram de 3,67% no snacks de farinha de milho com farinha de açaí (ponto ótimo), de 5,20% no snacks de farinha de milho (controle) e 4,47% na farinha de açaí. Os resultados encontrados corroboram com os resultados relatados por Carvalho, et al (2009) com snacks de terceira geração por extrusão de misturas de farinhas de pupunha e mandioca, com teores de umidade variando de 5,45 a 6,06%, em função da formulação empregada.

O teor de cinzas encontrado foi de 0,69% no ponto ótimo, 0,43% no controle e de 2,19% na farinha de açaí. Isso demonstra que o snacks e a farinha de açaí estão de acordo com a literatura consultada (CHISTÉ et al., 2007; SOUZA et al., 2008), que relata teores variando de 0,38 a 0,93% de cinzas.

A análise de lipídios observa-se os valores de 2,87% no ponto ótimo, 0,08% no controle e 43,62 na farinha de açaí. Segundo Carvalho (2000), a composição centesimal das matérias-primas exerce grande influência na qualidade do produto final extrusado.

De acordo com Mitchell e Areas (1992), durante o processo de extrusão, as mudanças estruturais nas proteínas ocorrem na seguinte seqüência: desnaturação, associação, ruptura de algumas ou todas as associações pelo calor e cisalhamento, para formar uma solução concentrada ou fase fundida, isso demonstra a relação com os resultados obtidos na tabela1, onde se verificou que o teor protéico do ponto ótimo apresentou 7,19%, o controle 6,78% e a farinha de açaí 7,35% indicando que houve perda protéica durante o processo de extrusão. Limberger et al. (2009) produziu snacks dos com farinha de quirera de arroz e obteve 7,50% de proteína. Dessa forma, fica evidenciado que a incorporação de farinha de açaí no processo de extrusão proporciona ao produto final um valor proteico relevante para produção de snacks e com agregado valor nutricional.

Segundo Krause e Mahan (2005), produtos elaborados com misturas de proteínas em proporções adequadas têm sido desenvolvidos visando elaborar produtos que possam suprir as necessidades protéicas, principalmente de crianças e idosos.

Os resultados de carboidratos (tabela 1) mostram um elevado percentual no ponto ótimo de 85,58% e 87,51% no controle. Já a farinha de açaí o percentual de carboidratos foi de 42,38% indicando que o processo de extrusão pode gerar um alimento energético, podendo ser utilizado na alimentação humana para suprir carência de alimentos energéticos.

Tabela 1. Valores médios da caracterização físico-química dos snacks e da farinha de açaí (mg/100g do produto)

Parâmetros	Ponto ótimo* mg/100 g	Controle** mg/100 g	Farinha de açaí mg/100 g
Umidade	3,67	5,20	4,47
Cinzas	0,69	0,43	2,18
Lipídios	2,87	0,08	43,62
Proteína	7,19	6,78	7,35
Carboidratos	85,58	87,51	42,38
Fibras Totais	11,44	2,03	12,50
Fibra Solúvel	4,46	0,11	5,44
Fibra insolúvel	6,98	1,92	7,06

*Ponto ótimo: snacks de farinha de milho com incorporação da farinha de açaí.

**Controle: snacks de farinha de milho

As fibras totais do ponto ótimo (tabela 1) apresentaram 11,44%, 2,03 % no controle e 12,50% na farinha de açaí. As fibras solúveis apresentaram 4,46% no ponto ótimo, 0,11% no controle e 5,44 na farinha de açaí. Já as fibras insolúveis o ponto ótimo obteve 6,98%, o controle 1,92% e a farinha de açaí resultou em 7,06%.

O cozimento leva à formação de complexos físicos ou químicos entre o amido e outros compostos, por exemplo, lipídeos e proteínas. Complexos semelhantes podem ser resistentes aos ataques por enzimas amilolíticas e este “amido resistente” constitui área de interesse como fibras dietéticas (Galliard, 1987). Mattos e Martins (2000) propuseram a seguinte classificação para o teor de fibras presente em 100 g de alimentos: muito alto (maior que 7 g); alto (4,5 a 6,9 g); moderado (2,4 a 4,4 g) e baixo (inferior a 2,4 g).

De acordo com o gráfico 1, nota-se que houve diferença nos teores de cálcio, magnésio e potássio do ponto ótimo em relação ao controle. Apresentando 4,41 mg de cálcio no ponto ótimo e 1,05 mg no controle, 22,61 mg de magnésio no ponto ótimo e 14,67 mg no controle. O potássio apresentou 262,77mg no ponto ótimo e 181,57mg no controle. A farinha de açaí apresentou 31,92% de cálcio, 87,93 de magnésio, 758,95mg de potássio 68,12mg de sódio. Portanto, houve uma diminuição dos macrominerais devido ao processo de extrusão.

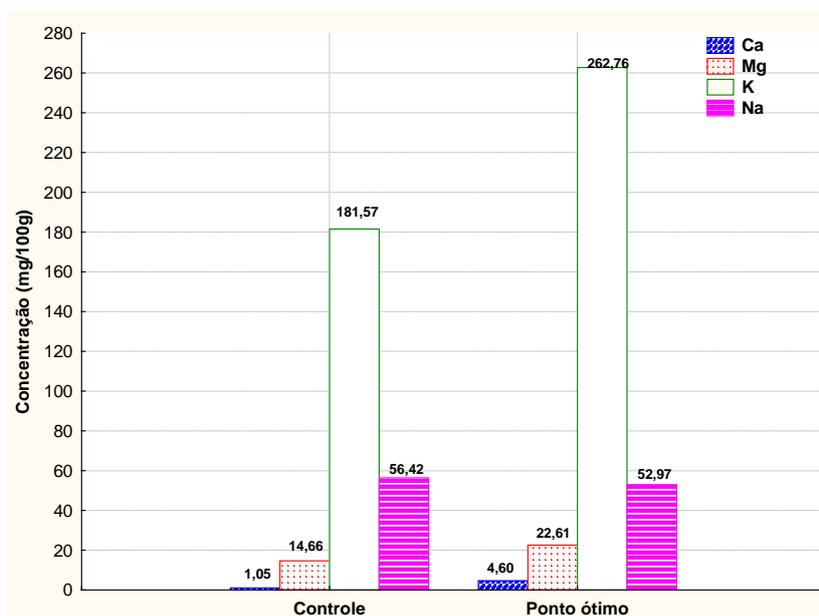


Gráfico 1. Concentração de macrominerais no controle e ponto ótimo do snacks (mg/100g)

Os resultados obtidos dos teores de macrominerais (gráfico 1) mostram que o ponto ótimo difere-se quanto a esses elementos em relação ao controle.

Os microminerais (gráfico 2) em maiores proporções que se destacaram no ponto ótimo foram o manganês com 1,12mg e o cobre com 0,29mg em relação ao controle que apresentou 0,04mg de manganês e 0,12mg de cobre.

O zinco e o ferro apresentaram valores menores em relação ao controle. Sendo 0,63mg de zinco e 7,12mg de ferro no ponto ótimo ficando abaixo do controle que foi de 1,45% de zinco e 7,16mg de ferro. A farinha de açaí apresentou 8,4mg de manganês, 1,85mg de cobre, 1,31mg de zinco, 2,23mg de ferro, não sofrendo perda significativa nos microminerais durante o processo de extrusão.

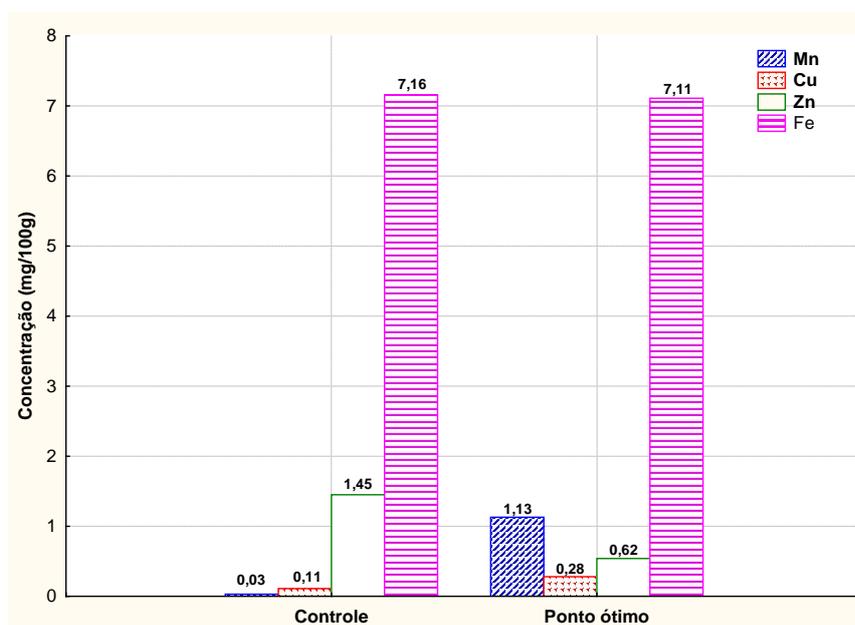


Gráfico 2. Concentração de microminerais no controle e ponto ótimo do snacks (mg/100g)

3.2 Atividade de água (Aa)

A atividade de água (Aa) é um dos fatores intrínsecos em alimentos considerada uma medida qualitativa, que possibilita avaliar a disponibilidade de água livre. (Bezerra, 2008). Esta água está disponível para as reações físicas, químicas e biológicas. A atividade de água tem sido utilizada como parâmetro de crescimento microbiológico no qual cada microrganismo apresenta um valor ideal para crescimento. A indústria tem utilizado a atividade de água para prever a estabilidade dos produtos, visando o controle microbiológico dos alimentos concentrados e semi-úmidos, como por exemplo, as farinhas e as rações na alimentação animal. (Silva, 2013). Os valores de atividade de água

(tabela 2) do ponto ótimo e controle variando de 0,26 a 0,27, estão próximos aos observados por Souza (2003), estudando cereais matinais extrusados de castanha-do-brasil com mandioca, que relata atividade de água igual a 0,18 e de snack extrudado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão relatado por Carvalho (2012).

Tabela 2. Nível de atividade de água do ponto ótimo, controle e farinha de açaí.

	Ponto ótimo*	Controle**	Snacks (Carvalho, 2012)	Cereais matinais (Souza, 2003)
Aa	0,27	0,26	0,34	0,18

*Ponto ótimo: snacks de farinha de milho com incorporação da farinha de açaí.

**Controle: snacks de farinha de milho

3.3 Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas (tabela 3) demonstra que a contagem do NMP (Número Mais Provável) para Coliformes totais e termotolerantes (*E.coli*) 45° C (NMP/g), *Bacillus cereus* negativo (< 10UFC/g) e bolores e leveduras mostram que em nenhuma das amostras houve contaminação. Estando de acordo com a legislação RDC 12- ANVISA (2001).

TABELA 3. Microrganismos analisados do ponto ótimo, controle e da farinha de açaí

Parâmetros	Ponto ótimo*	Controle**	Farinha de açaí	Referência RDC 12/2001
Coliformes totais 37° C (NMP/g)	0,0	0,0	0,0	10 ²
Coliformes termotolerantes (<i>E.coli</i>) 45° C (NMP/g)	0,0	0,0	0,0	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	<10 ufc/g	<10 ufc/g	<10 ufc/g	>10ufc/g
Bolores e leveduras	<10 ufc/g	<10 ufc/g	<10 ufc/g	>10ufc/g

3.4 Composição nutricional

A comparação nutricional (tabela 4) entre o snacks de farinha de milho com farinha de açaí e um snacks comercial regional de milho com sabor queijo.

Tabela 4: Tabela de comparação nutricional entre o snacks de farinha de milho e um snacks comercial regional.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL (A) Snacks de milho com farinha de açai			INFORMAÇÃO NUTRICIONAL (B) Snacks comercial regional de milho sabor queijo	
	Porção 40g (2 xícaras)	%VD (*)	Porção 40g (2 xícaras)	%VD (*)
Valor energético	158,6 kcal	8	204,2	10
Carboidratos	86,2	29	24,5	8
Proteínas	7,2	10	2,0	3
Lipídios totais	6,5	12	10,8	20
Fibras Totais	4,5	18	-	-
Cálcio	1,8	0	4,5	0
Magnésio	9,0	3	5,4	2
Sódio	21	1	1165,7	49
Ferro	2,8	20	0,80	6

***Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400kj. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.**

O valor energético do snack A (158,6 Kcal) é menor que o snack B (204,2 Kcal), isto é devido à quantidade lipídios do snack B que apresentou maior quantidade. Em relação aos carboidratos o snack A (86,2 g) é superior ao B (24,5 g) e o teor de proteína do snack A (7,2 g) é 3 vezes maior que o encontrado no snack B (2,0 g). O teor de fibra do snack A foi de (4,5 g) e do snack B não foi informado na embalagem. O cálcio do snack B (4,5 mg) apresentou maior proporção em relação ao snack A (1,8 mg). Em relação aos minerais o magnésio encontrado no snack A (9,0 mg) apresentou maior quantidade em relação ao snack B (5,4 mg). O nível de sódio no snack A (21 mg) foi menor em relação ao snack B que apresentou (1165,7 mg), isso deve ter ocorrido devido ao snack B conter glutamato monossódico e sal refinado em sua formulação. O teor de ferro encontrado no snack A (2,8 mg) foi maior que o encontrado no snack B (0,80 mg).

Com estes resultados pode-se afirmar que o snacks A composto por farinha de milho e adição de farinha de açai apresenta melhor qualidade nutricional em sua composição quando comparado ao snack B, comercial, composto por farinha de milho e sabor queijo.

4. CONCLUSÃO

Diante disso, o presente trabalho demonstrou que as características físico-químicas, microbiológicas e nutricionais dos snacks de farinha de milho com a incorporação da farinha de açaí apresentaram resultados satisfatórios. Não houve perda significativa de nutrientes ao final da extrusão e o produto pode ser considerado de importante valor energético e proteico, além de um importante teor de fibras comparado com o comercial. A produção de snacks de milho com farinha de açaí tendo como produto final uma boa composição nutricional visto que a seria mais uma opção de lanche rápido, porém com valor nutricional agregado a esse tipo de produto.

Desta forma a adição de farinha de açaí ao snacks de milho contribui para o aporte nutricional deste produto oferecendo uma opção de lanche rápido, tornando-se uma alternativa para o enriquecimento de produtos de panificação

5. AGRADECIMENTOS

À instituição de Fomento FAPEAM – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, pelo apoio financeiro do Edital 020/2013 – PAPAC, ao Instituto de Pesquisa Nacional da Amazônia – INPA, à Dra Francisca das Chagas do Amaral Souza, Dra Caroline Joy Steel e Dr. Marcio Schmiele e a todos que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

6. REFERÊNCIAS

ARÊAS, J. A. G. Interações moleculares do amido durante o processo de extrusão. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 28-30, 1996.

BEZERRA, Aída Couto Dinucci. **Alimentos de rua no Brasil e saúde pública**. Annablume Editora, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico que aprova os padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/leg_resolucao12_01_anvisa.pdf>. Acesso em: agosto 2014.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, P. A.; ASCHERI, J. L. R. **Produção de snacks de terceira geração por extrusão de misturas de farinhas de pupunha e mandioca**. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 12, n. 4, p. 277-284, 2009.

CARVALHO, Ana Vânia et al. **Processing and characterization of an extruded snack made from broken rice flour and broken common bean flour**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 15, n. 1, p. 72-83, 2012.

CARVALHO, R. V. **Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização textuométrica e microestructural**. 2000. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA Jr., A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 2, 2007.

GALLIARD, T.; BOWLER, P. **Morphology and composition of starch**. In: GALLIARD, T. *Starch: properties and potencial*. Chichester: John Wiley & Sons, 1987. cap.3, p.55-78.

HIRTH, M.; LEITER, A.; BECK, S.M.; SCHUCHMANN. H.P. **Effect of extrusion cooking process parameters on the retention of bilberry anthocyanins in starch based food**. *Journal of Food Engineering* 125 (2014) 139–146; journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfoodeng.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analítica do Instituto Adolf Lutz: **Métodos físico e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008. métodos.

LEONEL M. **Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão.** In: Seminário Brasileiro sobre Processamento de Batatas. Pouso Alegre, 2005.

LIMBERGER, V. M.; COMARELA, C. G.; PATIAS, L. D.; BRUM, F. B.; EMANUELLI, T.; SILVA, L. P. **Produção de salgadinho extrusado de quirera de arroz para uso na indústria de alimentos.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2590-2594, 2009.

LORENZI, Harri et. al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

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.

MITCHELL, J. R.; ARÊAS, J. A. G. Structural in biopolymers during extrusion. In: KOKINI, J. L.; HO, C. T.; KARWE, M. V. (Eds.). **Food extrusion Science and Technology**. New York: Marcel Dekker, 1992.

NOGUEIRA, Oscar Lameira. Introdução e importância econômica. In: NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **Açaí**. 2. ed. [S.I.]: Embrapa Amazônia Oriental, 2006.

POTTER, R., STOJCESKA, V., PLUNKETT, A., 2013. **The use of fruit powders in extruded snacks suitable for Children's diets**. LWT Food Science and Technology 51, 537–544.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. 1. ed. Belém: EDUFPA, 2000.

SILVA, Cleciene Nunes da et al. Estudo da vida útil de linguiça frescal de frango e modelagem do crescimento de bactérias ácido lácticas em condições isotérmicas. 2013.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varala, 1997. 295p.

SOUZA ML, Manazes HC. **Avaliação sensorial de cereais matinais de castanha-do Brasil com mandioca extrusados**. Ciênc Tecnol Aliment, Campinas, 26(4): 950-955, out-dez 2006.

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

SOUZA, M. L. **Processamento de Cereais Matinais Extrusados de Castanha-do-Brasil com Mandioca**. 2003, 191 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

STANLEY, D.W. Chemical and structural determinants of texture of fabricated foods. *Food Technology*, v.40, n.3, p.65-68, 1986.

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS SENSORIAIS, ACEITABILIDADE E VIDA DE PRATELEIRA DE SNACKS EXTRUSADOS DE MILHO COM A INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (*Euterpe Oleracea* Mart).

José Carlos de Sales Ferreira ^a, Francisca das C. do A. Souza ^b, Caroline J. Steel ^c, Jaime Paiva Lopes Aguiar ^b, Marcio Schmiele ^c, Ivone L. Santos ^a.

^a Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

^b Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA; Coordenação Sociedade Ambiente e Saúde (CSAS) e Laboratório de Físico-Química de Alimentos (LFQA).

Manaus-AM - CEP 69067-375, Brasil. *Autor para correspondência – francisca.souza@inpa.gov.br

^c Universidade Estadual de Campinas - (UNICAMP); Faculdade de Engenharia de Alimentos - (FEA); Departamento de Tecnologia de Alimentos, CEP: 13083-862, Campinas/SP – Brasil.

RESUMO

A escolha dos alimentos e sua aceitabilidade são baseadas primeiramente em percepções afetivas sensoriais tais como “gostei” ou “não gostei”, e só depois pelas suas propriedades nutricionais e seus benefícios para a saúde. A análise sensorial enfoca as características sensoriais de um produto e determina qual é o preferido e/ou melhor, aceitável por um determinado público alvo, em função de suas características. Os testes afetivos também chamados de testes de consumidor podem ser classificados em duas categorias: aceitabilidade e preferência. O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros sensoriais, aceitabilidade e vida de prateleira de snacks extrusados de milho com a incorporação da farinha de açaí. A avaliação sensorial foi realizada após o aceite do comitê de ética (33244114.6.0000.5020) e das assinaturas do termo de consentimento esclarecido - TCLE. O método aplicado foi o método de análise sensorial afetivo, cujo objetivo foi avaliar a aceitação dos consumidores em relação à preparação, através do teste de aceitação, que avalia o quanto um consumidor gosta ou desgosta de um determinado produto, por meio da escala hedônica de 9 pontos e onde o critério global, sabor e crocância foram avaliados. Também foi realizado o teste pareado de

preferência, a intenção de compra, através da escala de 5 pontos, e a intenção de consumo obtida pela escala de 7 pontos. As amostras foram acondicionadas em recipientes descartáveis identificados pelas letras A (snack de farinha de milho com farinha de açaí) e B (snack à base de farinha de milho) e distribuídas a 60 avaliadores não treinados. De acordo com os parâmetros avaliados, os resultados mostraram que o snack A obteve um resultado muito próximo ao snack B, não apresentando uma diferença significativa entre os ambos. Já os parâmetros para avaliar a vida de prateleira foram o pH, acidez e microbiológicos dos meses 0, 30, 60, 90 e 120 dias totalizando 5 meses, onde não houve variação de pH e acidez significativa durante esse período e quanto a análise microbiológica também não foi identificada contaminação. Com isso, pode-se afirmar que a produção snacks de farinha de milho com a incorporação da farinha de açaí é um produto sensorialmente aceitável com uma boa durabilidade.

Palavras-chaves: snacks, extrusados, farinha açaí, avaliação sensorial, vida de prateleira

ABSTRACT

The choice of food and its acceptability are primarily based on affective sensory perceptions such as "liked" or "disliked", and then for their nutritional properties and health benefits. Sensory analysis focuses on the sensory characteristics of a product and determines which is preferred and / or rather acceptable for a certain target audience, depending on their characteristics. Affective tests also called consumer tests can be classified into two categories: acceptability and preference. The aim of this study was to evaluate sensory parameters, acceptability and shelf life of extruded corn snacks by incorporating acai flour. The sensory evaluation was carried out after acceptance of the ethics (33244114.6.0000.5020) committee and signatures of informed consent - Informed Consent. The method applied was the method of affective sensory analysis, whose objective was to evaluate the acceptance of consumers in relation to the preparation, through the acceptance test, which assesses how much a consumer likes or dislikes a particular product through hedonic scale 9 points and where global criterion, flavor and crispness were evaluated. The paired preference test, purchase intent, through the 5-point scale, and the intention of consumption obtained by the 7-point scale was also performed. Samples were packed in disposable containers identified by the letters A (snack Cornmeal with acai flour) and B (based snack Cornmeal) and distributed to 60 non-trained evaluators. . According to the parameters evaluated, the results showed that the snack got a snack too close to B result, showing no significant difference between both. With the results obtained it can be stated that the snack with the incorporation of the acai flour is a product sensorially acceptable. Already parameters to evaluate the shelf life were pH, acidity and microbiological months of 0, 30, 60, 90 and 120 days totaling five months where there was no significant variation in pH and acidity during this period and for microbiological analysis also contamination was not identified. We conclude that the snack has good durability.

Keywords: snacks, extruded, acai flour, sensory evaluation, shelf life

INTRODUÇÃO

A escolha dos alimentos e sua aceitabilidade são baseadas primeiramente em percepções afetivas sensoriais tais como “gostei” ou “não gostei”, e só depois pelas suas propriedades nutricionais e seus benefícios para a saúde (CARDELLO, et al., 1996).

A análise sensorial é uma técnica de mensuração utilizada para estabelecer uma interação com consumidores, possibilitando conhecer suas percepções afetivas sensoriais (CALLE, et al., 2006). Além disso, consiste num fator chave para a determinação da vida útil de muitos produtos; pois torna possível o estudo de propriedades organolépticas dos produtos, usando seres humanos como instrumentos de medição; otimiza a aceitabilidade de um produto; e fortalece o potencial competitivo diante da acentuada concorrência com produtos substitutos e da crescente necessidade de melhorar a qualidade de produtos; entre outros fins (LATREILLE et al., 2006).

As percepções sensoriais dos alimentos são interações complexas que envolvem cinco sentidos: visão, olfato, paladar, tato e audição; logo, a avaliação sensorial tem por objetivo detectar diferenças nos produtos avaliados, de acordo com as diferenças perceptíveis na intensidade de alguns atributos (Geise, 1995; Ferreira, 2000). Segundo Teixeira et al. (1987) o perfil de características é um teste que avalia a aparência, cor, odor, sabor e textura de um produto comercializado ou em desenvolvimento, sendo referido teste amplamente recomendado para estabelecer a natureza das diferenças entre amostras ou produtos, em controle de qualidade.

Cozimento por extrusão tem sido usado por processadores de alimentos há muitos anos. Produtos alimentícios dos tipos cereais prontos para o consumo, como *snacks*, cereais matinais, macarrão e produtos de proteínas texturizada de soja podem ser obtidos com a tecnologia de extrusão (SUNKNARK, et al., 2001; LIN e HSIEH, 2002).

A textura é um atributo sensorial crítico que pode dominar a qualidade de um produto, como em lanches obtidos através termoplástico extrusão. Em salgadinhos extrusados, a expansão é desejada e inchado produtos são esperados, e é por isso textura desempenha um importante papel a respeito da aceitabilidade de *snacks* entre os consumidores (Anton e Luciano, 2007).

Os alimentos extrusados são populares, uma vez que eles estão prontos-para-comer, de textura crocante, em forma agradável e colorido (HIRTH *et al.*, 2014). No entanto, eles são muitas vezes considerado *junk food* (comida que não é saudável) por causa de sua composição baseada principalmente em carboidratos.

A combinação de sabor agradável e elevado valor nutricional produz inúmeros *snacks* e cereais processados que são sucesso entre os consumidores, desde que contenham ingredientes naturais com nozes e frutas (PAYNE, 2000). Esses produtos já alcançam algumas décadas de existências no mercado e o seu consumo vêm ao encontro das novas tendências alimentares, assumindo o lugar de produtos energéticos, proteicos, nutritivos, práticos e saudáveis (SOUZA e MENEZES, 2006).

A polpa de açaí é um alimento altamente calórico principalmente em função dos altos conteúdos de lipídeos dos quais 52,70% representado pelo ácido oléico (C18:1) e 25,56% pelo palmítico (C16:0). Apresenta considerável teor de carboidratos totais e proteínas. Os minerais de maior abundância são o potássio e o cálcio e o magnésio também apresenta concentrações importantes (MENEZES *et al.* 2008).

A análise sensorial enfoca as características sensoriais de um produto e determina qual é o preferido e/ou melhor, aceitável por um determinado público alvo, em função de suas características. Os testes afetivos também chamados de testes de consumidor podem ser classificados em duas categorias: aceitabilidade e preferência. O primeiro tem o objetivo de avaliar o grau com que consumidores gostam ou desgostam de um determinado produto e o segundo objetiva avaliar a preferência do consumidor quando ele compra dois ou mais produtos entre si (DAMÁSIO e SILVA, 1996; SILVA, 1997).

Dessa forma o presente trabalho teve o objetivo avaliar os parâmetros sensoriais dos *snacks* expandidos de farinha de milho (*Zea Mays*) com a incorporação da farinha de açaí (*Euterpe Oleracea* Mart.) e a aceitabilidade do produto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção da matéria-prima

Para a elaboração do snacks com a farinha de açaí foi utilizado um Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR, com fatorial completo 2^3 , 6 ensaios nas condições axiais, 8 ensaios nas condições fatoriais e 4 repetições no ponto central, totalizando 18 ensaios. A partir deste delineamento foi determinado escolhido o ponto ótimo através da Metodologia de Superfície de Resposta que consistiu na composição do snacks em 10,55% de farinha de açaí, 16% de umidade inicial e 146 °C na 4ª zona do extrusor. Já no snacks controle não houve a adição de farinha de açaí, sendo utilizada somente a farinha de milho.

2.2 Aromatização

Os snacks foram aromatizados artesanalmente. Em badeiras inox as amostras foram dispersas e, em seguida, foi borrifado óleo de soja e adicionado sal na mesma proporção para cada grupo de snacks com a farinha de açaí e o snacks somente com farinha de milho. Após isso as amostras foram levadas à estufa com circulação de ar a 60°C onde permaneceram por 24h para a secagem, em seguida as amostras foram embaladas em sacos plásticos estéril selados.

2.3 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial foi realizada no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA na cidade de Manaus - AM, com condições adequadas para tal procedimento, com iluminação própria, cabines individuais e ausência de interferências, tais como, odores e ruídos que possam influenciar no bem estar do sujeito e no resultado da pesquisa.

O método aplicado foi o método de análise sensorial afetivo, cujo objetivo foi avaliar a aceitação dos consumidores em relação à preparação, através do teste de aceitação, que avalia o quanto um consumidor gosta ou desgosta de um determinado produto, por meio da escala hedônica de 9 pontos conforme (figura 1 em anexo). Em relação ao critério global, sabor e crocância. A intenção de compra também foi analisado o teste pareado de

preferência através da escala de 5 pontos, e a intenção de consumo obtida pela escala de 7 pontos conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008).

As variáveis coletadas foram nome, sexo, idade com a participação de 60 provadores, entre 18 e 60 anos de ambos os sexos Para a realização da análise, os provadores receberam um convite e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- TCLE (figura 3 em anexo).

Os snacks foram porcionados em copos plásticos brancos de 50 ml identificados pelas letras A e B. O snacks que constavam na letra A foram o ponto ótimo elaborados com farinha de milho e farinha de açai e na letra B o snacks controle que foi o que continha somente farinha de milho.

Entre o intervalo de uma amostra para outra foram servidos aproximadamente 50 ml de água, com o objetivo de eliminar o sabor da preparação anterior.

Após a degustação, os participantes atribuíram notas para cada uma das preparações através das fichas de análise sensorial, teste afetivo (figura 1 em anexo) e intenção de compra (figura 2 em anexo). Os resultados de aceitação foram submetidos à análise estatística pelo programa software STATISTICA, versão 5.5 (STATSOFT, EUA).

O presente trabalho na etapa de avaliação sensorial foi aprovado pelo Comitê de Ética tendo como número de processo: 33244114.6.0000.5020, atendendo à resolução do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 1997).

2.4 Estudo de vida de prateleira

A vida-de-prateleira do snack foi avaliada por um período de 120 dias, no qual foram estudadas uma temperatura: 28 °C (ambiente) e dois tipos de embalagens (plástico de polietileno, laminado), a cada 30 dias, com determinações de análises físico-químicas e microbiológicas em triplicata.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, esquematizado em parcelas subdivididas, e a comparação das médias foi realizada por meio que foram tabulados no software STATISTICA, versão 5.5 (STATSOFT, EUA).

2.5 Determinação do pH

Foi determinado o pH do ponto ótimo e controle de acordo com o método IAL (2008). Determinou-se o pH em pHmetro previamente calibrado.

2.6 Acidez

O índice de acidez foi determinado de acordo com a metodologia preconizada pelo IAL (2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise sensorial

Os resultados da avaliação sensorial dos snacks extrusados quanto a aceitação global está representado no gráfico 1, onde o ponto ótimo é composto por de farinha de milho com a incorporação da farinha de açaí e snacks controle composto apenas por farinha de milho.

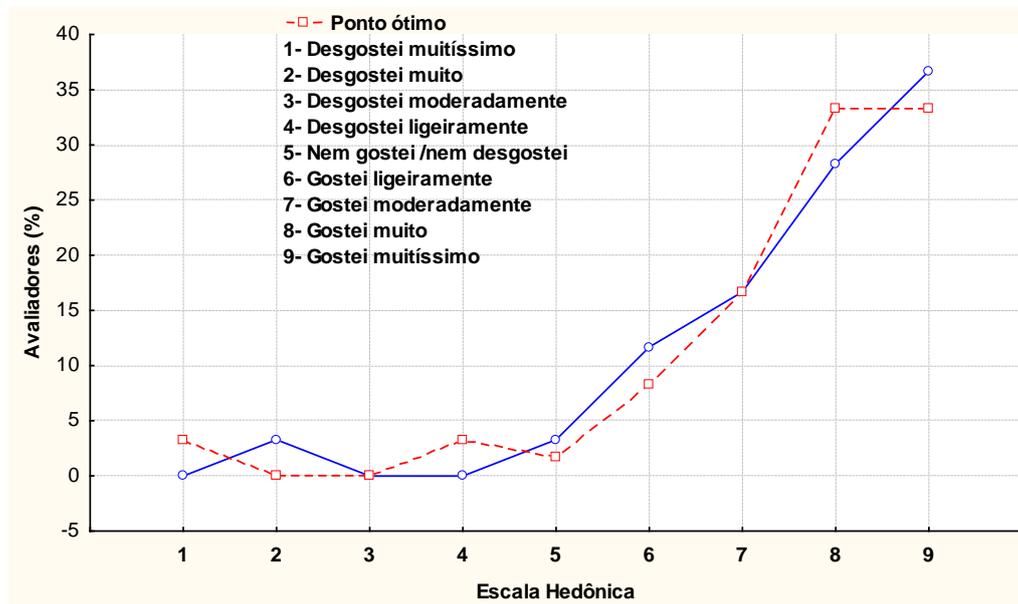


Gráfico 1. Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto gostou ou desgostou da aceitação global.

Os resultados de aceitação, dos três parâmetros avaliados, variaram de 11,10% a 11,13%. Porém, houve diferença entre a média das escalas

hedônicas entre a amostra do snack do ponto ótimo (A) e o snack controle (B) (tabela 1).

Tabela 1: Comparação média do percentual de aceitação global, sabor e crocância

	Escala hedônica	Média %	
		A	B
9	Gostei muitíssimo	42,8	41,1
8	Gostei muito	27,2	27,8
7	Gostei moderadamente	15,6	15,6
6	Gostei ligeiramente	6,7	10,0
5	Nem gostei/ nem desgostei	0,6	2,2
4	Desgostei ligeiramente	2,8	0,0
3	Desgostei moderadamente	0,0	0,6
2	Desgostei muito	0,6	2,2
1	Desgostei muitíssimo	3,9	0,6

Em relação ao sabor, no item 9 (gostei muitíssimo) (gráfico 2) da escala hedônica, o snack (A) apresentou aceitação menor 33,3% contra 40% do snack(B). No item 8 (gostei muito) ambos obtiveram o mesmo resultado de 28,3%. No item 7 (gostei moderadamente) o snack (A) apresentou 21,7% contra 15% do snack (B). No item 6 (gostei ligeiramente) a amostra (A) obteve 6,7% contra 11,7% da amostra (B). No item 5 (nem gostei/nem desgostei) o snack (A) apresentou 0% e o snack (B) 1,7 %. No item 4 (desgostei ligeiramente) o snack (A) apresentou 3,3% e o snack (B) 0%. Assim, as notas atribuídas aos dois produtos extrusados revelaram-se iguais em relação ao sabor com média de 11,11% em ambos.

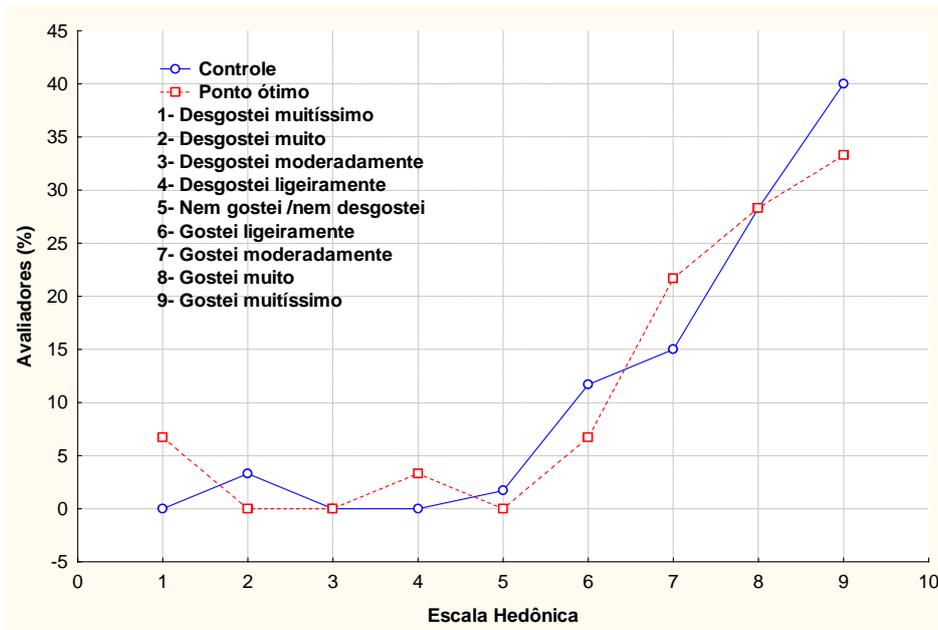


Gráfico 2. Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto ao sabor

Em relação ao atributo crocância (gráfico 3) mostram que houve uma preferência pelo snack B em relação ao snack (A), pois a média entre os dois foi de 11,12% para o snack (A) e 11,13% para o snack (B).

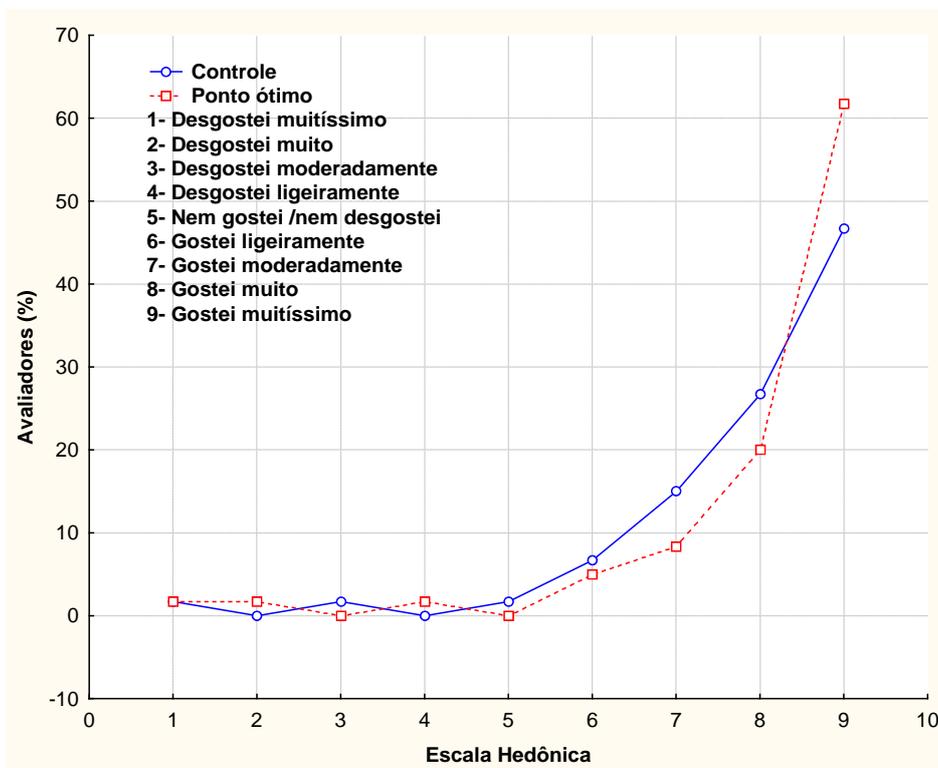


Gráfico 3. Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto a crocância

Segundo HOUGH *et al.*(2001) observaram que, quando outros atributos agradam ao consumidor, mas a textura ou a crocância não agradam, a rejeição ao alimento é imediata. Um produto sem crocância, nem mesmo o adequado sabor pode aprová-lo. A maioria de produtos com conteúdo baixo de umidade, panificado ou extrusado, tais como cereais matinais, biscoitos, *wafers*, biscoitos e lanches têm uma textura crocante. Se o conteúdo de umidade desses produtos aumentar devido à sorção de água da atmosfera ou transporte em massa de componentes vizinhos, resulta em umedecimento e texturas moles, ou seja, perda de crocância (ROUDAUT, 1998).

A menor aceitabilidade do snacks (A) em relação a aceitação global e crocância deve-se pelo fato da cor escura do açaí, onde não é comum snacks na cor escura e no mercado. A composição química do açaí influenciou na crocância do produto, pois é um alimento rico em lipídeos e essa característica influencia na expansão dos extrusados expandidos e a amostra (B) o snack foi elaborado apenas com farinha de milho, e isso ocasiona uma maior expansão e conseqüentemente gera um produto de melhor crocância, ou seja, quanto maior a expansão menor é a dureza. De acordo com (SOUZA, 2006) que informa, a crocância está associada com contrastes texturais agradáveis de frescor e qualidade, sua perda é a grande causa da rejeição do consumidor e evitar essa perda é o maior interesse da indústria de alimentos.

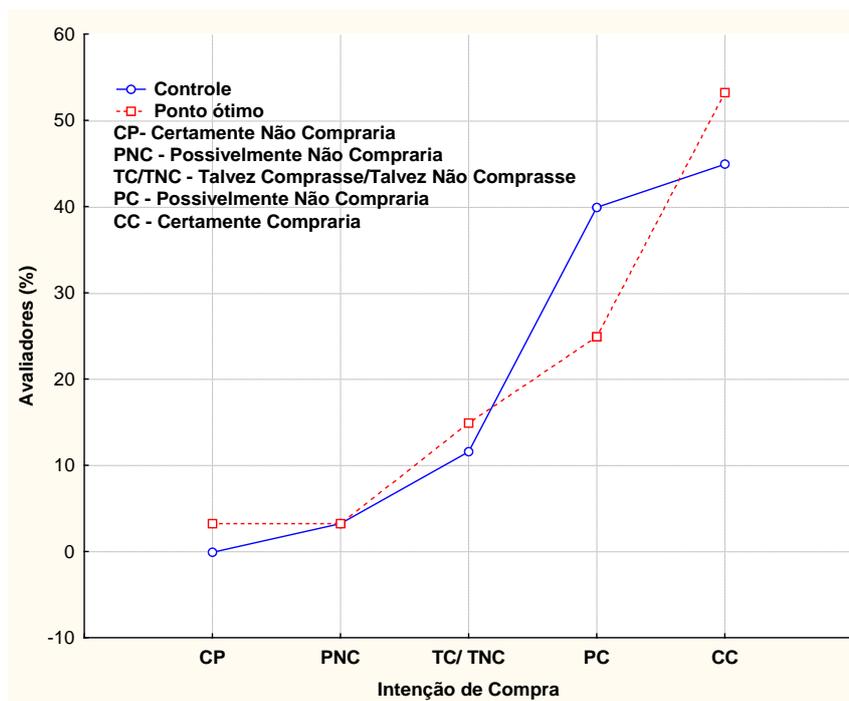


Gráfico 4. Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto à intenção de compra

A avaliação da intenção de compra (gráfico 4) mostra a preferência dos avaliadores pela amostra do ponto ótimo (A) do ponto ótimo, sendo classificado com a nota 5 que equivale a “certamente compraria” .

Tabela 2: Comparação do percentual de intenção de compra do snacks ponto ótimo (A) e controle (B)

	Escala hedônica	Intenção de compra %	
		A	B
5	Certamente compraria	53,33	45,00
4	Possivelmente compraria	25,00	40,00
3	Talvez comprasse/talvez não comprasse	15,00	11,67
2	Possivelmente compraria	3,33	3,33
1	Certamente não compraria	3,33	0,00
	Média	20	20

Na Tabela 2, observa-se que as médias encontradas para o snack (A) foi de 20% e o snack (B) foi de 20%, referentes ao atributo Intenção de compra, foram iguais. Isso demonstra que ambos tiveram uma boa avaliação neste item.

3.2 Vida de Prateleira

Na tabela 3 abaixo estão apresentados os resultados dos índices de acidez, pH e microbiologia do ponto ótimo e controle durante o armazenamento de 120 dias.

Tabela 3. Resultados dos índices de acidez, pH e microbiologia do ponto ótimo (A) e controle (B)

Análises	0		30		60		90		120	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	0,87	0,59	0,46	0,29	0,27	0,32	0,23	0,45	0,19	0,42
Acidez										
pH	5,72	6,32	5,46	6,51	5,5	6,28	5,62	6,43	5,67	6,60
Coliformes totais 37° C (NMP/g)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coliformes termotolerantes (E.coli) 45° C (NMP/g)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bacillus cereus	<10 ufc/g									
Bolores e leveduras	<10 ufc/g									

Constatou-se que não houve diferença significativa entre os resultados apresentados, ou seja, o tipo de embalagem e o ambiente de armazenamento não tiveram efeito sobre o índice de acidez, pH e microbiológico. Demonstrando assim, boa estabilidade do produto sob temperatura ambiente.

4. CONCLUSÃO

Os testes de aceitação e intenção de compra evidenciaram que ambos snacks obtiveram um resultado similar. Desta forma pôde-se verificar que o snacks do ponto ótimo (A) de farinha de milho com a incorporação da farinha de açaí, obteve um bom resultado sensorial quando comparado ao snack controle (B) somente com farinha de milho. Tornando este produto com viabilidade comercial.

Desta forma, o snack de farinha de milho com a incorporação da farinha de açaí é uma alternativa para a elaboração esse tipo de produto, pois agrega maior valor nutricional.

A vida de prateleira do produto mostrou que a embalagem e a temperatura ambiente de armazenamento não variou consideravelmente os índices de pH e acidez. O perfil microbiológico também não foi alterado, mantendo-se estável durante 120 dias de estocagem.

5. AGRADECIMENTOS

À instituição de Fomento FAPEAM – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, pelo apoio financeiro do Edital 020/2013 – PAPAC, ao Instituto de Pesquisa Nacional da Amazônia – INPA, à Dra Francisca das Chagas do Amaral Souza, Dra Caroline Joy Steel e Dr. Marcio Schmiele e a todos que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

6. REFERÊNCIAS

- ANTON, A. A.; LUCIANO, F. B. Instrumental texture evaluation of extruded snacks foods: A review. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**. v.5, n°.4, p.245-251, 2007.
- CALLE, M. L. et al. Bayesian survival analysis modeling applied to sensory shelf life of foods. **Food Qual. Prefer.**, Barking, v. 17, n. 3-4, p. 307-312, Apr./Jun. 2006.
- CARDELLO, H. M. A. B.; DAMÁSIO, M. H. Análise tempo-intensidade. **B. SBCTA**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 156-165, jul/dez. 1996.
- MENEZES, Da Silva; Ellen Mayra; TORRES, Amanda Thiele; SRUR, Armando Ubirajara Sabaa. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, 2008.
- DAMÁSIO, M. H.; SILVA, M. A. A. P. **Curso de treinamento em análise sensorial. Apostila**. Campinas: Fundação Tropical de Tecnologia “André Tosello”, 1996.
- FERREIRA, V.L.P.; Almeida, T.C.A.; Pettinelli, M.L.C.V.; Silva, M.A.A.P.; Chaves, J.B.P.; Barbosa, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. manual: série qualidade**. Campinas, SBCTA, 2000. 127p.
- GEISE, J. Developments in beverage additives. **Food Technology**. Chicago, v.49, n.9, p.64-72, 1995.
- HIRTH, M.; LEITER, A.; BECK, S.M.; SCHUCHMANN. H.P. **Effect of extrusion cooking process parameters on the retention of bilberry anthocyanins in starch based food**. Journal of Food Engineering 125 (2014) 139–146; journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfoodeng
- HOUGH, G. *et al.* O. Sensory texture of commercial biscuits as a function of water activity. Journal of texture studies, v. 32, n. 1. p. 57-74. Apr, 2001.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analítica do Instituto Adolf Lutz: **Métodos físico e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Capítulo VI Analise Sensorial; São Paulo, 2008. métodos.
- LATREILLE, J. et al. Measurement of the reliability of sensory panel performances. **Food Qual. Prefer.**, Barking, v. 17, n. 5, p. 369-375, Jul. 2006..
- LIN, S.; HSIEH, E. F. Extrusion process parameters, sensory characteristics, and structural properties of a high moisture soy protein meat analog. Journal of Food Science, v. 67, n. 3, p. 1066-1072, Apr, 2002.
- PAYNE, T. J. **Snack ideas from fruits to nuts: Cultivated blueberries and California walnuts**. Cereal Foods World, v. 45, n. 10, p. 453-456 Oct, 2000.

ROUDAUT, G.; DACREMONT, C.; MESTRE, M. L. Influence of water on the crispness of cereal-based foods: acoustic, mechanical, and sensory studies. **Journal of texture studies**, v. 29, n. 2. p. 199-213, May, 1998.

SILVA, M. A. A. P. **Métodos de avaliação sensorial de alimentos**. Apostila: Escola de Extensão da UNICAMP. 1997. 71 p.

SOUZA, M. L. de. e MENEZES, H. C. de. **Avaliação sensorial de cereais matinais de castanha-do-Brasil com mandioca extrusados**. Ciência e tecnologia de alimentos., Campinas, 26(4):950-955, out.-dez.2006.

SUNKNARK, K. *et al.* Stability of tocopherol and retinyl palmitate in snack extrudates. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 6, p. 897-902, Aug, 2001.

TEIXEIRA, E.; Meinert, E.M.; Barbetta, P.A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Editora da UFSC. 1987.

6. REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. V.; GRIFFIN JR., E. L. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science Today**, Minneapolis: AACC, v.14, nº1, p.4-7, 1969.

ARÊAS, J.A.G. **Interações moleculares do amido durante o processo de extrusão**. Bol. SBCTA v. 30, p. 28-30, 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** Arlington: AOAC.,1995.

BARROS NETO, B.; SCARMÍNIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos** Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. 2º ed. Campinas: Editora Unicamp, 2003, 401p.

BORBA, Alexandra M.; SARMENTO, Silene; LEONEL, Magali. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2005.

BOX, G. E .P.; DRAPER, N. R. **Empirical model-building and response**

BOYER, C. D.; SHANNON, J. C. **Carbohydrates of the kernel**. In: WATSON, S. A.; RAMSTAD, P. E. **Corn: Chemistry and technology**. AACC, St. Paul, p.253-272, 1987.

CALVAZARA, B. B. G. **As possibilidades do açaizeiro no estuário amazônico**. Boletim Faculdades Ciências Agrárias, Belém, n. 5, p. 165-230, 1972.

CAMIRE, M. E. Chemical and nutritional changes in food during extrusion. In: RIAZ, M. N. **Extruders in food applications**. CRC Press, Boca Raton, p.127-147, 2000.

CAMIRE, M.E.; BELBEZ, E.O. Flavor formation during extrusion cooking. **Cereal Foods World**. v.41, p. 734-736, 1996 ADAPTADO.

CAMIRE, M.E.; CAMIRE, A.; KHRUMAR, K. **Chemical and nutritional changes in foods during extrusion**. Crit Rev Food Sci Nutr. v.19, n.1, p. 35-57, 1990.

CARDOSO-SANTIAGO, R.A. **Desenho de alimento extrusado para intervenção nutricional à base de milho (*Zea mays* L.) e pulmão bovino**. São Paulo, 2002, 103p. [Tese Doutorado, Faculdade de Saúde Pública, USP].

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

CHANG, Y.K.; EL-DASH, A.A. **Effects of acid concentration and extrusion variables on some physicl characteristics and energy requirements of cassava starch.** *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v.20, n.2, p.129-137, abr./jun. 2003.

CHANG, Y.K.; HASHIMOTO, J.M.; ACIOLI-MOURA, R.; MARTÍNEZ-FLORES, H. E.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F. **Influence of extrusion condition on cassava starch and soybean protein concentrate blends.** *Acta Alimentaria*, v.30, n.2, p.189-203, 2001.

CHEFTEL, J. C. Nutritional effects of extrusion-cooking. *Food Chemistry*, London, v. 20, p. 263-283, Jan. 1986.

CHIANG, B. Y.; JOHNSON, J. A. **Gelatinization of starch in extruded products.** *Cereal Chemistry*, v.54, n.3, p.436-443, May/Jun. 1977.

CHRISTOFIDES, V.; AINSWORTH, P.; IBANOGLU, S.; GOMES, F. **Physical evaluation of a maize-based extruded snack with curry powder.** *Nahrung*. v.48, n.1, p. 61-64, 2004.

DARRAH, L. L.; McMULLEN, M. D.; ZUBER, M. S. **Breeding, genetics and seed corn production.** *In: WHITE, P. J.; JOHNSON, L. A. Corn: Chemistry and Technology.* AACC, St. Paul, p.35-68, 2007.

DE VRIES, J.W.; RADER, J.I. Historical perspective as a guide for identifying and developing applicable methods for dietary fiber. *J. AOAC International* v. 88, n.5, p. 1349-1366. 2005.

EL-DASH, A.; GONZALES, R.; CIOL, M. Response surface methodology in the control of thermoplastic extrusion of starch. *Journal of Food Engineering*, v.2, n.2, p.129-152, 1983.

EL-DASH, A.A. Aplication and control of thermoplastic extrusion of cereals for food and industrial uses. *In: POMERANZ, Y.; MUNCH, L. Cereals a renewable resource: theory and pratice.* St. Paul: AACC, 1982. cap.10, p.165-216.

FARIAS NETO, J. T.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, F. C. F. **Cultivo, processamento, padronização e comercialização do açaí na Amazônia.** Fortaleza: Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria-FRUTAL, 2010. 147 p.

FAUBION, J. M.; HOSENEY, R. C.; SEIB, P. A. Functionality of grain components in extrusion. *Cereal Foods World*, v. 27, n. 5, p. 212-216, 1982.

FAVACHO, H. A. S. **Caracterização fitoquímica e avaliação da atividade antiinflamatória e antinociceptiva do óleo fixo de *Euterpe Oleracea* Mart.** Belém: Universidade Federal do Pará, 2009. (Dissertação de mestrado).

FELLOWS, P. Extrusion. *In:_____.* **Food processing technology: principles and practive.** Cambridge: Woodhead, 2002. cap. 14, p. 294-308. **food.** Structure, functions and applications. CRC Press, England, p.295-320, 2004.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargil, 2001. v.1, 224p. (Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas).

GONÇALVES, R.A. **Rendimento de cultivares de milho em grits para produção de snacks**. Lavras, 2001, 55p. [Tese Doutorado, Universidade Federal de Lavras].

HARPER, J. M. Extrusion processing of starch. *In*: ALEXANDER, R. J.; ZOBEL, H.F. **Developments in carbohydrate chemistry**. 2nd edition. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, p.37-64, 1994.

HARPER, J. M. Food extrusion. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 11, n. 2, p. 155-215, 1979.

HARPER, J.M. Effects of extrusion processing on nutrients. *In*: KARMAS, E.; HARRIS, R.S. Nutritional evaluation of food processing. Van Nostrand Reinhold Co. Ltd. Cap.14, p. 365-391, 1988

HARPER, J.M. **Extrusion of foods**. Volume I. CRC Press, Florida, United States, 1981.

HASHIMOTO, J. M.; GROSSMAN, M. V. E. Effects of extrusion conditions on quality of cassava bran/cassava starch extrudates. **International Journal of Food Science and Technology**, v.38, n.5, p.511-517, 2003.

HOSENEY, R. C. **Principles of cereal science and technology**. 2nded., AACC, St. Paul, 1998. 378p.

HUANG, D. P.; ROONEY, L. W. Starches for snack foods. *In*: LUSAS, E. W.;

HUBER, G. R. Snack foods from cooking extruders. *In*: LUSAS, E. W.; ROONEY, R. W. **Snack foods processing**. CRC Press, Boca Raton, p.315-368, 2001.

HUBER, G. R.; ROKEY, G. J. Extruded Snacks. *In*: BOOTH, R. G. **Snack Food**. New York: Van Nostrand Reinhold, p.107-138, 1990.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do IAL.: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 5.ed. São Paulo, 2008. 1020 p.

JONES, J.R.; LINEBACK, D.M.; LEVINE, M.J. **Dietary reference intakes: implications for fiber labelin and consumption**: a summmary of the International Life Sciences Institute North America fiber workshop, june 1-2, 2004, Washington, DC. **Nutrition Reviews**, v.64, n.1, p.31-38, 2006.

KILLEIT, U. **Vitamin retention in extrusion cooking**. **Food Chemistry**. Oxford, v.49, n°.2, p.149-155, 1994.

LEONEL M. **Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão.** In: Seminário Brasileiro sobre Processamento de Batatas. Pouso Alegre, 2005.

LINKO, Y.Y.; VUORINEN, H.; OLKKU, J.; LINKO, P. The effect of HTST on retention of cereal alfa-amylase activity and on enzymatic hydrolysis of barley starch. In: LINKO, P.; LARINKARI, J. **Food Processing Engineering.** London: Elsevier Applid Science, 1980. v. 2, p.210-223.

MENEZES EM da S, Torres AT, SABAA SRUR AU. **Valor nutricional da polpa de açaí (Euterpe oleracea Mart) liofilizada.** *Acta Amaz.* 2008;38(2):311-316.

MERCIER, C.; FEILLET, P. **Modification of carbohydrate components by extrusion cooking of cereal products.** *Cereal Chem.* v.52, n.3, p.283-297, 1975.

MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, J. M. **Extrusion Cooking.** 2nd ed., St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1998, 471p.

MITCHEL, J. R.; AREAS, J. A. G. **Structural changes in biopolymers during extrusion.** In: KOKINI, J. L.; HO, C-T.; KARWE, M. V. **Food extrusion: science and technology.** Marcel Dekker, New York, p.345-360, 1992.

NEWPORT SCIENTIFIC. **Operation manual for series 4:** instructions manual. Warriewood, 1998. 123p.

NOGUEIRA OL, FIGUEIRÊDO FJC, MÜLLER AA. **Açaí.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental 2005. 137 p.

PACHECO-PALENCIA L, HAWKEN P, TALCOTT ST. **Phytochemical antioxidant and pigment stability of acai (Euterpe oleracea Mart.) as affected by clarification, ascorbic acid fortification and storage.** *Food Res Int* 2007;40:620-8.

POMERANZ, Y. **Modern cereal science and technology.** VHC Publishers, Inc., New York, 1987, 486p.

POZO-INSFRAN D, BRENES CH, TALCOTT ST. **Phytochemical composition and pigment stability of acai (Euterpe oleracea Mart.).** *J Food Chem* 2004;52:1539-45.

RIAZ, M. N. Introduction to extruders and their principles. In: RIAZ, M. N. **Extruders in food applications.** CRC Press, Boca Raton, p.1-23, 2000.

RIBEIRO, JC.; ANTUNES, LM.; AISSA, A. F.; DARIN, JD.; DE ROSSO, VV.; MERCADANTE, AZ.; BIANCHI, ML. **Evaluation of the genotoxic and antigenotoxic effects after acute and subacute treatments with açaí pulp (Euterpe oleracea Mart.) on mice using the erythrocytes micronucleus test and the comet assay.** *Mutat. Res.*, v.695, n.1-2, p.22-28, 2010.

ROCHA, A. P.; CARVALHO, L. C.; SOUSA, M. A.; MADEIRA, S. V.; SOUSA, P. J.; TANO, T.; SCHINI-KERTH, VB.; RESENDE, AC.; SOARES DE MOURA, R. **Endothelium-dependent vasodilator effect of Euterpe oleracea Mart. (açai) extracts in mesenteric vascular bed of the rat.** *Vascul. Pharmacol.*, v.46, n.2, p.97-104, 2007.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos.** 1ª edição. Campinas: Ed. Casa do Pão, 2005, 326p.

ROGEZ, H. 2000. **Açaí: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação.** Ed. Universidade Federal do Pará – EDUPA, Belém, Pará. 360pp.

ROONEY, R. W. **Snack foods processing.** CRC Press, Boca Raton, p.115-136, 2001.

ROSSEN, J. L.; MILLER, R. C. Food extrusion. **Food Technology**, v. 27, n. 8, p. 46-53, 1973.

SÉBIO, L. **Efeito de alguns parâmetros operacionais de extrusão nas propriedades físico-químicas da farinha de inhame (*Dioscorea rotundata*).** Campinas – SP, 1996, 106f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1996.

SHELTON, D. R.; LEE, W. J. Cereal carbohydrates. *In*: KULP, K.; PONTE JR, J.G. **Handbook of cereal science and technology.** 2nded. Marcel Dekker. New York, p.385-415, 2000.

SNACKS - SALGADINHOS EXTRUSADOS DE MILHO. **On line.** Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus/feira/prccerea/extrusad/index.htm>. Acesso em 04 de agosto de 2014.

SOUZA ML, Manezes HC. **Avaliação sensorial de cereais matinais de castanha-do Brasil com mandioca extrusados.** *Ciênc Tecnol Aliment*, Campinas, 26(4): 950-955, out-dez 2006.

STABLE Micro Systems. User Manual TA-XT2i Texture Analyser. England, 1997.

STANLEY, D. W. **Chemical and structural determinants of texture of fabricated foods.** *Food Technology*, Chicago, v. 40, n. 3, p. 65-68, 1986.

STATISTICA for Windows – Release 5.0 A. Tulsa: Statsoft Inc., 1995.

TOAIARI, S.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J. P. L.; SOUZA, R. 2005. **Bioavailability of açai iron (*Euterpe oleracea* Mart.) and manioc floor fortified with iron for rats.** *Revista de Nutrição* 18(3): 291-299 (in Portuguese).

WHITE, P. J.; TZIOTIS, A. New corn starches. *In*: ELIASSON, A. C. **Starch in surface.** New York: John Wiley & Sons, 669p., 1987.

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E. & PRIOR, R. L. **Concentration of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption.** *J. Agric. Food Chem.*, v. 54, p. 4069-4075, 2006.

YOON, K. CHANG - **Alimentos Funcionais E Aplicações Tecnológicas** – Anais Do I Simpósio Brasileiro Sobre Os Benefícios Da Soja Para A Saúde Humana Pg. 41- 45, 2001.

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o (a) Sr (a) para participar da Pesquisa “**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE SNACKS EXTRUSADOS DE FARINHA DE MILHO (ZEA MAYS) COM A INCORPORAÇÃO DA FARINHA DE AÇAÍ (EUTERPE OLERACEA MART)**”, sob a responsabilidade do pesquisador (a) José Carlos de Sales Ferreira, a qual se pretende avaliar a aceitabilidade dos “snacks” com a incorporação da farinha de açaí, assim como a intenção de compra por parte dos avaliadores. Sua participação é voluntária e se dará por meio de um questionário de teste afetivo de aceitação, onde você receberá o snacks em recipiente descartável identificado para degustar. Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço Avenida André Araújo, 2936 - Petrópolis, Manaus - AM, 69080-971, pelo telefone (92) 3643-3092, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-5130.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Assinatura do participante

data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador Responsável

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Avaliação sensorial de snacks extrusados de farinha de milho com a incorporação da farinha de açáí.

PROVADOR ____ Data: ____/____/____.Nome: _____

1. Você está recebendo 03 amostras codificadas de um cereal matinal extrusado formulado com farinha de pupunha. Por favor, prove-as e avalie de forma global, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou:

- | | | |
|---------------------------------|-----------|-------------|
| (9) gostei extremamente | | |
| (8) gostei moderadamente | | |
| (7) gostei regularmente | _____ () | Comentários |
| (6) gostei ligeiramente | | |
| (5) não gostei, nem desgostei | _____ () | |
| (4) desgostei ligeiramente | | |
| (3) desgostei regularmente | _____ () | |
| (2) desgostei moderadamente | | |
| (1) desgostei extremamente | | |

2. Agora, utilizando a mesma escala acima, prove as amostras novamente e avalie o quanto você gostou ou desgostou quanto ao sabor.

- | | |
|-----------|-------------|
| _____ () | Comentários |
| _____ () | |
| _____ () | |

3. Novamente, utilizando a mesma escala acima, prove as amostras outra vez e avalie o quanto você gostou ou desgostou quanto à crocância.

- | | |
|-----------|-------------|
| _____ () | Comentários |
| _____ () | |
| _____ () | |

4. Com base na sua opinião sobre estas amostras, indique na escala abaixo, sua atitude, se você encontrasse cada uma das amostras à venda. Se eu encontrasse este produto à venda eu:

- | | | |
|---|-----------|-------------|
| 5. Certamente compraria | | |
| 4. Possivelmente compraria | _____ () | Comentários |
| 3. Talvez comprasse/ talvez não comprasse | _____ () | |
| 2. Possivelmente não compraria | _____ () | |
| 1. Certamente não compraria | | |

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Avaliação sensorial de snacks extrusados de farinha de milho com a incorporação da farinha de açaí.

PROVADOR ____ Data: ____/____/____.Nome: _____

Teste pareado de preferência

Você está recebendo três amostras codificadas, identifique a sua amostra preferida.

_____ Comentários:

Teste afetivo de intenção de consumo

Você está recebendo três amostras codificadas. Avalie cada uma segundo a sua intenção de consumo, utilizando a escala abaixo.

- | | | |
|----------------------------------|-----------|-------------|
| (7) Comeria sempre | _____ () | Comentários |
| (6) Comeria muito frequentemente | _____ () | |
| (5) Comeria frequentemente | _____ () | |
| (4) Comeria ocasionalmente | _____ () | |
| (3) Comeria raramente | _____ () | |
| (2) Comeria muito raramente | _____ () | |
| (1) Nunca comeria | | |