



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



**Desenvolvimento de cereal matinal extrusado à base de
farinha de milho (*Zea mays*), e pupunha (*Bactris gasipaes*,
Kunth).**

IVONE LIMA SANTOS

**MANAUS
2014**

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

IVONE LIMA SANTOS

**Desenvolvimento de cereal matinal extrusado à base de
farinha de milho (*Zea mays*), e pupunha (*Bactris gasipaes*,
Kunth).**

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 Ciências de Alimentos, na área de concentração em tecnologia de alimentos.

**Orientadora: Prof^a Dra. Francisca das Chagas do Amaral 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).

Santos, Ivone Lima
S237d Desenvolvimento de cereal matinal extrusado à base de farinha de milho (*Zea mays*), e pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) / Ivone Lima Santos. 2014
128 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Dra. Francisca das Chagas do Amaral Souza
Coorientadora: Dra. Caroline Joy Steel
Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Cereal. 2. Pupunha. 3. Extrusão. 4. Aproveitamento de integral do fruto. I. Souza, Dra. Francisca das Chagas do Amaral II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Desenvolvimento de cereal matinal extrusado à base de farinha de milho (*Zea mays*), e pupunha (*Bactris gasipaes*, kunth).

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

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Orientador

Prof. Dr^a. Francisca das Chagas do Amaral Souza
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

1^a Examinador

Prof. Dr. José Antonio Inhamus
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

2^o Examinador

Prof^a. Dr^a. Lidia Medina
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

3^a Examinador

Prof^a. Dr^a. Lúcia Boeira
Instituto Federal do Amazonas - IFAM

Ao meu Deus e
à minha mãe, Madalena Lima

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao meu Deus da provisão, que me deu forças, abriu todas as portas necessárias e fundamentais para a finalização de mais uma etapa na minha vida e por ter colocado pessoas boas em meu caminho para me ajudar;

À minha mãe por todo o seu apoio e presença nos momentos alegres e de dificuldade, sempre me incentivando, estando ao meu lado nas minhas escolhas, sempre torcendo por mim e acreditando nos meus sonhos.

Aos meus irmãos por se alegrarem com minhas conquistas;

À minha orientadora Dra Francisca das Chagas que aceitou fazer parte dessa etapa da minha vida quando decidiu me orientar, agradeço por todo seu incentivo dado e confiança depositada, por todos os conselhos, por toda ajuda, por todas as oportunidades que me ofereceu, por acreditar no meu potencial, por fazer parte e por ser peça fundamental na conquista de um sonho e pelo aprendizado, onde me ensinou que oportunidade na vida não se perde;

À coorientadora Dra Caroline Steel pela ajuda e por abrir as portas para o desenvolvimento de parte desse trabalho;

Ao Pesquisador Jaime Aguiar por toda preocupação no desenvolvimento de bom um trabalho e pela ajuda na aquisição da matéria-prima e análises;

Ao técnico Márcio pela sua atenção, dedicação, disposição e seu esforço, agradeço por nunca ter negado ajuda mesmo tendo que abrir mão de seus dias de folga;

Ao professor José Inhamus pela dedicação em ajudar nas solicitações das passagens para o desenvolvimento do trabalho

Ao grande amigo José Carlos que foi um ótimo companheiro e pelos bons momentos que passamos juntos, que me fez sorrir bastante mesmo em momentos de sufoco;

Aos técnicos Marcelo Lima e Grazielle Pontes pela ajuda oferecida no laboratório;

À todos os familiares e colegas a qual me mantive ausente que compreenderam que minha ausência foi em prol de uma conquista;

E a todos que colaboraram para a realização deste trabalho.

**Bem-aventurado o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire
conhecimento; (Provérbios 3:13).**

**Através da sabedoria o Senhor deitou os fundamentos da terra, através do
entendimento estabeleceu os céus no lugar; através de seu conhecimento as
profundezas foram divididas (Provérbios 3:19-20).**

**Através da sabedoria uma casa é construída, e pelo entendimento ela se firma;
através do conhecimento, seus cômodos serão cheios com tesouros raros e bonitos.**

**O homem sábio é forte, e o homem de conhecimento consolida a força.
(Provérbios 24:3-5).**

BÍBLIA SAGRADA

RESUMO

SANTOS, Ivone Lima. **Desenvolvimento de cereal matinal extrusado à base de farinha de milho e pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth)**. Mestrado em Ciência de Alimentos; Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2014.

Os cereais matinais são alimentos prontos para o consumo considerados alternativas saudáveis para a alimentação tanto de crianças como de adultos. Estes produtos já alcançam algumas décadas de existência no mercado e o seu consumo vêm ao encontro das novas tendências alimentares. A busca por novos produtos, principalmente por aqueles que agregam um alto valor nutricional, vem sendo amplamente aumentada. O desafio para a indústria alimentícia tentar mesclar características como fatores sabor, qualidade, bom preço, diversidade nutricional. A biodiversidade da região amazônica amplamente rica apresenta frutos como a pupunha que é uma importante fonte de beta-caroteno altamente biodisponível, possuindo também niacina, vitamina A e fósforo, apresenta grande potencial para a indústria alimentícia. O presente trabalho objetivou estudar o efeito de parâmetros de extrusão sobre propriedades antioxidantes, físico-químicas, tecnológicas, sensoriais, nutricionais e microbiológicas no desenvolvimento de cereal matinal extrusado à base de farinha de milho e pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth). O cereal foi elaborado pelo processo de extrusão termoplástica no qual foi utilizado um delineamento composto central rotacional 22, com as variáveis X1 equivalente a umidade da mistura e X2 equivalente ao teor de farinha de pupunha, totalizando 12 ensaios e verificando os seus efeitos sobre o índice de expansão radial (IE), a dureza, a luminosidade (L^*), Índice de absorção em água (IAA), Índice de solubilidade em água (ISA), variando-se a umidade da mistura, concentração da farinha de pupunha com temperatura fixa. O resultado do processamento consistiu em um cereal definido como ponto ótimo de 25% que atendeu aos parâmetros de qualidade com composição centesimal de 3,84% de umidade, 0,63% de cinzas, 6,09% de proteína, 0,39% de lipídeos, 3,11 de fibras totais e 85,94% de carboidratos e perfil mineral com 18,02mg de Ca, 17,89mg de Mg, 298,11mg de K, 10,88mg Na, 0,13mg de Mn, 0,19mg de Cu, 3,05mg de Zn e 6,58mg de Fe, os resultados microbiológicos estavam de acordo com o preconizado pela legislação RDC 12 de 2001, na análise sensorial o ponto ótimo foi aceito pelos avaliadores como o preferido quando comparado com o controle e o cereal de 50%. Foi possível desenvolver o cereal matinal extrusado de milho enriquecido com farinha de

pupunha integral com parâmetros tecnológicos, físico- químicos, nutricionais e sensoriais aceitáveis para a produção de cereal matinal extrusado.

Palavras – chaves: Cereal, Pupunha, Extrusão, Aproveitamento integral do fruto.

ABSTRACT

SANTOS, Ivone Lima. **Development of an extruded breakfast cereal based on cornmeal and peach palm (*Bactris gasipaes*, Kunth).** MSc in Food Science; Federal University of Amazonas, Manaus, AM, 2014.

Breakfast cereals are ready to eat to be healthy alternatives to food for both children and adult food. These products already reach a few decades of existence in the market and their consumption come meet the new food trends. The search for new products, especially for those that add a high nutritional value, has been widely increased. The challenge for the food industry try to merge characteristics factors as taste, quality, good price, nutritional diversity. The rich biodiversity of the Amazon region has widely as the peach palm fruit that is an important source of highly bioavailable beta-carotene, also possessing niacin, vitamin A and phosphorus, has excellent potential for the food industry. The present study investigated the effect of extrusion parameters on antioxidants, physical-chemical, technological, sensory, nutritional and microbiological development of breakfast cereal based extruded cornmeal and peach palm (*Bactris gasipaes*, Kunth) properties. The cereal was prepared by thermoplastic extrusion process in which a 22 central composite rotational design was used, with variables X1 equivalent moisture of the mixture and the equivalent content of peach palm flour X2, totaling 12 tests and checking their effects on the index radial expansion (IE), hardness, lightness (L*), water absorption index (WAI), water solubility index (ISA), varying the moisture of the mixture, concentration of peach palm flour with temperature fixed. The result of the process consisted of a cereal defined as optimal point of 25% which met the quality parameters with chemical composition of 3.84% moisture, 0.63% ash, 6.09% protein, 0.39% lipid, 3.11 for total fiber and 85.94% carbohydrate and mineral profile with 18,02mg Ca, Mg 17,89mg, 298,11mg K, 10,88mg Na, 0,13mg Mn 0 , 19mg of Cu, Zn and 3,05mg 6,58mg Fe, microbiological results were in agreement with the DRC recommended by law 12 of 2001 in the sensory analysis the optimum point was accepted by the evaluators as the preferred when compared with the control and 50% of the cereal. It was possible to develop the morning extruded cereal enriched with whole corn pupunha acceptable for the production of extruded breakfast cereal flour with physicochemical parameters technological, nutritional and sensory.

Key - words: Cereal. Pupunha. Extrusion. Waste recovery. Full use of the fruit.

LISTA DE FIGURA

PARTE I -

PLANO.

Figura 1:	Frutos da pupunha	27
Figura 2:	Estruturas de retinoides com atividade de vitamina A	29
Figura 3:	Estruturas dos carotenoides com atividade provitamina A	30
Figura 4:	Propriedades, atuação e implicações da ingestão de fibra alimentar.	38
Figura 5:	Equipamento extrusor e suas divisões.	41
Figura 6:	Fluxograma do processamento da farinha de pupunha integral.	45
Figura 7:	Condicionamento das amostras para extrusão.....	48
Figura 8:	Extrusor dupla-rosca Brabender (modelo 20 D/N-GNF 1014/2)	48
Figura 9:	Color Quest II (Hunterlab).	54
Figura 10:	Paquímetro Craftsman.	54
Figura 11:	Textura Analyser (Extralab Brasil) equipado com o software Texture Expert®.....	55

PARTE II –

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipes*, kunth) PROCESSADA COMO O APROVEITAMENTO.

Figura 1:	Fluxograma da preparação da farinha de pupunha.	71
Figura 2:	Farinha de pupunha.....	73

LISTA DE TABELAS

PARTE I –

PLANO.

Tabela 1:	Conteúdo de carotenoides totais em alimentos	32
Tabela 2:	Conteúdo de vitamina A (ER) em frutos brasileiros.	33
Tabela 3:	Fatores de conversão em equivalentes de retinol.....	33
Tabela 4:	Recomendações de ingestão para a vitamina A e limites superiores toleráveis de ingestão (UL)	34
Tabela 5:	Ingestão adequada de fibra.....	39

PARTE II –

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipes*, kunth) PROCESSADA COMO O APROVEITAMENTO.

Tabela 1:	Rendimento no processamento da farinha.	73
Tabela 2:	Composição centesimal da farinha de pupunha.....	74

EFEITO DOS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE CEREAL MATINAL EXTRUSADO DE MILHO (*Zea mays*) ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipes*, kunth) INTEGRAL.

Tabela 1:	Níveis das variáveis independentes	84
Tabela 2:	Propriedades tecnológicas dos produtos extrusados.	86
Tabela 3:	Média da luminosidade - L* das matérias-primas.....	90

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E CAROTENOIDES TOTAIS DO CEREAL MATINAL EXTRUSADO DE MILHO (*Zea mays*) ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipes*, kunth) INTEGRAL.

Tabela 1:	Composição centesimal dos cereais matinais	101
Tabela 2:	Tabela de informação nutricional.	103
Tabela 3:	Informação nutricional dos cereais comerciais	103

LISTA DE GRÁFICOS

PARTE II -

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipes*, kunth) PROCESSADA COMO O APROVEITAMENTO.

Gráfico 1:	Concentração de macrominerais na farinha de pupunha (mg/100g)	75
Gráfico 2:	Concentração de microminerais na farinha de pupunha (mg/100g)	75

EFEITO DOS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE CEREAL MATINAL EXTRUSADO DE MILHO (*Zea mays*) ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipes*, kunth) INTEGRAL.

Gráfico 1:	Superfície de resposta para o índice de expansão radial	87
Gráfico 2:	Superfície de resposta para textura	89
Gráfico 3:	Superfície de resposta para luminosidade	91
Gráfico 4:	Superfície de resposta para IAA.	92
Gráfico 5:	Superfície de resposta para ISA	92

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E CAROTENOIDES TOTAIS DO CEREAL MATINAL EXTRUSADO DE MILHO (*Zea mays*) ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipes*, kunth) INTEGRAL.

Gráfico 1:	Macrominerais do ponto ótimo e controle	102
Gráfico 2:	Macrominerais do ponto ótimo e controle	102

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CEREAIS MATINAIS EXTRUSADOS DE MILHO (*Zea mays*) ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipes*, kunth) INTEGRAL.

Gráfico 1:	Valores obtidos na escala hedônica quanto gostou ou desgostou	114
Gráfico 2:	Valores obtidos na escala hedônica quanto ao sabor.	115
Gráfico 3:	Valores obtidos na escala hedônica quanto a crocância	116

Gráfico 4:	Distribuição dos valores obtidos na intenção de compra.....	116
Gráfico 5:	Distribuição dos valores obtidos no teste de preferência.....	117
Gráfico 6:	Distribuição dos valores obtidos no teste de intenção de consumo.....	117

LISTA DE SIGLAS

AACC – American Association of Cereal Chemists
ABIA – Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação
ABRAE – Associação Brasileira de Embalagem
ADB – Agar Dextrose Batata
AI – Ingestão Adequada
Caldo EC – Caldo Escherichia coli
CVBLB – Caldo Verde Brilhante Lactose Bile
DCNT – Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DCV – Doença Cardiovascular
DRI – Dietary Reference Intakes
EAR – Necessidade Média Estimada
ER – Equivalentes de Retinol
FAO - Food and Agriculture Organization
FI – Fibra insolúvel
FOSHU – Foods for Specified Health Use
FS – Fibra Solúvel
HTST - High Temperature and Short Time
IAA – Índice de Absorção de Água
IAL – Índice de Absorção de Leite
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IE – Índice de Expansão
IOM – Institute of Medicine
ISA – Índice de Solubilidade em Água
ISL – Índice de Solubilidade em Leite
LST – Lauril Sulfato Triptose
Ma – Massa da amostra (g)
Mrc – Massa do resíduo de evaporação do controle (g)
Mre – Massa do resíduo de evaporação da amostra (g)
Mrg – Massa do resíduo de centrifugação (g)
POF – Pesquisa de Orçamento Familiar
r – Raio do Produto Extrusado
– Raio da Matriz

RDA – Ingestão Diária Recomendada

UL – Limite Superior Tolerável de Ingestão

SUMÁRIO

PARTE I: PLANO.....	21
1. INTRODUÇÃO	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 TENDÊNCIA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	23
2.2 ALIMENTOS FUNCIONAIS	23
2.3 APROVEITAMENTO INTEGRAL DOS ALIMENTOS	25
2.4 PUPUNHA	27
2.4.1 FARINHA DE PUPUNHA INTEGRAL	28
2.5 VITAMINA A E CAROTENOÍDES	29
2.5.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO	29
2.5.2 PROPRIEDADES FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS	31
2.5.3 FONTES DE CAROTENÓIDES (PRÓ-VITAMINA A) e RETINOL (PRÉ-FORMADA)	32
2.5.4 RECOMENDAÇÕES DE CONSUMO DE VITAMINA A	33
2.6 FIBRA	35
2.6.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO	35
2.6.2 PROPRIEDADES FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS	36
2.7 PROCESSO DE EXTRUSÃO	39
2.7.1 DEFINIÇÃO E APLICAÇÃO TECNOLÓGICA	39
2.7.2 O EXTRUSOR E SEUS COMPONENTES BÁSICOS	40
2.8 CEREAL MATINAL EXTRUSADO	41
3. OBJETIVOS	44
3.1 GERAL.....	44
3.2 ESPECÍFICOS	44
4. MATERIAIS E MÉTODOS	45
4.1 MATERIAL	45
4.1.1 MATÉRIAS – PRIMAS	45
4.2 MÉTODOS.....	45
4.2.1 PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DA FARINHA DE PUPUNHA	45
4.2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	46
4.2.3 CONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS.....	47
4.2.4 PROCESSAMENTO DO CEREAL EXTRUSADO.....	48

4.2.5 DETERMINAÇÃO DO PONTO ÓTIMO.....	49
4.2.6 ANÁLISE DO PONTO ÓTIMO.....	49
4.2.7 CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS E DOS EXTRUSADOS.....	49
4.2.7.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	49
4.2.7.1.1 Umidade	49
4.2.7.1.2 Proteína Bruta	50
4.2.7.1.3 Lipídeos	50
4.2.7.1.4 Cinzas	50
4.2.7.1.5 Carboidratos	50
4.2.7.1.6 Teores de fibra insolúvel e solúvel	50
4.2.7.1.2 ANÁLISE DE MINERAIS	51
4.2.7.1.2.1 Minerais	51
4.2.7.1.3 ANÁLISE DE ANTIOXIDANTE.....	51
4.2.7.1.3.1 Carotenóides totais	51
4.2.8 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	51
4.2.8.1 COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES	51
4.2.8.1.1 Teste Presuntivo	51
4.2.8.1.2 Teste Confirmativo para Coliformes Totais.....	52
4.2.8.1.3 Teste Confirmativo para Termotolerantes	52
4.2.8.1.4 Escherichia coli	52
4.2.8.2 SALMONELLA sp.	52
4.2.8.3 BACILLUS CEREUS.....	53
4.2.8.4 BOLORES E LEVEDURAS	53
4.2.9 PROPRIEDADES DOS PRODUTOS EXTRUSADOS	53
4.2.9.1 Determinação da cor	53
4.2.9.2 Índice de Expansão (IE)	54
4.2.9.3 Dureza	55
4.2.9.4 Índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA)	55
4.2.9.5 ATIVIDADE DE ÁGUA	56
4.2.10 ASPECTOS ÉTICOS	56
4.2.11 AVALIAÇÃO SENSORIAL	56
4.2.12 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO DA VIDA DE PRATELEIRA	57
4.2.13 ANÁLISE ESTATÍSTICA	58

5. REFERÊNCIAS	58
PARTE II: ARTIGOS.....	68
OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PUPUNHA (<i>Bactris gasipes</i>, kunth) PROCESSADA COMO O APROVEITAMENTO.....	68
EFEITO DOS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE CEREAL MATINAL EXTRUSADO DE MILHO (<i>Zea mays</i>) ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (<i>Bactris gasipes</i>, kunth) INTEGRAL	80
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E CAROTENOIDES TOTAIS DO CEREAL MATINAL EXTRUSADO DE MILHO (<i>Zea mays</i>) ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (<i>Bactris gasipes</i>, kunth) INTEGRAL	97
AValiação sensorial de cereais matinais extrusados de milho (<i>Zea mays</i>) enriquecido com farinha de pupunha (<i>Bactris gasipes</i>, kunth) INTEGRAL	108
ANEXOS.....	121

PARTE I

1. INTRODUÇÃO

As necessidades e exigências dos consumidores por novos produtos alimentícios estão aumentando gradativamente, tornando-os cada vez mais diversos. As pessoas procuram por variedade, informação e novas experiências gastronômicas, além de almejar um produto de boa qualidade com aparência, sabor e aroma agradáveis, alto valor nutricional e seguro do ponto de vista toxicológico. Segundo Manley (1996), apud Lopes *et al.* (2005), os consumidores querem ter acesso a novidades e produtos interessantes, frescos, convenientes e saborosos.

Os cereais matinais são “grãos processados para o consumo humano” considerados alimentos de conveniência, que possuem altos teores de proteínas e carboidratos, além de poderem ser enriquecidos com vitaminas e sais minerais, aumentando o seu valor nutritivo (TAKECHI *et al.*, 2005). Segundo a AC Nielsen (2004), a taxa de crescimento destes produtos prontos para o consumo no Brasil, entre os anos 1994 e 2003, foi de 272,3%. Atualmente, o segmento com maior participação de mercado são os cereais matinais açucarados, com uma participação de 40,7% (em volume) e um faturamento de 34,3% do valor total.

O cereal matinal é um produto obtido a partir da tecnologia de extrusão. Este processo permite realizar na matéria-prima a transformação em alimentos industrializados prontos para o consumo que possuam uma vida útil mais longa (SILVA *et al.*, 2011).

Na formulação destes produtos, podem ser usadas misturas de cereais, na forma de farinha, assim como podem ser misturados com outros ingredientes para variar a aparência, a textura, o sabor, o aroma e outras características do produto (DANDY e DOBRASZCZYK, 2001). Sendo assim, é importante criar novas formas do produto, com a finalidade de mudar o sabor, propriedades físico-químicas e principalmente criar formas de utilizar novas fontes de matérias-primas como fontes regionais, a fim de aumentar o valor nutricional.

A região Norte do Brasil se caracteriza por uma disponibilidade de frutos ricos em pró-vitamina A, entre eles a pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) (CAMACHO, 1972). Segundo Aguiar *et al.* (1980), o fruto representa uma rica fonte de alimento nutritivo devido ao seu alto conteúdo de carotenoides biodisponíveis. Diante disso, torna-se interessante que o mesmo deva ser aproveitado na produção de novos produtos, como o

cereal matinal, que terá propriedades nutritivas pela matéria-prima utilizada e será de boa aceitação por envolver alimentos da região.

Além dessas opções para um produto de qualidade, os cereais com fibras possuem uma participação de mercado de 3,4% em volume, com tendência de crescimento (AC NIELSEN, 2004), pois existem novas motivações de compra por parte dos consumidores mais preocupados com a saúde. Diante disso é fundamental a produção de cereal matinal enriquecido com fibra, pois terão funções de reguladores ajudando em alguns problemas de saúde como a constipação intestinal que atinge um grande número de pessoas.

Sendo assim, é necessária a utilização da pupunha de forma integral, beneficiando o produto com os nutrientes presentes na polpa e na casca, onde a resíduo fornecerá como principal nutriente a fibra dietética.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TENDÊNCIA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Em decorrência de novas demandas geradas pelo modo de vida urbano, ao comensal é imposta a necessidade de reequacionar sua vida segundo as condições das quais dispõe, como tempo, recurso financeiros, locais disponíveis para se alimentar, local e periodicidade das compras e outras (GARCIA, 2003).

As necessidades e exigências dos consumidores por novos produtos alimentícios estão aumentando gradativamente, tornando-os cada vez mais diversos. As pessoas procuram por variedade, informação e novas experiências gastronômicas, além de almejar um produto de boa qualidade com aparência, sabor e aroma agradáveis, alto valor nutricionais e seguro do ponto de vista toxicológico (LOPES *et al.*, 2005).

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA, 1997) e do Instituto de Pesquisa AC Nielsen, a demanda de alimentos industrializados no País aumentou consideravelmente após a abertura econômica. Os alimentos que apresentaram maior crescimento de vendas a partir de 1994 foram às preparações prontas para o consumo.

Investimentos em pesquisa e desenvolvimento com o objetivo de criar novos produtos de maior valor adicionado podem garantir o sucesso de empresas que se mobilizam para acompanhar a onda de consumo de alimentos saudáveis e de preparo rápido (GOUVEIA, 2006).

2.2 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Os consumidores dos países mais desenvolvidos estão tornando-se cada vez mais conscientes da sua saúde, e a compreender a relação existente entre um estilo de vida saudável e os hábitos alimentares (AGRAWAL, 2005; NIVA e MAKELÄ, 2007). Entre as principais preocupações com a saúde destacam-se as doenças cardiovasculares, a pressão arterial e a obesidade (VAN-KLEEF *et al.*, 2005).

Este aumento da consciência do consumidor em combinação com os avanços em diversos domínios científicos deu origem ao aparecimento de uma nova geração de produtos: os alimentos funcionais (OLIVEIRA e CARDOSO, 2008).

A importância para a saúde do uso destes alimentos verifica-se no Brasil pelo fato de que os brasileiros enfrentam um avanço das doenças crônicas degenerativas por conta de um estilo de vida desequilibrado que envolve maus hábitos alimentares e sedentarismo. E o consumo regular desses alimentos pode ser uma alternativa para conter o avanço

dessas doenças e fazer com que as pessoas se conscientizem que a alimentação tem um papel fundamental sobre a saúde delas. (OLIVEIRA e CARDOSO, 2008).

A preocupação com o aumento da expectativa de vida da população aliado ao crescimento exponencial dos custos médico hospitalares levou o governo japonês na década de 80 a financiar pesquisas relacionadas a alimentos funcionais. Com isso, em 1991, o Ministério da Saúde, do Trabalho e do Bem-Estar japonês implantou o programa “Foods for Specified Health Use” (FOSHU), no qual um alimento convencional, ao ser demonstrado seu benefício à saúde através de seus componentes, poderia ser consumido como parte de uma dieta saudável proporcionando: uma melhora do sistema imune do corpo ajudando nos mecanismos de defesa; impedindo ou controlando doenças como Diabetes ou cardíacas; reduzindo os níveis de colesterol; regularizando a digestão ou realçando a absorção de vitaminas e minerais e retardando o envelhecimento (NCEFF, 2004).

Os alimentos funcionais podem ser definidos como sendo um alimento consumido como parte da dieta que, além do fornecimento de nutrientes básicos para a dieta, apresente benefícios para o funcionamento metabólico e fisiológico, trazendo benefícios à saúde física e mental e prevenindo de doenças crônicas degenerativas (ANGELIS, 2001).

O desenvolvimento de alimentos funcionais deve assentar em conhecimento científico relevante das funções alvo e a sua possível modulação por componentes alimentares. A ênfase deve ser colocada na importância dos efeitos dos componentes alimentares em funções fisiológicas alvo bem identificado e caracterizado, para além da redução do risco de doença, para a saúde e bem-estar do indivíduo (ROBERFROID, 2000). Um desafio chave no desenvolvimento dos alimentos funcionais é garantir ao consumidor final a segurança dos alimentos funcionais e a veracidade dos efeitos que proclamam na saúde, desenvolvimento e crescimento (WESTSTRATE *et al.*, 2002).

Os produtos funcionais, cujo desenvolvimento aumentou consideravelmente ao longo da última década, oferecem aos consumidores uma gama de alimentos que contêm ingredientes específicos com o objetivo de promover a saúde e de reduzir o risco de doenças (BLACK e CAMPBELL, 2006). Os alimentos funcionais têm sido considerados como uma das áreas de maior potencial de crescimento na indústria alimentar e um território propício para o desenvolvimento bem sucedido de estratégias de marketing (PATCH *et al.*, 2004).

Diante dessa diversa utilidade dos alimentos funcionais, a indústria de alimentos deve-se empenhar na elaboração de produtos funcionais para que o campo de procura por apenas alimentos *in natura* seja ampliado para produtos industriais que possuam essa função. Para que os fatores benéficos dos alimentos funcionais atinjam a maioria da população é fundamental levar em consideração as mudanças de estilo de vida que levam pela procura por alimentos de fácil preparação ou prontos para o consumo, devendo servir de incentivo para o investimento da indústria de alimentos nesse setor.

2.3 APROVEITAMENTO INTEGRAL DOS ALIMENTOS

Atualmente, vários estudos envolvendo o aproveitamento integral de alimentos de origem animal e vegetal tem recebido destaque e atenção. Os enfoques são diferentes para os tipos de aproveitamento, porém, percebe-se a preocupação em minimizar o desperdício, a insegurança alimentar e a preservação do meio ambiente (ABUD e NARAIN, 2009; RODRIGUES, CALIARI e ASQUIERI, 2011).

A falta de informação sobre os princípios nutritivos e aproveitamento dos alimentos gera desperdício de toneladas de recursos alimentares. Por meio do aproveitamento integral dos alimentos é possível combater essa situação, pois o mesmo utiliza casca, talo, folha, polpa e semente dos alimentos e é indicado para toda a população. Com isso reduz-se o desperdício, o gasto com a alimentação, melhora-se a qualidade nutricional da preparação e sua diversificação, pois em muitos alimentos o teor de nutrientes da parte não convencional é maior em relação à polpa (NUNES, 2009). Com o aproveitamento integral dos alimentos é possível reduzir o custo das preparações, contribuir para a diminuição do desperdício alimentar, aumentar o valor nutricional e tornar possível a elaboração de novas preparações (GONDIM *et al.*, 2005).

Na produção mundial, são perdidos 30% dos alimentos, devido às deficiências no sistema de colheita, transporte, armazenagem e comercialização. O lixo do Brasil é considerado o mais rico do mundo, devido ao alto índice de alimentos desperdiçados diariamente; por isso, é considerado o país do desperdício. O desperdício no consumo doméstico de alimentos chega a 20%, devido sua utilização inadequada contribui para o desperdício (IBGE, 2005).

Pesquisa sobre o consumo consciente dos brasileiros realizada pelo Instituto Akatu envolvendo mais de 1200 pessoas revela que mais da metade dos participantes não fazem uso do aproveitamento dos alimentos (MATTAR, 2007). O desperdício de alimentos não é um problema único do consumidor. Está presente desde o início da cadeia

produtiva e persiste durante as etapas de produção até chegar ao destino final. É uma questão ampla que afeta, diretamente, os índices de desenvolvimento econômico dos países e causa impacto na sociedade e no meio ambiente (GONDIM *et al.*, 2005). A falta de informação sobre aproveitar ao máximo o alimento ocasiona o desperdício de toneladas de recursos alimentares. O desperdício pode ser controlado pelo planejamento de compra e de preparação dos alimentos. O aproveitamento integral deve ser realizado todos os dias e independentemente de classe social ou econômica (BADAWI, 2006).

As frutas contêm quantidade variável de carboidratos, com predomínio de açúcares, baixo teor proteico e quantidades elevadas de ácidos orgânicos que auxiliam no combate da constipação intestinal (LONGO e NAVARRO, 2002). E o consumo elevado de frutas e hortaliças está associado ao aumento dos níveis plasmáticos de carotenoides e vitamina C, que são antioxidantes (CARTER *et al.*, 2010). Além do mais, estudos realizados com partes pouco consumidas de frutas e hortaliças mostraram que, geralmente, contêm maior concentração de nutrientes e que a utilização integral desses alimentos pode auxiliar no alcance das necessidades nutricionais e na melhoria do estado de saúde e qualidade de vida dos indivíduos (MONTEIRO, 2009; GONDIM *et al.*, 2005; PEREIRA *et al.*, 2003), diminuindo os impactos ambientais e permitindo a preservação da matéria-prima por período prolongado (SANTANA e OLIVEIRA, 2005; DAMIANI *et al.*, 2008). E segundo Gondim *et al.*, (2005), as cascas de frutas desperdiçadas pela maioria da população, de acordo com análises químicas apresentam uma quantidade maior de nutrientes em relação às próprias partes comestíveis das frutas.

O desperdício de alimentos causa grande impacto na sociedade e meio ambiente. As perdas são observadas em toda cadeia produtiva o que estabelece uma necessidade de aproveitamento tanto dos alimentos de maneira integral quanto a possibilidade de manutenção do consumo habitual com utilização de resíduos para novos produtos alimentícios (RORIZ, 2012). Estudos sobre aproveitamento de resíduos e subprodutos apresentam resultados relevantes quanto a redução do desperdício de alimentos nas etapas produtivas e no desenvolvimento de novos produtos, além de proporcionar uma economia nos gastos com alimentação, diversificar e agregar valor nutricional as preparações (DAMIANI *et al.*, 2011; SILVA e RAMOS, 2009; VALENCA, SANTANA e FREITAS, 2008). Essa alternativa tecnológica utiliza o alimento de forma sustentável, reduz a produção de lixo orgânico, beneficia a renda familiar e promove a segurança alimentar (RORIZ, 2012).

2.4 PUPUNHA

A pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth), da família das palmáceas, é uma planta multicaule, nativa dos trópicos úmidos da Amazônia. Produz frutos comestíveis de sabor muito apreciado na região e, definitivamente integrado aos hábitos alimentares da população Amazônica (FERREIRA e PENA, 2003).

O cultivo da pupunheira já alcança 10 mil hectares e no estado do Pará, relata-se 5 mil hectares plantados com 24 milhões de árvores de pupunheira (HOMMA, 2001).

A pupunha é uma palmeira domesticada e amplamente utilizada até os dias atuais. Ocorre de forma natural, desde o norte de Honduras até o sul da Bolívia e do leste de São Luís do Maranhão a oeste do Rio das Esmeraldas no Equador (BARBOSA, 1993; FERREIRA, 2007).

Os ameríndios, povos nativos, contribuíram com suas observações na seleção e melhoramento da pupunha. Mesmo assim o vegetal apresenta grande variabilidade genética. Podem se encontrar plantas que produzem frutos com maior quantidade de carboidratos, carotenoides ou com maior quantidade de óleos (RAMOS, 2002; YUYAMA, 2005).

A crescente demanda do mercado consumidor por novos produtos estimula a utilização de matérias-primas regionais que não são processadas ou que, quando o são, realiza-se de maneira bastante artesanal, como é o caso da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.) (CARVALHO *et al.*, 2010).

O formato dos frutos varia entre ovoide e cônico (CLEMENT e MORA-URPI, 1987) e quando os frutos estão maduros podem apresentar casca com diferentes colorações (MEDEIROS *et.al.* 2012) conforme figura 1.



Figura 1: Frutos da pupunha, Santos (2003)

Os frutos e seus derivados, quando crus, possuem uma enzima, que inibe a digestão da proteína, é um ácido que provoca irritação na mucosa da boca, por este motivo os frutos são consumidos cozidos (MONTEIRO, 2010). Mesmo à pupunha devendo ser consumida após a cocção, devido à presença de fatores antinutricionais, segundo Yuyama, (1991) e Rodrigues-Amaya, (1993), o betacaroteno oriundo da pupunha é altamente biodisponível, mesmo passando por esse processo.

De forma geral, as variedades ou tipos de pupunheira são agrupados segundo a coloração da casca dos frutos (do vermelho intenso ao alaranjado e do amarelo ao rajado e do verde-amarelo ou ainda sem coloração, chamados albinos), o teor de óleo na polpa e a existência ou não de sementes nos frutos. Recentemente, as pupunheiras foram classificadas, também, em raças com base na espessura da polpa, isto é microcarpa, mesocarpa e macrocarpa. E o peso do fruto varia de 20g a 100g ou mais, de acordo com a consistência seca, feculenta ou muito oleosa da polpa (MONTEIRO, 2010).

Segundo Clement (2000), o mercado potencial do fruto é muito maior, devido às qualidades nutritivas, organolépticas e visuais que podem ser explorados para elaboração de novos produtos e mercados.

2.4.1 FARINHA DE PUPUNHA INTEGRAL

As pupunhas servem como matéria-prima para vários produtos de transformação na área de alimentos, como alimentos desidratados (granola) e principalmente farinhas (ANDRADE, 2007; ANDRADE e MARQUES, 2008).

A adição de outros tipos de farinhas à farinha de trigo (farinhas mistas) vem, pouco a pouco, sendo utilizada na indústria de panificação na tentativa de inovar e agregar valor a produtos já existentes no mercado, utilizando-se diversos tipos farinhas de frutos regionais ou mesmo farinhas integrais (OLIVEIRA; MARINHO, 2010).

A literatura apresenta vários trabalhos com substituição da farinha de trigo por farinhas alternativas, como a farinha de pupunha, visando oferecer ao consumidor produtos diferenciados do ponto de vista tecnológico e nutricional (MEDEIROS, 2012). Esses produtos podem ser biscoitos, (ASSIS, *et al.*, 2009; MACIEL *et al.*, 2008; ŠKRBIĆ e CVEJANOV, 2011) pães, (BORGE, *et al.*, 2010) panetones, (OLIVEIRA e MARINHO, 2010) massas de macarrão, (KIRINUS, *et al.*, 2010) entre outros.

Para obtenção da farinha de pupunha, utiliza-se a polpa dos frutos sem as cascas e caroços. A polpa, embora rica em gordura, é suficientemente amilácea para permitir o preparo da farinha, (FERREIRA e PENA, 2003). Além de poder utilizar a casca no

processamento. A preparação da farinha de pupunha (FP) é uma forma de evitar à saturação do mercado de frutos in natura e diversificar a demanda para a pupunha (OLIVEIRA; MARINHO, 2010).

2.5 VITAMINA A E CAROTENOÍDES TOTAIS

2.5.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

A vitamina A (*retinoide*) refere-se a três compostos pré-formados que existem atividade metabólica: o álcool (retinol), o aldeído (retinal ou retinaldeído) e o ácido (ácido retinoico) (KRAUSE, 2012).

O termo vitamina A é empregado genericamente para todos os derivados de betaionona que possuam atividade biológica do retinol todo-trans ou que estejam correlacionados de modo estrutural a ele. A vitamina A e seus derivados pertencem a uma classe de compostos relacionados de forma estrutural denominada retinoides. Os retinoides incluem compostos naturais e sintéticos, e contêm uma estrutura de 20 carbonos com um anel cicloexenil substituído (betaionona) e uma cadeia lateral tetraênica com um grupo hidroxila (retinol todo-trans), um aldeído (retinal), um ácido carboxílico (ácido retinoico) ou um éster (éster de retinila), no carbono 15 (Figura 2), que possuem atividade biológica de retinol (IOM, 2001).

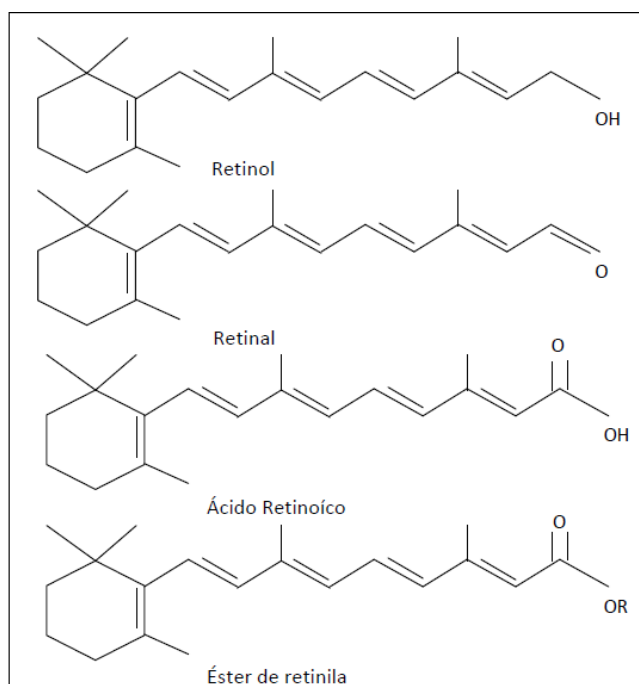


Figura 2: Estruturas de retinoides com atividade de vitamina A
Fonte: Cozzolino e Cominetti, 2013.

Nos alimentos de origem vegetal, são encontradas as provitaminas A ou os carotenoides (YUYAMA *et al.*, 2013). Os carotenoides são pigmentos naturais amplamente distribuídos na natureza, responsável pelas cores amarela, laranja e roxa das frutas, raízes, flores e pescados, bem como em invertebrados e pássaros. São encontrados em algas, bactérias, fungos e leveduras (COZZOLINO, 2007).

Dos 600 carotenoides presentes na natureza, menos de 10% são fontes potenciais de vitamina A, destacando-se o betacaroteno, quantitativamente o mais importante, além dos alfa e gama carotenos e da criptoxantina (Figura 3) (YUYAMA *et al.*, 2013). Onde a simetria da molécula de β -caroteno sugere que a clivagem ocorre na posição central da molécula, produzindo duas moléculas de vitamina A. Os carotenoides são conhecidos por serem precursores de vitamina A, sendo que essa conversão ocorre naturalmente no fígado (UENOJO, *et al.* 2007). A quantidade de vitamina A disponível a partir dos carotenoides dietéticos depende da sua absorção e da conversão em retinol (KRAUSE, 2012).

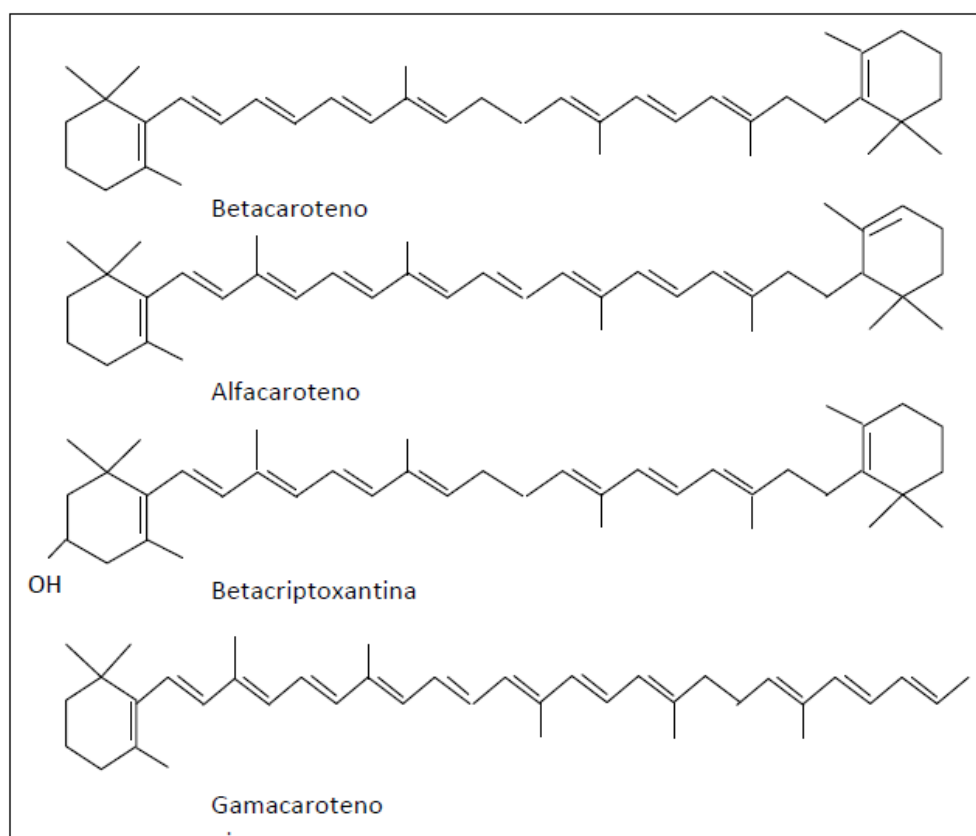


Figura 3: Estruturas dos carotenoides com atividade provitamina A.
Fonte: Cozzolino e Cominetti, 2013.

Na atualidade, vários estudos têm mostrado que alguns carotenoides apresentam atividade antioxidante e, portanto, podem ser importantes do ponto de vista nutricional não apenas em razão das funções como precursores de vitamina (YUYAMA *et al.*, 2013).

O conteúdo de pró-vitamina A varia consideravelmente de um alimento para outro (COZZOLINO, 2007). A absorção varia muito e é afetada por outros fatores dietéticos, como a digestibilidade das proteínas complexadas com os carotenoides e a quantidade e o tipo de gordura na dieta (KRAUSE, 2012). Essas variações são constatadas em amostras de um mesmo alimento em razão de estágio de maturação, diferenças entre cultivares, variedades, efeitos climático e geográfico, parte utilizada da planta, manejo pós-colheita, da cocção e do armazenamento. Portanto, além da quantidade, o tipo e a forma dos carotenoides na dieta, são também variáveis que devem ser consideradas ao se avaliar a biodisponibilidade de carotenoides (COZZOLINO, 2007).

2.5.2 PROPRIEDADES FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS

A vitamina A é um micronutriente essencial ao organismo humano e de outros vertebrados, cuja função fisiológica mais conhecida é no processo visual, participando do grupo prostético das opsinas, proteínas sensíveis à luz na retina, sendo a cegueira noturna um dos primeiros sintomas de sua deficiência. Outras funções fisiológicas da vitamina A relacionam-se à integridade dos tecidos epiteliais, à síntese de algumas glicoproteínas, à produção de muco e à resistência às infecções mediada pela ação moduladora da resposta imune. Esta vitamina também age como reguladora e moduladora do crescimento, da diferenciação e da proliferação celular, na regulação gênica, na reprodução e no desenvolvimento embrionário (de OLIVEIRA e RONDÓ 2007; YANG *et al.*, 2010; AMANN *et al.*, 2011e, GUTIERREZ *et al.*, 2011).

Estudos epidemiológicos mostram existir relação inversa entre o risco de vários tipos de câncer e a ingestão alimentar ou a concentração sanguínea dos carotenoides. Além de seu possível papel em relação à prevenção do câncer, existem evidências de que os carotenoides são importantes no tratamento dessa doença. Em vários tipos de câncer, seu poder antiproliferativo é observado em estudos em cultura de células neoplásicas, em modelos animais de carcinogênese induzida, e em estudos clínicos, onde vários mecanismos de ação anticarcinogênicos são atribuídos aos carotenoides, sendo o de ação antioxidante amplamente aceito. Outros mecanismos de proteção são a atividade vitamínica A, a ação modulatória da comunicação célula a célula, e a ação imunomoduladora. Também é descrito que os carotenoides podem atuar no aumento da diferenciação de células normais e no aumento da apoptose em células neoplásicas. Por exemplo, o betacaroteno, o licopeno e a luteína mostram-se eficazes na fase de iniciação

e/ou nas fases de promoção e/ou progressão do câncer, em carcinomas de pele, de fígado, de próstata, e da cavidade oral, induzidos em animais (MAIO, 2005).

2.5.3 FONTES DE CAROTENÓIDES (PRÓ-VITAMINA A) e RETINOL (PRÉ-FORMADA)

Considerando que a vitamina A não é sintetizada pelo organismo humano, ela deve ser obtida por meio de uma alimentação que seja fonte desse composto (MAJCHRZAK *et al.*, 2006).

O incentivo ao consumo de frutas, verduras e legumes, em particular frutas da Amazônia, destacando-se abricó (*Mammea americana* L.), buriti (*Mauritia flexuosa* L.), tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) e pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), com teor elevado de carotenos (AGUIAR e MARINHO, 1980; AGUIAR, 1996; YUYAMA e COZZOLINO, 1996) deve ser estimulado e implementado junto à população. Segundo Cozzolino e Cominetti, (2013), Os alimentos que fornecem vitamina A pré-formada na forma ativa são os de origem animal, sendo as fontes mais ricas: fígado, leite e derivados e ovos (Tabela 1).

Tabela 1: Conteúdo de carotenoides totais em alimentos.

Alimentos	Peso (g)	Vitamina A (ER)
Bife de fígado	100	10.700
Acelga cozida	88	275
Alface	56	106
Ameixa seca	85	169
Batata doce assada	60	1.310
Beterrabas cozidas	72	367
Brócolis cozido	92	174
Cenoura cozida fatiada	76	1.300 - 1.900
Cenoura crua	72	2.025 - 3.800
Cenoura fresca	40	600
Couve cozida	90	502
Manga	207	805
Melão	160	561
Molho de tomate enlatado	123	120
Óleo de fígado de bacalhau	13,6	4.080
Ostras	100	146
Pimentão vermelho	37	212
Suco de tomate	242	283

ER = Equivalentes de retinol

Fonte: Krause (2012).

Os de origem vegetal contêm precursores da vitamina A que são os carotenoides, particularmente β -caroteno, com atividade pró-vitáminica A de 100%. Conforme tabela 02.

Os carotenoides pró-vitamina A são encontrados em vegetais folhosos verde-escuros e em vegetais e frutas amarelo-laranjados; as cores mais escuras estão associadas a quantidades de carotenoides mais elevadas. Em parte do mundo, os carotenoides fornecem a maior parte da dieta de vitamina A (KRAUSE, 2012).

Tabela 2: Conteúdo de vitamina A (ER) em frutos brasileiros.

Alimentos	Vitamina A (ER/100 g)
Pupunha	1.500,00
Umari (mari-mari)	1.470,00
Tucumã	1.450,00
Suco de laranja com cenoura	1.081,59
Damasco seco	724,00
Polpa de acerola	720,00
Manga	389,00
Piquiá	305,00
Caqui	250,00
Abacate	61,20

ER = Equivalentes de retinol.

Fonte: Krause, (2012).

2.5.4 RECOMENDAÇÕES DE CONSUMO DE VITAMINA A

A vitamina A contida nos alimentos é expressa em termos de equivalentes de retinol (ER), que consiste na soma das vitaminas provenientes do retinol pré-formado e dos retinoídes. Por causa da baixa absorção dos carotenos, geralmente é aceito que 12ug de betacaroteno sejam equivalentes a 1ug de retinol ou ER (Tabela 3). Sendo que a absorção e a oxidação do caroteno variam de acordo com a ingestão (COZZOLINO, 2013).

Tabela 3: Fatores de conversão em equivalentes de retinol.

1 atividade de equivalente de retino (ERA)
= 1 ug de retino todo-trans
= 12 ug de betacaroteno todo-trans
= 24 ug de outras provitaminas A
1 UI de atividade de vitamina A
= 0,3 ug de retinol todo-trans
= 3,6 ug de betacaroteno todo-trans
= 7,2 ug de outras provitaminas A

Fonte: Institute of Medicine (2001)

Na tabela, estão apresentados os valores proposto pelo Institute of Medicine (2001) segundo as DRIs. Onde foram determinadas para a vitamina A e são expressas em microgramas por dia (KRAUSE, 2012).

Tabela 4: Recomendações de ingestão para a vitamina A e limites superiores toleráveis de ingestão (UL).

Estágio de vida	EAR ug/dia	RDA ug/dia	UL ug/dia
Lactentes			
0 a 6 meses	-	400 (AI)	600
7 a 12 meses	-	500 (AI)	600
Crianças			
1 a 3 anos	210	300	600
4 a 8 anos	275	400	900
Masculino			
9 a 13 anos	445	600	1.700
14 a 18 anos	630	900	2.800
19 a >70 anos	625	900	3.000
Feminino			
9 a 13 anos	420	600	1.700
14 a 18 anos	485	700	2.800
19 a > 70 anos	500	700	3.000
Gestação			
≤ 18 anos	530	750	2.800
19 a 50 anos	550	770	3.000
Lactação			
≤ 18 anos	880	1.200	2.800
19 a 50 anos	900	1.300	3.000

EAR: Necessidade média estimada; RDA: Ingestão dietética recomendada; UL: Limite superior tolerável de ingestão; AI: Ingestão adequada.

Fonte: Institute of Medicine 2001.

A toxicidade por ingestão de vitamina A ocorre quando uma grande dose (9.000 ug/dia) é ingerida por um período prolongado de tempo, podendo levar à hipervitaminose A (YANG *et al.*, 2010). O limite superior tolerável (UL) da vitamina A estabelecido pelo Comitê Científico da Alimentação Europeia e pelo Instituto de Medicina Norte-Americano é de 3.000 ug/dia, independentemente da fonte da vitamina A (IOM, 2001).

A ingestão excessiva de vitamina A é resultado do consumo de altas quantidades de suplementos vitamínicos, de alimentos fortificados e também do consumo de fígado e produtos de fígado (HITTELMAN *et al.*, 2007 e DEVER *et al.*, 2009).

2.6 FIBRA

2.6.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

As fibras constituem um grupo de componentes também considerados funcionais, sendo este um dos mais importantes. As fibras são macronutrientes não energéticos e reguladores dos processos orgânicos, fornecida principalmente pelos alimentos de origem vegetal.

Segundo Mello e Laaksonen (2009) o que chamamos de fibra dietética é uma definição nutricional da parte não digerível do alimento vegetal, na qual resiste à digestão e absorção intestinal, porém possui fermentação completa ou parcial que acontece no intestino grosso.

Apesar de discussões entre grupos de estudiosos, a maioria deles concorda que oligossacarídeos, celulose, hemicelulose, pectinas, gomas, lignina, polissacarídeo indigeríveis e não amilosos, além de ceras e outras substâncias inerentes às plantas, devem ser classificadas como fibras. (DE VRIES, 2004).

Segundo Pacheco e Sgarbieri (2001). As fibras quanto às propriedades físico-químicas, podem ser classificadas em fibras solúveis (FS) e fibras insolúveis (FI), de acordo com a solubilidade de seus componentes em água. Porém segundo Gray (2006), atualmente, ficou evidente que essa distinção fisiológica de forma simplificada é inadequada, porque determinados tipos de fibra insolúvel são rapidamente fermentados, e alguns tipos de fibra solúvel não afetam a absorção de glicose e lipídeos.

Dessa forma, a Food and Agriculture Organization/Organização Mundial da Saúde recomendaram que os termos fibra solúvel e insolúvel não deveriam mais ser empregados por induzirem a erros de interpretação (FAO/OMS, 1998 apud COZZOLINO, 2013).

De acordo com a American Association Cereal Chemistry – AACC (2001) e o Codex Alimentarius (2010) a definição de fibra da dieta é a parte comestível das plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e à absorção no intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. A fibra da dieta inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina, e substâncias associadas as plantas. A fibra da dieta promove efeitos fisiológicos benéficos, incluindo laxação, e/ou atenuação do colesterol do sangue e /ou atenuação da glicose do sangue.

2.6.2 PROPRIEDADES FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS

Segundo Mattos e Martins (2000), existem evidências sobre os efeitos benéficos das fibras para prevenir e tratar doenças.

As propriedades físico-químicas permitem a ocorrência de respostas locais, como os efeitos no trato gastrointestinal, e de respostas sistêmicas, por meio de efeitos metabólicos que poderão estar associadas ao tipo de fibra alimentar ingerida, pois há diferenças quanto à capacidade de retenção de água, viscosidade, fermentação, adsorção e ligação, volume, entre outras (BUTTRISS *et al.*, 2008 e GRAY, 2006).

A ingestão de fibra alimentar está relacionada à redução de risco de desenvolvimento de diabetes, doenças cardiovasculares (DCV), obesidade, câncer colorretal, síndrome do cólon irritável, constipação e diverticulose, por causa de suas propriedades físico-químicas, uma vez que pode auxiliar a perda de peso, aumentar a saciedade, evitar a constipação intestinal, diminuir a glicemia pós-prandial, entre outras (BUTTRISS *et al.*, 2008, ANDERSON *et al.*, 2009 e NAIR *et al.*, 2010).

A viscosidade das fibras pode retardar o esvaziamento gástrico, promovendo melhor digestão e aumentando a saciedade (SLAVIN, 2007), no intestino delgado, pode dificultar a ação das enzimas hidrolíticas, retardando a digestão, e espessar a barreira da camada estacionária de água, o que permitiria uma absorção mais lenta de nutrientes. Isso afeta a resposta pós-prandial, principalmente de glicose e de ácidos graxos (BUTTRISS, 2008). Que segundo Gorinstein *et al.*, (2002) está associado com o esvaziamento gástrico demorado.

A fibra alimentar pode atuar na prevenção de doenças intestinais, como constipação, hemorroidas, hérnia hiatal, doença diverticular e câncer de cólon. Pode contribuir também, na prevenção e no tratamento da obesidade, na redução do colesterol sanguíneo, na regulação da glicemia após as refeições e, ainda, diminuir o risco de doenças cardiovasculares e diabetes (MARLETT *et al.*, 2002). A fibra alimentar pode interferir na motilidade do intestino delgado e, assim, afetar o acesso dos carboidratos disponíveis à superfície da mucosa e reduzir a absorção (SLAVIN, 2007). A diminuição desse tempo e o aumento do volume fecal permitem, também, menor contato de substâncias tóxicas com a mucosa, em função da velocidade e da diluição (DIKEMAN, 2006).

O efeito de saciedade produzido pela fibra alimentar de uma refeição pode proporcionar menor ingestão de alimentos na refeição subsequente, resultado em menor ingestão energética. A fibra pode ainda, afetar a fase cefálica e gástrica da digestão e

absorção, influenciando a saciação (satisfação que se desenvolve durante a refeição, levando à interrupção dela) e saciedade (estado que inibe o consumo de nova refeição, consequência da alimentação anterior) (BENELAM, 2009).

A constipação intestinal não é uma doença, mas sim, um sintoma, e uma das queixas gastrointestinais mais prevalentes e pode representar a manifestação de vários distúrbios (ANDRE; RODRIGUEZ e MORAES-FILHO, 2000). Portanto, a inclusão de fibras na dieta é necessária para manter a função do trato gastrointestinal normal (CHO; CLARK e URIBE-SAUCEDO, 2004). Pois quanto maior a capacidade de retenção de água de uma fibra, maior será o peso das fezes e menor o tempo de trânsito intestinal. A motilidade do cólon e a aceleração do trânsito intestinal é explicada pela fermentação, pois há a produção de gases e aumento do volume fecal, que distendem a parede da região e estimulam a propulsão (CUMMINGS *et al.*, 2002).

Segundo Anderson *et al.*, (2009), esse aumento do volume fecal é uma consequência da retenção de água e da proliferação da microbiota decorrentes da fermentação da fibra, e devido a essa capacidade de retenção de água, a consistência das fezes é modificada, aumentando a frequência de evacuações. Pelo fato de aumentar o bolo fecal, aumentar a velocidade de trânsito intestinal as fibras podem arrastar com as fezes substâncias mutagênicas e pro cancerígenas, diminuindo a incidência de tumores intestinais, particularmente do cólon e reto.

Os produtos da fermentação da fibra podem estimular de forma seletiva a atividade e o crescimento de bactérias benéficas (bifidobactérias e lactobacilos) e inibir, paralelamente, o desenvolvimento daquelas patogênicas e todos esses fatores levam à diminuição da síntese de carcinógenos, do risco de câncer de cólon e de infecções bacterianas, além de evitar e tratar diarreias (REYED, 2007). Com relação às doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), principalmente diabetes e doenças cardiovasculares (DCV) provavelmente a fibra diminui seu risco quando aliada a outros fatores, como atividade física, consumo de frutas e hortaliças e controle de ingestão lipídica (LIU *et al.*, 2002 e PEREIRA *et al.*, 2004). Essa afirmativa pode ser comprovada por um estudo prospectivo por seis anos realizado por Liu *et al.* (2002), em cerca de 40 mil mulheres, utilizando questionário semi quantitativo de frequência alimentar, onde se concluiu que a alta ingestão de fibra alimentar está relacionada à redução de DCV e de infarto do miocárdio.

Na análise de dez estudos tipo coorte, realizados nos Estados Unidos e na Europa (5.249 casos de doença coronariana e 2.011 mortes por essa doença entre mais de 95 mil

homens e 245 mil mulheres), concluiu-se que para cada 10g/dia de ingestão de fibra de cereais integrais e frutas, houve uma redução de 14% de DCV e de 27% na mortalidade (PEREIRA, *et al.*, 2004). A figura abaixo demonstrar de forma geral as propriedades e formas de atuação da fibra alimentar.

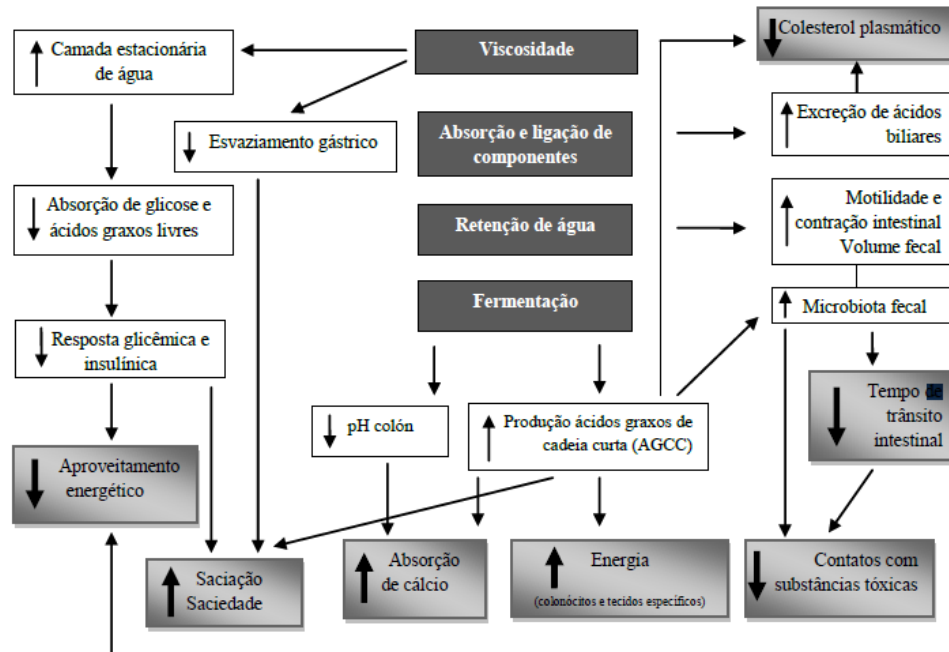


Figura 4: Propriedades, atuação e implicações da ingestão de fibra alimentar.
Fonte: Cozzolino, 2013.

2.6.3 RECOMENDAÇÕES DE CONSUMO DE FIBRAS

Apesar das evidências positivas quanto à ingestão de fibra alimentar, consumo de alimentos fontes desse componente vem diminuindo ao longo do tempo (COZZOLINO, 2013). No Brasil, os dados de aquisição de alimentos das Pesquisas de orçamento Familiar (POF) 2002/2003 e POF 2008/2009 permitem estimar que a ingestão média de fibra alimentar pela população brasileira foi de ordem de 15,4 e 12,5g/dia, respectivamente (MENEZES e GIUNTINI, 2001). Dessa forma, a ingestão atual média nacional de fibra alimentar não atinge 50% das recomendações preconizadas (WHO/FAO, 2003).

As metas de ingestão alimentar propostas pela WHO/FAO enfatizam a ingestão adequada de fibra alimentar, a qual deve ser maior que 25g/dia ou mais de 20 g no caso de polissacarídeos não amido, e o consumo de frutas e vegetais deve ser maior que 400 g/dia.

Tabela 5: Ingestão adequada de fibras.

GRUPO ETÁRIO	FIBRAS TOTAIS (G/D)
Primeiro ano de vida	
0 a 6 meses	ND
6 a 12 meses	ND
Crianças	
1 – 3 anos	19*
4 – 8 anos	25*
Homens	
9 – 13 anos	31*
14 – 18 anos	38*
19 – 30 anos	38*
31 – 50 anos	38*
51 – 70 anos	30*
>70 anos	30*
Mulheres	
9 – 13 anos	26*
14 – 18 anos	26*
19 – 30 anos	25*
31 – 50 anos	25*
51 – 70 anos	21*
>70 anos	21*
Gestantes	
14 – 18 anos	28*
19 – 30 anos	28*
31 – 50 anos	28*
Lactantes	
14 – 18 anos	29*
19 – 30 anos	29*
31 – 50 anos	29*

* Ingestões adequadas (AIs). Fonte: Dietary Reference Intakes, 2005 (relatórios do nap) apud Krause, 2012.

2.7 PROCESSO DE EXTRUSÃO

2.7.1 DEFINIÇÃO E APLICAÇÃO TECNOLÓGICA

O processo de extrusão termoplástica de alimentos é uma tecnologia que teve origem na indústria de plásticos e já conta com mais de 70 anos. Extrusores mono roscas foram utilizados em 1935 para dar forma a macarrões e cereais pré-cozidos, mas somente nos anos 40 foram desenvolvidos extrusores com grandes motores elétricos, para cozimento, com o propósito de preparar *snacks* (GUERREIRO, 2007).

Desde então, o processamento de alimentos por extrusão termoplástica vem ganhando destaque e expansão na indústria de alimentos por ser uma importante técnica que, além de aumentar a variedade de alimentos processados, apresenta muitas vantagens quando comparado a outros sistemas de processamento de alimentos, como versatilidade, custo relativamente baixo, alta produtividade e, por representar um processo ambientalmente seguro, é uma tecnologia catalogada como limpa (GUY, 2001; SILVA, 2007).

A extrusão é simplesmente uma tecnologia de cocção alternativa que opera em base contínua para a conversão de formulações densas, à base de grãos, em produtos leves e crocantes, que os consumidores consideram prazerosos e nutritivos. Entretanto, em geral, os grãos nas fórmulas de cereais extrusados expandidos encontram-se na forma de farinha ou farelo (FAST e CALDWELL, 2000).

Segundo Ascheri (2008), a extrusão termoplástica tem por objetivo transformar matérias-primas cruas em produtos terminados para consumo humano e como ração animal. Esta tecnologia tem encontrado um vasto campo de aplicações, seja para a produção de alimentos para o consumo humano ou para o consumo animal. A extrusão de alimentos permite maior facilidade na produção de misturas alimentícias destinadas ao consumo humano, produzindo uma variedade de produtos, tais como: alimentos infantis, proteínas vegetais texturizadas, bebidas em pó instantâneas, amidos modificados para uso industrial, cereais pré-cozidos, *snacks*, farinhas instantâneas e amidos pré-gelatinizados utilizados na formulação de sopas de preparo rápido, molhos semiprocessados, produtos de confeitaria e outros (FELLOWS, 2006; LEORO *et al.*, 2009).

2.7.2 O EXTRUSOR E SEUS COMPONENTES BÁSICOS

A extrusão termoplástica consiste em um tratamento térmico a uma temperatura elevada durante curto tempo (HTST) (FELLOWS, 2006). O princípio básico deste processo é converter um material sólido em fluído pela aplicação de calor e trabalho mecânico e extrusá-lo através de uma matriz (BORBA, 2005).

O processo de extrusão compreende as etapas de pré-extrusão, extrusão e pós-extrusão. A pré-extrusão inclui a preparação dos ingredientes e sua mistura em proporção adequada. Após a mistura, o material é transportado para ser condicionado a um conteúdo apropriado de umidade (EL- DASH, 1981; ASCHERI e CARVALHO *et al.*, 2008). Na etapa de extrusão, a matéria-prima é introduzida no equipamento através do alimentador, sendo impulsionada pelo(s) parafuso(s) em direção à matriz. À medida que o produto atravessa as diferentes zonas de extrusão (de alimentação, de transição e de alta pressão), ocorre aumento gradativo do atrito mecânico, provocado por modificações da geometria do parafuso e abertura da matriz. Em consequência, aumentam também a pressão e a temperatura, ocorrendo o cozimento do produto. A pós-extrusão inclui a secagem dos extrusados para umidades inferiores a 10%, o resfriamento e, em alguns casos, a aplicação de sabores e temperos (BORBA, 2005; ASCHERI e CARVALHO *et al.*, 2008).

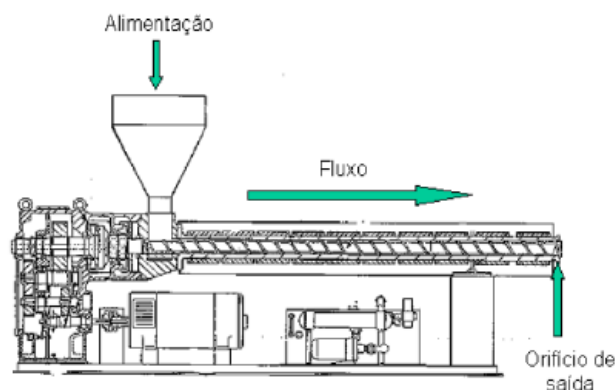


Figura 5: Equipamento extrusor e suas divisões.
Fonte: Guerreiro, 2007

O extrusor é composto de cinco partes principais: um mecanismo de alimentação, que pode ser vertical ou horizontal; uma rosca ou um parafuso sem fim, que transporta a matéria-prima; um cilindro ou canhão, que serve para controlar a temperatura; a matriz, que modela o produto na forma desejada, e um mecanismo de corte, essencial para a formação do produto extrusado (EL-DASH, 1981).

No processo de extrusão termoplástica ocorrem simultaneamente diversos processos, como a mistura, o cisalhamento, o cozimento e o modelamento. Sendo assim, a matéria-prima processada é submetida a diversas mudanças, entre as quais destacam-se: hidratação de amidos e proteínas, homogeneização, gelatinização do amido, liquefação de gorduras, desnaturação de proteínas, destruição de fatores anti-nutricionais, inativação de enzimas, diminuição microbiana, plastificação e expansão do material processado para criar novas formas e texturas (EL-DASH, 1981; MERCIER e CANTARELLI, 1986; FELLOWS, 2006).

2.8 CEREAL MATINAL EXTRUSADO

A ANVISA através da resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 dispõe sobre o "Regulamento técnico para produtos de cereais, Amidos, farinhas e farelos", que define cereais processados como os produtos obtidos a partir de cereais laminados, cilindrados, rolados, inflados, flocados, extrudados, pré-cozidos e ou por outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos, podendo conter outros ingredientes desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, formato e textura diversos.

O consumo de cereais matinais tem aumentado muito nos últimos anos devido à necessidade de se obter produtos de preparo rápido, tendo em vista a falta de tempo da

vida moderna (TAKECHI *et al.*, 2005). De 1990 a 1996 a produção de cereais em flocos aumentou 426% (Datamark Ltda – Market Intelligence, 1996).

Segundo AC Nielsen (2008), A categoria de cereais matinais em 2007 obteve um faturamento de R\$ 381 milhões e apresenta possibilidades de crescimento. Na apuração da performance dos cereais matinais nos pontos de vendas, dentre os pontos de vendas auditados, o canal supermercado é o grande distribuidor de cereais matinais para os brasileiros, com uma participação de 88% no volume comercializado.

Segundo Lopes (2005), os cereais matinais são alternativas saudáveis para a alimentação tanto de crianças como de adultos. Além de possuírem alto valor nutricional por serem na maioria fortificados e enriquecidos com vitaminas e minerais, possuem como características importantes à praticidade e a conveniência no preparo, o que facilita o dia-a-dia dos consumidores.

Segundo Jones (2001; apud Leoro 2007), Os cereais matinais fazem contribuições nutricionais específicas na dieta das pessoas, eles também são fontes importantes de fibras, e quantidades significativa de vitaminas e minerais.

Os cereais matinais podem contribuir significativamente na dieta humana por serem fáceis de preparar ou estocar, além de possuírem sabor e textura atrativos, tanto para crianças como para adultos. Tem sido reportado que a média de crianças que consomem cereais matinais têm uma ingestão mais apropriada de nutrientes do que as crianças que não os consomem (EL-DASH, 1981; apud LEORO, 2007).

Os cereais matinais fazem contribuições nutricionais específicas na dieta das pessoas. Quando produzidos com farinhas de grão integrais, podem ser considerados como fontes de ácidos graxos, pois os germes e farelos dos cereais são fontes importantes de ácidos graxos essenciais como ácido linolênico, além de conter antioxidantes e propriedades benéficas para reduzir o colesterol. Eles também são fontes importantes de fibras, já que está reportado que os cereais aportam entre 2 a 5 gramas de fibra por porção consumida. Os cereais matinais são fontes de vitaminas e minerais, pois os grãos contém quantidade significativas de vitaminas do complexo B e minerais como ferro, zinco e cobre, além de normalmente serem consumidos com leite ou iogurte considerados fontes importantes de cálcio (JONES, 2001).

Os cereais com fibras possuem, atualmente, uma participação de mercado de 3,4% em volume, com tendência a crescimento, pois existem novos segmentos de compra por parte dos consumidores, mais preocupados com a saúde (AC NIELSEN, 2004).

Processos básicos de produção de cereais matinais incluem a produção de flocos e a expansão por pistola (“gun puffing”) ou em forno (“oven puffing”). Estes processos convertem grãos crus e densos em produtos friáveis, crocantes ou mastigáveis, adequados para a alimentação humana (FAST e CADWELL, 2000).

A tecnologia de extrusão termoplástica apresenta várias vantagens sobre os processos convencionais na produção de cereais matinais: menor tempo e custo de processo; menor espaço físico necessário; maior flexibilidade para a produção de produtos variados, mudando simplesmente a matriz, as condições de processo, a formulação inicial e a cobertura final do produto, e a granulometria da matéria-prima (RIAZ, 2000).

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Estudar o efeito de parâmetros de extrusão sobre propriedades antioxidantes, físico-químicas, tecnológicas, sensoriais e microbiológicas no desenvolvimento de cereal matinal extrusado à base de farinha de milho e pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth).

3.2 ESPECÍFICOS

1. Estabelecer a formulação ideal, elaborando os cereais matinais conforme as necessidades nutricionais e especificações técnicas referentes aos cereais já disponíveis no mercado;
2. Determinar as propriedades antioxidantes quanto ao teor de beta-caroteno;
3. Caracterizar o produto em relação aos parâmetros físico-químicos, tecnológicos e microbiológicos do cereal;
4. Avaliar os parâmetros sensoriais e a aceitabilidade do produto.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 MATÉRIAS – PRIMAS

Os frutos da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) foram adquiridos no mercado municipal e os demais ingredientes em supermercados locais da cidade de Manaus – AM.

Os frutos foram transportados até o laboratório de recepção de amostras (LAN/INPA). Os frutos passaram por uma seleção inicial, sendo desprezados aqueles que apresentaram não conformidades como injúrias mecânicas, amolecimento ou despadronização de coloração e em seguida as amostras foram lavadas em água corrente e submetidas à desinfecção com hipoclorito de sódio a 200 ppm (2 ml de hipoclorito de sódio a 10% para 1L de água) por 15 minutos e, por fim, serão novamente enxaguadas em água corrente potável para a retirada do excesso de cloro.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DA FARINHA DE PUPUNHA

O início do processamento se deu com a higienização e com o corte dos frutos para retirada da semente, onde em seguida foram submetidas ao cozimento para serem moídas e então serem distribuídas em bandejas para secagem. A secagem dos frutos foi feita com o acondicionamento em bandejas tipo inox em estufa com circulação de ar a 60°C até peso constante, objetivando a redução do teor de umidade até < 10% (Figura 6).

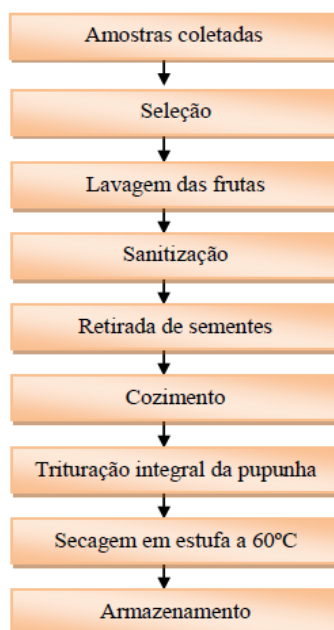


Figura 6: Fluxograma do processamento da farinha de pupunha integral.

Após a secagem, a matéria-prima seca foi triturada em liquidificador de facas duplas (Pic-Liq, Arno) e uniformizada em peneiras Tyler 20 (0,63 mm).

A farinha de pupunha foi armazenada individualmente em sacos plásticos estéreis, protegidas da luz em vasilhames opacos, com sílica, permanecendo armazenadas em temperatura ambiente até o momento da utilização.

4.2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado um planejamento experimental segundo Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR 22, com ponto fatorial completo 2^2 , 4 ensaios nas condições axiais e 4 repetições no ponto central, totalizando 12 ensaios, com duas variáveis para verificar os efeitos da farinha de pupunha (%) e da umidade da matéria-prima (%) sobre propriedades físicas, físico-químicas e nutricionais do produto. As variáveis foram estabelecidas com dois níveis codificados como -1 e $+1$, e um ponto central (0) e ainda apresenta ainda dois níveis de variáveis axiais, codificados como $-\alpha$ e $+\alpha$.

Tabela 6: Níveis das variáveis independentes do delineamento estatístico.

Codificação	Variável independente	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
X^1	Farinha de pupunha (%)	0	7,3	25	42,7	50
X_2	Umidade (%)	15	16,2	19	21,8	23

Tabela 7: Delineamento estatístico do tipo composto central rotacional 2^2

Ensaio	X1(%)		X2(%)	
	Valores codificados	Valores reais	Valores codificados	Valores reais
1	-1	16,2	-1	7,3
2	+1	21,8	-1	7,3
3	-1	16,2	+1	42,7
4	+1	21,8	+1	42,7
5	$-\alpha$	15	0	25
6	$+\alpha$	23	0	25
7	0	19	$-\alpha$	0
8	0	19	$+\alpha$	50
9 (C)	0	19	0	25
10 (C)	0	19	0	25
11 (C)	0	19	0	25
12 (C)	0	19	0	25

Após o processamento do produto o delineamento experimental foi inteiramente casualizado submetido ao esquema fatorial 1x7, sendo uma condição de armazenamento (temperatura ambiente a 26°C), em sete períodos (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), no qual foi realizado as análises físico-químicas, tecnológicas, nutricionais e microbiológicas.

Para a análise dos resultados experimentais, foi utilizada a Metodologia de Superfície de Resposta. Os cálculos estatísticos foram feitos pelo erro padrão e assuperfícies foram construídas (quando possível) utilizando-se o software STATISTICA, versão 5.5 (STATSOFT, EUA). Na construção das superfícies, duas variáveis independentes variaram dentro das regiões estudadas.

4.2.3 CONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS

A farinha de pupunha foi adicionada às formulações nos níveis determinados pelo planejamento experimental (Tabela 7). A umidade da mistura (farinha de milho + farinha de pupunha) foi determinada e também ajustada para os níveis determinados pelo planejamento.

O condicionamento das amostras ocorreu através da adição lenta e gradual da quantidade de água destilada necessária com auxílio de bureta, a umidade requerida em cada ensaio foi calculado pela Equação abaixo. A homogeneização ocorreu através de mistura feita com batedeira planetária Kitchen Aid Professional, modelo K45SS de 10 velocidades. A mistura foi mantida em constante revolvimento na velocidade 2 durante 5 minutos.

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

Onde:

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

U_i = Umidade inicial da amostra (%);

U_f = Umidade final desejada

As amostras condicionadas de aproximadamente de 2000g foram colocadas em sacos de polietileno, permanecendo estocado por 24 horas antes de ser processado para a uniformização da umidade.



Figura 7: Condicionamento das amostras para extrusão, Santos (2014).

4.2.4 PROCESSAMENTO DO CEREAL EXTRUSADO

As misturas condicionadas foram extrusadas em extrusor dupla-rosca Brabender (modelo 20 D/N-GNF 1014/2) (figura 9), com as seguintes características: alimentador instalado na parte inicial e superior do equipamento, tipo cônico vertical, provido de parafuso alimentador com velocidade variável; camisa com ranhuras internas, longitudinais e retilíneas: apresenta 3 zonas distintas de temperatura, aquecidas por resistências elétricas e a temperatura é controlada por termopares; rosca ou parafuso sem fim único. Se manteve fixa a temperaturas nas quatro zonas de aquecimento, sendo de 70, 100, 130 e 150°C. A configuração da rosca utilizada foi com taxa de compressão 3:1, velocidade de rotação do parafuso de 240 rpm, com taxa de alimentação de 198g/min e matriz circular de 2,8 mm de diâmetro.



Figura 8: Extrusor dupla-rosca Brabender (modelo 20 D/N-GNF 1014/2), Santos (2014).

A extrusão de cada amostra foi iniciada quando as diferentes zonas do extrusor atingiram as temperaturas determinadas e a coleta das amostras só foi iniciada após a estabilização do processo, 8 minutos após a entrada da mistura no equipamento.

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 5,0%. Em seguida, foram coletadas amostras para posteriores análises de cada ensaio realizado de acordo com metodologia proposta por Silva (2007) e Schmiele (2009).

4.2.5 DETERMINAÇÃO DO PONTO ÓTIMO

A partir das Superfícies de Resposta e dos demais resultados obtidos, foi escolhido uma base para cereal matinal 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.

4.2.6 ANÁLISE DO PONTO ÓTIMO

A partir do ponto ótimo escolhido através do planejamento experimental, foi feito um novo processamento de extrusão. Os produtos obtidos foram caracterizados segundo as metodologias que foram descritas posteriormente. (item 4.2.7); IE, Textura, Luminosidade, RVA, Volume, Índice de absorção e solubilidade em água e Aa, segundo as metodologias descritas posteriormente na caracterização dos produtos extrusados. Estas análises serviram também para validar os modelos matemáticos obtidos através da Metodologia de Superfície de Resposta.

4.2.7 CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS EXTRUSADOS

Para a caracterização das matérias-primas (farinha de pupunha e farinha de milho) todas as análises foram realizadas em triplicata. A caracterização centesimal foi realizada nas matérias-primas e nos produtos finais.

4.2.7.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

4.2.7.1.1 Umidade

Foi pesado de 5 g da amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. Foi aquecido durante 3 horas, em seguida, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente. Após isso, foi pesado e repetido a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante.

4.2.7.1.2 Proteína Bruta

Foi pesado 1 g da amostra em papel de seda e em seguida, transferido para o balão de Kjeldahl. Foram adicionados 25 mL de ácido sulfúrico e cerca de 6 g da mistura catalítica. Foi 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).

4.2.7.1.3 Lipídeos

O teor de lipídeos das amostras foi determinado em extrator Soxhlet, utilizando o solvente éter de petróleo. Foram pesados 5 g da amostra em cartucho de Soxhlet e este foi transferido para o aparelho extrator Soxhlet, acoplado ao balão de fundo chato previamente tarado a 105°C, utilizando-se o éter como extrator, este foi mantido sob aquecimento em chapa elétrica. Após, foi retirado o cartucho, destilando-se o éter para transferir o balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105°C, mantendo por cerca de uma hora. Foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente para ser pesado até peso constante. (IAL, 2008).

4.2.7.1.4 Cinzas

O teor de cinzas das amostras foi determinado em mufla, onde consistirá em resíduo obtido por aquecimento em temperatura de aproximadamente 550°C. Para a realização do método, foram pesados de 5 g da amostra em uma cápsula previamente aquecida em mufla a 550°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente para ser pesada. As cinzas deverão ficar brancas ou ligeiramente acinzentadas (IAL, 2008).

4.2.7.1.5 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 incluiu a fração de fibra alimentar.

4.2.7.1.6 Teores de fibra insolúvel e solúvel

O teor de fibra alimentar 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).

4.2.7.1.2 ANÁLISE DE MINERAIS

4.2.7.1.2.1 Minerais

O teor de ferro, cobre, cálcio, magnésio, zinco, manganês, sódio e potássio foi determinado por espectrometria de absorção atômica, como preconizado 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 utilizados os materiais de referência certificado *Peach leaves* (NIST – SEM 1547).

4.2.7.1.3 CAROTENOIDES TOTAIS

O teor de carotenoides disponível no produto foi determinado pela extração com hexano, onde a cor extraída é lida em espectrofotômetro a 450 nm. Foram pesados 10 g da amostra e adicionados 30 mL de álcool isopropílico e 10 mL de hexano onde foram transferidos para um funil de separação. Foi adicionada a água destilada no funil para lavagem homogeneizando a solução no funil com movimentos de rotação, onde será mantido em repouso protegido da luz até a separação, devendo desprezar a camada aquosa, repetindo a lavagem até a obtenção do hexano livre e drenando o funil através de um funil de haste longa contendo algodão e sulfato de sódio anidro. Após, foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL, já contendo 5 mL de acetona, lavando o funil com o hexano e completando o volume do balão com hexano. Após a homogeneização foi realizada a leitura no espectrofotômetro a 450 nm. (HIGBY, 1962).

4.2.8 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Foi realizada conforme metodologia do manual de microbiologia de Silva *et al.*, (1997), seguindo os parâmetros descritos pela RDC 12 de 2001 da ANVISA.

4.2.8.1 COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES

4.2.8.1.1 Teste Presuntivo

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 em seguida foram incubados a 35 °C

por 24 a 48 h. Foram considerados positivos os tubos que apresentarem formação de gás no interior dos microtubos. Nos casos de resultado positivo foram realizados testes confirmativos para coliformes totais e fecais (SILVA *et al.*, 1997).

4.2.8.1.2 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).

4.2.8.1.3 Teste Confirmativo para 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 (SILVA *et al.*, 1997).

4.2.8.1.4 *Escherichia coli*

Nos casos de resultado positivo para coliformes fecais, 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 (SILVA *et al.*, 1997).

4.2.8.2 SALMONELLA *sp.*

Foram pesados 25 g de cada amostra, incubadas a 36 °C por 24 horas, após a incubação foi transferido 1 mL para tubo contendo caldo tetracionato e em outro contendo caldo selenito, onde o caldo tetracionato foi incubado em banho-maria a 43°C e o caldo selenito foi incubado em estufa a 37°C, ambos por 24 horas. Após a incubação foi semeado por esgotamento em SS e MC a partir de cada um dos tubos, onde as placas foram incubadas a 36°C por 24 horas. Passado esse tempo foi examinado as placas para a verificação do desenvolvimento de colônias típicas, se estas estiverem presentes, procederá a inoculação em outros meios, onde foi repicado em tubos de agar TSI e LIA

a 36°C por 24 horas, para após proceder a leitura. Foram considerados positivos em agar TSI os tubos que apresentarem formação de gás, produção de ácido (base amarela), produção de H₂S (enegrecimento do local da picada) e superfície sem alteração da cor do meio e em agar LIA foram considerados os tubos que apresentarem uma coloração do meio semelhante ao original, tanto na base como na superfície e produção de H₂S. Os resultados foram expressos em positivo ou negativo (SILVA *et al.*, 1997).

4.2.8.3 *Bacillus Cereus*

Foram preparadas diluições decimais seriadas (10^{-1} e 10^{-2}), com semeadura em placas de Petri contendo ágar vermelho de fenol-gema de ovo-manitol- polimixina B a 0,1% (Ágar MYP ou meio de Mossel). Após a incubação a 30° C por 18 a 24 horas, foi feita a contagem e isolamento de exemplares típicos de *B. cereus*.

4.2.8.4 BOLORES E LEVEDURAS

Para fungos foi utilizado o meio agar Dextrose Batata (ADB). Foi preparado a diluição 10^{-2} transferindo 1 ml da diluição 10^{-1} para um tubo contendo 9 ml de solução salina peptonada a 0,1%. Após foi fundido em banho-maria o meio ADB e foi resfriado em torno de 45°C para adicionar solução de ácido tartárico a 10% de forma a reduzir o pH para 3,5. Foi transferido 1 ml das diluições 10^{-1} e 10^{-2} da amostra para placa de Petri e foi vertido em cada uma delas cerca de 15 ml do meio ADB acidificado, misturando adequadamente o inóculo com o meio e foi incubado por 5 dias para ser feito a contagem das colônias formadas. Os resultados foram expressos em UFC/g (SILVA *et al.*, 1997).

4.2.9 PROPRIEDADES DOS PRODUTOS EXTRUSADOS

4.2.9.1 Determinação da 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*a*b* (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.



Figura 9: COLOR QUEST II (HUNTERLAB), Santos (2014).

4.2.9.2 Índice de Expansão (IE)

O Índice de Expansão (IE) foi determinado segundo metodologia proposta por Mercier, Linko e Harper (1998) apud Leoro (2007). O IE foi determinado pela razão entre o diâmetro do produto extrusado e o diâmetro da matriz (2,8 mm), que foi medido com paquímetro CRAFTSMAN. Foi considerada a média aritmética de 6 medidas de diâmetro em diferentes partes da amostra para cada condição de extrusão.

$$IE = d / d_0$$

Onde:

IE = Índice de expansão;

d = Diâmetro do produto extrusado (mm); 74

d₀ = Diâmetro da matriz (mm).



Figura 10: Paquímetro CRAFTSMAN, Santos (2014).

4.2.9.3 Dureza

A análise de dureza instrumental foi realizada nos extrusados secos. Foi medida a dureza utilizando-se texturômetro TA-XT2i – Textura Analyser (Extralab Brasil), com célula de carga de 25 kg, equipado com o *software* Texture Expert® para a análise dos dados. Amostras foram cortadas uniaxialmente com *probe* “Warner Blatzer”. Doze amostras de cada ensaio foram cortadas uniaxialmente usando a metodologia descrita por Chang et al. (2001) apud Leoro (2007). Os resultados apresentados foram a média aritmética de das 12 repetições para tentar diminuir o desvio padrão e coeficiente de variação, e serão expressos em N (Newtons). 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.



Figura 11: Textura Analyser (Extralab Brasil) equipado com o software Texture Expert®, Santos (2014).

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

Para as determinações do ISA e do IAA foi utilizada a metodologia descrita por Anderson et al. (1969) apud Leoro (2007), com algumas modificações: 2,5 g da amostra foram mantidos em água destilada, a 30°C, por 30 minutos, sob agitação em tubos TECNAL com capacidade de 50mL. As suspensões foram centrifugadas em centrífuga, modelo 204 NR (FANEM, Brasil), a 3000 x g, por 10 minutos, 10 mL do sobrenadante foram colocados em uma placa de Petri de peso conhecido e secos em estufa com circulação e renovação de ar, modelo TE 394/2 (TECNAL, Brasil), a 105°C, por 4 horas, para a determinação do resíduo de evaporação, e o precipitado da centrifugação foi pesado. Os extrusados foram moídos em liquidificador modelo Blender commercial de

alta performance (Aparelho OXY – OBL10/2) e passados por peneira de 60 mesh. Os resultados foram expressos como a média aritmética de 3 repetições.

As Equações abaixo serão utilizadas para a determinação do ISA e do IAA, respectivamente.

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

$$IAA = \frac{Mrc}{Ma (bs) - Mre}$$

Onde:

ISA = Índice de solubilidade em água (%);

IAA = Índice de absorção de água;

Mre = Massa do resíduo de evaporação (g);

Ma = Massa da amostra (g), em base seca;

Mrc = Massa do resíduo de centrifugação (g).

4.2.9.5 ATIVIDADE DE ÁGUA

Foi realizada a análise de atividade de água – Aa em cada um dos ensaios e do ponto ótimo, em triplicatas, utilizando o aparelho AQUALAB – Dew Point, Water Activity Meter 4TEV. O aparelho analisa por ponto de orvalho com controle interno da temperatura da amostra. A preparação da amostra foi realizada com auxílio do pistilo para a trituração.

4.2.10 ASPECTOS ÉTICOS

Pelo fato do estudo envolver seres humanos na etapa de análise sensorial, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética e foi aprovado tendo como número de processo: 26884014.9.0000.5020, atendendo à resolução do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 1997).

4.2.11 AVALIAÇÃO SENSORIAL

A avaliação sensorial foi realizada no laboratório do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, 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 recrutamento dos sujeitos da pesquisa que participarão da análise sensorial foi realizado de forma esclarecida e voluntária que aceita participar da pesquisa, que se deu de forma gratuita e sem nenhuma remuneração. Onde o mesmo não foi obrigado a participar e pôde cancelar a sua autorização a qualquer momento e por qualquer motivo.

Os provadores recrutados foram do próprio Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, que foram os servidores, assim como os visitantes do instituto no momento da avaliação sensorial. A abordagem foi feita através de comunicação oral entre a pesquisadora e o provador, mas sem influenciar na decisão do indivíduo.

Foi prestada toda a assistência médica e cobertura material para reparação de algum dano causado pela pesquisa ao participante da pesquisa. Os resultados do estudo foram apresentados em conjunto, não sendo possível identificar os indivíduos que dele participaram, garantindo assim a total integridade física e sigilosa do participante de acordo com a Resolução 466/2013-CNS. Para a avaliação foram recrutados 70 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 que eram fumantes ou que apresentavam algum problema notório como gripe, resfriado, problemas gástricos, diabetes, hepatite, dente inflamado ou outro que poderia interferir na idoneidade da avaliação do produto, porém sua opinião não foi validada, ficando altamente restrita a degustação por provadores menores de 18 anos.

Na realização dos testes de preferência, intenção de compras e analisar a aceitação do cereal foi usado o teste de aceitabilidade utilizando a escala de 9 pontos de Stone; Sidel (1985) e o cálculo foi baseado no Pedrero; Pangbom (1997).

Quanto à análise sensorial, o cereal foi avaliado por meio da ANOVA esquematizado em blocos casualizados em nível de 5% de significância. A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.2.12 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO DA VIDA DE PRATELEIRA

Os dados das análises físico-química e microbiológica do monitoramento da vida de prateleira do cereal foram analisados por análise de variância (ANOVA) usando delineamento inteiramente casualizado em nível de 5% de significância. Para

comparações múltiplas das médias e dos tratamentos foram aplicados o teste de Tukey em nível de significância de 5%.

4.2.13 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Na caracterização da amostra, os dados foram classificados qualitativamente quanto à estatística descritiva, que consistiu na análise e interpretação de dados numéricos por meio de tabelas e gráficos, apresentando informações sobre a dispersão de dados que foram tabulados no Microsoft Office Excel 2010.

5. REFERÊNCIAS

- AACC. American Association of Cereal Chemists. **Dietary Fiber Technical Committee**. The definition of dietary fiber. Cereal Foods World 2001;46:112.
- ABIA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. **Consumo de alimentos em novo patamar**. São Paulo; 1997. (ABIA informa, 272).
- ABRAE. **Associação Brasileira de Embalagem**. Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/tipos-de-embalagens/>. Acesso: 04 de Jul de 2013.
- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. **Incorporação da farinha de resíduos do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício**. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.
- AC NIELSEN. **Cereais Matinais: desafios e oportunidades**. São Paulo; 2008. Disponível em: <http://br.nielsen.com/news/cereais2008.html>. Acesso em: 30 mai. 2013.
- AC NIELSEN. **Tendências 2004. Salgadinhos para Aperitivos/Snacks**. Disponível em: <http://www.acnielsen.com.br>. Acesso em: 30 mai de 2013.
- AGRAWAL, R. **Probiotics: An emerging food supplement with health benefits**. Food Biotechnology. Volume 19, pp. 227-246, 2005.
- AGUIAR, J. P. L; MARINHO H. A; REBÊLO, Y. S; SHRIMPTON, R. **Aspectos Nutritivos de Alguns Frutos da Amazônia**. Acta Amazônica 1980; 10(4):755-8.
- AGUIAR, J. P. L; **Tabela de Composição de Alimentos da Amazônia**. Acta Amazônica 1996; 26:121-6.
- AMANN, P. D; EICHMULLER, S. B; SCHMIDT J; BAZHIN A. V. **Regulation of gene expression by retinoids**. Curr Med Chem 2011; 18(9): 1405-12.
- ANDERSON, J. W; BAIRD, P; DAVIS R. H. Jr; FERRERI, S; KNUDTSON, M; KORAYM, A; WATERS, V; WILLIAMS, C. L. **Health benefits of dietary fiber**. Nutr Rev 2009;67(4):188-205.

- ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. **Gelatinization of corn grits by Roll- and extrusion-cooking**. Cereal Science Today. V. 14; n. 1; p.4-12, 1969.
- ANDRADE, J. S. **Processo produtivo para fabricação da farinha de pupunha a partir da desidratação do fruto com casca**. Produtos e processos patenteados, PI em: 0605843-4. Publicado em 22 abr. 2008.
- ANDRADE, J. S.; MARQUES, M. P. **Processo produtivo para obtenção de produto desidratado a partir da utilização de farinha de pupunha** (*Bactris gasipaes kunth*). Produtos e processos patenteados, PI em: 0506324-8A. Publicado em 02 out. 2007.
- ANDRÉ, S. B; RODRIGUES, T. N.; MORAES FILHO, J. P. P. **Constipação intestinal funcional**. Revista Brasileira de Medicina, São Paulo, v. 57, n. 11, nov. 2000.
- ANGELIS, R. C. de; **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: Atheneu, 2001. 295p.
- ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C. W. P. **Processo de extrusão de alimentos: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de alimentos para consumo humano**. Rio de Janeiro, 2008, 82 p. Apostila do Curso de extrusão termoplástica de alimentos – EMBRAPA Agroindústria de Alimentos.
- ASSIS, L. M. et al. **Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado**. Revista Alim. Nutr., v. 20, n.1, p. 15-24, 2009.
- BADAWI, C. **Aproveitamento integral dos Alimentos – Melhor sobrar do que faltar?. O que fazer para não haver desperdício**. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.nutrociencia.com.br/textos>. Acesso: 17 de ago de 2013.
- BARBOSA, A. M. M. **Pupunha (*Bactris gasipaes*) In: Encontro sobre produção de palmito**: FURIA, L. R. E. (Ed.) Piracicaba: CALQ/Departamento de Agricultura, p. 12-23, 1993.
- BENELAM, B. **Satiation satiety and their effects on eating behaviour**. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin, 34 (2), 126-173, 2009.
- BLACK, I; CAMPBELL, C. **Food or Medicine? Choice Factors for functional foods**. Journal of Food Products Marketing. Vol. 12(3), pp. 19-27, 2006.
- BORBA, A. M. **Efeito de alguns parâmetros operacionais nas características físicas, físico-químicas e funcionais de extrusados da farinha de batata-doce**. 2005. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BORGES, J. T. S. et al. **Qualidade proteica de pão de sal contendo farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.)**. Revsita Alim. Nutr., v. 21, n. 1, p. 109-117, 2010.
- BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde do Brasil - RESOLUÇÃO Nº 251, DE 07 DE AGOSTO DE 1997** (BRASIL, 1997).

BUTTRISS, J. L.; STOKES C. S. **Dietary fiber and health: an overview**. Nutr Bull 2008;33:186-200.

CAMACHO, V. E. **El Pejibaye (Guilielma gassipaes (H.B.K.) Bailey)**. (Mimeo) Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola, Turrialba, Costa Rica, p. 101-106, 1972.

CARDOSO, A. L.; OLIVEIRA, G. G. **Alimentos Funcionais**. **Jornal Eletrônico da Empresa Junior de Consultoria em Nutrição**, n. 5, Jun, p. 3-6. 2008. Disponível em: http://www.nutrijr.ufsc.br/jornal/jornal_eletronico_06-08.pdf. Acesso em: 22 de jul de 2013.

CARTER, P. GRAY, L. J.; TROUGHTON, J.; KHUNTI, K.; DAVIES, M. J. **Fruit and vegetable intake and incidence of type 2 diabetes mellitus: systematic review and metaanalysis**. British Medical Journal, London, 341:c4229, 2010. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 29 set 2013.

CARVALHO, A.V.; VASCONCELOS, M.A.M. de.; SILVA, P.A.; ASSIS, G.T.; ASCHERI, J.L.R. **Caracterização Tecnológica de Extrusados de Terceira Geração à Base de Farinhas de Mandioca e Pupunha**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 4, p. 995-1003, jul./ago., 2010.

CHANG, Y.K. et al . **Influence of extrusion condition on cassava starch and soybean protein concentrate blends**. Acta Alimentaria, Budapest, v.30, n.2, p.189-203, 2001.

CHO, S.S; CLARK, C.; URIBE-SAUCEDO, S. **Gastrointestinal and other physiological**, 2004.

CLEMENT, C.R. **Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae)**. Jaboticabal: Fundep, 2000. 48p. (Série Frutas Nativas, 8.)

CLEMENT, C.R.;MORA-URPÍ,J. **The pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., *Arecaceae*): multi-use potencial for the lowland humid tropics**. Journal of Economic Botany, v.41, n.2, p.302-311, 1987.

CODEX ALIMENTARIUS 2010. Guidelines on nutrition labelling CAC/ GL 2-1985 as last amended 2010. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Secretariat of the Codex Alimentarius Commission, FAO, Rome.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. Ed. Manole, 2ª Edição. São Paulo, 2007.

COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. **Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição: nas Diferentes Fases da Vida, na Saúde e na Doença**/ Barueri, São Paulo: Manole, 2013.

CUMMINGS, J.H; MACFARLANE, G.T. **Gastrointestinal effects of prebiotics**. Brit J Nutr 2002;87 (Suppl. 2):S145–51.

- DAMIANI, C.; ALMEIDA, A. C. S.; FERREIRA, J.; ASQUIERI, E. R.; VILAS BOAS, E. V. B.; SILVA, F. A. **Doces de corte formulados com casca manga**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 3, p.360-369, 2011.
- DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V.; SOARES JR., M. S.; CALIARI, M.; PAULA, D. E. P. P. de; SILVA, A. G. M.; **Análise física, sensorial e microbiológica de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição a polpa**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1418-1423, 2008.
- DANDY, D. A. V.; DOBRASZCZYK, B. J. **Cereals and Cereal Products: Chemistry and Technology**. Maryland: Aspen Publishers, Inc., 2001. 428 p.
- DATAMARK – **Market Intelligence Brazil (1994)**. Disponível em: . Acesso: em 21 de mar de 2014.
- De OLIVEIRA, J. M; RONDÓ, P. H. C. **Evidências do Impacto da Suplementação de Vitamina A no grupo Materno-Infantil**. Cad Saúde Pública 2007; 23(11):2565-75.
- DE VRIES JW. **On defining dietary fibre**. Proc Nutr Soc. 2003;62(1):37-43. effects of wheat bran. Cereal Foods World, v.49, n.3, p.140-144, 2004.
- DEVER J.T.; TANUMIHARDJO S.A.; **Hypervitaminosis A in experimental nonhuman primates: evidence, causes, and the road to recovery**. Am J Primatol 2009; 71(10):813-6.
- DIKEMAN, C. L; FAHEY, G. C. Jr. **Viscosity as related to dietary fiber: a review**. Crit Rev Food Sci 2006;46:649-63.
- EL-DASH, A. A. **Application and controle f thermoplastic extrusion of cereais for food and industrial uses**. In: Pomeranz, Y. e Munich, L. Cereais: a renewable resource, theory and practice. American association of cereal chemists. Saint Paul: 1981, cap. 10, p. 165-216.
- FAST, R.B. e CALDWELL, E.F. **Breakfast cereals: processed grains for human consumption. Breakfast cereals and how they are made**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, Inc., 2000. 562p.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2006, 602p.
- FERREIRA, C.D.; PENA, R.S. **Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*)**. Ciência e tecnologia de alimentos, Campinas, v. 23, n. 2, p.251-255, maio/ago 2003.
- FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R. et al. **Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.2, p.423-433, 2007.
- GARCIA, R.W.D. **Reflexos da globalização na cultura alimentar: considerações sobre as mudanças na alimentação urbana**. Rev. Nutrição, Campinas, 483-492, 2003.

- GONDIM, J. A. M; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, K. M. S. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.
- GORINSTEIN, S.; PAWELZIK; E., DELGADO-LICON, E.; HARUENKIT, R.; WEISZ, M.; TRAKHTENBERG, S. **Characterization of pseudocereal and cereal by protein and amino acid analyses.** Journal of Food Science and Agriculture, Easton, v. 82, p. 886-891, 2002.
- GOUVEIA, F. **Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos; Inovação.** versão impresa ISSN 1808-2394 Uniemp v.2 n.5 Campinas nov./dic. 2006
- GRAY J. **Dietary fibre - Definition, analysis, physiology and health.** ILSI Europe Consise Monograph Series, 2006. Brussels, Belgium:
- GUERREIRO, L. **Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial.** Rio de Janeiro, 2007, 25 p. Dossiê Técnico – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT.
- GUTIERREZ-MAZARIEGO, S. J; THEODOSIOU M; CAMPO-PAYSAA, F; SCHUBERT, M. **Vitamin A: a multi-functional tool for development.** Semin Cell Dev Biol 2011; 22(6):603-10.
- GUY, R. **Extrusión de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, 2001. 208 p.
- HIGBY, W. K. **A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified Orange juice.** Journal of Food Science, Chicago, 27 (1): 42-42, Jan./Feb. 1962.
- HITTELMAN, W.N.; LIU, D.D.; KURIE, J.M.; LOTAN, R.; LEE, J.S.; KHURI, F. **Proliferative changes in the bronchial epithelium of former smokers treated with retinoids.** JNCI 2007; 99(21): 1603-12.
- HOMMA, A. K. O. **O desenvolvimento da agroindústria no estado do Pará.** Saber, Belém, v. 3, p. 47-67, jan/dez. 2001.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores Agropecuários 1996 – 2003.** Rio de Janeiro, março, 2005.
- INSTITUTE OF MEDICINE, **Food and Nutrition Board: Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc,** Washington, DC, 2001, National Academies Press. Disponível em: www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/ Acesso em: 04 de Jul de 2013.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analítica do Instituto Adolf Lutz: Métodos físico e químicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo, 2008. métodos.
- JONES, J.M. **The benefits of eating breakfast cereals.** Cereal Foods World, 2001. v.46, n.10.

- KIRINUS, K.; COPETTI, C.; OLIVEIRA, V. R. **Utilização de farinha de soja (*Glycine max*) e de quinoa (*Chenopodium quinoa*) no preparo de macarrão caseiro sem glúten.** Revista Alim. Nutr., v. 21, n. 4, p. 555-561, 2010.
- KRAUSE: MAHAN, L. K.; STUMP, S. E.; RAYMOND, J. L. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia.** Tradução Claudia Coana, et al. – Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2012.
- LEORO, M. G. V.; CHANG, Y. K.; STELL, C. J. **Efeito do teor de maracujá e da umidade e temperatura de extrusão no desenvolvimento de cereal matinal funcional orgânico.** Braz. J. FoodTechnol., v.12, n.2, p. 145-154, 2009.
- LEORO, M.G.V. **Desenvolvimento de Cereal Matinal Extrudado Orgânico à Base de Farinha de Milho e Farelo de Maracujá.** 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2007.
- LIU, S; BURING, J.E; SESSO, H.D; RIMM, E.B; WILLETT, W.C; MANSON, J.E. **A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women.** J Am Coll Cardiol 2002;39:49-56.
- LONGO, E. N.; NAVARRO, E. T. **Manual dietoterápico.** 2. ed. São Paulo: Editora Artmed, 2002.
- LOPES, G.S; RODRIGUES, M. de A.A; FRANÇA, A.S; MOTTA, S da. **Desenvolvimento de Formulações de Cereais Matinais Contendo Café.** Belo Horizonte, MG. 2005.
- MACIEL, L. M. B.; PONTES, D. F.; RODRIGUES, M. C. P. **Efeito da adição de farinha de linhaça no processamento de biscoito tipo cracker.** Revista Alim. Nutr.,v. 19, n. 4, p. 385-392, 2008.
- MAIO R. **Fatores determinantes da concentração de licopeno no tecido oral neoplásico em pacientes com cânceres da cavidade oral e da orofaringe.** [tese]. Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista; 2005.
- MAJCHRAZAK, D; FABIAN, E; ELMADFA, I. **Vitamin A content (Retinol and retinyl esters) in lives of different animals.** Food Chemistry, V. 98, p. 704-710, 2006.
- MANLEY, D. **Technology of biscuits, crackers and cookies.** 2. ed.Cambrige: Woodhead, (1996). 476 p.
- MARLLET, J. A.; MCBURNEY, M. I.; SLAVIN, J. L. **Position of the American Dietetic Association Health Implications of Dietary Fiber.** Journal of the American Dietetic Association, St. Paul, v. 102, n. 7, p. 993-1000, 2002.
- MATOS, L.L; MARTINS, I.S; **Consumo de fibras alimentares em população adulta.** Rev Saude Publica. 2000;34:50-5.
- MATTAR, H. **Caderno Temático: a nutrição e o consumo consciente.** São Paulo – Consumo consciente para um futuro sustentável, 2007. Disponível em: <http://www.akatu.org.br/>, Acesso em: 15 de ago de 2013.

- MEDEIROS G. R; KWIATKOWSKI, A; CLEMENTE, E. **Características de Qualidade de Farinhas Mistas de Trigo e Polpa de Pupunha (*Bactris Gasipaes* Kunth)**. Revista Alim. Nutr., Araraquara v. 23, n. 4, p. 655-660, out./dez. 2012. ISSN 0103-4235; ISSN 2179-4448 on line.
- MELLO, V. D.de and LAAKSONEN, D. E. **Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2**. Arq Bras Endocrinol Metab, Jul 2009, vol.53, no.5, p.509-518. ISSN 0004-2730.
- MENEZES EW, GIUNTINI EB, LAJOLO FM. **Perfil de ingestão de fibra alimentar e amido resistente pela população brasileira nas últimas três décadas**. In: Lajolo FM, Saura-Calixto F, Penna EW, Menezes EW, editores. Fibra dietética em Iberoaméricatecnología y salud. São Paulo: Varela, 2001. pp. 433-44.:
- MERCIER, C.; CANTARELLI, C. **Pasta and extrusion cooked foods – some technological and nutrition aspects**. London: UK: Elsevier Applied Science Publishers, 1986. 199p.
- MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, J. M. **Extrusion cooking**. 2nd ed. St. Paul: American. 2005.
- MONTEIRO, B. A. **Valor nutricional de partes convencionais e não convencionais de frutas e hortaliças**. 2009. 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009.
- HARPER, S. **Sorption-desorption and herbicide behavior in soil**. Weed Science, v.6, p.207-225, 1994.
- MONTEIRO, J. **Pupunheira. J. CEPLAC Notícias**. 2000. Disponível em: <http://www.gov.br/radar/pupunha.htm>. Acesso em: 26 jan. 2010.
- NAIR KK, KHARB S, THOMPCKINSON DK. **Inulin Dietary fiber with functional and health attributes - a review**. Food Rev Int 2010;26(2):189-203.
- NCEFF - **NATIONAL CENTER OF EXCELLENCE IN FUNCTIONAL FOODS**. Health Claim Regulatory System Japan, 2004. Disponível em: <<http://www.nceff.com.au/pdf/Japan.pdf>>. Acesso em 05 jul 2013.
- NIVA, M; MAKELÄ, J. **Finns and functional foods: sócio-demographics, health efforts, notions of technology and the acceptability of health-promoting foods**. International Journal of Consumer Studies Volume 31, N: 1, pp.34-45, 2007.
- NUNES, J. T. **Aproveitamento Integral dos Alimentos: qualidade nutricional e aceitabilidade das preparações**. Monografia (Especialização) – Universidade de Brasília. Curso de Especialização em Qualidade em Alimento, 2009.
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC; 18th ed., **AOAC International**: Gaithersburg, 2005.
- OLIVEIRA, A. M. M. M. de; MARINHO, H. A. **Desenvolvimento de panetone à Base de Farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Revista Alim. Nutr., Araraquara v. 21, n. 4, p. 595-605, out./dez. 2010.

- OLIVEIRA, H. P. da S; CARDOSO, P. R. **O consumo de alimentos funcionais – atitudes e comportamentos**. Dissertação em Ciência da Comunicação e comunicação estratégica. Universidade Fernando Pessoa, 2008.
- PACHECO, M. T. B.; SGARBIERI, V. C. Fibra e Doenças Gastrointestinais. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética em Iberoamerica. Tecnologia y salud: obtencion, caracterizacion, efecto fisiologico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 28, p. 385-397.
- PATCH, C; TAPSELL, L; WILLIAMS, P. **Dietetics and functional foods. Nutrition e Dietetics**. Volume 61, pp. 22-29, 2004.
- PEDRERO, D.L.; PANGBORN, R.M. **Evolución Sensorial de los alimentos: Métodos analíticos**. México: Alhambra, 1997. 215p.
- PEREIRA, G. I. S. P.; PEREIRA, R. G. F. A.; BARCELOS, M. F. P. B.; MORAIS, A. R. M. de. **Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 27, n. 4, p.852-857, 2003.
- PEREIRA, M.A, O'REILLY E, AUGUSTSSON, K., FRASER, G.E, GOLDBOURT, U. HEITMANN, B.L *et al.* **Dietary fiber and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of cohort studies**. Arch Intern Med 2004;164:370-6.
- RAMOS, A. **Análise do desenvolvimento vegetativo e produtivo da palmeira pupunha (Bactris gasipaes Kunth) sob níveis de irrigação e adubação nitrogenada**. 2002. 126 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. v. 41, n. 2, p. 302-311, 1987.
- REYED, M. R. **The role of bifidobacteria in health**. Res J Med Med Sci 2007;2(1):14-24.
- RIAZ, M.N. **Extruders in Food Applications**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000. 225p.
- ROBERFROID, M. **Concepts and strategy of functional food science: the European perspective**. The American Journal of Clinical Nutrition. N: 71, pp. 1660s-1664s, 2000.
- RODRIGUES, J. P. de M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. **Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 41, n. 12, p. 2196-2202, 2011.
- RODRIGUES-AMAYA, D. B. **Nature and distribution of carotenoids in foods** In: CHARALAMBOUS, G. (Ed). Shelf-life Studies of foods and beverages: Chemical, Biological, Physical an Nutritional Aspects. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1993. P.547-589.
- RORIZ, R. F. C. **Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás S/A para alimentação humana**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2012. 158 f.

SANTANA, A. F.; OLIVEIRA, L. F. **Aproveitamento da casca de melancia (*Curcubita citrullus*, shrad) na produção artesanal de doces alternativos.** Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 16, n. 4, p. 363-368, 2005.

SCHMIELE, M. **Caracterização das frações com diferentes granulometrias de milho dentado e duro e avaliação na qualidade de extrusados expandidos.** 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2009.

SILVA, A. P.; ASSIS, G. T.; CARVALHO, A. V.; SIMÕES, M. G.; **Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite.** Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 14, n. 4, p. 260-266, out./dez. 2011.

SILVA, E. M. M. **Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão.** 2007, 118p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA, M. B. de; RAMOS, A. M. **Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral.** Revista Ceres, Viosa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.

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

ŠKRBIĆ, B.; CVEJANOV, J. **The enrichment of wheat cookies with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: Impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties.** Revista Food Chem., v. 124, p. 1416-1422, 2011.

SLAVIN, J. L.; GREEN, H. **Dietary fibre and satiety.** Nutr Bull 2007; 32 (Suppl) 1:32-42.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Descriptive analysis. In: STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices.** London: Academic Press, 1985. p. 202-226

TAKECHI, K.P; SABADINI, E; CUNHA, R.L. de. **Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite.** Ciências e tecnologia dos alimentos, Campinas, 78-85, 2005.

UENOJO, M., MARÓSTICA JUNIOR, PASTORE, G.M. **Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma.** Química Nova. v.30, n.3, p616-622. 2007.

VALENÇA, R. S. F.; SANTANA, M. F. S. de; FREITAS, M. M. de. **Aproveitamento da casca de bacuri para elaboração de biscoitos.** In: VI SEMINARIO DE INICIACAO CIENTIFICA DA UFRA E XII SEMINARIO DE INICIACAO CIENTIFICA DA EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL, 2008.

VAN-KLEEF, E; VAN-TRIJP, H; LUNING, P. **Functional foods: Health claim food product compatibility and the impact of health claim framing on consumer evaluation.** *Appetite*, 44, pp. 299-308, 2005.

WESTSTRATE, J. A; VAN POPPEL, G; VERSCHUREN, P. M. **Functional foods, trends and future.** *British Journal of Nutrition*. N: 88, pp. S233-S235, 2002.

World Health Organization / Food And Agriculture Organization (WHO/FAO). **Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation**, Geneva, 28 January - 1 February 2002, WHO technical report series: 916, World Health Organization, Geneva, 2003.

YANG, H; CHEN, K; ZHANG, X; WANG L; LI, C; TAO, H, et al. **Vitamin A deficiency results in dysregulation of lipid efflux pathway in rat kidney.** *Pediatric Nephrol* 2010; 25(8):1435-44.

YUYAMA, K.; CHAVES, F.; WANDERS, B. et al. **Efeito da densidade de plantas e da adubação NPK na produção inicial de palmito de pupunheira.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.373-378, 2005.

YUYAMA, L.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J. P. L.; SOUZA, A. S.; ENRICONI, A.; FABE, M. A.; LIRA, K. de S.; **Vitamina A.** COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. *Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição: nas Diferentes Fases da Vida, na Saúde e na Doença/ Barueri, São Paulo: Manole, 2013.*

YUYAMA, L.K.O.; COZZOLINO, S.M.F. **Efeito da suplementação com pupunha como fonte de vitamina A em dieta: estudo em ratos.** *Revista de saúde Pública*, v. 30, n. 1, 1996.

YUYAMA, L.K.O.; FÁVARO, R.M.D.; YUYAMA, K.; VANNUCCHI, H. **Bioavailability of vitamin A from peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) and mango (*Mangifera indica* L.) in rats.** *Nutrition Research*, Cambridge, v.11, p.1167-1175, 1991.

PARTE II

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*, kunth) PROCESSADA COM O APROVEITAMENTO INTEGRAL DO FRUTO

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

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

^bInstituto 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

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

RESUMO

A pupunheira é uma palmeira típica da região amazônica que produz frutos comestíveis de sabor apreciado, podendo os mesmos apresentar variedade em sua composição devido à diversidade existente dos frutos que podem servir como matéria-prima para vários produtos de transformação na área de alimentos principalmente na forma de farinha. Este trabalho teve por objetivo a elaboração e a caracterização químico e nutricional da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) integral. Os frutos foram adquiridos na feira municipal de Manaus/Am e foram transportadas para o laboratório de Físico-química de alimento do INPA e foram realizadas às análises físico-química, de minerais, carotenoides e microbiológica. O rendimento da farinha foi de 71% e os resultados da composição centesimal foram de 4,45% umidade 1,32% para cinzas, 4,22% proteínas, 10,59% lipídeos, 13,21% para fibra total, 2,73% para fibra solúvel e 10,48% para fibra insolúvel, em relação ao teor de carotenóides totais foi encontrado 1997 ER, em relação aos macrominerais foi encontrado para Ca 1,48mg, Mg 23,69mg, K 613,87mg, Na 9,38mg e para os microminerais os valores foram de: Mn 0,28mg, Cu 0,40mg, Zn 0,65mg e Fe 2,14mg, em relação a análise microbiológica não foram identificados os microrganismos estudados (Coliformes total e fecal, *Salmonella* sp, *Bacillus cereus* e Bolores e leveduras). Sendo assim podemos considerar o processamento de pupunha com a casca como uma alternativa econômica na região com parâmetros nutricionais e microbiológicos aceitáveis.

Palavras-chaves: Processamento, Pupunheira, Casca, Composição.

1.0 INTRODUÇÃO

A pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth), da família das palmáceas, é uma planta multicaule, nativa dos trópicos úmidos da Amazônia. Produz frutos comestíveis de sabor muito apreciado na região e definitivamente integrado aos hábitos alimentares da população Amazônica (FERREIRA e PENA, 2003). O cultivo da pupunheira já alcança 10 mil hectares e no estado do Pará, relata-se 5 mil hectares plantados com 24 milhões de árvores de pupunheira (HOMMA, 2001).

A pupunha é uma palmeira domesticada e amplamente utilizada até os dias atuais. Ocorre de forma natural, desde o norte de Honduras até o sul da Bolívia e do leste de São Luís do Maranhão a oeste do Rio das Esmeraldas no Equador (BARBOSA, 1993; FERREIRA, 2007). Os ameríndios, povos nativos, contribuíram com suas observações na seleção e melhoramento da pupunha. Mesmo assim o vegetal apresenta grande variabilidade genética. Podem se encontrar plantas que produzem frutos com maior quantidade de carboidratos, carotenoides ou com maior quantidade de óleos (RAMOS, 2002; YUYAMA, 2005). O formato dos frutos varia entre ovoide e cônico (CLEMENT e MORA-URPI, 1987) e quando os frutos estão maduros podem apresentar casca com diferentes colorações (MEDEIROS *et.al.* 2012). De forma geral, as variedades ou tipos de pupunheira são agrupados segundo a coloração da casca dos frutos (do vermelho intenso ao alaranjado e do amarelo ao rajado e do verde-amarelo ou ainda sem coloração, chamados albinos), o teor de óleo na polpa e a existência ou não de sementes nos frutos. Recentemente, as pupunheiras foram classificadas, também, em raças com base na espessura da polpa, isto é microcarpa, mesocarpa e macrocarpa. E o peso do fruto varia de 20g a 100g ou mais, de acordo com a consistência seca, feculenta ou muito oleosa da polpa (MONTEIRO, 2010).

Os frutos e seus derivados, quando crus, possuem a enzima peroxidase e cristais de oxalato presente na casca, que inibe a digestão da proteína, é um ácido que provoca irritação na mucosa da boca, por este motivo os frutos são consumidos cozidos (MONTEIRO, 2010). O tempo ótimo para desativação dessa enzima é de 20min, com a temperatura da água em 105°C e para secar, a temperatura ideal é de 60°C (GALLARDO e SIERRA, 1993). Mesmo à pupunha devendo ser consumida após a cocção, devido à presença de fatores antinutricionais, segundo Yuyama, (1991) e Rodrigues-Amaya, (1993), o betacaroteno oriundo da pupunha é altamente biodisponível, mesmo passando

por esse processo. Além de teores consideráveis de carboidratos, proteínas e lipídios (YUYAMA *et al.*, 1991; YUYAMA e COZZOLINO, 1996).

A crescente demanda do mercado consumidor por novos produtos estimula a utilização de matérias-primas regionais que não são processadas ou que, quando o são, realiza-se de maneira bastante artesanal, como é o caso da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.) (CARVALHO *et al.*, 2010). Segundo Clement (2000), o mercado potencial do fruto é muito maior, devido às qualidades nutritivas, como a presença do antioxidante betacaroteno, organolépticas e visuais que podem ser explorados para elaboração de novos produtos e mercados. Segundo Carvalho, (2005) a população brasileira poderia aceitar a farinha de pupunha se esta fosse introduzida na forma de produtos acabados e se este produto, de boa qualidade, se tornasse disponível no mercado.

As pupunhas servem como matéria-prima para vários produtos de transformação na área de alimentos, como alimentos desidratados (granola) e principalmente farinhas (ANDRADE, 2007; ANDRADE e MARQUES, 2008).

A adição de outros tipos de farinhas à farinha de trigo (farinhas mistas) vem, pouco a pouco, sendo utilizada na indústria de panificação na tentativa de inovar e agregar valor a produtos já existentes no mercado, utilizando-se diversos tipos farinhas de frutos regionais ou mesmo farinhas integrais (OLIVEIRA; MARINHO, 2010).

A literatura apresenta vários trabalhos com substituição da farinha de trigo por farinhas alternativas, como a farinha de pupunha, visando oferecer ao consumidor produtos diferenciados do ponto de vista tecnológica e nutricional (MEDEIROS, 2012). Esses produtos podem ser biscoitos, (ASSIS, *et al.*, 2009; MACIEL *et al.*, 2008; ŠKRBIĆ e CVEJANOV, 2011) pães, (BORGE, *et al.*, 2010) panetones, (OLIVEIRA e MARINHO, 2010) massas de macarrão, (KIRINUS, *et al.*, 2010) entre outros.

Para obtenção da farinha de pupunha, utiliza-se a polpa dos frutos sem as cascas e caroços. A polpa, embora rica em gordura, é suficientemente amilácea para permitir o preparo da farinha (FERREIRA e PENA, 2003). A preparação da farinha de pupunha (FP) é uma forma de evitar a saturação do mercado de frutos in natura e diversificar a demanda para a pupunha (OLIVEIRA; MARINHO, 2010).

O presente trabalho objetivou a elaboração e a caracterização química e nutricional da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) integral.

2.0 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material

A matéria-prima utilizada neste estudo foi a pupunha, adquirida na feira municipal de Manaus/AM, no qual foram transportadas ao laboratório de Físico-química de Alimentos (LFQA)/CSAS - INPA localizado em Manaus/AM.

2.2 Métodos

2.2.1 Processamento da farinha de pupunha

Os frutos passaram por uma seleção inicial, sendo desprezados aqueles que apresentaram não conformidades como injúrias mecânicas, amolecimento ou despadroneamento de coloração e em seguida as amostras foram lavadas em água corrente e submetidas à desinfecção com hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos, seguidos de enxague em água corrente potável para a retirada do excesso da solução.

O processamento foi iniciado com a retirada da semente, cozimento, moagem e distribuição em bandejas para a secagem. A secagem foi realizada em estufa com circulação ar MOD 320E a 60°C até peso constante, objetivando a redução do teor de umidade até $< 10\%$ (Fluxograma 1) segundo metodologia descrita por Carvalho *et al.*, (2010) com modificações.

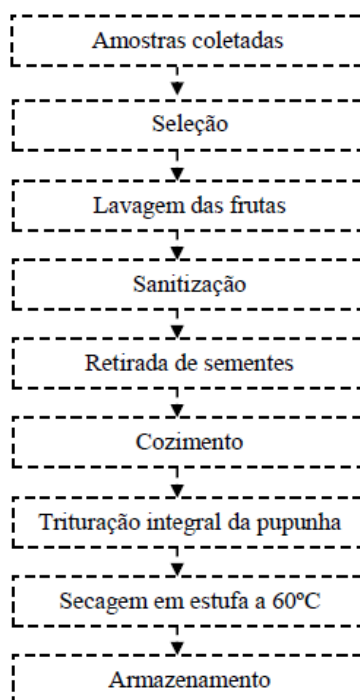


Figura 1: Fluxograma da preparação da farinha de pupunha

A matéria-prima foi triturada em liquidificador de facas duplas (Pic-Liq, Arno) e uniformizada em peneiras Tyler 20 (0,63 mm).

A farinha de pupunha foi armazenada individualmente em sacos plásticos estéreis, protegidas da luz em vasilhames opacos, com sílica, permanecendo armazenadas em temperatura ambiente até o momento da utilização para caracterização físico-química, de minerais, betacaroteno e microbiológica.

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 insolúvel e solúvel 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 (2008).

2.2.3 Minerais

Os minerais ferro, cobre, cálcio, magnésio, zinco, manganês, sódio e potássio 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 Carotenóides totais

Os carotenóides totais foram determinados pela extração com hexano, álcool isopropílico e água destilada, mantendo-se em repouso até a separação do sobrenadante para leitura em espectrofotômetro a 450 nm, de acordo com a metodologia descrita por Higby, (1962).

2.2.5 Análise Microbiológica

As amostras foram analisadas de acordo com as características do alimento (farinhas, féculas e fubá), 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), sendo pesquisados os seguintes microrganismos: Termotolerantes, *Salmonella* sp, *Bacillus cereus* e Bolores e leveduras.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O rendimento da pupunha para obtenção da farinha foi satisfatório (71%) quando comparado à pupunha integral (Tabela 1).

Tabela 1: Rendimento no processamento da farinha

Amostra	Pupunha com Semente	Pupunha sem semente	Pupunha seca
Quantidade kg	5,961kg	5,550 kg	4,248 kg

No processamento da pupunha houve pouca perda, já que a mesma foi utilizada de forma integral, sendo retirada apenas a semente resultando em uma perda de 411g. A perda maior acontece na secagem resultando em uma perda de 1,302kg devido a umidade ser reduzida a <10%.

As características físicas encontradas foram semelhantes à farinha de trigo e/ou amido de milho em relação a granulometria, porém a cor e odor predominantes foram da pupunha (Figura 1).



Figura 2: Farinha de pupunha, Santos (2014)

A composição centesimal da farinha de pupunha com aproveitamento de resíduos está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Composição centesimal da farinha integral de pupunha

Determinação	Farinha de Pupunha
Umidade	4,45%
Cinzas	1,32%
Proteínas	4,22%
Lipídeos	10,59%
Fibra Total	13,21%
Fibra Solúvel	2,73%
Fibra insolúvel	10,48%
Carotenóides totais	1997 µg

Os valores encontrados para a composição centesimal da farinha de pupunha (Tabela 2) estão próximos aos reportados por Carvalho *et al.*, (2009) que encontrou umidade (6,21%), cinzas (1,53%), proteína (4,15%) e para lipídeos (11,56%), os valores encontrados podem ser considerados semelhantes aos encontrados por Oliveira *et al.*, (2007); Andrade *et al.*, (2003) e Clement *et al.*, (1998) com intervalos de proteínas de 2,41 a 7,10%; lipídios, de 8,8 a 21,00%; cinzas, de 1,33 a 2,2%. Kaefer, (2013) encontrou intervalos de 10,21% e 9,73% de umidade, 1,43% e 1,51% de cinzas, 5,74% e 5,03% de proteína, 5,74% e 6,54% de lipídeos para a farinha de pupunha com casca e sem casca respectivamente, no entanto a diferença de valores existentes pode ser explicada pela grande diversidade existente do fruto de pupunha.

Os valores de fibras total, solúvel e insolúvel foram respectivamente 13,21%, 2,73% e 10,48%, estes valores podem ser considerados semelhantes aos encontrados por Carvalho *et al.*, (2009), que afirmou encontrar 1,90% para fibra solúvel, 10,40% para fibra insolúvel e 10,52% para fibra total. Autores como Oliveira *et al.*, (2007) que utilizaram a farinha integral encontraram 8,80% de fibra total.

O valor significativo de fibra insolúvel pode ser explicado pela característica fibrosa da polpa e com o acréscimo da casca agregou-se ainda mais este nutriente. Andrade (2008) afirma que a casca da pupunha junto com a polpa é uma excelente fonte de fibra. Os valores encontrados para carotenóides totais (Tabela 1) estão acima do valor encontrado por Carvalho *et al.*, (2009), que foi de 137,92 µg e Andrade *et al.*, (2003), que encontrou teores de 45,56 µg.g na polpa de pupunha *in natura* e 103,81 µg.g⁻¹ na pupunha

cozida. As divergências destes teores estão relacionadas às linhagens e variedades (raças) de pupunhas estudadas, além da forma de processamento dos frutos.

Os macrominerais (Gráfico 1), da farinha de pupunha integral apresentaram valores superiores ao encontrado por Yuyama *et al.*, (2003), que encontrou 16,9mg de Mg, 289,3mg de K, 0,2mg de Na, ficando inferior apenas do Ca que apresentou de 24,7mg.

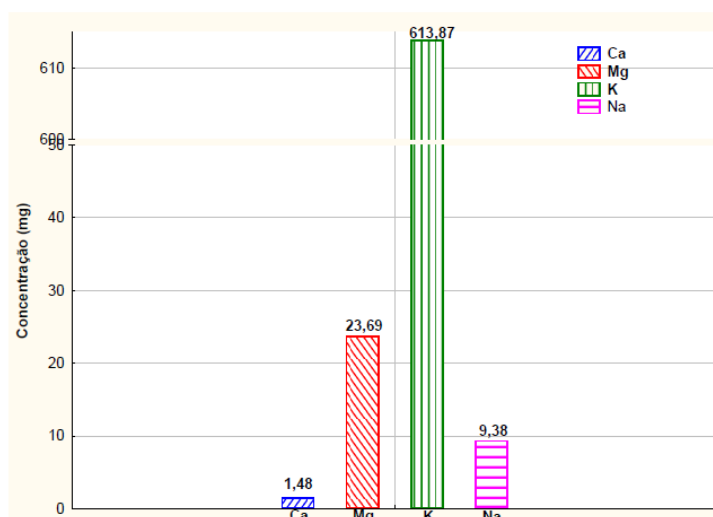


Gráfico 1: Concentração de macrominerais na farinha de pupunha (mg/100g)

Os microminerais da farinha integral de pupunha (Gráfico 2) apresentaram valores inferiores ao encontrado por Yuyama *et al.*,(2003), que encontrou 84,3ug de Mn, 277,7ug de Zn e 565,6ug de Fe. Porém, os valores de macrominerais e microminerais apresentados por Yuyama, (2003) foram analisados no fruto da pupunha.

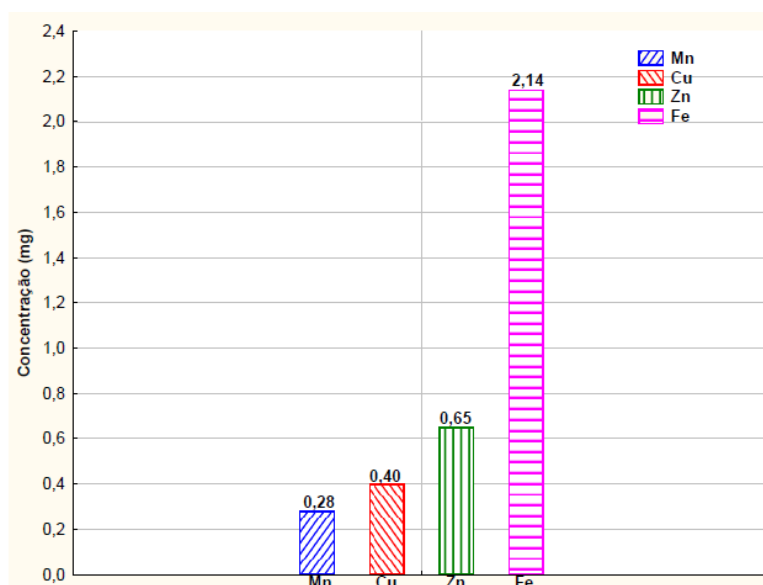


Gráfico 2: Concentração de microminerais na farinha de pupunha (mg/100g).

Na microbiologia não foram identificados os microrganismos analisados (Coliformes total e fecal, *Salmonella* sp, *Bacillus cereus* e Bolores e leveduras). Apresentando resultado negativo (0,0NMP/g) para coliformes totais e fecais, ausente para *Salmonella* sp, negativo (< 10UFC/g) negativo para *Bacillus cereus* e negativa (< 10UFC/g) para bolores e leveduras, estando dentro dos padrões determinado pela RDC 12 da ANVISA (BRASIL, 2001), que estabelece uma tolerância para coliformes de 10^2 , ausência para *Salmonella* e de 10^3 para *Bacillus cereus*, mostrando que todo o processamento para a elaboração da farinha de pupunha integral obedeceu aos critérios higiênico-sanitários determinados pela legislação quanto à segurança alimentar.

4.0 CONCLUSÃO

O processamento integral do fruto de pupunha mostrou-se uma alternativa para conservação do fruto na forma de farinha, além de oferecer um produto que possa ser substituído parcialmente para enriquecer no lugar de farinhas como a de trigo na indústria de panificação e na elaboração de produtos, podendo assim contribuir para o aumento da qualidade nutricional dos produtos elaborados.

5.0 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 e a Dra Caroline Joy Steel e a todos que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

6.0 REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. S. **Processo produtivo para obtenção de produto desidratado a partir da utilização de farinha de pupunha** (*Bactris gasipaes kunth*). Produtos e processos patenteados, PI em: 0506324-8A. Publicado em 02 out. 2007.

ANDRADE, J. S.; MARQUES, M. P **Processo produtivo para fabricação da farinha de pupunha a partir da desidratação do fruto com casca**. Produtos e processos patenteados, PI em: 0605843-4. Publicado em 22 abr. 2008.

ANDRADE, J. S.; PANTOJA, L.; MAEDA, R. N. Melhoria do rendimento e do processo de obtenção da bebida alcoólica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. supl., p. 34-38, 2003.

BRASIL, ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Disponível em:

http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RD_C_12_2001.pdf?MOD=AJPERES. Acesso: 20 de ago de 2014.

ASCHERI, J.L.R. **Caracterização Tecnológica de Extrusados de Terceira Geração à Base de Farinhas de Mandioca e Pupunha**. Ciênc. agrotec. Lavras, v. 34, n. 4, p. 995-1003, jul./ago., 2010.

ASSIS, L. M. et al. **Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado**. Revista Alim. Nutr. v. 20, n.1, p. 15-24, 2009.

BARBOSA, A. M. M. **Pupunha (*Bactris gasipaes*) In: Encontro sobre produção de palmito**: FURIA, L. R. E. (Ed.) Piracicaba: CALQ/Departamento de Agricultura, p. 12-23, 1993.

BORGES, J. T. S. et al. **Qualidade proteica de pão de sal contendo farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.)**. Revsita Alim. Nutr., v. 21, n. 1, p. 109-117, 2010.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; MOREIRA, D. K. T. **Obtenção e aproveitamento da farinha de pupunha**. Belém: Embrapa, 2005. (Comunicado Técnico, n.145).

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**. DOI: 10.4260/BJFT2009800900022. Braz. J. Food Technol., v. 12, n. 4, p. 277-284, out./dez. 2009.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M.A.M; SILVA, P.A; ASCHERI, J.L.R. **Caracterização tecnológica de extrusados de terceira geração à base de farinha de pupunha e mandioca**.Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 4, p. 995-1003, jul./ago., 2010.

CLEMENT, C. R.; AGUIAR, J. P. L.; ARKCOLL, D. B. **Composição química do mesocarpo e do óleo de três populações de pupunha (*Bactris gasipaes*) do Rio Solimões, Amazonas, Brasil**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 20, n. 1, p. 115-118, 1998.

CLEMENT, C.R. **Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae)**. Jaboticabal: Fundep, 2000. 48p. (Série Frutas Nativas, 8.)

CLEMENT, C.R.;MORA-URPÍ,J. **The pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., Arecaceae): multi-use potencial for the lowland humid tropics**. Journal of Economic Botany, v.41, n.2, p.302-311, 1987.

FERREIRA, C.D.; PENA, R.S. **Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*)**. Ciência e tecnologia de alimentos, Campinas, v. 23, n. 2, p.251-255, maio/ago 2003.

FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R. et al. **Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.2, p.423-433, 2007.

GALLARDO, V.M. del S.; SIERRA, C.E.M.. **Condiciones de secado para la obtención de harina de chontaduro (*Bactris gasipaes*)**. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4., 1991, Iquitos. **Anais...** San José: Universidad de Costa Rica, 1993. p. 294-295.

HOMMA, A. K. O. **O desenvolvimento da agroindústria no estado do Pará**. Saber, Belém, v. 3, p. 47-67, jan/dez. 2001.

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

KAEFER, S; FOGAÇA, A. de O; STORCK, C. R; KIRSTEN, V. R. **Bolo com farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*) análise da composição centesimal e sensorial**. ISSN 0103-4235, ISSN 2179-4448 on line Alim. Nutr.= Braz. J. Food Nutr., Araraquara v. 24, n. 3, p. 347-352, jul./set. 2013.

KIRINUS, K.; COPETTI, C.; OLIVEIRA, V. R. **Utilização de farinha de soja (*Glycine max*) e de quinoa (*Chenopodium quinoa*) no preparo de macarrão caseiro sem glúten**. Revista Alim. Nutr., v. 21, n. 4, p. 555-561, 2010.

MACIEL, L. M. B.; PONTES, D. F.; RODRIGUES, M. C. P. **Efeito da adição de farinha de linhaça no processamento de biscoito tipo cracker**. Revista Alim. Nutr., v. 19, n. 4, p. 385-392, 2008.

MEDEIROS G. R; KWIATKOWSKI, A; CLEMENTE, E. **Características de Qualidade de Farinhas Mistas de Trigo e Polpa de Pupunha (*Bactris Gasipaes* Kunth)**. Revista Alim. Nutr., Araraquara v. 23, n. 4, p. 655-660, out./dez. 2012. ISSN 0103-4235; ISSN 2179-4448 on line.

MONTEIRO, J. **Pupunheira. J. CEPLAC Notícias**. 2000. Disponível em: <http://www.gov.br/radar/pupunha.htm>. Acesso em: 26 jan. 2010.

OLIVEIRA, A. M. M. M. de; MARINHO, H. A. **Desenvolvimento de panetone à Base de Farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Revista Alim. Nutr., Araraquara v. 21, n. 4, p. 595-605, out./dez. 2010.

HIGBY, W. K. **A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified Orange juice**. Journal of Food Science, Chicago, 27 (1): 42-42, Jan./Feb. 1962.

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

RAMOS, A. **Análise do desenvolvimento vegetativo e produtivo da palmeira pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) sob níveis de irrigação e adubação nitrogenada**. 2002. 126 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba. v. 41, n. 2, p. 302-311.

RODRIGUES-AMAYA, D. B. **Nature and distribution of carotenoids in foods** In: CHARALAMBOUS, G. (Ed). Shelf-life Studies of foods and beverages: Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1993. P.547-589.

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

ŠKRBIĆ, B.; CVEJANOV, J. **The enrichment of wheat cookies with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: Impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties**. Revista Food Chem., v. 124, p. 1416-1422, 2011.

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; YUYAMA, K.; LOPES, T.; FAVARO, D.I.T.; BERG, P.C.P.; VASCONCELOS, M.A. **Teores de elementos minerais em algumas populações de camu-camu**. Acta Amazônica, Manaus, v33(4) p.549-554. 2003.

YUYAMA, K.; CHAVES, F.; WANDERS, B. et al. **Efeito da densidade de plantas e da adubação NPK na produção inicial de palmito de pupunheira**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p.373-378, 2005.

YUYAMA, L.K.O.; COZZOLINO, S.M.F. **Efeito da suplementação com pupunha como fonte de vitamina A em dieta: estudo em ratos**. Revista de saúde Pública, v. 30, n. 1, 1996.

YUYAMA, L.K.O.; FÁVARO, R.M.D.; YUYAMA, K.; VANNUCCHI, H. **Bioavailability of vitamin A from peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) and mango (*Mangifera indica* L.) in rats**. Nutrition Research, Cambridge, v.11, p.1167-1175, 1991.

EFEITO DOS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE CEREAL MATINAL EXTRUSADO DE MILHO (*Zea mays*) ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*, Kunth) INTEGRAL.

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

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

^bInstituto 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

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

RESUMO

A avaliação dos parâmetros tecnológicos é de grande importância, visto que, por meio deste é possível verificar e definir as melhores condições de processamento e de escolha de um produto que atenda as boas qualidades tecnológicas. O presente trabalho teve o objetivo de investigar os efeitos dos parâmetros utilizados na extrusão (umidade da mistura, teor de farinha de pupunha e temperatura fixa) sobre as propriedades tecnológicas do cereal matinal extrusado de milho enriquecido com farinha de pupunha integral (*Bactris gasipaes*, Kunth). Foi utilizado um delineamento composto central rotacional 2², com as variáveis X1 equivalente a umidade da mistura e X2 equivalente ao teor de farinha de pupunha, totalizando 12 ensaios e verificando os seus efeitos sobre o índice de expansão radial (IE), a dureza, a luminosidade (L*), Índice de absorção em água (IAA), Índice de solubilidade em água (ISA). Os resultados após a análise da superfície de resposta apresentou que em valores baixos das variáveis X1 e X2 obteve-se um cereal matinal de maior expansão e menor dureza, com índices de absorção e solubilidade desejada, e com a luminosidade diretamente proporcional à concentração de farinha de pupunha. Seguindo esses critérios o cereal matinal extrusado considerado o ponto ótimo foi o de 25% de pupunha. Dessa forma foi possível desenvolver o cereal matinal extrusado de milho enriquecido com farinha de pupunha integral com parâmetros tecnológicos, físico-químicos, nutricionais e sensoriais aceitáveis para a produção de cereal matinal extrusado.

Palavras – chave: Extrusão, Cereal Matinal, Tecnologia, Fibras.

1.0 INTRODUÇÃO

O consumo de cereais matinais tem aumentado muito nos últimos anos devido à necessidade de se obter produtos de preparo rápido, tendo em vista a falta de tempo da vida moderna (TAKECHI *et al.*, 2005). De 1990 a 1996 a produção de cereais em flocos aumentou 426% (Datamark Market Intelligence, 1996).

Os extrudados são populares, uma vez que eles estão prontos para comer, de textura crocante, em forma agradável e colorida, 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 (CAMIRE *et al.*, 2007.; BRENNAN *et al.*, 2011.; POTTER *et al.*, 2013).

Segundo Lopes (2005), os cereais matinais são alternativas saudáveis para a alimentação tanto de crianças como de adultos. Pois além de possuírem alto valor nutricional por serem na maioria fortificados e enriquecidos com vitaminas e minerais, possuem como características importantes à praticidade e a conveniência no preparo, o que facilita o dia-a-dia dos consumidores. Os cereais matinais fazem contribuições nutricionais específicas na dieta das pessoas. Quando produzidos com farinhas de grão integrais, podem ser considerados como fontes de ácidos graxos, pois os germes e farelos dos cereais são fontes importantes de ácidos graxos essenciais como ácido linolênico, além de conter antioxidantes e propriedades benéficas para reduzir o colesterol (JONES, 2001).

A pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth), da família das palmáceas, é uma planta multicaule, nativa dos trópicos úmidos da Amazônia. Produz frutos comestíveis de sabor muito apreciado na região e, definitivamente integrado aos hábitos alimentares da população Amazônica (FERREIRA e PENA, 2003). A crescente demanda do mercado consumidor por novos produtos estimula a utilização de matérias-primas regionais. Segundo Clement (2000), o mercado potencial do fruto é muito maior, devido às qualidades nutritivas, como a presença do antioxidante betacaroteno, organolépticas e visuais que podem ser explorados para elaboração de novos produtos e mercados.

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

preparo da farinha (FERREIRA e PENA, 2003). A preparação da farinha de pupunha (FP) é uma forma de evitar a saturação do mercado de frutos in natura e diversificar a demanda para a pupunha (OLIVEIRA; MARINHO, 2010).

Pode-se utilizar também como forma de enriquecer a farinha de pupunha a casca do fruto no processamento, que além de evitar o desperdício, incrementa o produto com fibras, pois segundo Buttriss *et al.*, 2008, Anderson *et al.*, 2009; Nair *et al.*, 2010, constituem um grupo de componentes também considerados funcionais, sendo este um dos mais importantes, além da qualidade nutritiva presente na pupunha com o betacaroteno biodisponível. Que segundo Yuyama, *et al.*, 2013, destaca-se, quantitativamente o mais importante, além dos alfa e gama carotenos e da criptoxantina. O betacaroteno apresenta atividade antioxidante e, portanto, pode ser importante do ponto de vista nutricional.

A extrusão é simplesmente uma tecnologia de cocção alternativa que opera em base contínua para a conversão de formulações densas, à base de grãos, em produtos leves e crocantes, que os consumidores consideram prazerosos e nutritivos. Entretanto, em geral, os grãos nas fórmulas de cereais extrusados expandidos encontram-se na forma de farinha ou farelo (FAST e CALDWELL, 2000). Segundo Ascheri (2008), a extrusão termoplástica tem por objetivo transformar matérias-primas cruas em produtos terminados para consumo humano e como ração animal.

A extrusão termoplástica consiste em um tratamento térmico a uma temperatura elevada durante curto tempo (HTST) (FELLOWS, 2006). O princípio básico deste processo é converter um material sólido em fluído pela aplicação de calor e trabalho mecânico e extrusá-lo através de uma matriz (BORBA, 2005). No processo de extrusão termoplástica ocorrem simultaneamente diversos processos, como a mistura, o cisalhamento, o cozimento e o modelamento (EL-DASH, 1981; MERCIER e CANTARELLI, 1986; FELLOWS, 2006).

Existem várias propriedades em produtos extrusados que podem ser avaliados para controlar o processo como, por exemplo, Índice de expansão radial (IE), propriedades de textura (Dureza), a Luminosidade (L*), Índice de absorção em água (IAA), Índice de solubilidade em água (ISA) (HARPER, 1994), para a definição de um produto considerado ótimo.

O índice de expansão (IE) e índice de solubilidade em água (ISA) são propriedades mais importantes dos produtos expandidos por extrusão. Por meio do IE, pode-se, em primeira observação, predizer a severidade do processo de extrusão (LAUNAY e KONE,

1999). Este índice pode variar consideravelmente de acordo com as circunstâncias do processo (PARK, 1976) e da composição do alimento, como a presença de fibra alimentar.

Para o processo da extrusão, quanto maior for a uniformidade das partículas da matéria-prima e maior a dureza da fração utilizada devido à estrutura formada entre a proteína e o amido, melhor ocorrerá o processo, favorecendo a qualidade dos extrusados expandidos, resultando num produto final de melhor textura (ASCHERI, 2007).

Na luminosidade, a formação de cor durante o processo de extrusão proporciona importante informação a respeito do grau do tratamento térmico (FREITAS e LEONEL, 2014).

O Índice de absorção de água (IAA) indica a quantidade de água absorvida pelos grânulos de amido inchados e/ou embebidos em água (ANDERSON *et al.*, 1969). E o Índice de solubilidade de água (ISA) depende da quantidade de moléculas solúveis e também da intensidade e do tipo de reações que ocorrem durante a extrusão. Além da gelatinização do amido, que resulta na liberação da amilose e amilopectina de seus grânulos, poderá ocorrer também a dextrinização dos componentes do amido e outras reações que conduzem à formação de compostos de baixo peso molecular, que irão influir no ISA (GUTKOSKI, 1997 e SEBIO e CHANG, 2000).

Levando em consideração os parâmetros tecnológicos necessários para a definição de um produto que atenda as características ótimas. O presente trabalho teve o objetivo de investigar os efeitos dos parâmetros utilizados na extrusão (umidade da mistura e o teor de farinha de pupunha e temperatura fixa) sobre as propriedades tecnológicas do cereal matinal extrusado de milho enriquecido com farinha de pupunha integral (*Bactris gasipaes*, Kunth).

2.0 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material

As matérias-primas utilizadas neste estudo foram: farinha de milho, fornecida pela empresa Mina Mercantil, localizada no município de Guaíra/SP; e a farinha de pupunha processada com o aproveitamento integral do fruto (polpa e casca) realizado no laboratório de Físico-química de Alimentos (LFQA)/CSAS - INPA, localizado em Manaus/AM. 105

2.2 Métodos

Foi utilizado um delineamento experimental composto central rotacional para verificar o efeito do processo de extrusão termoplástica sobre as propriedades tecnológicas dos produtos extrusados. Os efeitos da umidade da mistura (15-23%), concentração de farinha de pupunha (0-50%) mantendo a temperatura fixa nas quatro zonas do extrusor (70-150 °C), variável esta que se manteve fixa devido a estabilidade do betacaroteno ao calor segundo Cozzolino (2013), sobre o índice de expansão radial (IE), dureza, luminosidade (L^*), Índice de absorção e solubilidade em água (IAA e ISA).

Os níveis das variáveis independentes, tanto codificados, como reais, encontram-se na Tabela 1. A faixa de variação foi estabelecida com base no trabalho de Leoro (2007), que trabalhou com a adição de farelo de maracujá orgânico em uma base para cereal matinal expandidos usando milho, utilizando o mesmo equipamento em testes preliminares.

Tabela 1. Níveis das variáveis independentes.

Variável independente	- α	-1	0	+1	+ α
Farinha de pupunha (%)	0	7,3	25	42,7	50
Umidade (%)	15	16,2	19	21,8	23

No delineamento experimental os pontos fatoriais, pontos axiais e pontos centrais resultou em doze ensaios variando a umidade (15-23%) e a concentração de farinha de pupunha (0-50%) e após a definição dos ensaios foi realizado o condicionamento das amostras que foi realizado pela adição de água destilada utilizando-se uma bureta e uma batedeira planetária, modelo K45SS (KitchenAid, EUA), no qual foi agitado inicialmente por 1 min para a mistura das farinhas e após a adição da água destilada agitou-se durante 5 min. O material condicionado foi colocado em sacos de polietileno, permanecendo estocado por 24 h em temperatura ambiente, antes de ser processado, para uniformização da umidade.

O processamento foi realizado em um extrusor de laboratório monorroscas, modelo 20 DN-GNF 1014/2 (Brabender, Alemanha), com o alimentador onde foi despejado 2kg das amostras condicionadas, com a temperatura da primeira, segunda, terceira e quarta zona do extrusor (70 °C, 100°C, 130°C e 150°C respectivamente), 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.

Após a extrusão, as amostras foram secas em funil secador da extrusora onde foram repassadas por três vezes, até atingir umidade <7% e foram armazenadas em sacos de polietileno para as análises. Os produtos extrusados foram caracterizados quanto a suas propriedades tecnológicas que consistiu em Índice de expansão (IE), textura, Luminosidade (L*), Índice de Absorção em água (IAA), Índice de Solubilidade em Água (ISA).

Após a secagem dos extrusados, mediu-se o diâmetro dos extrusados com paquímetro automático Modelo nº 40257 Craftsman (Itália). O índice de expansão radial (IE) foi calculado dividindo-se a área da seção transversal do produto extrusado pela área da seção transversal da matriz do extrusor (2,8 mm), segundo a metodologia descrita por Mercier et al. (1998). Os resultados são a média aritmética de 6 repetições.

A análise de dureza instrumental foi realizada nos extrusados secos. Foi medida a dureza utilizando-se texturômetro TA-XT2i – Textura Analyser (Extralab Brasil), com célula de carga de 25 kg, 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 são a média aritmética de 12 repetições.

A luminosidade (L*) dos produtos extrusados secos foi avaliada instrumentalmente utilizando-se um colorímetro Color Quest II (HunterLab, EUA). Os produtos extrusados secos foram dispostos em placa de petri para a realização da leitura. O IAA e o 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 resultados foram calculados por meio de equações.

A partir dos resultados obtidos, para a análise dos resultados experimentais, foi utilizada a Metodologia de Superfície de Resposta. Os cálculos estatísticos foram feitos pelo erro padrão e as superfícies foram construídas utilizando-se o software STATISTICA, versão 5.5 (StatSoft, EUA). Na construção das superfícies, duas variáveis

independentes variaram dentro das regiões estudadas e a terceira foi mantida fixa. E dessa forma foram definidas as condições ótimas de processo e o produto considerado como ponto ótimo.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na avaliação das propriedades tecnológicas dos produtos extrusados estão apresentados na Tabela 2 (índice de expansão radial, dureza, luminosidade, Índice de absorção em água e Índice de solubilidade em água).

3.1 Índice de expansão radial (IE)

Os extrusados apresentaram valores de IE entre 2,65 e 4,07, como valores mínimo e máximo, respectivamente, para os 12 ensaios.

Tabela 2: Propriedades tecnológicas dos produtos extrusados.

Ensaio	X1(%)		X2(%)		Propriedades tecnológicas				
	vc	vr	vc	vr	IE	Dureza	L*	IAA	ISA
1	-1	16,2	-1	7,3	4,07	10,02	62,34	2,08	5,86
2	+1	21,8	-1	7,3	3,79	10,23	61,31	863,36	30,59
3	-1	16,2	+1	42,7	3,38	6,07	57,16	628,78	12,86
4	+1	21,8	+1	42,7	2,65	17,03	52,50	566,60	7,24
5	-a	15	0	25	3,47	6,36	61,73	792,36	20,56
6	+a	23	0	25	3,43	12,38	57,42	728,87	14,94
7	0	19	-a	0	3,46	9,01	60,17	881,30	35,00
8	0	19	+a	50	3,06	9,46	54,73	567,85	10,31
9 (C)	0	19	0	25	3,88	6,04	57,27	818,34	20,78
10 (C)	0	19	0	25	3,69	9,44	56,24	815,84	19,00
11 (C)	0	19	0	25	3,65	11,60	59,10	785,62	18,76
12 (C)	0	19	0	25	3,69	10,01	57,79	761,25	17,59

X1: umidade da mistura (%); X2: Concentração de farinha de pupunha (%); vc: valor codificado; vr: valor real; (C): ponto central. IE: índice de expansão radial; L*: luminosidade, IAA: Índice de absorção de água e ISA: Índice de solubilidade em água.

A partir do modelo obtido, foi possível construir as superfícies de resposta para o IE, apresentadas na Figura 1, que permitem visualizar as melhores condições para esta propriedade tecnológica estudada.

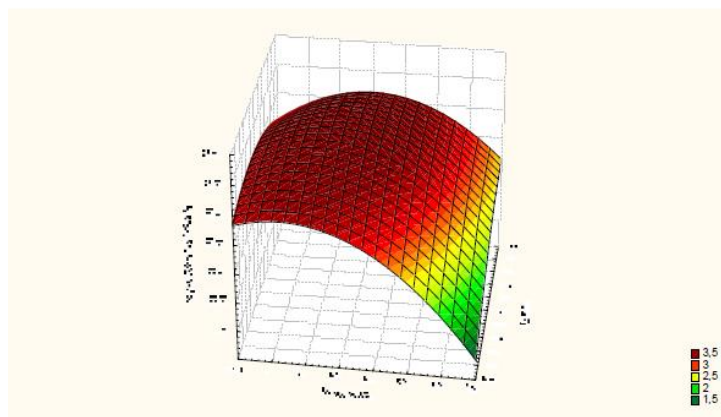


Gráfico1: Superfície de resposta para o índice de expansão radial (IE)

Ao se aumentar o teor de farinha de pupunha e a umidade da mistura, dentro das faixas estudadas, o IE diminuiu, sendo que os maiores efeitos foram observados com o aumento elevado da umidade e do teor de farinha de pupunha, que está representado pelo ensaio 4. As superfícies de resposta indicam que com valores baixos de umidade da mistura e de farinha de pupunha, foi obtida a maior expansão radial, que são representados principalmente pelo ensaio 1 que tem a umidade de 16,2%, este resultado assemelha-se ao encontrado por Schmiele (2009), na qual a umidade de condicionamento que proporcionou melhores resultados para IE foi de 14%. Leoro (2007), na produção de cereal matinal extrusados com farelo de milho, apresentou que ao aumentar a umidade da mistura de 18 a 26% e o teor de farelo de maracujá de 6 a 30% ocorreu uma queda no IE. Mendonça et al. (2000) 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 no entanto de *snacks* e também reportaram que o IE diminuiu linearmente com o aumento do teor de umidade, da temperatura e da adição de farelo de milho.

Essa diminuição no IE devido a adição de farinha de pupunha pode ser explicada pelo alto teor de fibra na farinha visto que ela foi processada com a casca do fruto, isto ocorre pois produtos que contem elevada quantidade de fibra podem ser encontrados materiais fibrosos como compostos de hemicelulose, celulose e lignina em sua formulação. Segundo Leoro (2007), estes materiais tendem a permanecer firmes e estáveis durante o processamento, sem ter seu tamanho reduzido durante a extrusão. Guy

(2001), Diz que a presença física de fibras nas paredes das células de ar reduz o potencial de expansão do filme amiláceo.

Segundo Mercier et al. (1998), o grau de expansão máxima está estreitamente relacionado com o conteúdo de amido, sendo a expansão máxima obtida com amidos puros. Esse foi pode ter sido outro fator crucial na redução do IE, pois no processamento da farinha de pupunha houve um cozimento prévio para a inativação da enzima peroxidase e eliminação de cristais de oxalato presente na casca, ocasionado uma pré - gelatinização do amido. A expansão aumenta com o aumento da temperatura quando o conteúdo de umidade do material é menor que aproximadamente 19,5% (umidades baixas), seja pela queda da viscosidade, permitindo uma expansão mais rápida da massa fundida, ou pelo aumento na pressão de vapor.

A umidade da mistura vai influenciar diretamente na expansão do extrusado, pois a expansão é inversamente proporcional à umidade do material extrusado, ou seja, quanto maior a umidade da mistura menor será a expansão, que é observado nos ensaios 2,4 e 6 do ponto fatorial e axial que possuem uma alta umidade.

Conforme Mercier et al., (1998), quando diz que 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 pôde ser observado neste trabalho, visto que os ensaios que possuíam maior umidade da mistura, menor foi o valor encontrado para o índice de expansão radial.

3.2 Dureza

Os produtos extrusados apresentaram valores de dureza entre 6,04 e 17,03 N, como valores mínimo e máximo, respectivamente, para os 12 ensaios. Observa-se que os desvios padrão para a dureza de cereais matinais e snacks são elevados, onde obteve-se o valor de 29,91 e com o coeficiente de variação de 2,93 (Tabela 2), provavelmente devido à heterogeneidade do material extrusado (superfície irregular e estrutura porosa), quando analisado com “probe” Warner Blatzer.

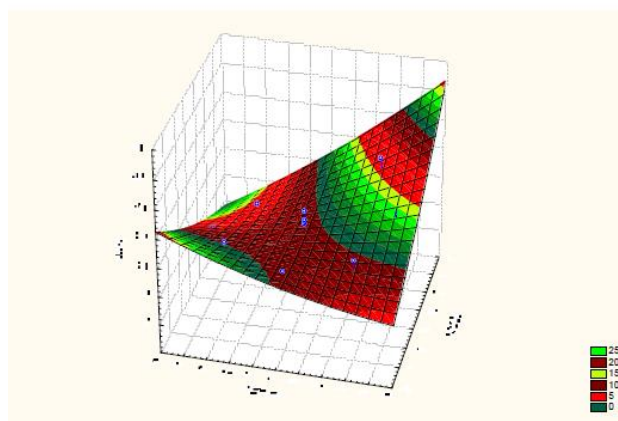


Gráfico 2: Superfície de resposta para a textura

Segundo 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.

Os cereais extrusados que obtiveram menor dureza, que é o desejado, foram os ensaios (3 e 5) com menor porcentagem de umidade da mistura, indicando de forma geral através da superfície de resposta que em baixos teores de umidade e de farinha de pupunha se obtém a menor dureza, e os com aumento de umidade (ensaios 4 e 6), a dureza dos extrusados aumentou significativamente. Conforme Ferreira, (2006) que 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.

Segundo Ding et al. (2005), com maior umidade, a conversão do amido é reduzida e o crescimento das bolhas é comprimido, resultando em um produto final mais denso e de baixa crocância. Pois quanto maior a adição de água, menor a energia dentro do extrusor e, acima de determinado teor de umidade, a massa é apenas misturada e transportada, sendo insuficiente para uma transferência de calor adequada.

Além do aumento do teor de umidade, a maior quantidade de farinha de pupunha também influencia diretamente no processo, já que é uma matéria – prima rica em fibra, como nos ensaios estudados. Conforme Onwulata et al., (2001) que ressalta afirmando

que a redução da expansão e o aumento da dureza são características de produtos com a adição de fibras, resultados de uma queda na elasticidade devido à presença das fibras.

Os resultados também estão de acordo com o proposto por Mercier et al. (1998) e Riaz (2000), já que estes autores relacionaram a presença de fibra alimentar à redução da expansão de *snacks*, indicando como consequência um aumento na dureza, e afirmaram também que as fibras geralmente reduzem a expansão do produto devido à ruptura das paredes das células antes que as bolhas de gás expandam até o tamanho máximo, resultando em produtos duros, compactos, não crocantes e com textura indesejável sensorialmente.

3.4 Luminosidade

As médias dos parâmetros de luminosidade das matérias primas estão apresentadas na tabela 3.

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

Matérias - primas	L*
Farinha de pupunha	74,27
Farinha de milho	87,43

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 pupunha que apresentou um valor de L* menor com uma tendência maior para a coloração laranjada.

O valor de L* para a farinha de milho foi semelhante ao encontrado por Leoro (2007), a qual obteve um L* de 86,31 confirmando a cor mais clara que possui a farinha de milho que influencia diretamente na luminosidade do extrusado conforme a sua concentração.

A farinha de pupunha que obteve um L* mais baixo, assemelham-se aos resultados reportados por Matssura (2005) e Leoro (2007) que apesar de realizarem o trabalho com o farelo de maracujá, este apresentou-se mais escuro que a farinha de milho com um valor de L* de 72,33 que se aproximou ao valor da farinha de pupunha.

Os produtos extrusados apresentaram valores de luminosidade (L*) entre 52,50 e 62,34 (Tabela 3).

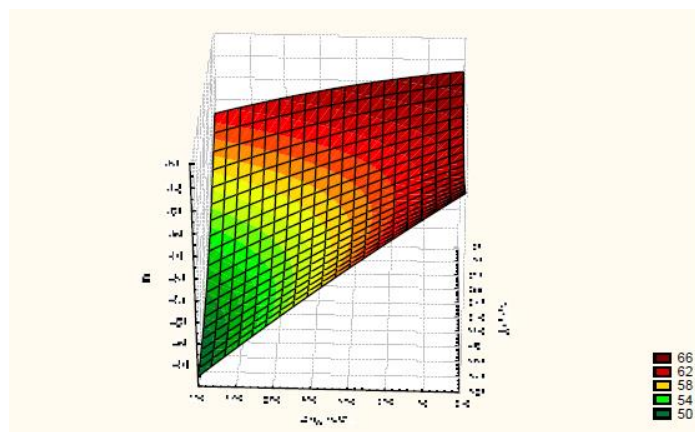


Gráfico 3. Superfície de resposta para Luminosidade – L^*

Neste estudo foi verificado que a luminosidade dos extrusados pode ser estimada em função do teor de farinha de pupunha, enquanto que a umidade não teve efeito significativo sobre esta resposta, que pôde ser verificado nos pontos fatoriais nos ensaios de 1 a 4, no qual mesmo com a variação da umidade os valores de L^* mostraram-se próximos. No ensaio 4 do ponto fatorial e no ensaio 8 do ponto axial que obtiveram menores valores de L^* , foram esses pontos que continham maior concentração de farinha de pupunha.

Os altos níveis de farinha de pupunha diminuíram o valor de L^* , produzindo extrusados mais escuros. Isto pode ser atribuído à cor mais escura da farinha *in natura* ($L = 74,27$), antes de entrar no extrusor, quando comparado com a cor mais clara da farinha de milho ($L = 87,43$), conforme citado por Vernaza, (2007).

Ferreira (2006) reportou valores de L^* entre 42,77 e 64,41 para extrusados de farinha de milho com farelo de trigo, valores parecidos aos encontrados neste estudo, Onde ele também concluiu que a umidade teve pouco efeito sobre esta resposta.

3.3 Índice de absorção em água e Índice de solubilidade em água

O índice de absorção de água está relacionado com o grau de intumescimento ou gelatinização do amido, porque somente grânulos de amido gelatinizados conseguem absorver água em temperatura ambiente, aumentando a viscosidade. E o índice de solubilidade em água está relacionado com a quantidade de moléculas solúveis, como resultado de uma dextrinização, ou seja, mede o grau de danificação do amido (MERCIER *et al.*, 1998).

O resultado do índice de absorção de água (IAA) para o cereal matinal à base de pupunha apresentaram valores entre 2,08 e 881,30, os resultados do índice de solubilidade de água (ISA) para o cereal matinal à base de pupunha apresentaram valores mínimos de 5,83 e máximo de 35,00, para os 12 ensaios, que são a média aritmética de 3 repetições e estes valores foram utilizados nas análises estatísticas para verificar os efeitos das variáveis independentes sobre estas respostas. (Figura 4).

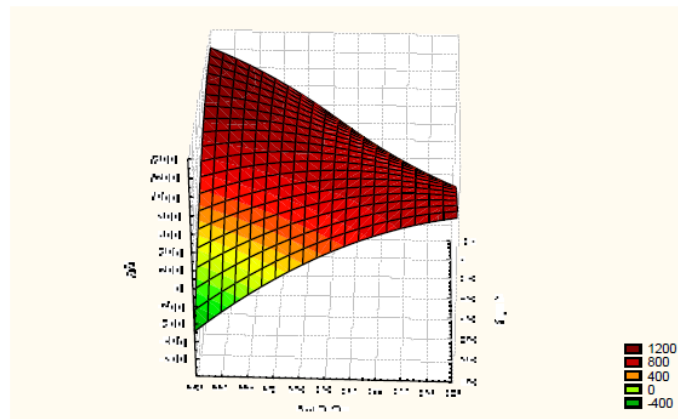


Gráfico 4: Superfície de resposta para IAA

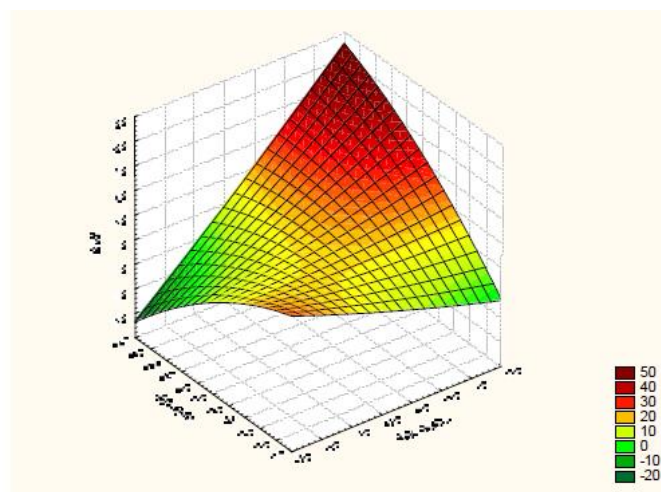


Gráfico 5: Superfície de resposta para ISA

Quando produtos extrusados à base de farinhas ou amidos são dispersos em excesso de água, as principais propriedades funcionais são: a absorção de água e a solubilidade em água. Amidos nativos não absorvem água facilmente à temperatura ambiente e a sua viscosidade é quase zero, enquanto produtos extrusados absorvem água formando um gel à temperatura ambiente (LEORO, 2007).

4.0 CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho mostraram que em valores baixos das variáveis estudadas (teor de farinha de pupunha e umidade) foi obtida a maior expansão radial. O efeito mais importante sobre a dureza foi o da umidade. Ao aumentar a umidade, a dureza dos extrusados aumentou significativamente. Quanto à luminosidade, altos teores de farinha de pupunha diminuíram os valores de L^* , produzindo extrusados mais escuros, obtendo uma luminosidade diretamente proporcional a concentração de farinha de pupunha. Segundo os critérios de tecnologia foi possível desenvolver o cereal matinal extrusado de milho enriquecido com farinha de pupunha integral com parâmetros tecnológicos de qualidade.

5.0 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 e a Dra Caroline Joy Steel e a todos que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

6.0 REFERÊNCIAS

- HUANG, D. P.; ROONEY, L. W. **Starches for snack foods**. In: LUSAS, E. W.; ROONEY, R. W. **Snack foods processing**. CRC Press, Boca Raton, p.115-136, 2001.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz: Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008. Métodos.
- PATCH, C; TAPSELL, L; WILLIAMS, P. **Dietetics and functional foods**. **Nutrition e Dietetics**. Volume 61, pp. 22-29, 2004.
- ANDERSON, J. W; BAIRD, P; DAVIS R. H. Jr; FERRERI, S; KNUDTSON, M; KORAYM, A; WATERS, V; WILLIAMS, C. L. **Health benefits of dietary fiber**. *Nutr Rev* 2009;67(4):188-205.
- ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. **Gelatinization of corn grits by Roll- and extrusion-cooking**. *Cereal Science Today*. V. 14; n. 1; p.4-12, 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.
- ASCHERI, J. L. R. Qualidade tecnológica de derivados de milho para extrusão. In: **Processo de extrusão de alimentos: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de alimentos extrusados para o consumo humano e animal**. Embrapa. Agroindústria de Alimentos. p.3-16. Rio de Janeiro, 2007.

- ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C. W. P. **Processo de extrusão de alimentos: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de alimentos para consumo humano**. Rio de Janeiro, 2008, 82 p. Apostila do Curso de extrusão termoplástica de alimentos – EMBRAPA Agroindústria de Alimentos.
- BORBA, A. M. **Efeito de alguns parâmetros operacionais nas características físicas, físico-químicas e funcionais de extrusados da farinha de batata-doce**. 2005. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BRENNAN, C., BRENNAN, M., DERBYSHIRE, E., TIWARI, B.K., 2011. **Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods**. Trends Food Science and Technology 22, 570–575.
- BUTTRISS, J. L; STOKES C. S. **Dietary fiber and health: an overview**. Nutr Bull 2008;33:186-200.
- CAMIRE, M.E.; DOUGHERTY, M.P.; BRIGGS, J.L. **Functionality of fruit powders inextruded corn breakfast cereals**. Food Chemistry. v.101, p. 765-770. 2007.
- CHANG, Y.K. et al. **Influence of extrusion condition on cassava starch and soybean protein concentrate blends**. Acta Alimentaria, Budapest, v.30, n.2, p.189-203, 2001.
- CLEMENT, C.R. **Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae)**. Jaboticabal: Fundep, 2000. 48p. (Série Frutas Nativas, 8.)
- COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. **Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição: nas Diferentes Fases da Vida, na Saúde e na Doença/ Barueri, São Paulo: Manole, 2013.**
- DATAMARK – **Market Intellintelligence Brazil** (1994). Disponível em: www.datamark.com.br/ . Acesso: em 21 de mar de 2014.
- DING, Q. B.; 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, Barking, v. 66, p. 283-289, 2005.
- EL-DASH, A. A. **Application and controlo f thermoplastic extrusion of cereais for food and industrial uses**. In: Pomeranz, Y. e Munich, L. Cereais: a renewable resource, theory and practice. American association of cereal chemists. Saint Paul: 1981, cap. 10, p. 165-216.
- FAST, R.B. e CALDWELL, E.F. **Breakfast cereals: processed grains for human consumption. Breakfast cereals and how they are made**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, Inc., 2000. 562p.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2006, 602p.

FERREIRA, C.D.; PENA, R.S. **Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*)**. Ciência e tecnologia de alimentos, Campinas, v. 23, n. 2, p.251-255, maio/ago 2003.

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**. 2006. 163 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FREITAS, T. S. de; LEONEL, H. **Influência dos parâmetros operacionais na cor de féculas de mandioca pré-gelatinizadas por extrusão**. Disponível: <http://www.cerat.unesp.br/Home/RevistaRAT/volume3/artigos/109%20Taila%20Santos%20de%20%20Freitas.pdf>. Acesso: 19 de ago de 2014.

GUTKOSKI, L. C. **Caracterização tecnológica de frações de moagem de aveia e efeito de umidade e temperatura de extrusão na sua estabilidade**. 1997, 241 f. Tese (Doutorado em Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

GUY, R. **Extrusión de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2001. 208 p.

HIGBY, W. K. **A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified Orange juice**. Journal of Food Science, Chicago, 27 (1): 42-42, Jan./Feb. 1962.

JONES, J.M. **The benefits of eating breakfast cereals**. Cereal Foods World, 2001. v.46, n.10.

LAUNAY, B.; KONE, T. **Twin-screw extrusion-cooking of corn starch: flour properties of starch pastes**. In: ZEUTHEN, P. *et al.* (edits.). Effects of processing parameters on physical properties on corn starch extrudates expanded using supercritical CO2 injection. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 76, n. 1, p. 63-69, Jan. 1999.

LEORO, M.G.V. **Desenvolvimento de Cereal Matinal Extrudado Orgânico à Base de Farinha de Milho e Farelo de Maracujá**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2007.

LOPES, G.S; RODRIGUES, M. de A.A; FRANÇA, A.S; MOTTA, S da. **Desenvolvimento de Formulações de Cereais Matinais Contendo Café**. Belo Horizonte, MG. 2005.

MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. 2005. 138 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MENDONÇA, S.; GROSSMANN, M. V. E.; VERHE, R. **Corn bran as a fibre source in expanded snacks**. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, Zurich, v. 33, n. 1, p. 2-8, 2000.

MERCIER, C. et al. **Extrusion cooking**. 2.ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1998. 471p.

NAIR KK, KHARB S, THOMPCKINSON DK. **Inulin Dietary fiber with functional and health attributes** - a review. Food Rev Int 2010;26(2):189-203.

OLIVEIRA, A. M. M. M. de; MARINHO, H. A. **Desenvolvimento de panetone à Base de Farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Revista Alim. Nutr., Araraquara v. 21, n. 4, p. 595-605, out./dez. 2010.

ONWULATA, C. I.; KONSTANCE, R. P.; SMITH, P. W.; HOLSINGER, V. H. **Coextrusion of dietary fiber and milk proteins in expanded corn products**. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, Zurich, v. 34, n. 7, p. 424-429, 2001.

PARK, K. H. **Elucidation of the extrusion puffing process**. 1976. Thesis (Doctor) – University of Illinois, Urbana, 1976.

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.

RIAZ, M.N. **Extruders in Food Applications**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000. 225p.

SCHMIELE, M. **Caracterização das frações com diferentes granulometrias de milho dentado e duro e avaliação na qualidade de extrusados expandidos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2009.

SEBIO, L.; CHANG, Y.K. **Effects of selected process parameters in extrusion of yam flour (*Dioscorea rotundata*) on physicochemical properties of the extrudates**. *Nahrung*, Weinheim, v. 44, n. 2, p. 96-11, 2000.

TAKECHI, K.P; SABADINI, E; CUNHA, R.L. de. **Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite**. Ciências e tecnologia dos alimentos, Campinas, 78-85, 2005.

VERNAZA, M. G. **Desenvolvimento de cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá**. 2007. 123 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

YUYAMA, L.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J. P. L.; SOUZA, A. S.; ENRICONI, A.; FABE, M. A.; LIRA, K. de S.; **Vitamina A**. COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição: nas Diferentes Fases da Vida, na Saúde e na Doença/ Barueri, São Paulo: Manole, 2013.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E CAROTENÓIDES TOTAIS DO CEREAL MATINAL EXTRUSADO DE FARINHA DE MILHO (*Zea mays*) ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*, Kunth) INTEGRAL.

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

As frutas representam uma das fontes mais ricas de substância nutritivas possuindo papel importante na alimentação humana. A pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) é uma fruta típica e integrada aos hábitos da região amazônica, podendo a mesma ser utilizada na elaboração de novos produtos que possuam interesse atrativo aos consumidores. O consumo de cereais matinais tem aumentado muito nos últimos anos devido à necessidade de se obter produtos de preparo rápido, tendo em vista a falta de tempo da vida moderna. O presente trabalho objetivou a caracterização físico-química, níveis de betacaroteno, minerais e microbiologia do cereal matinal extrusado de farinha de milho enriquecido com farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) integral. Os resultados para o cereal ponto ótimo com 25% de pupunha, foram de 3,84% de umidade, 0,63% de cinzas, 6,09% de proteínas, 0,39% de lipídeos, 85,94% de carboidratos, 3,11% de fibra e 16 ER em carotenoides totais, para minerais apresentou 18,02mg de Ca, 17,89mg de Mg, 298,11mg de K, 10,88mg de Na, 0,13mg Mn, 0,19mg de Cu, 3,05mg de Zn e 6,58mg de ferro e com os parâmetros microbiológicos de acordo com a legislação RDC 12 de 2001. Dessa forma o cereal matinal extrusado com substituição parcial pela farinha de pupunha é uma alternativa de produto que apresenta boas características nutricionais e microbiológica e potencial de mercado.

Palavras-chaves: Caracterização, Cereal Matinal, Farinha de pupunha.

1.0 INTRODUÇÃO

A extrusão termoplástica consiste em um tratamento térmico a uma temperatura elevada durante curto tempo (HTST) (FELLOWS, 2006). O princípio básico deste processo é converter um material sólido em fluído pela aplicação de calor e trabalho mecânico e extrusá-lo através de uma matriz (BORBA, 2005). Desde então, o processamento de alimentos por extrusão termoplástica vem ganhando destaque e expansão na indústria de alimentos por ser uma importante técnica que, além de aumentar a variedade de alimentos processados, apresenta muitas vantagens quando comparado a outros sistemas de processamento de alimentos, como versatilidade, custo relativamente baixo, alta produtividade e, por representar um processo ambientalmente seguro, é uma tecnologia catalogada como limpa (GUY, 2001; SILVA, 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 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 (CAMIRE *et al.*, 2007.; BRENNAN *et al.*, 2011.; POTTER *et al.*, 2013). Os cereais com fibras possuem, atualmente, uma participação de mercado de 3,4% em volume, com tendência a crescimento, pois existem novos segmentos de compra por parte dos consumidores, mais preocupados com a saúde (AC NIELSEN, 2004). Entre esses produtos, aqueles que trazem benefícios à saúde estão os alimentos funcionais. Este aumento da consciência do consumidor em combinação com os avanços em diversos domínios científicos deu origem ao aparecimento de uma nova geração de produtos: os alimentos funcionais (CARDOSO e OLIVEIRA, 2008). Os produtos funcionais, cujo desenvolvimento aumentou consideravelmente ao longo da última década, oferecem aos consumidores uma gama de alimentos que contêm ingredientes específicos com o objetivo de promover a saúde e de reduzir o risco de doenças (BLACK e CAMPBELL, 2006). Os alimentos funcionais têm sido considerados como uma das áreas de maior potencial de crescimento na indústria alimentar e um território propício para o desenvolvimento bem sucedido de estratégias de marketing (PATCH *et al.*, 2004).

Na região amazônica existe uma vasta diversidade de frutos com grande potencial tecnológico, nutricional e econômico que ainda não são aproveitados em toda a sua plenitude e, dentre estes frutos, encontra-se a pupunha (*Bactris gasipaes* kunth) (CAVALCANTE, 1996).

A pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth), da família das palmáceas, é uma planta multicaule, nativa dos trópicos úmidos da Amazônia. Produz frutos comestíveis de sabor muito apreciado na região e, definitivamente integrado aos hábitos alimentares da população Amazônica (FERREIRA e PENA, 2003). As pupunhas servem como matéria-prima para vários produtos de transformação na área de alimentos, como alimentos desidratados (granola) e principalmente farinhas (ANDRADE, 2007; ANDRADE e MARQUES, 2008). Segundo Carvalho et al. (2005), tanto os frutos como a farinha representam uma fonte de alimento potencialmente nutritiva, em razão do seu alto conteúdo de carotenoides biodisponíveis, além de teores consideráveis de carboidratos, proteínas, lipídios e fibras. Segundo Clement (2000), o mercado potencial do fruto é muito maior, devido às qualidades nutritivas, organolépticas e visuais que podem ser explorados para elaboração de novos produtos e mercados. Dessa forma o presente trabalho objetivou a caracterização físico-química, níveis de betacaroteno, minerais e microbiologia do cereal matinal extrusado de farinha de milho enriquecido com farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, kunth) integral.

2.0 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material

As matérias-primas utilizadas neste estudo foram: farinha de milho, fornecida pela empresa Mina Mercantil, localizada no município de Guaíra/SP; e a farinha de pupunha processada com o aproveitamento integral do fruto (polpa e casca) foi realizado no laboratório de Físico-química de Alimentos (LFQA)/CSAS - INPA, localizado em Manaus/AM.

2.2 Métodos

2.2.1 Processamento de cereal matinal.

Foi realizado um planejamento experimental segundo Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR 2^2 , com ponto fatorial completo 2^2 , 4 ensaios nas condições axiais e 4 repetições no ponto central, totalizando 12 ensaios, com duas variáveis, sendo a farinha de pupunha (%) e a umidade da matéria-prima (%). Após a definição do

delineamento experimental foi realizado o condicionamento das amostras que ocorreu através da adição lenta e gradual da quantidade de água necessária, no qual a mistura foi homogeneizada com batedeira planetária Kitchen Aid Professional, modelo K45SS na velocidade 2 por 5 minutos e foram armazenadas em sacos de polietileno permanecendo estocado por 24 horas antes de ser processado.

O processamento do cereal foi realizado em extrusor dupla-rosca Brabender (modelo 20 D/N-GNF 1014/2), utilizando a configuração da rosca com a taxa de compressão 3:1, velocidade de rotação do parafuso de 240 rpm, com taxa de alimentação de 198g/min e matriz circular de 2,8 mm de diâmetro. A extrusão das amostras foi iniciada apenas quando as diferentes zonas do extrusor atingiram as temperaturas determinadas e a coleta das amostras só foi iniciada após a estabilização do processo. Os extrusados foram mantidos em embalagem flexível laminada (BOPP metalizado/PE/BOPP) em temperatura ambiente para a definição do ponto ótimo. Após essa definição foram realizadas as análises descritas a seguir.

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 insolúvel e solúvel 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 (2008).

2.2.3 Minerais

Os minerais ferro, cobre, cálcio, magnésio, zinco, manganês, sódio e potássio 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 Carotenoides totais

Os carotenoides totais foram determinados pela extração com hexano, álcool isopropílico e 1 água destilada na proporção de 1:3:1, foi mantido em repouso até a separação, onde a cor extraída é lida em espectrofotômetro a 450 nm, conforme metodologia descrita por Higby, 1962).

2.2.5 Análise Microbiológica

As amostras foram analisadas de acordo com as características do alimento (cereais matinais extrusados), 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), sendo pesquisados os seguintes microrganismos: Termotolerantes, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* e Bolores e leveduras.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A composição centesimal do cereal ponto ótimo (Tabela 1) estão próximos aos valores encontrados por Leoro (2009), que estudou um cereal matinal com farelo de maracujá com 3,74% de umidade, 8,91% proteína, 0,54% de lipídeos, 1,45% de cinzas, 85,37% de carboidratos, apenas fibras se apresentou com valor (11,37%) bem acima do encontrado neste estudo. Diferentemente do reportado por Carvalho *et al.*, (2009) que estudou a produção de snacks com mandioca onde encontrou valores de umidade (6,06%) e (14,65%) lipídeos superiores ao encontrados por Leoro (2009) e nesse trabalho, no entanto, os valores de proteína (1,28%) se apresentaram inferiores aos dois estudos.

Tabela 1: Composição centesimal dos cereais matinais

Determinação	Ponto ótimo	Controle
Umidade	3,84%	5,74%
Cinzas	0,63%	0,42%
Proteínas	6,09%	6,71%
Lipídeos	0,39%	0,08%
Carboidratos	85,94%	86,38%
Fibra Total	3,11%	0,67%
Fibra Solúvel	0	0
Fibra insolúvel	3,11%	0,67%
Carotenoides totais	16 ER	246 ER

Os valores do cereal ponto ótimo se apresentaram próximos ao cereal controle com variações mínimas. Apenas fibra (0,67%) e umidade (5,74%) apresentaram maiores variações do cereal substituído parcialmente com farinha de pupunha.

Os minerais do ponto ótimo e controle estão dispostos nos gráficos 1 e 2.

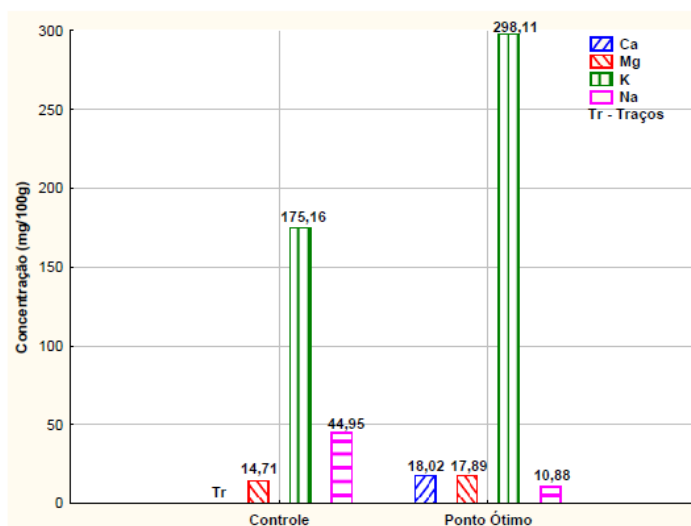


Gráfico 1: Macrominerais do ponto ótimo e controle

Os valores dos macros e microminerais do cereal ponto ótimo apresentaram-se superiores que o cereal controle, no entanto, o valor do macromineral Na se manteve inferior ao controle, resultado esse desejado, visto que, o alto teor de Na nos produtos industrializados trazem malefícios a saúde.

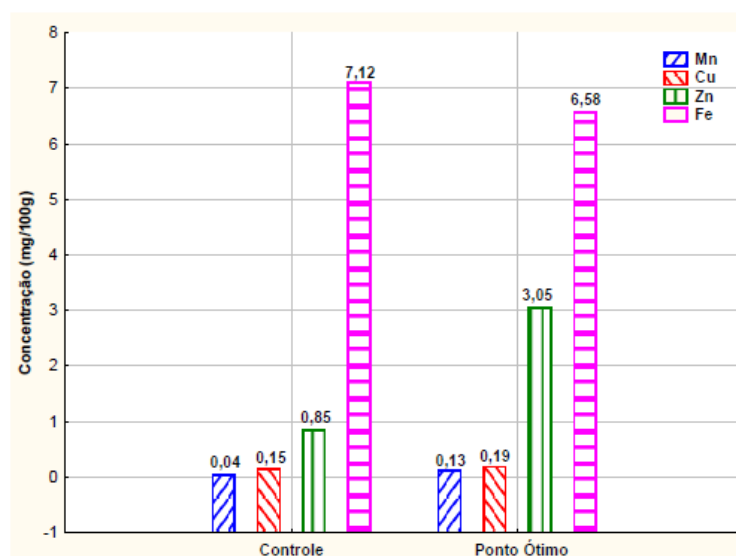


Gráfico 2: Microminerais do ponto ótimo e controle

E o micromineral Fe também apresentou valores baixos do controle, porém próximos, sem diferença significativa. Contudo, o mineral potássio no cereal ponto ótimo apresentou valor (298,11mg) significativo quando comparado aos demais.

A tabela 2 contém a informação nutricional da porção do cereal que equivale a 30g e em uma dieta baseada em 2.000 kcal.

Tabela 2: Tabela de informação nutricional

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção 30g ($\frac{3}{4}$ xícara)		
Quantidade por porção		%VD (*)
Valor energético	111,52 kcal = 468,4 kj	5
Carboidratos	25,78 g	8
Proteínas	1,83 g	2
Lipídeos	0,12 g	0
Cinzas	0,19 g	-
Fibra Total	0,93g	4
Fibra solúvel	0	0
Fibra insolúvel	0,93g	4
Vitamina A	4,8 ER	0
Cálcio	5,41 mg	0
Magnésio	5,37 mg	0
Potássio	89,43 mg	0
Sódio	3,26 mg	0
Manganês	0,04 mg	0
Cobre	0,06 mg	0
Zinco	0,91 mg	0
Ferro	1,97 mg	14

*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 calórico do cereal ponto ótimo enriquecido com pupunha da porção de 30g apresentou Kcal (111,52) semelhante a calorias dos cereais matinais presente no mercado conforme disposto na tabela 2.

Os macronutrientes do cereal ponto ótimo apresentaram também valores semelhantes aos cereais matinais comercial, sendo que estes apresentaram valores para carboidratos na faixa de (23g a 26g), proteína na faixa de (1,2g a 2,16g) e lipídeos de (0 a 1,4g).

Tabela 3: Informação nutricional dos cereais comerciais

Cereal comercial	Kcal	CHO g	Ptn g	Lip g	Fib g	Na mg	Fe mg	Zn mg	Ca mg	K mg	Vit A ER
Marca A	108,8	26	1,2	0	0	176	3,4	1,7	---	---	144
Marca B	114	25	1,7	0,8	1,1	128	3,6	1,6	174	---	---
Marca C	112,2	23	1,9	1,4	1,5	111	4,2	1,3	209	---	---
Marca D	111,34	25	2,16	0,3	1,23	196,5	0,93	---	42,9	24,9	---

Os resultados da informação nutricional do cereal ponto ótimo quando comparado com as marcas de cereais matinais, apresentou os minerais com valores inferiores ao descrito na tabela 3, onde o sódio mostrou valores na faixa de (111 a 196,5mg), Ferro de (0,93 a 4,2mg), Zinco de (1,3 a 1,7mg), Cálcio de (42,9 a 209mg) todos mostraram-se superiores ao ponto ótimo desenvolvido, no entanto, apesar do valor do Na (3,26mg) inferior, esse resultado é desejável, pois o excesso de sódio nos alimentos industrializados pode ser prejudicial à saúde.

Pois são observadas evidências da associação entre alto consumo de sódio e doença cardiovascular, acidente vascular cerebral, hipertrofia ventricular esquerda, doença e calculose renal, independentemente ou associadas com a elevação da pressão arterial (WHO, 2007). Além disso, o organismo apresenta alta capacidade de conservar sódio e perdas importantes do mineral só ocorrem em situações não usuais, como sudorese prolongada (FRASSETTO *et al.*, 2007).

Entretanto, diferente dos outros minerais, o mineral potássio (K) apresentou valor superior, com diferença significativa da marca D, podendo dessa forma o ponto ótimo complementar as necessidades diárias desse mineral. O valor de carotenoides totais se mostrou inferior à quantidade da marca A.

Os resultados das análises microbiológicas mostram que tanto o cereal considerado ponto ótimo quanto no cereal controle não apresentaram microrganismos contaminantes acima do limite permitido para Termotolerantes (0,0NMP/g) e fecal, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* negativo (< 10UFC/g) e Bolores e leveduras ausente para *Salmonella* sp, negativo (< 10UFC/g) negativo estando dentro do preconizado pela ANVISA (2001). O resultado negativo para crescimento dos microrganismos pode ser explicado pela baixa atividade de água dos cereais ponto ótimo (0,2292 aw) e controle (0,2464 aw) como também a alta temperatura utilizada no processo.

4.0 CONCLUSÃO

A composição nutricional apresentou valores próximos aos cereais comerciais e na análise microbiológica não foram identificados os microrganismos estudados. Assim a substituição parcial da farinha de milho pela farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) é uma alternativa para a elaboração de cereal matinal extrusado com valor nutricional agregado.

5.0 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 e a Dra Caroline Joy Steel e a todos que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

6.0 REFERÊNCIAS

AC NIELSEN. **Tendências 2004. Salgadinhos para Aperitivos/Snacks**. Disponível em: <http://www.acnielsen.com.br>. Acesso em: 30 mai de 2013.

ANDRADE, J. S.; MARQUES, M. P. **Processo produtivo para fabricação da farinha de pupunha a partir da desidratação do fruto com casca**. Produtos e processos patenteados, PI em: 0605843-4. Publicado em 22 abr. 2008.

ANDRADE, J. S.; MARQUES, M. P. **Processo produtivo para obtenção de produto desidratado a partir da utilização de farinha de pupunha** (*Bactris gasipaes kunth*). Produtos e processos patenteados, PI em: 0506324-8A. Publicado em 02 out. 2007.

BLACK, I; CAMPBELL, C. **Food or Medicine? Choice Factors for functional foods**. Journal of Food Products Marketing. Vol. 12(3), pp. 19-27, 2006.

BORBA, A. M. **Efeito de alguns parâmetros operacionais nas características físicas, físico-químicas e funcionais de extrusados da farinha de batata-doce**. 2005. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BRASIL, ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES. Acesso: 20 de ago de 2014.

BRENNAN, C., BRENNAN, M., DERBYSHIRE, E., TIWARI, B.K., 2011. **Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods**. Trends Food Science and Technology 22, 570–575.

CAMIRE, M.E.; DOUGHERTY, M.P.; BRIGGS, J.L. **Functionality of fruit powders inextruded corn breakfast cereals**. Food Chemistry. v.101, p. 765-770. 2007.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; MOREIRA, D. **Obtenção e aproveitamento da farinha de pupunha**. Belém, PA: Embrapa, 2005. Disponível em: <http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoesonline/comunicado-tecnico/2005/tecnologia-de-processamentode-carambolas-desidratadas-osmoticamente-comtec-144-1>. Acesso em: 10 nov. 2011.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. v.6, p.197.

- CLEMENT, C.R. **Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae)**. Jaboticabal: Fundep, 2000. 48p. (Série Frutas Nativas, 8.).
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2006, 602p.
- FERREIRA, C.D.; PENA, R.S. **Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*)**. Ciência e tecnologia de alimentos, Campinas, v. 23, n. 2, p.251-255, maio/ago 2003.
- FRASSETTO, L.A; MORRIS, R.C; SELLMAYER, D.E; SEBASTIAN, A. **Adverse effects of sodium chloride on bone in the aging human population resulting from habitual consumption of typical American diets**. 138(2):419s-22s - J Nutr 2008.
- GUY, R. **Extrusión de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2001. 208 p.
- HIGBY, W. K. **A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified Orange juice**. Journal of Food Science, Chicago, 27 (1): 42-42, Jan./Feb. 1962.
- 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.
- LEORO, M. G. V.; CHANG, Y. K.; STELL, C. J. **Efeito do teor de maracujá e da umidade e temperatura de extrusão no desenvolvimento de cereal matinal funcional orgânico**. Braz. J. Food Technol., v.12, n.2, p. 145-154, 2009.
- OLIVEIRA, G.G; CARDOSO, A. L. **Alimentos Funcionais**. **Jornal Eletrônico da Empresa Junior de Consultoria em Nutrição**, n. 5, Jun, p. 3-6. 2008. Disponível em: http://www.nutrijr.ufsc.br/jornal/jornal_eletronico_06-08.pdf. Acesso em: 22 de jul de 2013.
- PATCH, C; TAPSELL, L; WILLIAMS, P. **Dietetics and functional foods**. **Nutrition e Dietetics**. Volume 61, pp. 22-29, 2004.
- 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.
- SILVA, E. M. M. **Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão**. 2007, 118p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varala, 1997. 295p.

World Health Organization. **Reducing salt intake in populations: report of a WHO forum and technical meeting**, 5-6 October, Paris, France, 2007. Disponível em: http://www.who.int/dietphysicalactivity/Salt_Report_VC_april07.pdf. Acesso: 18 de ago de 2014.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CEREAIS MATINAIS EXTRUSADOS DE MILHO ENRIQUECIDO COM FARINHA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*, Kunth) INTEGRAL.

Ivone L. Santos ^a, Francisca das C. do A. Souza ^b, Caroline J. Steel ^c, Jaime Paiva Lopes Aguiar ^b, Marcio Schmiele ^c, José Carlos de Sales Ferreira ^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 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 organolépticas. O presente trabalho teve o objetivo de estudar as características sensoriais de cereais matinais de milho enriquecido com farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) integral. A avaliação sensorial foi realizada após o aceite do comitê de ética (26884014.9.0000.5020) e das assinaturas do termo de consentimento esclarecido - TCLE. As amostras foram servidas em recipientes descartáveis codificados com algarismos de três dígitos aleatórios para 70 avaliadores não treinados, os mesmos avaliaram os cereais quanto aos atributos de gostou ou desgostou, sabor, crocância, intenção de compra, preferência e atitude ou consumo. Os resultados mostraram que dos três cereais o cereal com substituição parcial de 25% de farinha de pupunha integral obteve as maiores notas em todos os atributos avaliados com diferença significativa dos demais, tornando este produto com viabilidade comercial.

Palavras-chaves: Farinha de pupunha, avaliação sensorial, Cereal matinal.

1.0 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os consumidores passaram a exigir produtos processados que pudessem fazer parte de uma dieta equilibrada e nutritiva, ricos em compostos bioativos. Sua relevância para a saúde humana e nutrição, especialmente para a prevenção de doenças tem sido o foco da pesquisa (KAY *et al.*, 2009; HE e GIUSTI, 2010).

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 *junk food* (comida que não é saudável) por causa de sua composição baseada principalmente em carboidratos.

Porém, segundo Takeuchi *et al* (2005), pelo fato do processo de extrusão permitir desenvolver vários sabores pela adição de farinhas e com diversos formatos, cores e tamanhos destinados aos mais variados consumidores. Com isso a incorporação de frutas na forma de farinha em snacks e cereais matinais podem melhorar a sua qualidade nutricional e sua atratividade. Farinha de frutas e extratos contêm uma elevada quantidade de componentes bioativos, tais como fenólicos, carotenoides entre outros. Tornando-se uma fonte de antioxidante, além também de fornecer uma qualidade organoléptica agradável (CAMIRE *et al.*, 2007; BRENNAN *et al.*, 2011.; POTTER *et al.*, 2013).

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 inclusão da pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) fruto característico da região Amazônica, em forma de farinha e com o aproveitando integral de seus resíduos para o aumento de fibras, pode ser utilizada no processamento de cereais matinais extrusados para aumentar o valor nutritivo do produto principalmente, e inovar na forma de consumo do fruto que basicamente é consumido na sua forma cozida na região.

Clement e Mora Urpí (1987) mencionam que a farinha da pupunha é bastante similar à farinha de milho e pode substituí-la em diversos usos, com vantagens nutricionais. Visto que a pupunha possui alto teor de betacaroteno que é altamente biodisponível (RODRIGUES-AMAYA, 1993; YUYAMA, 2002 e COZZOLINO, 2013), auxiliando como ingrediente funcional.

Muitas pesquisas têm revelado os efeitos benéficos de determinados componentes dos alimentos para a saúde, os chamados alimentos e ingredientes funcionais (HASLER, 1998). Alimentos funcionais são definidos como aqueles que desempenham suas funções nutricionais básicas, além de atuarem em benefício do organismo, visando melhorar o estado de saúde reduzindo o risco de doenças (BERTE *et al.*, 2011). Assim, esses alimentos têm sido buscados pelos consumidores que procuram uma melhor qualidade de vida baseada na alimentação, visto que representam a união da farmacologia com a tecnologia de alimentos (COELHO e WOSIACKI, 2010).

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). Os cereais matinais são os grandes precursores de uma vasta diversidade que hoje invade as prateleiras dos supermercados possuindo características próprias (SARDAGNA *et al.*, 2002).

A análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. Para isto é preciso que haja entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado (IAL, 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).

As principais aplicações dos testes afetivos são a manutenção da qualidade do produto, otimização de produtos e/ou processos e desenvolvimento de novos produtos. A escala hedônica é usada para medir o nível de preferência de produtos por uma população e relata os estados agradáveis e desagradáveis no organismo (MACFIE e THOMSON, 1994).

O processamento por extrusão de cereais matinais utilizando na formulação farinha de pupunha adicionada a farinha de milho gerou cereais prontos para o consumo em concentrações diferentes. Dessa forma o presente trabalho teve o objetivo de estudar as características sensoriais de cereais matinais de milho enriquecido com farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) integral.

2.0 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Processamento de cereais matinais

Na elaboração dos cereais matinais extrusados de milho enriquecido com farinha de pupunha integral foi utilizado um planejamento experimental fatorial completo composto central de 2² resultando em 12 ensaios que definiu os pontos otimizados da formulação da mistura. A partir dessa otimização foi escolhido o ponto ótimo do processamento que consistiu no cereal com substituição parcial de 25% de farinha de pupunha e o cereal com substituição de 50% sendo este por ser o limite máximo do processo e o cereal controle contendo apenas farinha de milho.

O processamento foi realizado em extrusor dupla-roscas modelo 20DN-GNF 1014/2 (BRABENDER, Alemanha) com matrix circular de 2,8 mm, temperatura fixa, variando apenas a umidade da mistura e a concentração de farinha de pupunha.

Após a obtenção dos cereais foi elaborado um concentrado de xapore de glucose, o qual o mesmo foi borrifado sobre os cereais que foram levados a estufa para a secagem da solução e embalados em sacos plásticos estéril selados.

2.2 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial foi realizada no laboratório do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, 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. A abordagem foi feita através de comunicação oral entre a pesquisadora e o provador, mas sem influenciar na decisão do indivíduo. O presente trabalho na etapa de avaliação sensorial foi aceito pelo Comitê de Ética tendo como número de processo: 26884014.9.0000.5020, atendendo à resolução do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 1997).

Foram recrutados 70 provadores de ambos os sexos na faixa etária de 18 a 60 anos. As amostras foram servidas de forma balanceada em recipientes descartáveis da cor branca, codificados cada um com números de três dígitos aleatórios.

Para analisar a aceitação do cereal matinal foi utilizado os testes afetivos da escala hedônica, da escala de atitude ou de intenção e o teste pareado-preferencia segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008).

No teste da escala hedônica, o indivíduo expressa o grau de gostar ou de desgostar de um determinado produto, de forma globalizada ou em relação a um atributo específico. As escalas utilizadas são as de 7 e 9 pontos, que contêm os termos definidos situados, por exemplo, entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo”.

As amostras codificadas foram apresentadas ao julgador para avaliarem o quanto gostam ou desgostam de cada uma delas quanto aos atributos gostou ou desgostou, sabor, e à crocância, e para o atributo intenção de compra, foi aplicada a escala estruturada de 5 pontos, no qual 5 representou a nota máxima “certamente compraria” e 1 representou a nota mínima “certamente não compraria” previamente definida (Ficha 1). Os dados coletados foram avaliados estatisticamente pela análise de variância, ANOVA e a comparação das médias de pares de amostras pelo teste de Tukey. Os gráficos foram construídos pelo programa software STATISTICA, versão 5.5 (STATSOFT, EUA).

Ficha 1: Avaliação sensorial de cereal matinal à base de farinha de pupunha com farinha de milho através da escala hedônica.

Avaliação sensorial de cereal matinal extrusado a base de farinha de pupunha e farinha de milho.		
PROVADOR Nº _____ 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	_____ ()	Comentários
(8) gostei moderadamente		
(7) gostei regularmente		
(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	_____ ()	Comentários
4. Possivelmente compraria		
3. Talvez comprasse/ talvez não comprasse	_____ ()	
2. Possivelmente não compraria	_____ ()	
1. Certamente não compraria		

No teste pareado-preferência (ficha 2) o indivíduo manifesta sua preferência em relação ao produto que lhe é oferecido. Foram apresentadas as amostras para serem comparadas pelo julgador em relação a sua preferência.

Ficha 2: Avaliação sensorial de cereal matinal à base de farinha de pupunha com farinha de milho através do teste de preferência

Avaliação sensorial de cereal matinal extrusado a base de farinha de pupunha e farinha de milho.	
PROVADOR Nº _____	Data: ____/____/____ Nome: _____
Teste pareado de preferência	
Você está recebendo três amostras codificadas, identifique a sua amostra preferida.	
_____	Comentários: _____

No teste por meio das escalas de atitude ou de intenção (ficha 3), o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar, um produto que lhe é oferecido. As escalas utilizadas são as verbais de 5 a 7 pontos. Os termos definidos situam-se, entre “provavelmente compraria” a “provavelmente não compraria” e, no ponto intermediário “talvez compraria, talvez não compraria”.

Ficha 3: Avaliação sensorial de cereal matinal à base de farinha de pupunha com farinha de milho através da escala de intenção ou de consumo

Avaliação sensorial de cereal matinal extrusado a base de farinha de pupunha e farinha de milho.	
PROVADOR Nº _____	Data: ____/____/____ Nome: _____
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) Comerá sempre	_____ ()
(6) Comerá muito frequentemente	_____ ()
(5) Comerá frequentemente	_____ ()
(4) Comerá ocasionalmente	_____ ()
(3) Comerá raramente	_____ ()
(2) Comerá muito raramente	_____ ()
(1) Nunca comerá	
	Comentários _____

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação sensorial pela escala hedônica de nove pontos em relação aos critérios de gostou ou desgostou, sabor e crocância dos cereais matinais de milho enriquecido com farinha de pupunha integral estão apresentados nos gráficos (1,2 e 3).

A respeito do atributo gostou ou desgostou, no gráfico 1 é possível verificar a preferência dos avaliadores pela amostra com 25% de farinha de pupunha considerada o ponto ótimo pelas análises tecnológicas. Sendo esse classificado pela escala hedônica por o número 8 a 9 que equivale a “gostei moderadamente” e “gostei extremamente” respectivamente. É possível verificar também a boa aceitabilidade da amostra com 50% de farinha de pupunha que não apresentou diferença significativa, ficando próxima à amostra de 25%.

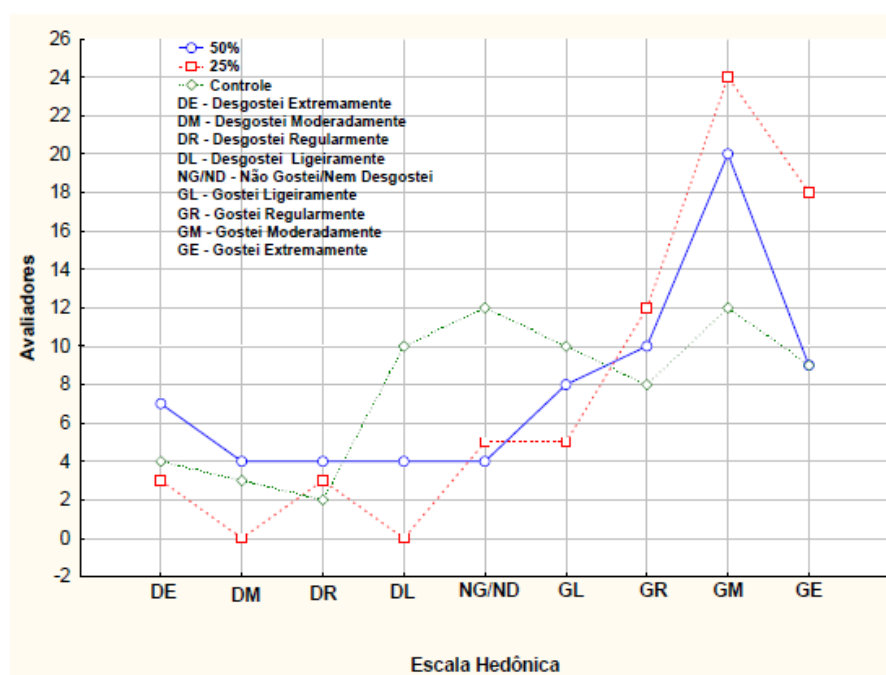


Gráfico 1: Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto gostou ou desgostou

Os resultados apresentados no gráfico 2 mostram a maior aceitabilidade por parte dos avaliadores quanto a amostra contendo 25% de pupunha quanto ao sabor, sendo essa classificada com os números 9 e 8 da escala hedônica como “gostei extremamente” e “gostei moderadamente” respectivamente. No entanto a amostra contendo 50% de farinha de pupunha obteve resultado diferente em relação ao sabor do atributo gostou ou desgostou no gráfico anterior. Nessa avaliação o mesmo foi classificado com uma nota inferior (nota 7) que representa “gostei regularmente”, enquanto que a amostra controle obteve entre todos a menor classificação de “não gostei, nem desgostei” tanto no atributo gostou ou desgostou quanto no atributo sabor. Segundo o Food Insight (2011), o sabor constitui-se como o atributo principal a ser considerado no momento da compra.

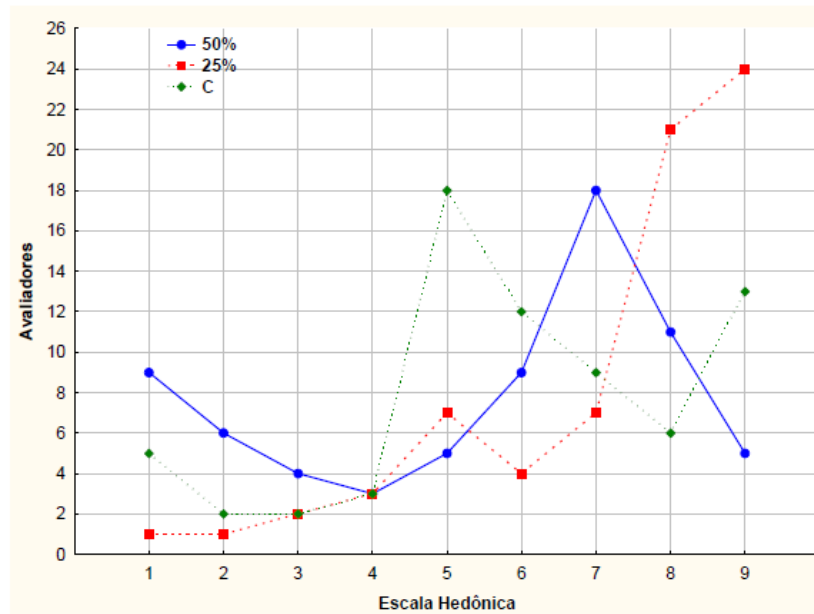


Gráfico 2: Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto ao sabor

A amostra de maior prevalência quanto a crocância segundo o gráfico 3 foi a amostra contendo 25% de farinha de pupunha. Porém nessa avaliação é possível verificar que as amostras tiveram baixas frequências nas notas de 1 a 5 que equivale a “desgostei extremamente” à “não gostei, nem desgostei”, ficando claro dessa forma que apesar da preferência por uma amostra, todas elas se mantiveram crocante quanto a esse atributo característico dos cereais matinais.

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 dos produtos com conteúdo baixo de umidade, panificado ou extrusado, tais como cereais matinais, *snacks*, biscoitos, *wafers* e lanches têm uma textura crocante. Se o conteúdo de umidade desses produtos aumentar, devido à absorção 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 baixa aceitabilidade da amostra controle pode ser explicada que pelo fato desse produto ter sido processado apenas com farinha de milho ele obteve uma maior expansão, e produtos altamente expandidos, a existência de ar em sua estrutura é maior, ou seja, quanto maior a expansão menor é a dureza. Porém na amostra contendo 50% de farinha de pupunha que por ter sido processada com seus resíduos obteve uma dureza maior por está em maior concentração. Pois conforme Gularte *et al.*, (2012), essa alteração pode ser explicada devido a adição da fibra aumentar a dureza dos produtos. Enquanto que a

amostra de 25% em relação a sua dureza ficou entre os extremos das outras amostras, oferecendo assim uma melhor crocância. Dessa forma, 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 (SOUZA, 2006).

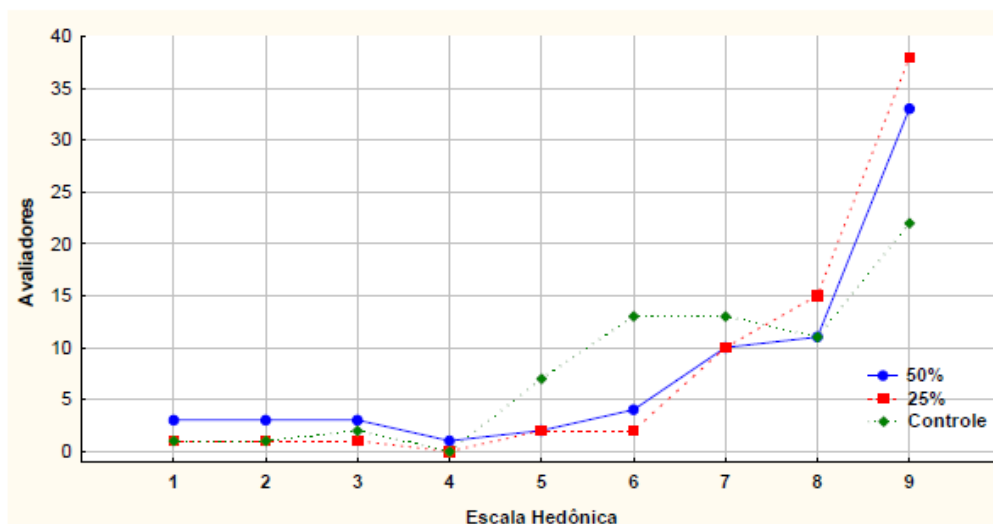


Gráfico 3: Distribuição dos valores obtidos na escala hedônica quanto a crocância.

Na intenção de compra demonstrada no gráfico 4 é possível observar a preferência dos avaliadores pela amostra de 25% de conteúdo de pupunha para a compra, sendo classificado com a nota 5 que equivale a “certamente compraria”. Esse resultado confirma a aceitabilidade em relação aos atributos anteriores de gostou ou desgostou, sabor e crocância onde a amostra de 25% obteve maior nota.

A amostra controle foi classificada (nota 3) entre os extremos como “talvez comprasse e talvez não comprasse” semelhante ao atributo crocância.

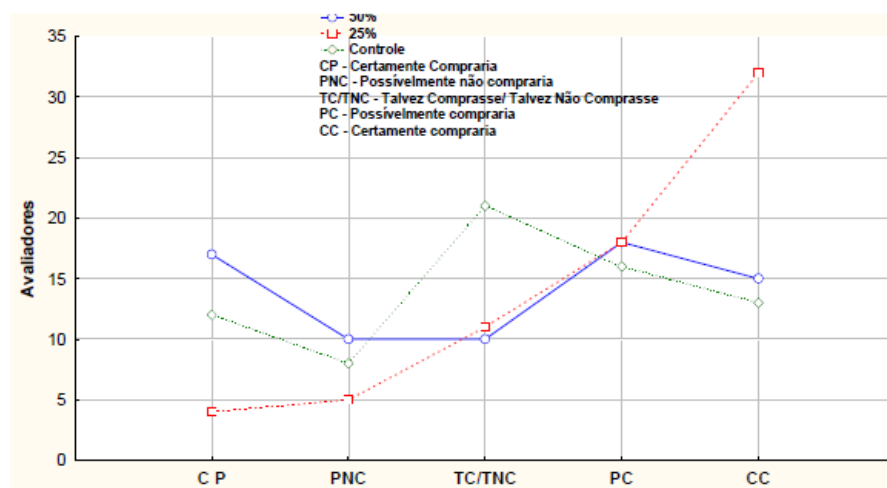


Gráfico 4: Distribuição dos valores obtidos na intenção de compra.

No teste afetivo de preferência apresentado no gráfico 5 confirma a preferência dos avaliadores pela amostra de 25% também enfatizado nas avaliações dos atributos anteriores onde a amostra se sobressaiu das demais com uma diferença significativa.

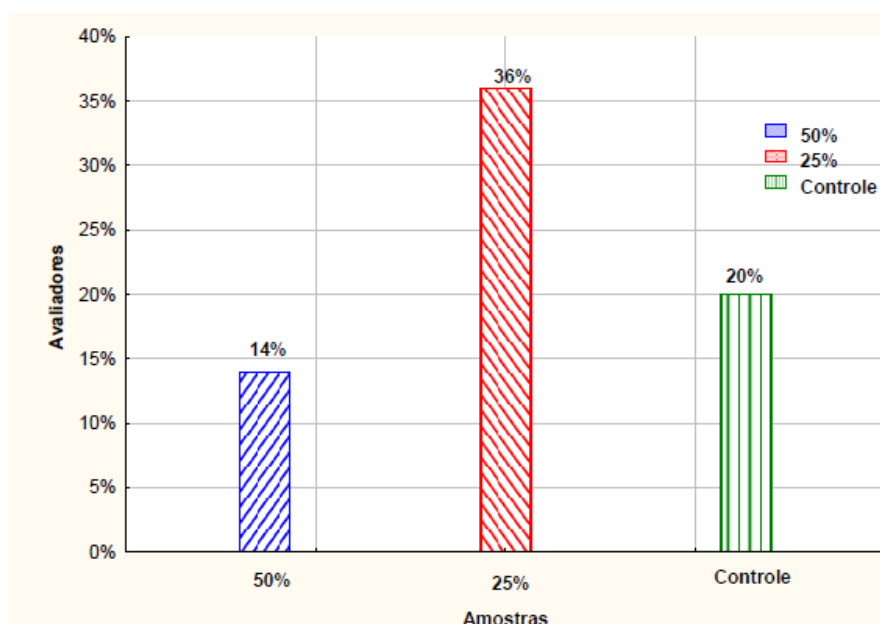


Gráfico 5: Distribuição dos valores obtidos no teste de preferência.

O resultado do teste de preferência se repete no teste afetivo de escala de atitude ou de consumo apresentado no gráfico 6, no qual os avaliadores expressaram sua vontade em consumir a amostra de 25% atribuindo-a nota 7 da escala que equivale “comeria sempre”.

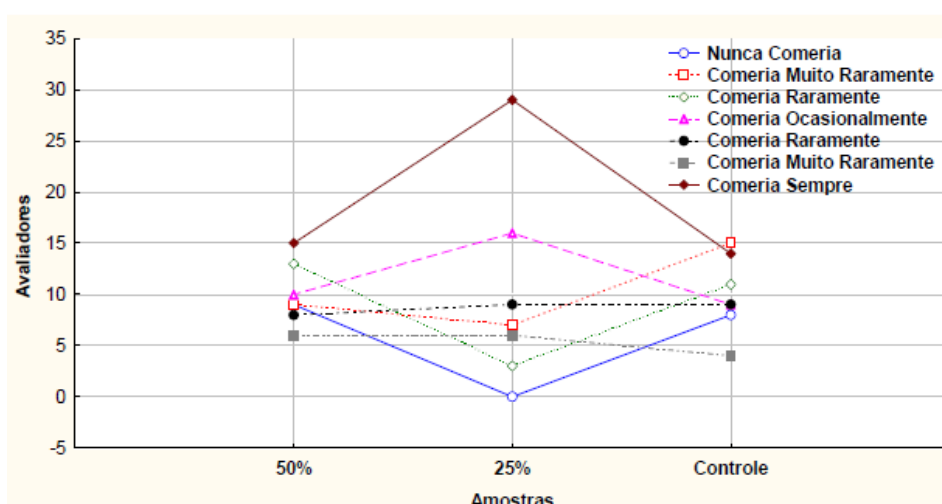


Gráfico 6: Distribuição dos valores obtidos no teste afetivo de intenção de consumo.

A amostra controle obteve nota inferior sendo classificada pela maior parte dos avaliadores com a nota 2 que representa “comeria muito raramente”. Demonstrando dessa

forma a maior preferência dos consumidores e consequentemente a qualidade do produto. Que segundo Lucia (2008) atributos como aparência, aroma e sabor são, provavelmente, características muito importantes que influenciam as propriedades sensoriais de produtos alimentícios adicionados de ingredientes diferenciados.

4.0 CONCLUSÃO

O cereal matinal extrusado de farinha de milho com 25% de farinha de pupunha integral obteve as maiores notas nas escalas, hedônica, intenção de compra, preferência e de atitude ou de consumo do que o cereal controle contendo apenas farinha de milho.

A substituição parcial da farinha de milho pela farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) é uma alternativa para a elaboração de cereal matinal extrusado, obtendo-se um produto final com boas características sensoriais e aceitação acima de 50% indicando que o produto apresenta potencial de mercado.

5.0 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 e a Dra Caroline Joy Steel e a todos que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

6.0 REFERÊNCIAS

BERTÉ, K.A.S.; IZIDORO, D.R.; DUTRA, F.L.G.; RIBANI, R.H. Desenvolvimento de gelatina funcional de erva-mate. **Ciência Rural**, v.41, n.2, p.354-360, 2011.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde do Brasil – CONEP/CNS - RESOLUÇÃO Nº 251, DE 07 DE AGOSTO DE 1997** (BRASIL, 1997).

BRENNAN, C., BRENNAN, M., DERBYSHIRE, E., TIWARI, B.K., 2011. **Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods**. Trends Food Science and Technology 22, 570–575.

CAMIRE, M.E., DOUGHERTY, M.P., BRIGGS, J.L., 2007. **Functionality of fruit powders in extruded corn breakfast cereals**. Food Chemistry 101, 765–770.

CLEMENT, C.R.; MORA URPÍ, J. 1987. **The pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., *Areaceae*): multi-use potential for the lowland humid tropics** - A pupunha: potencial multi-uso para os trópicos úmidos baixos. Economic Botany, 41(2):302-311

COELHO, L.M.; WOSIACKI, G. **Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.30, n.3, p.582-588, 2010.

COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. **Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição: nas Diferentes Fases da Vida, na Saúde e na Doença/** Barueri, São Paulo: Manole, 2013.

DAMÁSIO, M. H.; SILVA, M. A. A. P. **Curso de treinamento em análise sensorial. Apostila.** Campinas: Fundação Tropical de Tecnologia “André Tosello”, 1996.

FOOD INSIGHT. **Price Approaches Taste as Top Influencer for Americans When Purchasing Foods e Beverages Yet, in a Down Economy, Health is Still Important to Two-Thirds of Americans.** 2011. Disponível em: http://www.foodinsight.org/PressRelease/Detail.aspx?topic=Price_Approaches_Taste_as_Top_Influencer_for_Americans_When_Purchasing_Foods_Beverages. Acesso em: jun. 2013.

GULARTE, M. A.; HERA, E.; GÓMEZ, M.; ROSELL, C. M.; **Effect of different fibers on batter and glúten-free layer cake properties.** LWT – Food Science and Technology, v.48, n.2, p.209-214, 2012.

HASLER, C. M. **A new look at an ancient concept.** Chemistry Industry, v. 2, p. 84-89, 1998.

HE, J.A., GIUSTI, M.M., 2010. **Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties.** Annual Review of Food Science and Technology 1 (1), 163–186.

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.

KAY, C.D., KROON, P.A., CASSIDY, A., 2009. **The bioactivity of dietary anthocyanins is likely to be mediated by their degradation products.** Molecular Nutrition and Food Research 53, S92–S101.

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.

LÚCIA, S. M. D. **Métodos estatísticos para avaliação da influência de características não sensoriais na aceitação, intenção de compra e escolha do consumidor.** 2008. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de

Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

MACFIE, H. J.; THOMSON, D. M. H. **Measurement of food preferences**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1994. 310 p.

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.

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.

RODRIGUES-AMAYA, D. B. **Nature and distribution of carotenoids in foods** In: CHARALAMBOUS, G. (Ed). Shelf-life Studies of foods and beverages: Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1993. P.547-589.

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.

SARDAGNA, L. D. *et al.* **Desenvolvimento de um cereal matinal fortificado e adicionado de fibra solúvel**. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2002, Porto Alegre. Anais - ago. 2002. 1 CD.

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.

TAKEUCHI, K. P.; SABADINI, E.; CUNHA, R. L. da. **Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite**. Ciênc. Tecnol. Aliment., v. 25, n. 1, p. 78 - 85, 2005. 1 CD ROM.

YUYAMA LKO. **Caracterização, processamento e utilização da pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth.), açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)**. Brasília: Produção gráfica Ltda, 2002.

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 de cereal matinal extrusado à base de farinha pupunha (*Bactris gasipaes*), com aproveitamento integral do fruto**”, sob a responsabilidade do pesquisador (a) Ivone Lima Santos, a qual pretende se avaliar a aceitabilidade do cereal matinal extrusado de pupunha, 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 cereal matinal em recipiente descartável numerado para degustar. E após os atributos como aparência, cor, aroma, sabor e intenção de compra, o cereal matinal extrusado deverá ser avaliados por meio de escala hedônica estruturada de nove pontos, sendo 1 (desgostei extremamente), 2 (desgostei muito), 3 (desgostei moderadamente), 4 (desgostei ligeiramente), 5 (indiferente), 6 (gostei ligeiramente), 7 (gostei moderadamente), 8 (gostei muito) e 9 (gostei extremamente) para o melhor julgamento.

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa poderão ser comumente os riscos previsíveis em análise sensorial de novos produtos alimentícios, podem ser doenças bacterianas, alergias ou intolerância a algum dos componentes do produto desenvolvido. Tais riscos serão minimizados com avisos aos participantes da pesquisa de que há substâncias ou alimentos que possam causar alergia ou danos à saúde e com a garantia da segurança por meio de análises microbiológicas. Onde serão prestadas toda a assistência necessária e cobertura material para reparação de algum dano causado pela pesquisa ao participante da pesquisa. Se você aceitar participar, estará contribuindo com a ampliação da utilização da farinha da pupunha como alimento funcional por meio da identificação dos constituintes nutricionais nos frutos e farinhas, através do cereal. Além de benefícios próprios, devido o alimento ser rico em antioxidante que são substâncias que quando consumidas regularmente podem diminuir o risco de se contrair doenças como câncer, diabetes, hipertensão, dislipidemia (colesterol alto), e como produto também foi processado com o resíduo do fruto servirá assim como uma fonte rica de fibras, podendo trazer benefícios a saúde.

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.

_____ Data: ____/ ____/ ____
Assinatura do participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Avaliação sensorial de cereal matinal extrusado a base de farinha de pupunha e farinha de milho.

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 cereal matinal extrusado a base de farinha de pupunha e farinha de milho.

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) Comería sempre | _____ () | Comentários |
| (6) Comería muito frequentemente | _____ () | |
| (5) Comería frequentemente | | |
| (4) Comería ocasionalmente | _____ () | |
| (3) Comería raramente | | |
| (2) Comería muito raramente | _____ () | |
| (1) Nunca comería | | |