

FORMULAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS À BASE DE MISTURAS
DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata*(L.) WALP) E SORGO
GRANÍFERO (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH).

MARIA ALSENIR CARVALHO RODRIGUES

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1986

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Maria Alsenir Carvalho Rodrigues

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 11/04/86

Prof^a. MIRANICE GONZAGA SALES
Orientador da Dissertação

Prof. GERALDO ~~ARRAES~~ MAIA

Prof. JORGE FERNANDO FUENTES ZAPATA

Aos meus pais, FRANCISCO e CLOTILDE

Ao meu esposo, GIUSEPPE

Ao meu filho, ITALO

DEDICO ESTE TRABALHO

AGRADECIMENTOS

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, à Assessoria de Cooperação Internacional/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico-CNPq/NATIONAL SCIENCE FOUNDATION - NSF e ao Conselho Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Ceará (CEDCT), pela oportunidade e apoio financeiro concedidos a realização deste trabalho.

À Professora MIRANICE GONZAGA SALES, pela eficiência de sua orientação, apoio e amizade.

Aos Professores GERALDO ARRAES MAIA e JORGE FERNANDO FUENTES ZAPATA, pelo apoio e valiosas sugestões imprescindíveis a realização deste trabalho.

Aos Professores J. W. STULL, JOSÉ XAVIER FILHO e RENATO DE AZEVEDO MOREIRA, pelas sugestões prestadas para a realização deste trabalho.

Aos Professores do Curso de Mestrado, pelo estímulo dado ao longo do curso.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ/CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, pelo fornecimento das matérias-primas.

Aos colegas do curso de Mestrado, especialmente NÁDIA ACCIOLY NOGUEIRA MACHADO, ARMANDO BARBOSA BAYMA, MARCO ANTÔNIO NOBRE PONTES e MARIA DO CARMO SCHETINI DE MORAES, pelos felizes e alegres momentos de convívio e amizade.

Ao LABORATÓRIO DE ESTATÍSTICA E MATEMÁTICA APLICADA da Universidade Federal do Ceará, pela análise estatística.

Ao Engenheiro de Alimentos PEDRO MATIAS DE VASCONCELOS e à laboratorista VANDIRA ALVES DO NASCIMENTO, pelo auxílio nas determinações analíticas.

À RITA DE CARVALHO FEITOSA, pela amizade e eficiência nos serviços datilográficos.

Ao pessoal de apoio da Secretaria do Mestrado e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

À minha família pelo carinho e apoio.

SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE TABELAS</u>	ix
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xii
<u>RESUMO</u>	xiii
<u>ABSTRACT</u>	xiv
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>Feijão caupi</u> (<i>Vigna unguiculata</i> (L.)Walp). ..	3
2.1.1 - Descrição botânica.....	3
2.1.2 - Origem e distribuição.....	6
2.1.3 - Colheita e beneficiamento.....	6
2.1.4 - Consumo e utilização.....	7
2.1.5 - Armazenamento.....	10
2.1.6 - Aspectos econômicos e produtividade....	12
2.1.7 - Valor nutritivo.....	13
2.1.8 - Compostos tóxicos.....	15
2.1.8.1 - Tanino.....	15
2.1.8.2 - Hemaglutininas.....	18
2.1.8.3 - Inibidor de tripsina.....	20
2.1.9 - Outros efeitos causados pelo feijão cau pi no organismo.....	22
2.1.9.1 - Efeitos da germinação na digestibili- dade.....	22
2.1.9.2 - Flatulência.....	22

	Página
2.2 - <u>Sorgo</u> (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench).....	23
2.2.1 - Descrição botânica.....	23
2.2.2 - Origem e distribuição.....	24
2.2.3 - Tipos de variedades de sorgo.....	26
2.2.4 - Colheita e beneficiamento.....	27
2.2.5 - Armazenamento.....	28
2.2.6 - Utilização do sorgo.....	29
2.2.7 - Aspectos econômicos.....	31
2.2.8 - Valor nutritivo.....	34
2.2.9 - Compostos tóxicos.....	38
2.2.9.1 - Tanino.....	38
2.2.9.2 - Durrina.....	38
2.3 - <u>Formulação de alimentos</u>	39
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	45
3.1 - <u>Material</u>	45
3.2 - <u>Métodos</u>	45
3.2.1 - Processamento das farinhas de feijão cau pi e sorgo granífero.....	45
3.2.1.1 - Obtenção da farinha de feijão caupi...	45
3.2.1.2 - Obtenção da farinha de sorgo granífero.	47
3.2.2 - Formulação dos produtos.....	47
3.2.2.1 - Obtenção das misturas das farinhas....	47
3.2.2.2 - Formulação de biscoitos.....	47
3.2.3 - Análises químicas das farinhas e misturas de feijão caupi e sorgo granífero e dos biscoitos elaborados com este material..	50
3.2.3.1 - Umidade.....	51
3.2.3.2 - Proteína.....	51
3.2.3.3 - Lipídios totais.....	52

3.2.3.4 - Cinzas.....	53
3.2.3.5 - Carboidratos.....	53
3.2.3.6 - Fibra.....	53
3.2.3.7 - Amido.....	54
3.2.3.8 - Glicídios redutores, em glicose.....	55
3.2.3.9 - Glicídios não redutores, em sacarose..	56
3.2.3.10 - Glicídios totais.....	57
3.2.3.11 - Análise de aminoácidos.....	57
3.2.3.12 - "Score" de aminoácidos.....	58
3.2.3.13 - Tanino.....	58
3.2.3.14 - Determinação da atividade hemaglutinan te.....	60
3.2.3.15 - Determinação da atividade antitriptica	61
3.2.4 - Análise sensorial dos biscoitos.....	63
3.2.4.1 - Análise estatística.....	64
3.2.5 - Estudo da estabilidade dos biscoitos for mulados.....	64
3.2.5.1 - Índice de peróxido.....	65
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	66
4.1 - <u>Análises químicas das farinhas e misturas das farinhas de feijão caupi e sorgo graní- fero e dos biscoitos elaborados com este material</u>	66
4.2 - <u>Análise sensorial dos biscoitos</u>	77
4.3 - <u>Estudo da estabilidade dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50 em diferentes embalagens</u>	83
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	90
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	92
7 - <u>ANEXOS</u>	103

LISTA DE TABELAS

TABELAS

Página

1	Utilização do Caupi no Mundo [*]	9
2	Quantidade de leguminosas ingeridas diariamente nos Países Tropicais [*]	11
3	Composição química do feijão caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp) conforme vários autores.....	14
4	Influência da variação geográfica na composição química de algumas sementes tropicais de leguminosas cruas ^{***}	16
5	Produção, área e rendimento dos cinco principais cereais cultivados no mundo - 1978.....	32
6	Composição química de grãos de sorgo e milho segundo vários autores.....	36
7	Composição do sorgo e de suas frações dessecadas manualmente.....	37
8	Fórmula de quatro tipos de biscoitos usando misturas percentuais de 30/70 e 50/50 de farinhas de feijão caupi e sorgo graminífero, respectivamente.....	49
9	Análise química das farinhas de feijão caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp), sorgo graminífero (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) e das misturas 30/70 e 50/50 das farinhas	67

TABELAS

Página

10	Aminoácidos da farinha de sorgo granífero (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench)	69
11	"Score" dos aminoácidos essenciais da farinha de sorgo granífero.....	70
12	Análise química dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50.....	71
13	Carboidratos nos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50.....	72
14	Aminoácidos dos biscoitos com coco, misturas 30/70 e 50/50.....	74
15	Aminoácidos dos biscoitos com canela, misturas 30/70 e 50/50.....	75
16	"Score" dos aminoácidos essenciais dos biscoitos com coco e com canela nas misturas 30/70 e 50/50.....	76
17	Análise da atividade hemaglutinante dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50.....	78
18	Análise da atividade antitriptica dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50.....	79
19	Resultados da análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50.....	80
20	Resultados da análise sensorial expressos pelo percentual de respostas as variáveis "gostei" e "não gostei".....	82
21	Análises químicas dos biscoitos com coco, mistura 30/70, em diferentes embalagens durante o armazenamento.....	84

TABELAS

Página

22	Análises químicas dos biscoitos com <u>cane</u> <u>la</u> , mistura 30/70, em diferentes <u>embala</u> <u>gens</u> durante o armazenamento.....	85
23	Análises químicas dos biscoitos com coco, mistura 50/50, em diferentes embalagens durante o armazenamento.....	86
24	Análises químicas dos biscoitos com <u>cane</u> <u>la</u> , mistura 50/50, em diferentes <u>embala</u> <u>gens</u> durante o armazenamento.....	87
A25	Análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela quando fixada a idade das <u>cri</u> <u>anças</u> , para a variável "gostei", valores de Zc.....	108
A26	Análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela, quando fixada a mistura, <u>pa</u> <u>ra</u> variável "gostei", valores de Zc.....	109

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		Página
1	Morfologia da planta do feijoeiro (segundo VILALOBOS, 1981)	5
2	Sorgo granífero (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) (segundo EMBRATER, s.d.)	25
3	Fluxograma das operações seguidas para obtenção da farinha integral de feijão caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp)	46
4	Fluxograma das operações seguidas para obtenção da farinha de sorgo integral (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench)	48
A5	Ficha utilizada na análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela para crianças na faixa etária de 5 a 7 anos	105
A6	Ficha utilizada na análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela para crianças na faixa etária de 8 a 12 anos	106

RESUMO

Para a realização deste trabalho foram utilizadas como matérias-primas feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), procedentes de uma Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

Foram elaboradas farinhas de feijão caupi (torrada em forno convencional) e de sorgo granífero (farinha crua) e misturas das farinhas de feijão e sorgo nas proporções de 30% de farinha de feijão e 70% de farinha de sorgo (30/70) e 50% de farinha de feijão e 50% de farinha de sorgo (50/50). A partir destas farinhas foram formulados dois tipos de biscoitos, com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50. Os biscoitos foram armazenados à temperatura ambiente, em embalagens de plástico, alumínio e lata, durante 90 dias para o estudo de estabilidade.

Foi realizada a caracterização química dos biscoitos e das farinhas utilizadas nas formulações. Constatou-se que a atividade antitriptica dos biscoitos foi insignificante, a atividade hemaglutinante foi zero, lipídios totais variaram de 18 a 23%, taninos oscilaram entre 184 a 322mg/100g e o índice de peróxido ficou entre 0 e 40meq/kg de óleo. O "score" de aminoácidos cresceu com a mistura das farinhas (feijão caupi e sorgo), melhorando a quantidade da proteína e o valor nutricional dos biscoitos.

A análise sensorial foi efetuada nos biscoitos, logo após o processamento, e revelou uma ótima aceitação por parte dos provadores dos biscoitos com coco e na mistura 30/70 dos biscoitos com canela.

ABSTRACT

This work was undertaken using cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) and sorghum *bicolor* (L.) Moench from an experimental station of the Universidade Federal do Ceará.

Cowpea flour was produced following the heat treatment in a conventional oven, 160°C; sorghum flour was prepared from raw sorghum, and mixtures of the two flours were made in the proportions of 30%/70% (cowpea flour: sorghum flour) and of 50%/50%; two types of cookies were developed using those mixtures, flavored with cinnamon and coconut.

The study of the product stability was done by packing the cookies in plastic bags, aluminum foil and can, at room temperature, up to 90 days.

Chemical characteristics of the flours and cookies were done. It was found that the trypsin activity was not significant; the hemagglutinin activity was zero, lipid content was between 18 to 23%; tannins ranged from 184 to 322mg/100g and peroxide index from zero to 40meq/kg of oil. The amino acid "score" of the mixture was higher than that in separate flours improving the nutritive value of the cookies.

The sensory evaluation of the products was done with children and the results showed that the two types of cookies were very well accepted by them.

1 - INTRODUÇÃO

Segundo CHAVEZ (1980), o problema da desnutrição proteico-calórica nas regiões pertencentes aos países em desenvolvimento e ainda nos países desenvolvidos, tem merecido atenção mundial. Atualmente, sabe-se que a desnutrição proteica é mais um problema econômico do que médico.

FREITAS FILHO (1980) comenta que segundo dados estimados pela Fundação INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), cerca de quatorze milhões de pessoas que auferem renda, ou seja, 52% da população, ganham até um salário mínimo e que 75% da força de trabalho têm renda inferior a dois salários mínimos. Estes dados, mostram o baixo poder aquisitivo de uma fração importante da população brasileira e explicam em grande parte as condições de vida em que ela se encontra.

Muito se tem falado do elevado índice de desnutrição no Brasil, especialmente na região Nordeste e da deficiência de proteína animal disponível para o adulto e em especial para as crianças. Existem numerosos trabalhos acerca da possibilidade de empregar proteínas de origem vegetal na alimentação infantil.

O feijão é uma importante fonte de proteínas, calorias, vitaminas e sais minerais para a dieta humana. Mesmo apresentando uma concentração protéica bastante elevada, o baixo teor de aminoácidos sulfurados do feijão faz com que as suas proteínas sejam classificadas como de baixo valor biológico, sendo, portanto incapazes de manter a vida.

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma importante fonte de calorias e proteínas na dieta do Nordeste brasileiro, especialmente nas camadas mais pobres da população onde a ingestão de proteína animal é irrisória.

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é também uma cultura de grande importância para a alimentação humana nas regiões da África e Ásia, crescendo principalmente naquelas secas e quentes, sendo atualmente cultivado na região do Nordeste brasileiro.

Este trabalho teve como objetivo a elaboração e avaliação de vários tipos de biscoitos, utilizando-se misturas de farinhas de feijão caupi e sorgo granífero, visando a melhoria do valor nutritivo, através da utilização de uma tecnologia simples e barata.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

2.1.1 - Descrição botânica

Os taxonomistas têm encontrado certa dificuldade na classificação do feijão caupi, em virtude do grande número de espécies, subespécies, variedades e formas. O caupi é classificado da seguinte maneira: Classe: *Dicotyledoneae*, Ordem: *Rosales*, Família: *Leguminosae*, Subfamília: *Papilionoideae*, Gênero: *Vigna*, Espécie: *Vigna sinensis* (L.) Savi ou *Vigna unguiculata* (L.) Walp., (ARAÚJO et alii, 1984 e REGO NETO et alii, 1981).

Verificam-se, na literatura, diversos nomes científicos para o feijão caupi, o que causa certa confusão e dificuldade entre os técnicos, produtores e aqueles que, de algum modo, estão envolvidos com a cultura. Conclui-se que os diferentes nomes científicos referem-se, na verdade, a uma mesma espécie cuja nomenclatura de uso generalizado internacionalmente é *Vigna unguiculata* (L.) Walp, sendo, portanto, o nome científico aceito atualmente para o feijão caupi, (REGO NETO et alii, 1981).

Segundo ARAÚJO et alii (1984), ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE MOSSORÓ (1980), FILGUEIRA (1981), PAULA (1939) e REGO NETO et alii (1981), há diversas designações vulgares para o caupi, variando de região para região no Brasil. Na região Nordeste: feijão-de-vagem, feijão-de-vara, feijão-gurutuba, feijão-mineiro, feijão-miúdo, feijão-de-vaca, feijão-vigna, ervilha-de-vaca, fava-de-vaca, feijão-caupi, fei

jão-de-corda. Na região Norte: feijão-de-praia, feijão-de-colônia, feijão-de-corda, feijão-caupi, caupi e feijão-vara. Em outras regiões: feijão-de-corda, feijão-de-macaçar, feijão-macassar, feijão-pardo, feijão chocha-bunda, feijão-verde, feijão fradinho, feijão-manteiga.

Segundo ARAÚJO et alii (1984), as cultivares de caupi tradicionalmente plantadas no Brasil são as do tipo ramadoras, e algumas, quando cultivadas em solos de baixa fertilidade, apresentam um desenvolvimento limitado dos ramos, exibindo, assim, um aspecto arbustivo, comumente denominado de moita. São reconhecidas pela coloração e forma do grão, estando o seu nome vulgar ou comercial, na maioria das vezes, associado a estas características. No entanto, as cultivares podem ser distinguidas por outros caracteres tais como cor da flor, altura da inserção da vagem, cor, forma e tamanho da vagem, forma da folha, pigmentação das partes reprodutivas e vegetativas, parte da planta, precocidade, maturação, produtividade etc., que permitem uma melhor caracterização, (Vide FIGURA 1).

As vagens e sementes variam em forma, cor, tamanho e número. As sementes distribuem-se linearmente ao longo da vagem e, em média, medem de 2 a 12mm de comprimento e pesam de 5 a 30 gramas por 100 sementes. O tegumento pode ser liso ou rugoso, (ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE MOSSORÓ, 1980).

De um modo geral, o produtor tem a sua cultivar de preferência, normalmente determinada através da cor, tamanho do grão e ciclo. As cultivares recebem as mais variadas de denominações, tais como: Pingo-d'água, Piso-do-ano, Cancão, Dorminhoco, Adonias, Pitiúba, Engana-ladrão, rajadão, sem pre-verde e outros, (REGO NETO et alii, 1981).

De acordo com MIRANDA et alii (1984), a cultura do feijão macassar é realizada, quase que em sua totalidade, em condições de sequeiro, ou seja, na dependência das chuvas. A má distribuição das chuvas muitas vezes provoca a perda parcial ou total da cultura. Por esta razão, programas e pesquisas de melhoramento genético vêm sendo realizados e cultivares que toleram melhor as estiagens prolongadas foram

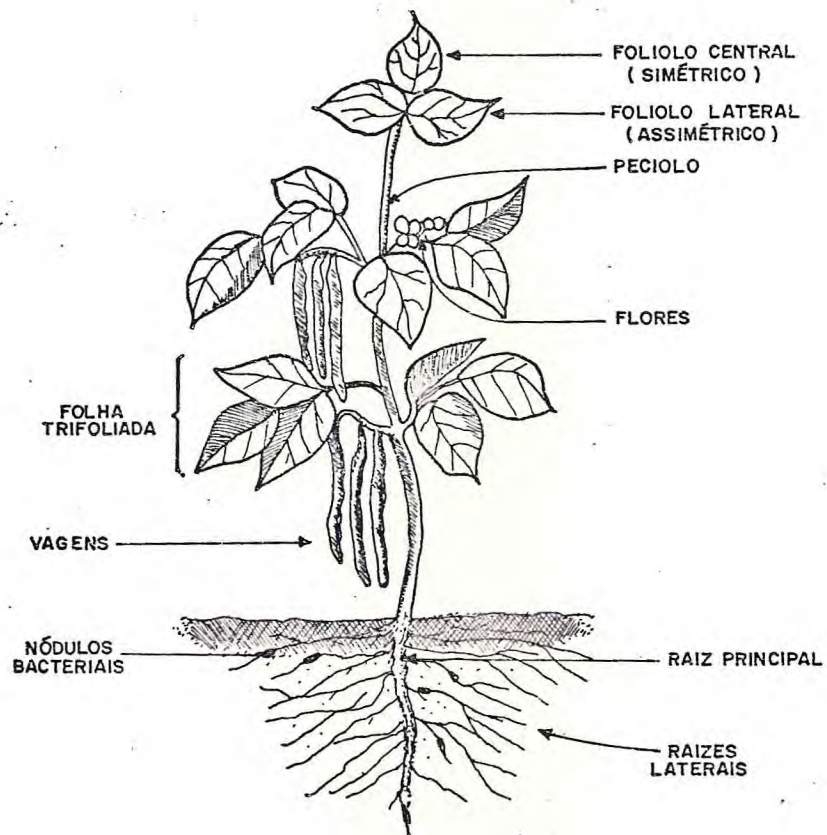


FIGURA 1 - Morfologia da planta do feijoeiro (segundo VI LALOBOS, 1981).

criadas.

2.1.2 - Origem e distribuição

A origem do feijão caupi é bastante controvertida. Aceita-se, no entanto, atualmente como sendo uma planta nativa da África, predominante nas regiões semi-áridas do Oeste da África, onde se encontra uma das maiores áreas de produção. Foi introduzido no Brasil, provavelmente no Estado da Bahia no século XVII, inicialmente pelos portugueses, trazido possivelmente da Ilha de Makassar, na Indonésia, seguindo-se pelos espanhóis e escravos africanos. Novas cultivares foram introduzidas por colonos norte-americanos no Estado de São Paulo, nas regiões da Ribeira do Iguape, vale do rio Juquiá, Santa Bárbara, Vila Americana e outras áreas. Disseminado por todas as regiões do Brasil, o feijão caupi, contudo, adaptou-se melhor às condições climáticas do Norte e Nordeste, onde encontrou também maior aceitação popular, possivelmente em virtude de sua adaptabilidade, vindo a constituir-se no alimento básico da dieta da população rural dessas regiões, (ARAÚJO et alii, 1984; PAULA et alii, 1939 e REGO NETO et alii, 1981) ..

2.1.3 - Colheita e beneficiamento

Segundo ARAÚJO et alii (1984), os métodos de colheita variam com a finalidade da mesma, disponibilidade de equipamentos, custo de mão-de-obra e com o tipo de maturação da cultivar. O caupi pode ser colhido manual e mecanicamente. Na colheita manual, o caupi pode ser colhido verde ou seco e esta é praticada onde há disponibilidade de mão-de-obra. Apesar de ser o método mais demorado e trabalhoso, é o que representa menor grau de perdas no campo, permitindo a seleção manual das vagens, principalmente nas cultivares de ma

turação desuniforme (Seridô, Pitubá, Sempre-verde). A colheita mecânica, ainda pouco utilizada no Brasil, é recomendada para as regiões onde há escassez de mão-de-obra e são cultivadas áreas extensas. Nestas condições, este método pode ser mais rápido e econômico. As menores percentagens de perdas na colheita são obtidas quando as cultivares são eretas ou semi-eretas e têm maturação uniforme.

O ciclo da cultura está em torno de 60 a 90 dias. No geral, a colheita manual tem seu início quando começa a secagem das primeiras vagens, (REGO NETO et alii, 1981).

De acordo com FILGUEIRA (1981), para a produção de grãos verdes, o ciclo é abreviado. Colhem-se as vagens ainda não totalmente maduras, com coloração amarelada, esverdeada ou manchada de púrpura, conforme a cultivar.

Na prática, a colheita manual se caracteriza pela retirada das vagens da planta, e à medida que vão sendo colhidas são depositadas nos vasilhames (sacos, cestos, balaios, etc.) e conduzidas ao beneficiamento. Antes, porém, as vagens passam por uma secagem, sendo esta feita no próprio terreiro, a sol aberto, em esteiras de lona, (REGO NETO et alii, 1981).

O beneficiamento é realizado através de batedura das vagens com um pedaço de madeira (varas). Em seguida os grãos são separados da palha manualmente ou pela ventilação. A trilhadeira mecânica, dependendo do poder aquisitivo do produtor pode ser utilizada para o beneficiamento do feijão caupi, (REGO NETO et alii, 1981).

2.1.4 - Consumo e utilização

Embora haja evidência do cultivo e utilização de feijão seco como alimento desde os tempos pré-blíbicos, o registro acurado do cultivo de legumes vem somente do século XVI. Hoje, sementes de legumes secos são usadas para alimentação em todo o mundo. O uso de leguminosas como alimen

tos na Índia e em outros países do Oriente são em alguns aspectos, similar, existindo contudo contraste com a sua utilização no mundo Ocidental. A diferença mais importante da utilização das leguminosas como alimento, entre o Ocidente e o Oriente é a forma como são usadas e o processo empregado para prepará-las, (ROCKLAND & NISHI, 1979).

O consumo de leguminosas em muitos países, principalmente naqueles onde este alimento faz parte da dieta habitual da população, é de conhecimento geral, de acordo com BRESSANI & ELIAS, citados por (BRESSANI et alii, 1976).

As diversas pesquisas desenvolvidas pelo Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) nos países Centroamericano, indicam que nas dietas urbanas, o feijão aporta 17% da ingestão protéica, e 8,7% da ingestão calórica, enquanto que no caso das dietas rurais, proporciona até 26% da ingestão protéica e 13% da ingestão calórica, segundo FLORES et alii, citados por (BRESSANI et alii, 1976).

Segundo ANGELIS (1981), nos países da América Latina, excluindo Argentina, Uruguai e Paraguai, o consumo de cereais e leguminosas é em média de 389 e 16g/dia respectivamente. No Brasil o consumo per capita do feijão é um dos maiores do mundo e corresponde a 64g/dia, fornecendo cerca de 220 kcal/dia.

O caupi, no Brasil, pelo seu excelente valor nutritivo, é plantado principalmente para produção de grãos, secos ou verdes, visando ao consumo humano, "in natura", na forma de conserva ou desidratado. Em outros países, o caupi tem diversas utilidades, sendo aproveitadas todas as partes da planta (raízes, folhas, caules, vagens e grãos) para o consumo humano, como mostra a TABELA 1, (ARAÚJO et alii, 1984 e EMBRAPA, 1981).

A preferência pela coloração e tamanho dos grãos é bastante variada, dependendo do hábito alimentar regional. São encontrados no mercado sementes pequenas, médias e grandes. A cor da semente é uma característica qualitativa extremamente importante para o consumo e a comercialização, podendo apresentar as seguintes cores: branco, branco com

TABELA 1 - Utilização do Caupi no Mundo*.

Utilização	Países
Alimento (grãos seco)	Brasil**, Uganda, Marrocos, Senegal, Tanzânia.
Alimento (grãos verdes)	Brasil, Senegal, Tanzânia.
Alimento (raízes)	Sudan e Etiópia.
Alimento (conserva)	USA.
Alimento (verduras, raízes e folhas jovens)	África Tropical.
Forrageira	Brasil, Austrália, Índia.
Pastagens	Brasil, Austrália.
Adubo Verde	Vietnã, Rodésia.
Fibras e substituto do café	Nigéria.

* - Dados extraídos da recente revisão publicada no FIELD CROP ABSTRACT vol. 27, nº 7 - COWPEA (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) por J. SUMMER FIELD, PA. HUXLEY e W. STEELE.

** - A inclusão do Brasil é complementação do CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DO ARROZ E FEIJÃO (CNPAP) - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA, 1981).

hilo preto, branco com hilo castanho, mulatinho, vermelho, preto, bicolor marmorizado, bicolor pontilhado, bicolor malhado e tricolor. Para consumo das sementes verdes a cor não tem nenhuma importância, (ARAÚJO et alii, 1984, e EMBRAPA, 1981).

O consumo de caupi em 1974/75 no Brasil, foi estimado em 531.215t das quais 76% foram consumidas na zona rural. Mais de 70% de caupi foram produzidos e consumidos na própria fazenda. No mesmo período, estima-se que a família nordestina gastou em torno de 4,3% do orçamento familiar com o caupi, (EMBRAPA, 1981).

As leguminosas constituem a principal fonte de proteínas e calorias em muitas áreas tropicais, com a ingestão diária de grãos de legumes em alguns lugares excedendo a 100g por pessoa como indicado na TABELA 2. Em adição ao fornecimento de proteína e calorias, os grãos são importantes fontes de várias vitaminas do complexo B, minerais e fibras, (ROCKLAND & NISHI, 1979).

2.1.5 - Armazenamento

Logo após a colheita, quando o produto não vai ser imediatamente comercializado, as sementes devem ser secadas, beneficiadas, fumigadas e armazenadas adequadamente, (VARELA, 1978). O armazenamento do grãos é feito com o objetivo de assegurar o consumo até a safra seguinte e garantir semente para o próximo plantio, (REGO NETO et alii, 1981). As sementes podem ser armazenadas por longo período, em tambor de zinco, latas, e garrafas, todas hermeticamente fechadas, para eliminar o oxigênio e impedir o desenvolvimento de insetos, (ARAÚJO et alii, 1984). Estes métodos, permitem a conservação do produto por um período superior a 12 meses, com a vantagem de preservar a boa qualidade da semente, mantendo-a livre da infestação de insetos. Portanto, normalmente não ocorre perda de sementes a nível de agricultor durante o armazenamento. No entanto, as sementes destinadas à comercia

TABELA 2 - Quantidades de leguminosas ingeridas diariamente nos Países Tropicais*.

Países	Ingestão diária g/pessoa
Saara do Sul	10 a 150
Países do Togo	13 a 140
Índia	14 a 114
Venezuela	85
Nicarágua	85
Guatemala	44 a 58
Brasil	48
México	42
Haiti	30
Filipinas	14
Java Ocidental	6
Nova Guiné	3

* - Adaptado por BRESSANI (1973) e PARWARDHAN (1968) citado ROCKLAND e NISHI (1979).

lização, acondicionadas em sacos de panos ou aniagem, após o segundo ou terceiro mês de exposição ao ambiente, sofrem danos causados pela proliferação de insetos, (EMBRAPA, 1981 e REGO NETO et alii, 1981).

Além dos métodos acima citados, ARAÚJO et alii (1984) informam que é comum conservar o caupi na própria vagem, em camadas de areia fina ou cinza da vagem, ou ainda, untado com óleo vegetal ou banha de origem animal.

As sementes não devem ser armazenadas com alto teor de umidade, ou em ambientes com alta umidade relativa, porque isto favorece o ataque de fungos que causam sua deterioração. Recomenda-se armazenar as sementes quando estas apresentarem um teor de umidade de 10 a 12% e também fazer o expurgo dos grãos no ato do armazenamento, (REGO NETO et alii, 1981 e VARELA et alii, 1978).

De acordo com CONSTANTINO, citado por BASTOS (1973), as condições inadequadas de armazenamento do feijão, sobretudo o teor de umidade e a duração do produto nos depósitos, podem provocar o escurecimento da semente.

2.1.6 - Aspectos econômicos e produtividade

De acordo com ROCKLAND & NISHI (1979), cerca de 40% da produção mundial de leguminosas e 20% do feijão soja são produzidos dentro de áreas tropicais. Há diferenças significativas em ambos os tipos e quantidades de legumes produzidos em cada área. A Ásia Tropical é a maior produtora de leguminosas com exceção da soja. A Índia e África produzem a maior variedade de leguminosas, enquanto que a América Central produz quase exclusivamente cultivares de *P. vulgaris*.

No Brasil, a cultura do caupi é encontrada em todo território nacional, cultivado principalmente nas regiões Nordeste (em torno de 96% de sua produção) e Norte e em menor escala, nas regiões Sul e Centro-Oeste. É extremamente importante não só nutricionalmente, pois contribui com 31%

da proteína consumida no Nordeste, como também pelo seu papel na economia regional. Na região Nordeste, o caupi situou-se no triênio 1975/1977, entre as cinco principais culturas temporárias, destacando-se o Ceará e o Rio Grande do Norte quanto à importância econômica da cultura. Na região Norte, a participação do caupi tem importância secundária e sua produção representa 4,4% do total produzido no Nordeste, (EMBRAPA, 1981).

O feijão no Nordeste inclui duas espécies, *Phaseolus vulgaris* (L.) e *Vigna unguiculata* (L.) Walp., não havendo estatística que permita uma separação exata entre suas produções. Estima-se que 73% do feijão no Nordeste sejam caupi, sendo, portanto, o grande determinante das tendências de áreas, produção, e produtividade da região, (EMBRAPA, 1981).

2.1.7 - Valor nutritivo

O uso potencial de leguminosas como fonte de proteínas para melhorar a nutrição humana tem sido de bastante interesse para a alimentação e nutrição da população, aponta OLIVEIRA, citado por (JAFFE et alii, 1975).

As sementes secas de leguminosas são uma rica e econômica fonte de proteína da dieta. As leguminosas constituem parte integral da dieta humana no subcontinente da Índia, América Latina e Países da África. O feijão seco é uma fonte de quantidade razoável de proteína, vitaminas, certos minerais e são excelentes fontes de carboidratos complexos e fibras da dieta, como é ilustrado na TABELA 3. Entretanto, como fonte de proteína, as leguminosas são geralmente de inferior qualidade nutricional do que as fontes de origem animal devido à deficiência em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) e triptofano, (DESHPANDE & CHERYAN, 1983 e PHILLIPS & ADAMS, 1983).

De acordo com DESHPANDE & CHERYAN (1983), o feijão seco apresenta vários componentes indesejáveis tais como fi

TABELA 3 - Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) conforme vários autores.

Autores/Análise	Umidade	Proteína	Gordura	Carboidratos	Fibras	Cinzas	Cálcio	Fósforo	Metionina	Lisina	Cistina	Triptofano
REGO NETO <u>et alii</u> (1981)*	-	28,94g	1,46g	47,46g	6,27	3,67g	127,17mg	458,24mg	232,32mg	1599,00mg	255,00mg	254,00mg
SALES (1980)	9,6%	22,9%	1,60%	57,7%	4,1%	0,3%	-	-	-	-	-	-
ELIAS <u>et alii</u> (1976)	10,3%	23,1%	1,60%	-	4,1%	3,2%	-	-	0,891g/16gN	5,8g/16gN	-	-
MEINERS <u>et alii</u> (1976)	16,2g/100g	21,2g/100g	1,3g/100g	58,2g/100g	6,0g/100g	3,1g/100g	-	-	-	-	-	-
CARVALHO & MONTEIRO(1969)	9,10%	23,19%	1,90%	58,91%	2,90%	4,0%	0,08%	0,76%	-	-	-	-
EMBRAPA (1981)	-	28,94g	1,40g	47,46g	6,27g	3,67g	127,17mg	458,24mg	232,32mg	-	-	-
IBGE (1981)	10,6g	24,1g	1,2g	60,7g	4,9g	3,4g	77mg	420mg	141mg	427mg	-	68mg
FRANCO (s.d.)	-	22,64g	1,15g	61,80g	-	-	-	-	-	-	-	-
PAULA (1939)**	14,81%	20,75%	1,44%	55,72%	4,06%	3,22%	-	-	-	-	-	-
PAULA (1939)***	11,90%	24,13%	1,50%	53,83%	5,30%	3,34%	-	-	-	-	-	-

* - FONTE: EMBRAPA/CNPAF (1980) e FREIRE FILHO et alii (1977).

** - FONTE: Média de variedades produzidas e analisadas na América do Norte segundo WINTON.

*** - FONTE: INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - S.P.

s.d. - Sem data.

tatos, compostos fenólicos, inibidores de enzimas, hemaglutininas (lectinas), fatores flatulogênicos, que devem ser eliminados para uma eficiente utilização do feijão. Felizmente, os fatores antinutricionais dos proteináceos tais como inibidor de tripsina, hemaglutinina, protease inibitória, são lábeis ao calor e são largamente destruídos por cocção, (PHILLIPS & ADAMS, 1983).

Em comum com muitos sistemas biológicos, amplas diferenças têm sido observadas nas propriedades químicas e nutricionais de variedades e cultivares de leguminosas. O conteúdo de proteína da maioria das leguminosas cruas é relativamente constante, enquanto os lipídios totais variam muito. Existem também variações no tamanho, cor e na composição química, como têm sido observadas entre cultivares de três variedades de feijão os quais foram cultivados em países diferentes, como é mostrado na TABELA 4, (ROCKLAND & NISHI, 1979).

O feijão caupi possui importantes qualidades nutricionais, apresentando um elevado teor de proteínas e outros nutrientes. O seu valor nutritivo é considerado superior ao do feijão *Phaseolus vulgaris*, (REGO NETO et alii, 1981).

2.1.8 - Compostos tóxicos

As leguminosas contêm vários fatores tóxicos e antinutricionais, os quais interferem com os processos digestivos e prejudicam a utilização eficiente dessas proteínas, (PHILLIPS & ADAMS, 1983 e ROCKLAND & NISHI, 1979). Entre estes fatores destacam-se:

2.1.8.1 - Tanino

O termo "tanino" aplicado a alimentos, engloba dois tipos de compostos. O primeiro compreende os "taninos con

TABELA 4 - Influência da variação geográfica na composição química de algumas sementes tropicais de leguminosas cruas***.

Leguminosas	Peso da semente	Proteína (Nx6,25)	Lipídio	Fibra	Cinza	Açúcares redutores	Açúcares totais	Potássio	Cálcio	Magnésio	Sódio
Local**	mg/sem	%	%	%	%	%	%	%	mg	mg	mg
<i>Canajus Cajan</i>											
Índia (12)	80-141	22,4	1,75	7,70	4,49	0,18	4,01	1,54	133	144	42
África (1)	99	20,9	2,08	9,52	3,99	0,96	4,77	2,08	258	-	-
<i>Cicer Arietinum</i>											
Índia (5)	160-200	17,8	6,05	7,47	3,68	0,21	3,11	1,02	132	134	114
USA (1)	479	18,8	7,59	2,62	2,83	0,18	5,16	0,99	101	120	14
<i>Vigna unguiculata</i>											
África (1)	119	27,3	1,37	5,27	4,04	0,77	5,01	1,99	117	-	-
USA (1)	200	24,4	1,63	3,09	3,77	0,24	6,20	1,40	34	222	3

* - Calculado por base umidade livre.

** - Número de cultivares em parênteses.

*** - FONTE: ROCKLAND & NISHI (1979).

densados", que podem ser dímeros em C-C 4,8 ou 2,8, ou dímeros de catequina e compostos afins com ligações 3,3 éter. O segundo tipo corresponde aos "taninos hidrolizáveis", incluindo os galotaninos e os elagitaninos. Existem alguns compostos que são combinações dos dois tipos de tanino, (FENNE MA, 1982). Os taninos condensados constituem a maior porção do conteúdo de tanino do feijão seco (REDDY et alii, 1985).

Em virtude de sua estrutura polifenólica, o tanino é capaz de interagir com as proteínas para formar complexos que tendem a ser mais fortes à medida que aumenta o peso molecular do polifenol. O complexo se forma entre os grupos OH do polifenol e os grupos CO das ligações peptídicas das proteínas, (MONDRAGON & GONZÁLEZ, 1977).

Embora as leguminosas (feijões secos e ervilhas) forneçam uma fonte barata de proteínas para muitas populações do mundo, elas contêm tanino, o qual pode causar anemia, retardação do crescimento e contribuir para má nutrição protéico-calórica em crianças, (LEAGUE FOR INTERNATIONAL FOOD EDUCATION, 1985).

O tanino no feijão seco está localizado principalmente na casca das sementes, variando o teor entre 0,0 a 2,0%, dependendo da espécie e da cor da casca do grão. É determinado por vários métodos e expresso como catequina ou ácido tânico, (REDDY et alii, 1985).

As leguminosas com a mais alta concentração de tanino são: ervilha pinto, caupi, grão-de-bico, feijão-cavalo, feijão-lima e ervilha, (LEAGUE FOR INTERNATIONAL FOOD EDUCATION, 1985).

A concentração de tanino, segundo REDDY et alii (1985), é influenciada pela idade, armazenamento, culturas, maturação e condições de cultivo do feijão.

Segundo REDDY et alii, (1985), vários métodos de processamento e tratamento químico têm sido experimentados para eliminar tanino de feijão seco. Estes incluem remoção física de tanino por moagem e separação da casca, remolho do feijão, cocção, germinação, adição de agentes que complexam com tanino da dieta, adição de agentes que auxiliam na desin

toxicação metabólica de tanino, e tratamento químico de alimentos.

Os seres humanos consomem muitos alimentos com considerável quantidade de tanino. Fontes comuns de tanino na dieta incluem feijão seco, ervilha enlatada e congelada, produutos de cereal, vegetais verdes e folhosos, café, chá, cidra e alguns vinhos. A ingestão de flavonas diméricas está em torno de 400mg/dia em dietas humanas de uma variedade de fontes. A análise de consumo de dietas em diferentes regiões da Índia indicam que a ingestão diária de tanino varia de 1500 a 2500mg, (REDDY et alii, 1985).

Os efeitos antinutricionais do tanino em feijão seco têm sido discutido porque diferem entre as espécies animais e de aves. Certos tipos de tanino são relacionados por serem completamente tóxicos para algumas espécies animais e de aves, mas têm pouco ou nenhum efeito em outros. Efeitos biológicos de tanino em seres humanos e animais variam consideravelmente.

Os efeitos deletérios de vários tipos de taninos são: diminuição da ingestão de alimentos; formação de tanino complexos com proteínas, carboidratos e outros polímeros em alimentos, como também, com certos íons metálicos (por exemplo, o ferro) em condições adequadas de concentração de pH; inibição de enzimas digestivas e aumento da excreção de proteínas endógenas, DESHPANDE et alii, e PRICE & BUTTLER, citados por (REDDY et alii, 1985).

2.1.8.2 - Hemaglutininas

Hemaglutininas são proteínas que têm uma interessante capacidade para aglomerar ou aglutinar as células vermelhas do sangue (R B C) de um modo similar aos anticorpos. Além disso, como os anticorpos, elas apresentam uma notável especificidade podendo atuar em alta diluição em uma classe de eritrócitos. Cada hemaglutinina é, portanto, claramente diferente de todas as outras e deve ser estudada individual

mente. Também, a composição de diferentes hemaglutininas pode ser totalmente diferentes da outra.

Segundo BOYD & SHAPLEIGH (1954), as hemaglutininas têm sido encontradas geralmente em plantas (fitohemaglutininas). Por causa da especificidade de sua ação nas células vermelhas do sangue (RBC) de diferentes animais, tem sido sugerido o termo lectinas derivado da palavra latina "legere".

Um grande número de alimentos, tais como frutas, sementes ou tubérculos contêm aglutininas. Exemplos incluem batatas, (KRUPPE & ENSGRABER, 1962), bananas, mangas, (KRUGTEN et alii (1956) e germe de trigo, (LISKE & FRANKS, 1968) mas nada é conhecido acerca de sua possível ação tóxica, sendo o grupo mais estudado a este respeito as leguminosas. Muitas sementes de leguminosas, além de lectinas, contêm outros fatores tóxicos, especialmente enzimas inibitórias.

Como as proteínas, as fitohemaglutininas são lábeis ao calor. Cocção normal destrói sua ação específica, (HUPRIKER & SOHONIE, 1965). O feijão, no estado cru contém uma grande quantidade de fatores antinutricionais que, ingeridos por animais em experimentos, afetam de forma adversa o seu crescimento, chegando inclusive a produzir a morte, (HINTZ et alii, 1967 e JAFFÉ & VEGA, 1968). Diversos autores tem demonstrado que alguns tipos de hemaglutininas são os principais fatores responsáveis por esta ação tóxica, (JAFFÉ & BRUCHER, 1972 e JAFFÉ, 1968). O grau de aumento no valor nutricional por ação do calor depende da temperatura e do tempo de aquecimento empregado, assim como das condições de umidade da amostra. Uma cocção insuficiente deixa substâncias tóxicas presentes, e um aquecimento em excesso pode resultar em uma redução do valor nutritivo da proteína, devido à alterações no conteúdo de aminoácidos essenciais do feijão, GÓMEZ et alii, citado por PAK et alii, 1978).

Dietas contendo feijão cru ou aglutinina do feijão administrada oralmente causam perda de peso e morte em ratos, (HONAVAR, 1962). Estudos do balanço de dietas têm mostrado que a digestibilidade total e a retenção de nitrogênio são baixas em ratos que ingerem dietas com feijão cru, comparan

do com animais que mantêm uma dieta adequadamente preparada com feijão aquecido. Ratos alimentados com dieta de feijão podem experimentar uma severa hipoglicemia, que pode ser causada por pobre absorção de glicose, (HINTZ et alii, 1967). A interferência de feijão cru na absorção de aminoácidos e na redução da utilização de vitaminas E em pintos tem sido observada, (JAFÉ, 1949).

A toxicidade dos produtos de feijão vai depender do tratamento térmico que eles têm recebido. Alguns dos estágios intermediários da toxicidade podem não ser facilmente detectados.

2.1.8.3 - Inibidor de tripsina

Nos tecidos animais e vegetais se encontram diversos inibidores enzimáticos naturais. Os principais obtidos dos vegetais são os que inibem as enzimas proteolíticas dos mamíferos. Quase todos os inibidores das enzimas proteolíticas são ativos frente à tripsina, ainda que, também, tendam a inibir as enzimas afins, como a quimiotripsina. Eles se encontram em praticamente todas as leguminosas, no trigo, arroz e milho, nas batatas e raízes de beterraba. A maioria desses inibidores encontra-se nas sementes de algumas plantas, entretanto, não estão limitados somente a esta parte da planta, (FENNEL, 1982).

Segundo WAGH et alii (1962) e KAKADE et alii (1959), o baixo valor nutritivo das leguminosas cruas tem sido atribuído, pelo menos em parte, à presença de inibidores de tripsina, hemaglutininas, e à deficiência do conteúdo de aminoácidos sulfurados. Tem sido sugerido que o efeito fisiológico do inibidor de tripsina é estimular o pâncreas a produzir excessivos níveis de enzimas que são perdidas pelo animal através das fezes.

CHERNICK et alii, citados por WAGH et alii, (1962) comentam que prolongada alimentação com soja crua induz, em pintos, um alargamento do pâncreas e um aumento no conteúdo

proteolítico. TAUBER et alii, citados por WAGH et alii, (1962) indicam que preparações purificadas de inibidores de tripsina de feijão-lima inibe diretamente o crescimento de camundango. Estes inibidores causam um aumento no requerimento de certos aminoácidos, notadamente a cistina, devido um aumento da síntese e excreção fecal de enzimas pancreáticas, LYMAN & LEPKOVSKY, e BARNES et alii, citados por (KAKADE et alii, 1970).

PHILLIPS & ADAMS (1983) comentam que a presença da atividade inibitória da protease reduz a digestibilidade e conseqüentemente a qualidade da proteína de todas as fontes em dietas contendo leguminosas cruas.

De acordo com ELIAS et alii, (1976) o conteúdo de inibidores de tripsina em leguminosas varia de acordo com a espécie e variedade.

O calor destrói a maioria dos inibidores vegetais das proteínas, conseqüentemente aumenta seu valor nutritivo. Uma simples cocção é suficiente para inativá-los. A sua destruição depende da temperatura, duração do aquecimento, tamanho das partículas e condições de umidade. Altas temperaturas, aquecimento prolongado, tamanho reduzido das partículas e altos conteúdos de umidade produzem-se maiores destruições dos inibidores de tripsina. Entretanto, o excessivo aquecimento tem efeitos prejudiciais sobre a qualidade nutritiva da proteína, (FENNEMA, 1982).

OLOGHOBO & FETUGA (1983), em um estudo sobre a atividade do inibidor de tripsina em algumas variedades do feijão-lima e como ele é afetado por diferentes métodos de processamento, encontrou que a cocção resulta em uma completa eliminação da atividade do inibidor de tripsina, enquanto autoclavação apresentou baixas percentagens variando entre 73,92 e 89,47%. Foi observado, ainda, aumento na perda da atividade do inibidor de tripsina quando o feijão foi colocado de remolho por algum tempo.

De acordo com DESHPANDE & CHERYAN (1983), o bicarbonato de sódio e soluções mistas de sal, quando usados como meio de remolho, remove efetivamente certos fatores antinu

tricionais do feijão seco. O remolho em bicarbonato de sódio e soluções mistas de sal é reconhecido por reduzir o tempo de cocção do feijão.

2.1.9 - Outros efeitos causados pelo feijão caupi no organismo

2.1.9.1 - Efeitos da germinação na digestibilidade

As leguminosas contêm uma grande quantidade de carboidratos, variando de 55 a 60%. A composição dos carboidratos difere em cada leguminosa, sendo o amido o maior constituinte.

Segundo KUMAR & VENKATARAMAN (1976), durante a germinação, as sementes sofrem acentuadas trocas metabólicas e o perfil estrutural de vários compostos orgânicos são alterados. Uma parte dos carboidratos são hidrolizados para a forma de açúcar mais simples, e as proteínas são hidrolizadas com aumento da atividade proteolítica. Se tal troca afeta o valor biológico e utilização da proteína, não está bem estabelecido.

Segundo ROCKLAND & NISHI (1979), o processo de cozimento remove ou inativa os antinutrientes lábeis ao calor, permitindo uma digestão mais eficiente e assimilação da proteína e amido que compõem a maior porção das sementes das leguminosas.

2.1.9.2 - Flatulência

As leguminosas são conhecidas produtoras de flatulência, sendo algumas mais do que outras, HELLENDORRN, MURPHY e STEGGERDA & DIMMICK, citados por (CALLOWAY et alii, 1971).

De acordo com EL FAKI et alii (1983) o principal cons

trangimento no uso generalizado de leguminosas em dietas-ba se são os fatores flatus (F.F.) que estão a elas associadas. Embora a rafinose e estracnose sejam responsáveis pela flatulência, há informação da produção de flatus por amido e também com outros carboidratos não disponíveis. Nos primeiros, a flatulência é devido à falta de α -galactosidase no trato intestinal humano que impede sua utilização.

Várias técnicas de processamento, com diferentes graus de sucesso, têm sido tentados baseados na opinião de que a flatulência é causada principalmente por oligossacarídeos, (EL FAKI et alii, 1983).

Os resultados do estudo *in vitro* e *in vivo* sobre o efeito do flatus no feijão grão-de-bico (*Cicer arietinum*), caupi (*Vigna sinensis*) e feijão-cavalo (*Dolichos biflorus*) e suas frações isoladas de carboidratos indicam que separadamente dos oligossacarídeos, ambos amido e hemiceluloses contribuíram substancialmente para o efeito total de flatulência destas leguminosas, (EL FAKI et alii, 1983).

STEGGERDA & DIMMICK (1966) numa revisão da literatura mostrou que a flatulência pode ser devida a uma variedade de causas, entretanto, poucas informações são disponíveis para justificar grande variação na concentração de dióxido de carbono. A quantidade de dióxido de carbono numa amostra coletada com flatus tem mostrado uma variação de 1 a 60%. As causas usualmente propostas para flatulência são: ar absorvido, fermentação bacteriana, difusão de gases do sangue dentro do lúmen intestinal, secreção gastrointestinal e ingestão de certos tipos de alimentos.

2.2 - Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

2.2.1 - Descrição botânica

O sorgo é um cereal, monocotiledóneas da ordem Graminales, família Gramíneas, tribu Andropogêneas, gênero *Sorghum*, nome botânico *Sorghum vulgare*, Pears, também chama

do de *Sorghum bicolor*. Dentre as monocotiledoneae, o sorgo é a única a apresentar tanino em seus grãos e, por isso, é separado das demais gramíneas, constituindo a tribo das Andropogôneas, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975 e VILALOBOS, 1980).

O sorgo assemelha-se bastante ao milho nas primeiras fases de seu desenvolvimento. Todavia as plantas apresentam leve camada de cera sobre as folhas, que, como o caule, não são recobertas de pêlos, (FIGURA 2). Essas duas características, permitem distinguir as citadas gramíneas nesta fase de seu desenvolvimento, (CAMPOS & CANÉCHIO FILHO, 1973).

2.2.2 - Origem e distribuição

A palavra sorgo, para alguns autores, parece ser proveniente do vocábulo indiano "sorgho", sendo originário da Índia, de onde teria se espalhado para as outras partes do mundo, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975). Segundo outros autores BASTOS (1973); FERREIRA (1984); GOMES (1983) e VILALOBOS, (1980), o sorgo tem sua origem em épocas remotas no seio de civilizações antigas da África e Ásia, depois foi levado para a Índia e Europa no início da era cristã. No século XIII, foi introduzido na China. Da África passou ao ocidente, por meio de escravos nos séculos XVII e XVIII. Nos Estados Unidos foi introduzido em meados do séculos XIX.

Em ruínas que subsistem de civilizações que floresceram há mais de dois mil anos antes da Era Cristã, nas regiões semidesérticas da África e da Ásia menor, encontram-se esculpidas nas paredes dos edifícios, panículas de sorgo que se assemelham às dos tipos hoje cultivados. Trata-se, pois de cereal que há milênios vem sendo plantado pelo homem, (CAMPOS & CANÉCHIO FILHO, 1973).

A cultura do sorgo, hoje, se estende a, praticamente, todas as regiões tropicais e subtropicais livres de geadas, ao Norte e Sul do Equador, nas áreas de clima mais se



FIGURA 2 - Sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
(segundo EMBRATER, s.d.).

co e quente, onde o milho não encontra condições satisfatórias para o seu desenvolvimento, (CAMPOS & CANÉCHIO FILHO, 1973).

No Brasil, o sorgo é uma cultura relativamente nova e tem tido um notável desenvolvimento. A produção brasileira está concentrada principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul, Goiás e São Paulo, (FERREIRA, 1984).

Atualmente, o sorgo é bastante cultivado em países de clima quente para a produção de grãos e forragens, constituindo, portanto, uma importante fonte de alimentos, principalmente para os animais. Na indústria pode ser utilizado para a obtenção de amido, dextrose, óleos comestíveis e outros produtos, ARAÚJO et alii, citado por (BASTOS, 1980).

Cereal de qualidades semelhantes às do milho, o sorgo é uma planta que apresenta tolerância a períodos de estiagem durante seu ciclo vital e produz colheitas de grãos e massa verde, economicamente compensadoras, em condições de pluviosidade baixa ou instável até em solos de má qualidade, (BNB, 1980).

O sorgo, considerando suas boas condições de adaptabilidade a extensas áreas do semi-árido nordestino, representa uma importante alternativa de exploração agrícola, técnica e economicamente viável, importando menores riscos em seu cultivo quando comparado ao milho, nas condições do semi-árido, (BNB, 1980).

2.2.3 - Tipos de variedades de sorgo

O sorgo constitui um grupo de plantas de extrema variabilidade genética. Sua classificação apresenta muitas dificuldades, por se tratar de planta cultivada, da qual se contam centenas de variedades, muitas delas obtidas por meio de cruzamentos naturais ou artificiais, (CAMPOS & CANÉCHIO FILHO, 1973). Entre estas variedades, podemos citar quatro tipos de sorgo: o granífero, o forrageiro, o sacarino e o

vassoura, (GOMES, 1983; FERREIRA, 1984; RABELO, 1980 e VARELA et alii, 1978).

O sorgo granífero para produção de grãos pode ser utilizado na alimentação humana, animal e na indústria, (FERREIRA, 1984). É uma planta de menor tamanho que o sorgo forrageiro, produzindo além da forragem, uma grande quantidade de grãos de alto valor nutritivo. Entre os quatro tipos de sorgo, o granífero é o que ocupa maior área cultivada, (RABELO, 1980). É o tipo mais importante economicamente, sendo conhecido por nomes que dependem da localidade como "milo maize", "kafir corn", nos Estados Unidos, e "jowar", na Índia, (BASTOS, 1980). De acordo com CAMPOS & CANÊCHIO FILHO (1973), o sorgo granífero é classificado nos seguintes grupos: Kafir, Hefari, milo, Feterita e shallu.

O sorgo sacarino pode ser utilizado para fins forrageiros ou para fabricação de melaço, açúcar e álcool, (FERREIRA, 1984).

O sorgo forrageiro, atualmente, já desperta interesse de agricultores, principalmente no Sul de Minas Gerais e Vale do Parnaíba. Esse sorgo presta-se para feno, silagem e pastos para animais, e com uma alternativa de adaptar-se a regiões mais secas. A qualidade levemente inferior de sua silagem em relação à do milho é de certa forma compensada pela maior produção de massa verde, (FERREIRA, 1984).

Finalmente, existe o sorgo vassoura, de porte alto, de colmos geralmente finos e panículas com características especiais, que as tornam adequadas ao fabrico de vassouras e escovas, (FERREIRA, 1984).

2.2.4 - Colheita e beneficiamento

A colheita pode ser feita manual ou mecanicamente, e a adoção de um desses métodos vai depender da área cultivada, da mão-de-obra disponível e dos custos de operação. No caso da colheita mecânica, é importante que o estágio de maturação seja uniforme em toda a cultura e, por isso, não se

recomenda o plantio escalonado, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975). Segundo FERREIRA (1984), na colheita manual, pode-se colher a planta inteira ou somente a panícula, sendo este último o processo mais usual. Na colheita mecânica, o processamento é através de colheitadeiras automotrizes ou tradicionadas, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975).

O beneficiamento manual é feito depois de cortadas as panículas (cachos) que são espalhadas ao sol durante dois dias, a fim de secar bem. Uma vez secas as panículas, são amontadas e batidas com varas, como na batadura do feijão. Este processo traz prejuízo à saúde do trabalhador, uma vez que os pêlos das panículas em suspensão penetram nos olhos e no aparelho respiratório, (PEDROSA, 1980 e RABELO, 1980).

O beneficiamento pode ser feito também mecanicamente, mas não se deve esquecer que as panículas de sorgo devem estar bem secas para maior produção e melhor limpeza dos grãos, (PEDROSA, 1980).

2.2.5 - Armazenamento

Para armazenar o sorgo, é necessário que se faça uma boa limpeza no produto, com auxílio de peneiras, eliminando folhas e talos, diminuindo assim o trabalho da secagem (PEDROSA, 1980).

O padrão internacional de umidade é de 12,5%. Os grãos colhidos com um percentual mais elevado devem passar por um processo de secagem, inicialmente à temperatura mais baixa (40 a 60°C) e elevando-se gradativamente até 75-80°C. O armazenamento do sorgo granífero pode ser feito em sacarias depositadas em armazéns, forma mais tradicional, ou em silos especiais. Como o milho, o sorgo não apresenta maiores problemas na armazenagem, destacando-se os cuidados para controle de insetos e do excesso de umidade, ainda que na Índia e na África, a traça dos cereais "*Sitotroga cerealella*" e o gorgulho do arroz "*Sitophilus oryzae*" são as principais pragas do sorgo armazenado, podendo a primeira infes

tar o sorgo até antes da colheita, produzindo após cerca de 5 meses de armazenamento danos em 65% dos grãos e uma perda de peso em torno de 31,5%. A uma baixa temperatura, 10-16°C ou à umidade em torno de 8 a 9%, não se verificam maiores prejuízos causados por essas pragas, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975).

NOBRE & KASPRZYKOWSKI (1975) eliminam a possibilidade de ataque de fungos aos grãos de sorgo armazenados à temperatura de 4 a 5°C, e de insetos, a 10 a 16°C. Como tais temperaturas estão abaixo daquelas verificadas normalmente no Nordeste, compreende-se a importância do tratamento químico do sorgo armazenado.

As sacarias contendo grãos não infestados ou já expurgados devem ser tratadas preventivamente, a fim de evitar novas infestações. Por ocasião do empilhamento dos sacos nos armazéns, cada camada de sacos deve ser polvilhada e, uma vez completada a pilha, faz-se um polvilhamento geral na parte externa dos sacos, repetindo-se mensalmente essa operação, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975).

2.2.6 - Utilização do sorgo

O sorgo é um cereal largamente cultivado em regiões semi-áridas da África e da Ásia, com a produção de 2 toneladas/ha, muito utilizado na preparação de rações animais e mesmo na alimentação humana. Além disso, existem variedades forrageiras que produzem grandes quantidades de biomassa, cerca de 20 toneladas/ha, utilizadas sob a forma de silagem, feno, pastejo direto, de alto valor para a alimentação de ruminantes, (QUEIROZ, 1984).

O sorgo constitui um vasto grupo de plantas que oferecem amplas possibilidades de utilização, tanto nas propriedades agrícolas como para fins industriais, (CAMPOS & CANÉCHIO FILHO, 1973). Em muitas regiões do mundo, o sorgo vem sendo utilizado como grão alimentício básico na alimentação humana, especialmente em regiões africanas e asiáticas como a

Índia, Nigéria e Etiópia. O grão é transformado em farinha e usado em produtos panificáveis, podendo a farinha do sorgo ser utilizada pura ou em mistura até 25% de farinha de mandioca ou farinha de batata doce, com ou sem fermento. O grão descascado pode ser ainda utilizado cozido com arroz ou leguminosas, ou triturado, como sucedâneo do fubá de milho, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975).

Na Índia, o sorgo é preparado de muitas maneiras para fins de alimentação humana. Pode ser cozido de modo semelhante ao arroz, mas freqüentemente é misturado a outros cereais. Nos Estados Unidos, já se desenvolveu o processo que permite utilizar o sorgo granífero em mistura com farinha de trigo, tendo-se obtido bons produtos de pastelaria a que se adicionam até 50% de farinha de sorgo, (BASTOS, 1980). Várias indústrias dos Estados Unidos se dedicam à moagem seca de sorgo com a finalidade de obter farinha de quirera "grits", com rendimento de 60 a 90%. A farinha pode ser utilizada na panificação, na produção de bolos, cuscuz, biscoitos e alguns tipos especiais de pães. Pode ser ainda usada na indústria de salsichas como ligante dos ingredientes, na proporção de 3 a 5%, para reduzir os custos, MORAIS, e WALL & BLESSIN, citados por (BASTOS, 1980).

O plantio de sorgo criou nova fonte de riqueza para os Estados Unidos, possibilitando o desenvolvimento de novas indústrias, pois tal como o milho, o sorgo poder ser transformado em amido, dextrose, óleos comestíveis e outros produtos. Na produção de rações granuladas, é empregada a planta toda, mas, o maior uso de sorgo ainda se processa nas fazendas, na alimentação de porcos e aves, (CAMPOS & CANÉCHIO FILHO, 1973).

BASTOS (1980), citando MORAIS, e WALL & BLESSIN comenta que a utilização do amido e óleo do sorgo é particularmente aceito para uso em alimentos, pois tem menos "sabor de cereal". O processamento úmido de moagem permite a separação do amido com rendimento de 60 a 68%, o qual, após purificado, contém 0,3-0,4% de proteínas, além de um rendimento em óleos de 2,5%, aproximadamente. O sorgo é também utilizado na indústria de fermentação (maltagem e fermentação)

a qual usa 2,5 milhões de "bushels" de grãos de sorgo anualmente. Cervejeiros afirmam que a quirera "grits" de sorgo produz cerveja com sabor e demais características (composição química, estabilidade, etc.) iguais às aquelas obtidas com a de milho. Na África Oriental, por exemplo, 95% do sorgo de cor bronze produzidos são usados especialmente em cerveja.

O sorgo também produz dextrose e dextrina. A glicose cristalina é obtida do amido de grão de sorgo por processo similar àquele usado na fabricação de glicose de milho, após hidrólise completa do amido por meio de ácidos ou enzimas e posterior purificação, MORAIS, citado por (BASTOS, 1980). Sua aplicação na indústria de alimentos inclui fabricação de confeitos, pão, doces cozidos, frutas enlatadas e caramelos. É usado também na coloração de alimentos e bebidas, WALL & BLESSIN, citados por (BASTOS, 1980).

O sorgo pode ainda ser utilizado na fabricação de cera, pois a cera do sorgo tem ponto de fusão 80 a 84°C, semelhante à de carnaúba, pelo que pode ser usada na formulação de pastas de polimento, WALL & BLESSIN, citados por (BASTOS, 1980).

No Nordeste brasileiro, a utilização do sorgo, como grão alimentício básico na alimentação humana, tem grandes potencialidades de uso e poderá constituir considerável economia de divisas, com a diminuição da importação do trigo. Por outro lado, na alimentação animal, o sorgo pode ser utilizado como substituto total do milho na composição de rações balanceadas, (LIRA et alii, 1983).

2.2.7 - Aspectos econômicos

Em 1978, o sorgo foi o quinto cereal mais importante do mundo em áreas cultivada, sendo superado pelo trigo, arroz, milho e cevada, como mostra a TABELA 5, (CARMO et alii, 1972; FERREIRA, 1984 e LIRA et alii, 1983). Mais de 111.000.000 de hectares de sorgo e "millet" são cultivados

TABELA 5 - Produção, área e rendimento dos cinco principais cereais cultivados no mundo - 1978.

Produtos	Produção (1000 t)	Área (1000ha)	Rendimento (kg/ha)
Trigo	385.736	231.624	1.665
Arroz	366.505	142.842	2.556
Milho	349.676	118.453	2.952
Cevada	173.094	91.368	1.894
Sorgo	68.508	51.914	2.952

FONTE: FAO (1978).

no mundo. Embora as estatísticas para estes dois cereais não os registrem separadamente, estima-se que as áreas com sorgo e "millet" sejam iguais em extensão. Os principais produtores de sorgo no mundo são os Estados Unidos, China Continental, Índia, Nigéria, México, Argentina, Sudão e Egito, (ARAGÃO et alii, 1978 e CARMO et alii, 1972). No Brasil, os três maiores produtores são os Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Goiás. Segundo informações fornecidas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Ceará, este Estado possui uma área plantada de 16.000 hectares, situando-se entre os grandes produtores, (ARAGÃO et alii, 1978). Dos grandes produtores mundiais, os Estados Unidos e a Argentina são os únicos países que participam ativamente do mercado externo já que a produção indiana destina-se basicamente ao autoconsumo, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975).

De modo geral, a produtividade alcançada pela cultura do sorgo, nos principais países produtores, revela-se inferior aos resultados conseguidos com a cultura do milho, embora não se possa comparar a produtividade do sorgo com a do milho, em termos nacionais, tendo em conta as peculiaridades relativas a cada uma das culturas. O sorgo, por exemplo, possui uma maior capacidade de adaptação nas regiões sujeitas às irregularidades climáticas, onde o milho, naturalmente, seria grandemente prejudicado, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975).

Como principais importadores europeus do cereal figuram a Holanda, Bélgica e a Espanha, além de outros de menor importância, como a República Federal Alemã, o Reino Unido e a Irlanda, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975).

Os custos com o cultivo do sorgo são 20% maiores que os do milho, contribuindo para esta diferença o item mão-de-obra. A produtividade do sorgo sendo, no mínimo o dobro da do milho, ficam conseqüentemente, corrigida as diferenças de custos pelo diferencial produtivo. Vale salientar que, em 1982, foram plantados em Pernambuco e na Bahia, mais de 20.000 hectares de sorgo granífero, obtendo-se uma produtividade superior a 2.500kg de grãos por hectare, (LIRA et

alii, 1983).

De acordo com QUEIROZ (1984), o Banco do Nordeste, através do Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNDECI), vem há oito anos apoiando programas de introdução e pesquisas com sorgo no Nordeste. Foram importadas e testadas mais de 2.000 variedades e pesquisadas as técnicas de cultivo e manejo da cultura bem como realizadas competições de variedades graníferas e forrageiras em diversas áreas do Nordeste em trabalho conjunto com a Universidade Federal do Ceará e a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA. Há três anos, com base nos resultados de pesquisas e dispondo das variedades mais adaptadas e produtivas, o Banco do Nordeste, juntamente com a EMBRATER e suas estaduais e Secretaria de Agricultura dos Estados, lançou um programa de difusão da cultura do sorgo na Região. O objetivo básico desse programa é substituir por sorgo o milho utilizado no consumo animal. Como resultado do programa de difusão da cultura do sorgo no Nordeste, já foram plantados 50.000 ha deste cereal na safra de 1983 e está prevista uma meta de 80.000 ha para 10 anos, ou seja, no ano agrícola de 1993/94. A importância da substituição do milho pelo sorgo em rações animais já é admitida em todo o país e a EMBRAPA, juntamente com a EMBRATER, estão lançando um programa de difusão da cultura do sorgo em nível nacional.

O sorgo é uma cultura que atende perfeitamente aos objetivos de maior produtividade com mais estabilidade na produção de grãos em condições de aridez, devendo assim, constar obrigatoriamente do elenco de plantas a serem cultivadas numa fazenda do semi-árido, (QUEIROZ, 1984).

2.2.8 - Valor nutritivo

A análise bromatológica mostra que o sorgo tem composição muito semelhante à do milho ou de outros cereais. Seu teor de proteínas, aproximadamente de 10%, é mais elevado que o do milho, porém inferior ao do trigo. Quanto as

fibras, seu teor não é mais elevado que a do milho ou do trigo. O teor de vitaminas é variável, sendo o sorgo de endosperma amarelo encontrado na África, mais rico em vitaminas, (CAMPOS & CANÉCHIO FILHO, 1973).

Dependendo da variedade cultivada e das condições onde foi produzida, a composição química dos grãos de sorgo, bem como a digestibilidade de seus componentes podem se apresentar bastante variáveis. Desse modo, as diversas fontes apresentam para o sorgo composições químicas diferentes e algumas vezes conflitantes, conforme se verifica na TABELA 6, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975).

De acordo com BASTOS (1980), há variação na composição do sorgo e de suas partes, o endosperma contém maior partte de amido, ao passo que o germe contém mais óleo e proteína e o farelo maior parte de celulose do grão, como é mostrado na TABELA 7.

BASTOS (1980), citando HAIKERNAL & MATHIESON, mostrou que o germe do sorgo contém mais alta proporção de proteína, em ordem pelo grão integral, endosperma e pericarpo. Os aminoácidos, presentes nestas três partes, com maior proporção no germe que no grão inteiro, são lisina, histidina, arginina, glicina, ácido aspártico, treonina e também o fator colina. Um aumento na proporção do germe eleva a proteína total e a proporção de certos aminoácidos essenciais. As sementes mais maduras têm maior teor de proteínas.

A proteína do sorgo é de baixa qualidade, possuindo baixo teor de lisina, treonina, metionina, arginina, histidina, glicina e tirosina. É rica em leucina, glutamina, prolina e ácido aspártico (asparagina). A lisina e a treonina são os aminoácidos essenciais limitantes, (BASTOS, 1980).

De acordo com WALL & BLESSIN, citados por BASTOS (1980), os lipídios do sorgo são importantes nutricionalmente e também influenciam o "flavor" e as características de armazenamento dos alimentos. A maioria dos ácidos graxos no óleo de sorgo são linoléico (52%), oléico (32%), palmítico (10%), esteárico (4%) e linolênico (1%). Os lipídios do pericarpo do sorgo, que constituem cerca de 0,3% do grão, são

TABELA 6 - Composição química de grãos de sorgo e milho segundo vários autores.

Autores	Umidade		Proteína		Gordura		Fibras		Carboíd ^{ra} tos		Açúcar Dextrose		Amido		Cinzas	
Composição	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho
CAMPOS E CANHÉCIO																
FILHO (1973)	12,0	12,0	11,0	7,4	3,0	4,0	2,3	2,3	70,3	71,1	-	-	-	-	1,7	1,4
GOMES (1983)*	12,7	-	9,18	-	1,93	-	-	-	-	-	-	-	74,5	-	1,69	-
BANZATO (1969)	12,0	12,0	11,2	7,4	3,0	4,0	2,3	2,3	69,8	72,9	-	-	-	-	1,7	1,4
ROONEY & CLARK																
(1968)	15,5	-	11,2	-	3,7	-	2,6	-	-	-	1,8	-	74,1	-	1,5	-
CARVALHO &																
NAKAGAWA(1983)**	11,0	13,8	11,0	8,9	3,3	3,9	1,7	2,0	73,0	72,2	-	-	-	-	1,7	1,2
PROTTER(1968)	11,0	11,0	12,0	10,0	4,0	4,0	2,0	2,0	70,0	72,0	-	-	-	-	-	-

* - FONTE: RENATO BRAGA IN GOMES (1983).

** - FONTE: WAT & MERRIL (1963) in CARVALHO & NAKAGAWA (1983).

TABELA 7 - Composição do sorgo e de suas frações dessecadas manualmente.

Frações	Grão %	Proteína %	Amido %	Óleo %	Cinza %
Grão integral	100,0	12,3	73,8	3,6	1,7
Endosperma	82,3	12,3	82,5	0,6	1,7
Germe	9,8	18,9	13,4	28,1	10,4
Farelo	7,9	6,7	34,6	4,9	2,0

FONTE: WALL, J.S. & BLESSIN, C.W. (1969).

principalmente uma mistura de álcoois de cadeia longa e ésteres formados por combinação de álcoois com ácidos graxos. O teor de amido do sorgo corresponde a mais de 83% do endosperma.

As gramíneas, normalmente ricas em carboidratos, constituíram-se na base alimentar de todas as civilizações do mundo. O amido é o principal hidrato de carbono dos cereais sendo também encontrado nas sementes de leguminosas, (CARVALHO & NAKAGAWA, 1983).

2.2.9 - Compostos tóxicos

No sorgo são encontrados alguns compostos tóxicos ou antinutricionais entre os quais se destacam o tanino e a durrina.

2.2.9.1 - Tanino

No sorgo, o tanino também está presente nos grãos de algumas variedades e afeta a digestibilidade dos monogástricos, especialmente nas aves. O tanino contido no sorgo é o dobro do tanino da ração, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975). Trabalhos genéticos de melhoramento do sorgo tendem a reduzir consideravelmente o teor de tanino dos grãos.

O sorgo de cor parda é o que contém maior quantidade de tanino, é pouco palatável por possuir substâncias tanínicas amargas e adstringentes que o tornam menos apreciável pelos animais e pelas aves de maneira geral, (CAMPOS & CANÊCHIO FILHO, 1973).

2.2.9.2 - Durrina

A durrina é um glucosídeo que, por ação enzimática da emulsina, dá origem ao ácido cianídrico durante o ciclo

vegetativo do sorgo. Este ácido intoxica ou causa rapidamente a morte, ao penetrar na corrente sanguínea, afetando o mecanismo da respiração do animal, que morre por asfixia. O conteúdo de ácido é mais elevado em plantas novas, baixando consideravelmente no período de maturação. O teor desse princípio tóxico diminui com o crescimento da planta a ponto de no florescimento, achar-se tão reduzido que não mais apresenta o perigo de intoxicação para os animais que o ingeriram. O meio e, principalmente, o clima e a temperatura, influem sobre o teor do glucosídeo. A adubação também tem influência, porém mais no sentido de reduzir o teor de acidez. E, de modo geral, pode-se afirmar que todos aqueles fatores que conduzem a um mais rápido desenvolvimento vegetativo do sorgo, concorrem para diminuir a toxidade, (CAMPOS & CANÉCHIO FILHO, 1973).

De acordo com NOBRE & KASPRZYKOWSKI (1975), o índice de toxidade do sorgo depende bastante da quantidade do glucosídeo presente em seus tecidos, que varia com uma série de fatores dentre os quais se destacam: Solo (quanto maior o teor de nitrogênio no solo, maior a toxidade da forragem); Espécies (nem todas as espécies de sorgo são tóxicas em sua fase jovem, sendo assim, é importante o conhecimento prévio e escolha da variedade cultivada para pastejo); Clima (as elevadas temperaturas e secas prolongadas aumentam a quantidade do glucosídeo; esse aspecto deve ser convenientemente observado nos possíveis cultivos de sorgo para forragem verde no Nordeste).

O perigo de intoxicação não acontece contudo quando o sorgo é utilizado como silagem, uma vez que o corte da planta para a ensilagem deve ser efetivado no início da frutificação, quando o glucosídeo já não apresenta perigo de toxidez, (NOBRE & KASPRZYKOWSKI, 1975).

2.3 - Formulação de alimentos

De acordo com BRESSANI (1982), a produção agrícola

mundial apresenta, nos momentos atuais, muitos problemas que estão pondo em perigo a disponibilidade futura dos alimentos. Entre os problemas mais sérios estão os recursos energéticos cada dia mais limitados e conseqüentemente mais caros, devido à menor quantidade de terra cultivável, os poucos incentivos de políticas agropecuárias, e o aumento geral da população.

Segundo JOÃO et alii, (1980), citando BRESSANI et alii, as leguminosas são de grande importância entre os vegetais comestíveis. Devido ao seu conteúdo relativamente alto de proteína, constituem a principal fonte protéica na dieta de numerosas populações do mundo, principalmente naquelas regiões onde a disponibilidade de proteínas de origem animal é bastante precária.

Um grande número de gênero e espécies de leguminosas tem sido identificadas, porém poucas tem importância nutricional devido à maioria não ser consumida regularmente, (JOÃO et alii, 1980).

Nos países da América Latina, a espécie de maior consumo é o feijão preto (*Phaseolus vulgaris*), BRESSANI & ELIAS, citados por (JOÃO et alii, 1980). Entretanto, atualmente tem-se dado impulso ao consumo do feijão caupi (*Vigna sinensis*) na alimentação humana devido as diferenças que existem entre as demais leguminosas. O feijão caupi tem um alto valor nutritivo, um baixo conteúdo de inibidores enzimáticos e substâncias flatulentas, e seu custo é relativamente baixo. No Nordeste do Brasil, esta leguminosa forma parte dos hábitos dietéticos das populações, (JOÃO et alii, 1980) citando CHAVES et alii.

PESSOA et alii (1979) comenta que os cereais e leguminosas são fontes de contínuo interesse e estudo em nutrição devido a seu alto consumo por vastos setores da população. Por seu conteúdo relativamente alto de proteínas (18 a 26%), as leguminosas e cereais, tais como trigo com feijão, feijão com sorgo, milho e feijão, entre outras, podem apresentar excelentes resultados.

BRESSANI & VALIENTE, citados por VARGAS et alii

(1982) em seus estudos com animais, encontraram que o crescimento máximo e a maior utilização protéica se obtém quando o arroz aporta de 50 a 80% da proteína da dieta, e o feijão de 20 a 50%.

O combate contra a má nutrição protéica em países em desenvolvimento pode ser baseado no uso de uma mistura de cereais, leguminosas e óleo de semente originária no país. O sorgo que tem sua origem na África é uma das sementes produzidas sob condições mais econômicas e a quarta classificada no mundo como o grão alimentício. O baixo valor do sorgo tem sido associado à má nutrição protéica em crianças alimentadas em países onde o sorgo é o principal alimento, (OKEIYI & FUTRELL, 1983).

O caupi e o amendoim são largamente cultivados na Nigéria. Eles são altamente aceitáveis, particularmente, o caupi como excelente fonte de proteína para melhorar os cereais e raízes da dieta. A aplicação do caupi e amendoim em alimentos é muito diversa. Eles são usualmente preparados para o consumo na Nigéria por cocção em água da semente integral, sendo também consumidos como vegetais frescos durante a época da colheita ou secos para uso em outros períodos do ano. As sementes secas são muitas vezes transformadas em pasta que forma a base de vários produtos fritos. O alimento elaborado com caupi e amendoim são principalmente consumidos por crianças mais idosas e adultas. Para os bebês e crianças desmamadas estes alimentos são quase inúteis por que não podem ser prontamente consumidos e utilizados em virtude da capacidade digestiva limitada por sua pouca idade. A farinha feita com o caupi e amendoim tem sido investigada em ratos jovens em laboratório. Os resultados baseados no crescimento, digestibilidade do nitrogênio e retenção de nitrogênio mostraram que a farinha destes grãos é a melhor forma de fornecer alimentos protéicos de boa qualidade para bebês e crianças pequenas, (OBIZOBA, 1983).

DREHER et alii, (1983) num estudo sobre as características do feijão "PINDAK" mostrou que biscoitos podem ser suplementados com farinha. É recomendado que o feijão para fazer a farinha seja descascado, porque aumenta o nível e a

digestibilidade da proteína. O melhor "score" sensorial foi notado com 10% de farinha de feijão, suplementando biscoitos. A farinha de feijão descascado, suplementando biscoitos, em geral, teve melhor "score" sensorial que a farinha de feijão integral.

Segundo BRESSANI et alii (1976), a maior parte da produção de leguminosas de grão de países da área centroamericana, se vende em grandes volumes ou em pequenos pacotes, contendo o grão inteiro e cru. Este sistema prevalecerá por muito tempo, tendo várias desvantagens, entre as quais o risco de perdas devido ao endurecimento do grão e à infestação por insetos. O endurecimento do grão reduz a sua aceitabilidade uma vez que, para consumi-lo é necessário um longo tempo de cocção, o que é antieconômico. Em vista desta dificuldade, se considerou a possibilidade de processar as sementes para produzir farinha pré-cozidas, as quais apresentam várias vantagens, entre elas, um menor risco ao endurecimento e a infestação por insetos. Além disso, garante a disponibilidade constante de um produto estável e mais fácil de preparar para o consumo humano. Por outro lado, o processamento industrial de elaboração de farinhas pré-cozidas pode ser um incentivo para incrementar a produção e para utilizar aqueles materiais já endurecidos.

Em um estudo sobre a produtividade de farinhas pré-cozidas de feijão *Phaseolus vulgaris* e caupi, sozinho e combinado mediante cocção e/ou desidratação, BRESSANI et alii, (1976), mostraram que independentemente do tipo de processamento utilizado, a qualidade protéica das misturas de feijão *Phaseolus vulgaris* e caupi era melhor quanto mais caupi havia na mistura. Para propósito de sabor, cor, textura, recomendou-se a mistura destes feijões na proporção de 50/50. A melhor qualidade protéica do produto foi atribuída ao menor conteúdo de inibidores de tripsina do caupi do que no feijão *Phaseolus vulgaris*, e ao fato de que a proteína do caupi ser superior à do feijão *Phaseolus vulgaris*. É possível também que a proteína do caupi seja mais digerível do que a do feijão *Phaseolus vulgaris*.

Nos trabalhos relacionados com a cocção, valor nutri

tivo e toxidade do feijão, o tipo de tratamento térmico usado varia significativamente de um autor para outro e em condições que nem sempre representam os procedimentos de cocção dos países em desenvolvimento, que utilizam panela aberta. Em geral, são diversas as variáveis que se consideram: uso ou não de remolho prévio, temperatura e duração da cocção, estado da semente (inteira ou moída) tipo de cocção (panela comum, estufa, autoclave), relação sólido-líquido, estado de maturação e tempo de armazenamento da semente. Existem controvérsias em relação à necessidade de remolho prévio à cocção para a destruição total de fatores antinutricionais durante o processo de aquecimento. Além disso, não há segurança de que nos processos culinários habituais se consiga uma inativação total dos mesmos, especialmente se se trata de materiais que se cozinham em um tempo muito menor, como por exemplo farinha, (PAK et alii, 1978).

BASTOS (1980), citando VITTI et alii, relata o início de programa de farinhas compostas em 1964, por intermédio da FAO, que visava à obtenção de produtos de panificação, massas alimentícias e biscoitos possíveis de aceitação, quer do ponto de vista de qualidade física, quer do nutricional. Nos últimos anos, o programa já passou da etapa de estudos básicos para a de ensaios de produtos em muitos países da Ásia, África e América Latina.

A farinha de sorgo pode ser obtida industrialmente pelos processos de moagem-molhada e de moagem-seca. O principal produto da moagem-molhada é o amido, obtendo-se outros derivados, como o óleo e o glúten comestíveis. O processo de moagem-seca produz uma farinha que pode ser empregada na alimentação humana, (MIRANDA et alii, 1981).

Conforme PAK & ARAYA (1977), a expressão mais adequada para demonstrar as vantagens nutricionais de um alimento ou dieta é a sua potencialidade para cobrir as necessidades nutricionais. É evidente que as diferentes leguminosas têm diferentes capacidades para cobrir os níveis seguros de ingestão de proteína em indivíduos de diferentes grupos étnicos.

Tem-se demonstrado que a utilização da proteína di

minui ao aumentar a percentagem das calorias da dieta. A análise do potencial nutritivo das misturas de leguminosas e cereais é válida, considerando que estas preparações formam parte de uma dieta mista diária cujas concentrações de proteínas flutuam em torno de 10% das calorias protéicas. As leguminosas são alimentos que devem ser incluídos em maior proporção na dieta dos países em desenvolvimento e que este consumo deve estar orientado para as melhores qualidades e utilizando as formas de preparações mais adequadas, harmonizando as vantagens nutricionais com os padrões culturais e nível sócio-econômico da população (PAK E ARAYA, 1977).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

No presente trabalho, foram utilizadas como matérias-primas, as variedades de feijão caupi CE 575 (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) de cor marron escura e de sorgo gr^{an}ífero EA-116 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), obtidas no Cen^{tro} de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Processamento das farinhas de feijão caupi e sorgo gr^{an}ífero

3.2.1.1 - Obtenção da farinha de feijão caupi

Utilizou-se a metodologia descrita por SALES(1980). O feijão integral foi recebido, pesado e selecionado, sen^{do} em seguida torrado em forno convencional pré-aquecido (160°C/50min), resfriado à temperatura ambiente e moído em uma máquina desintegradora de grãos Marca ELO'S com peneira de crivo fino. Em seguida, a farinha de feijão caupi inte^{gral}, foi armazenada em latas de alumínio, fechadas manual^{mente} e colocadas no refrigerador aproximadamente à tempera^{tura} de 12°C.

A FIGURA 3 mostra o fluxograma seguido para obtenção da farinha de feijão caupi integral.

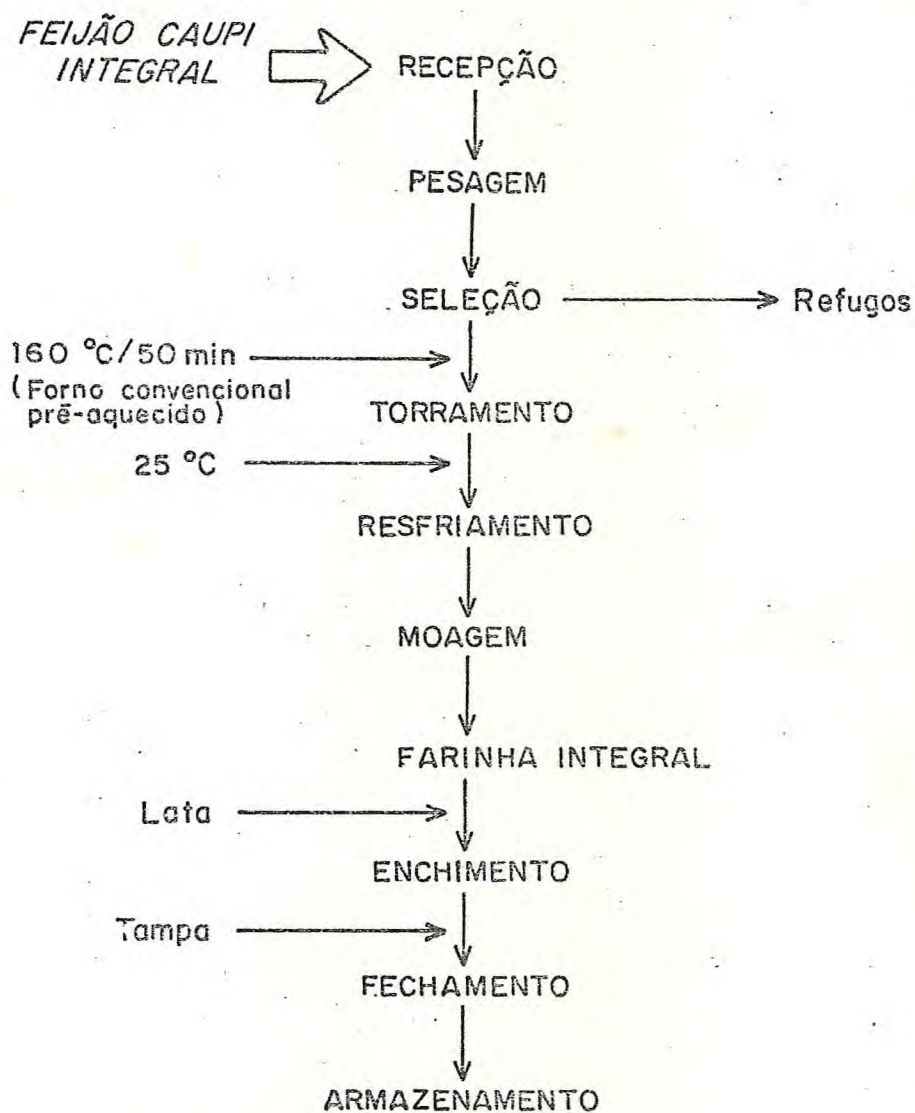


FIGURA 3 - Fluxograma das operações seguidas para obtenção da farinha integral de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

3.2.1.2 - Obtenção da farinha de sorgo granífero

O sorgo integral foi recebido, pesado e selecionado para retirada de impurezas. Em seguida, foi moído, embalado e estocado, usando-se as mesmas condições descritas no item 3.2.1.1 para o feijão caupi.

A FIGURA 4 mostra o fluxograma seguido para obtenção e conservação da farinha de sorgo integral.

3.2.2 - Formulação dos produtos

3.2.2.1 - Obtenção das misturas das farinhas

Após a obtenção das farinhas de feijão caupi e sorgo granífero, foram feitas, manualmente, as misturas das farinhas nas seguintes proporções: Farinha de Feijão 30% / Farinha de Sorgo 70% (30/70) e Farinha de feijão 50% / Farinha de Sorgo 50% (50/50).

3.2.2.2 - Formulação de biscoitos

Feitas as duas misturas das farinhas, foram desenvolvidas duas formulações para quatro tipos de biscoitos, (TABELA 8), sendo dois tipos de biscoitos com coco (um com a mistura 30/70 e o outro com a mistura 50/50) e dois tipos de biscoitos com canela (um com a mistura 30/70 e o outro com a mistura 50/50).

- Procedimento utilizado para formulação dos biscoitos com coco

Todos os biscoitos com coco (mistura 30/70 e 50/50) foram feitos observando o procedimento, a seguir:

Pesaram-se todos os ingredientes necessários à for

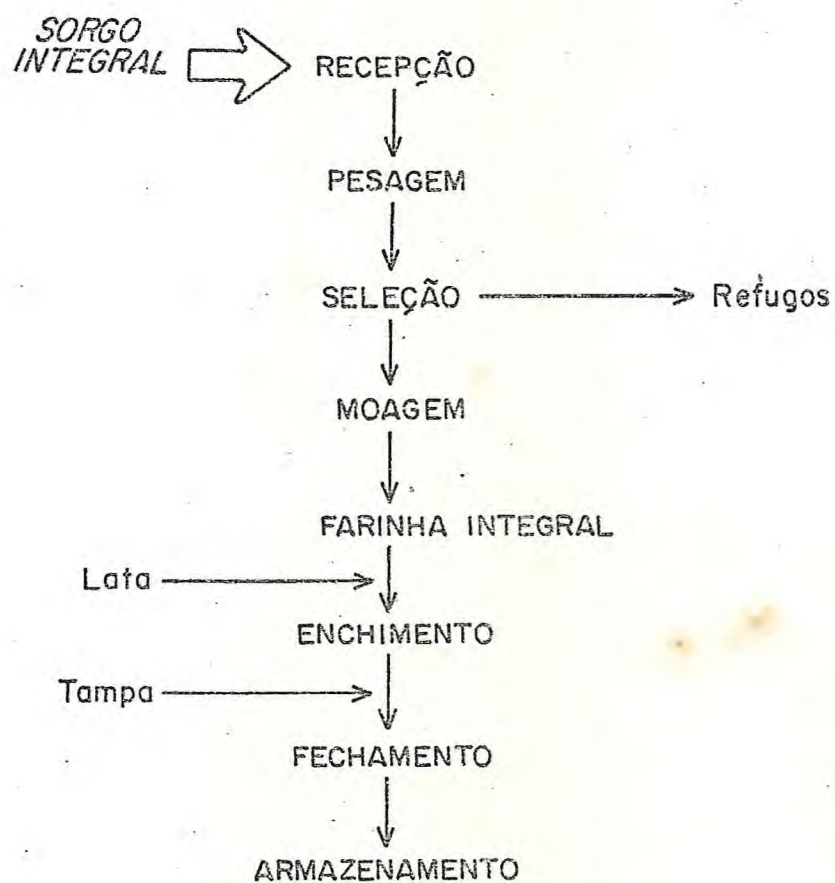


FIGURA 4 - Fluxograma das operações seguidas para obtenção da farinha de sorgo integral (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

TABELA 8 - Fórmula de quatro tipos de biscoitos usando misturas percentuais de 30/70 e 50/50 de farinhas de feijão caupi e sorgo granífero, respectivamente.

Ingredientes (%)	Biscoitos com coco		Biscoitos com canela	
	30/70	50/50	30/70	50/50
Mistura 30/70	28	-	36	-
Mistura 50/50	-	28	-	36
Açúcar refinado	27	27	29	29
Margarina	8	8	19	19
Sal refinado	1	1	-	-
Gema de ovo	-	-	15	15
Coco ralado "in natura"	36	36	-	-
Canela em pó	-	-	0,1	0,1

mulação, misturando-se o coco com o sal e adicionando-se os ingredientes restantes. Foram juntos com a ponta dos dedos até a massa formar uma bola, fazendo-se em seguida bolinhas com as mãos e dando-se a forma com um garfo. Colocou-se em uma assadeira untada com margarina e polvilhada com farinha de trigo, assando-se em forno quente à temperatura de $170^{\circ}\text{C}/25\text{min}$.

Depois de frios, os biscoitos foram acondicionados manualmente em três diferentes embalagens (saco plástico, alumínio e lata) e armazenados à temperatura ambiente.

- Procedimento utilizado para a formulação dos biscoitos com canela

Todos os biscoitos com canela (mistura 30/70 e 50/50) foram formulados obedecendo o seguinte procedimento:

Pesaram-se todos os ingredientes necessários à formulação, batendo-se em seguida as gemas de ovo com o açúcar e margarina, aquecendo-se ligeiramente a preparação em banho-maria. Foram retirados do banho-maria e continuou-se batendo até esfriar. Em seguida, juntou-se a farinha (mistura 30/70 ou 50/50) e a canela peneirada (peneira com malha de 1mm), unindo-se bem com uma colher de pau. Colocou-se em uma mesa com farinha de trigo, formando-se uma bola sem amassar e em seguida, cortando-se em pedacinhos, fizeram-se bolinhas com as mãos e deu-se a forma com um garfo. Colocou-se em uma assadeira untada com margarina e polvilhada com farinha de trigo, assando-se em forno quente à temperatura de $170^{\circ}\text{C}/20\text{min}$.

Depois de frios, os biscoitos foram acondicionados e armazenados da mesma forma descrita para os biscoitos de coco.

- 3.2.3 - Análises químicas das farinhas e misturas de feijão caupi e sorgo granífero e dos biscoitos elaborados com este material

As farinhas de feijão caupi e sorgo, bem como as misturas 30/70 e 50/50 foram submetidas a análises de umidade, proteína, lipídios totais, cinzas, carboidratos, taninos e análise de aminoácidos e "score" de aminoácidos para farinha de sorgo. Os biscoitos elaborados com as farinhas de feijão caupi e sorgo, foram analisados, além dos componentes anteriormente relacionados, fibra, amido, glicídios redutores, não redutores e totais, bem como os fatores antinutricionais como atividades hemaglutinante e antitriptica. Os biscoitos foram também submetidos à aceitação sensorial, logo após serem formulados. Finalmente, a estabilidade dos biscoitos foi estudada, determinando-se umidade, proteína, lipídios totais, tanino e índice de peróxido a intervalos de 30 dias por um período de 90 dias de estocagem.

3.2.3.1 - Umidade

A determinação de umidade foi efetuada conforme o método recomendado pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

Pesaram-se, aproximadamente, 3,0g da amostra em cápsula de porcelana previamente tarada e, em seguida, levaram-se à estufa a 105°C, onde o material foi dessecado até peso constante. Relacionou-se a perda de peso para 100g da amostra.

3.2.3.2 - Proteína

Seguiu-se o método descrito pela A.O.A.C. (1975), através do processo Macro Kjeldahl.

Pesaram-se aproximadamente 1g da amostra e colocaram-se em balão de Kjeldahl. Adicionaram-se ao balão 0,5g do catalisador sulfato de cobre, 25ml de ácido sulfúrico concentrado e 10g de sulfato de sódio. Em seguida, foi efetuada a mineralização da matéria orgânica através do digestor,

onde a amostra foi digerida até o aparecimento de uma coloração clara. Deixou-se esfriar e acrescentaram-se 200 ml de água destilada, cerca de 1g de zinco em pó e 100ml da solução de hidróxido de sódio a 40%. Foram destilados cerca de 2/3 do volume inicial, utilizando-se como solução receptora 50ml da solução de ácido sulfúrico 0,1N e vermelho de metila como indicador. Titulou-se o excesso de ácido sulfúrico, com solução de hidróxido de sódio 0,1N.

O teor protéico na amostra foi calculado através da fórmula:

$$\text{Proteína \%} = \frac{V \times 0,14 \times 6,25}{P}$$

onde:

V = diferença entre o nº de ml da solução de ácido sulfúrico a 0,1N e o nº de ml da solução de hidróxido de sôdio a 0,1N gastos na titulação.

P = nº de g da amostra..

3.2.3.3 - Lipídios totais

Metodologia descrita pelas Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

Cerca de 2g da amostra foram pesadas e transferidas para cartucho de celulose. Procedeu-se a extração, usando-se um extrator contínuo de Soxhlet e utilizou-se como solvente hexana. O final da extração foi verificado através do teste da mancha em papel de filtro. Retirou-se do extrator o balão, que fora previamente tarado, evaporou-se o solvente e manteve-se o balão, em estufa a 105°C até que fosse atingido peso constante. Os resultados foram obtidos por diferença de pesagens do balão de extração, efetuadas antes e após a obtenção da fração lipídica, sendo expressos em percentagem.

3.2.3.4 - Cinzas

O teor de cinzas foi determinado de acordo com o método descrito pela A.O.A.C. (1975).

Pesaram-se aproximadamente 2g da amostra em cadinho de porcelana previamente tarado e em seguida foram levados à carbonização direta em bico de Bunsen. Após a carbonização, a amostra foi submetida à incineração em mufla à temperatura de 500-550°C até completa eliminação do carvão. O cadinho, contendo o material incinerado, foi transferido para um dessecador, onde foi resfriado e então determinado o peso do resíduo por diferença. A quantidade de cinza da amostra foi calculada, relacionando-se o peso líquido e o peso bruto do cadinho após a incineração. O resultado obtido foi relacionado para 100g da amostra integral.

3.2.3.5 - Carboidratos

Foram determinados pela diferença entre 100 e a soma percentual de todas as outras frações (umidade + proteína + lipídios totais + cinzas).

3.2.3.6 - Fibra

Foi determinada de acordo com o método descrito por HENNEBERG (1947).

Pesaram-se aproximadamente 2g da amostra previamente desengordurada e com auxílio de 200ml de uma solução de ácido sulfúrico 1,25%, previamente aquecida, transferindo-se para um frasco erlenmeyer de 500ml. Adaptou-se um refrigerador de refluxo e aqueceu-se até a ebulição por um período de 30min. Em seguida procedeu-se à filtração, lavando-se com água destilada quente.

O resíduo, proveniente da filtração, foi transferido para o mesmo erlenmeyer com auxílio de 200ml de solução de hidróxido de sódio a 1,25%, previamente aquecida. O frasco foi novamente adaptado ao refrigerador de refluxo, onde permaneceu por 30min em ebulição. Em seguida, filtrou-se com papel de filtro de cinza conhecida, previamente dessecado em estufa a 105°C e tarado.

Fizeram-se lavagens sucessivas do resíduo, com água destilada quente até o filtrado não apresentar mais alcalinidade, seguindo-se de três lavagens com álcool e duas com éter. Evaporado totalmente o éter, levou-se o resíduo à estufa a 105°C, até peso constante, obtendo-se assim a fibra total.

Incinerou-se a fibra total obtida, em forno mufla a 550°C, utilizando-se um cadinho de porcelana previamente tarado. Esfriou-se, pesou-se, obtendo-se desta forma a fração mineral da fibra.

O resultado, em fibra, foi obtido pela diferença entre os pesos da fibra total e da fração mineral da fibra. Relacionou-se o resultado para 100g do produto integral.

3.2.3.7 - Amido

Para a determinação do amido foi utilizado o método descrito pela A.O.A.C. (1975), modificado.

Pesaram-se cerca de 5,5g da amostra homogeneizada, transferiu-se para um bēquer de 250ml com auxílio de 500 ml de água destilada e deixou-se em repouso por 1h, agitando-se ocasionalmente. Filtrou-se e lavou-se o resíduo com 200 ml de água destilada. Após a filtração, adicionou-se a quantidade de 200 ml de água destilada e 20ml de ácido clorídrico concentrado, e aqueceu-se em autoclave durante 1h. Deixou-se esfriar e neutralizou-se com solução de hidróxido de sódio a 40%. Transferiu-se para um balão volumétrico de 250ml, completou-se o volume e filtrou-se. De uma alíquota do filtra

do, determinou-se a glicose de acordo com o método descrito para açúcares redutores.

Os resultados foram expressos pela seguinte fórmula:

$$\text{Glicídios não redutores, em amido \%} = \frac{100 \times A \times a \times 0,9}{P \times V}$$

onde:

A = nº de ml da solução de 5,5g da amostra

a = nº de g de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling

P = nº de g da amostra

V = nº de ml gasto na titulação

3.2.3.8 - Glicídios redutores, em glicose

Para esta determinação, seguiram-se as Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

Após a homogeneização, pesaram-se aproximadamente 5g da amostra em um béquer de 200ml e adicionaram-se 50 ml de água destilada. Aqueceu-se em banho-maria por 5min. Depois de frio, procedeu-se à filtração, lavando-se o béquer e o filtro com 50ml de água destilada. O filtrado e as águas de lavagens foram recebidas em um balão volumétrico de 100ml.

Em um balão de titulação de 250 ml, adicionaram-se 10ml de cada uma das soluções de Fehling e 40ml de água destilada. Aqueceu-se à ebulição. Transferiu-se o filtrado para uma bureta de 50ml e gotejou-se sobre a solução em ebulição até o seu descoramento e formação de um precipitado vermelho-tijolo, adicionando-se próximo ao final da titulação algumas gotas do indicador azul de metileno a 0,28%, para melhor visualização do ponto final da titulação.

O percentual de glicídios redutores, em glicose, foi

calculado através da fórmula:

$$\text{Glicídios redutores, em glicose \%} = \frac{100 \times A \times a}{P \times V}$$

onde:

A = nº de ml da solução de 5g da amostra

a = nº de g de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling

P = peso da amostra

V = nº de ml da solução da amostra gasto na titulação

3.2.3.9 - Glicídios não redutores, em sacarose

Utilizou-se o método recomendado pelas Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

Retirou-se uma alíquota de 25ml da solução da amostra preparada para redutores em glicose e transferiu-se para um balão volumétrico de 100ml. Juntaram-se 0,5ml de ácido clorídrico concentrado, pondo-se em banho-maria à temperatura de 70 a 80°C por 30min. Esfriou-se, neutralizou-se com carbonato de sódio anidro e completou-se o volume com água destilada. Transferiu-se a solução para uma bureta e procedeu-se, a seguir, como descrito em glicídios redutores.

Para o cálculo dos glicídios não redutores em sacarose, aplicou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Glicídios não redutores, em sacarose \%} = \frac{100 \times A \times a \times 0,95}{P \times V} - B$$

onde:

- A = nº de ml da solução de sacarose grama da amostra
a = nº de g de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling
P = nº de g da amostra usado na inversão
V = nº de ml da solução da amostra gasto na titulação
B = nº de g de glicose % obtido em glicídios redutores

3.2.3.10 - Glicídios totais

Os glicídios totais representam a soma dos glicídios redutores, em glicose e de glicídios não redutores, em sacarose %.

3.2.3.11 - Análise de aminoácidos

A análise de aminoácidos realizou-se, seguindo-se o método desenvolvido na Universidade do Arizona e citado por SALES (1980).

Pesaram-se quantidades exatas de amostra (a quantidade da amostra foi calculada para uma concentração de 0,7%/ml quando dissolvida em 25ml de solução padrão pH 2,2 (HCl-6N) para a hidrólise da proteína. A amostra foi cuidadosamente transferida para uma ampola de vidro onde foram adicionados 12ml de HCl 6N. Conectou-se esta ampola a uma bomba de vácuo e processou-se a retirada de ar do interior da mesma. Cada ampola foi submetida a banho de gelo seco até o congelamento do conteúdo. Retirou-se novamente o ar de cada ampola, conectando-se a bomba de vácuo. Após a retirada das ampolas do banho de gelo, esperou-se o tempo suficiente para o descongelamento do conteúdo, ainda sob o vácuo remanescente. Congelaram-se novamente as ampolas sob vácuo. Levaram-se ainda as ampolas com gelo seco por mais três vezes. As amostras foram hidrolizadas por um período de 4h a 145°C. Após a hi

drólise, as ampolas foram abertas e os conteúdos transferidos para frascos de fundo redondo com auxílio de água deionizada, lavando-se sucessivamente as ampolas para retirar todo o material e fazendo-se vácuo até a secagem.

O resíduo foi transferido para um bēquer de 25 ml com tampão pH 2,2 e filtrou-se em papel de filtro Whatman nº 42. As amostras foram analisadas no analisador de aminoácidos BECKMAN (modelo 120 B).

3.2.3.12 - "Score" de aminoácidos

O "score" de aminoácidos foi calculado pelo método proposto pela FAO e de acordo com a descrição de PIKE & BROWN (1975), o qual se baseia na comparação do conteúdo de aminoácidos da proteína teste com o da proteína padrão que possui um "score" protéico igual a 100.

O "score" de aminoácidos foi obtido por cálculo, a partir da relação percentual entre o teor de cada aminoácido da proteína teste e o correspondente aminoácido da proteína padrão da FAO/WHO, 1973, da seguinte maneira:

$$\text{"Score" de aminoácidos} = \frac{\text{mg de aminoácido/g proteína teste}}{\text{mg de aminoácido/g proteína padrão}} \times 100$$

O aminoácido essencial que apresentou o mais baixo "score" foi designado aminoácido limitante.

3.2.3.13 - Tanino

Foram determinados, utilizando-se o método colorimétrico de Folin-Denis de acordo com A.O.A.C. (1975), usando-se os seguintes reagentes:

(I) - Reagente de Folin-Denis. Foram colocados em refluxo por 2h, 750ml de água destilada, 100g de tungstato de sódio, 20g de ácido fosfomolibdico e 50ml de ácido fosfórico a 85%. Após esfriar, completou-se o volume para 1000 ml com água destilada.

(II) - Solução saturada de carbonato de sódio. Pesaram-se 35g de carbonato de sódio anidro, diluindo-se em 100 ml de água destilada à temperatura de 70-80°C, deixando-se esfriar e filtrando-se.

(III) - Solução padrão de ácido tânico. 0,1g de ácido tânico para 1000ml de água destilada.

A preparação da curva-padrão foi feita da seguinte maneira: em balões volumétricos de 100ml, foram adicionados 1, 2, 3, 4, 5 e 6ml da solução padrão de ácido tânico. Em seguida, para cada balão, adicionaram-se 70ml de água destilada, 5ml da solução de Folin-Denis e após rápida agitação, 10ml da solução de carbonato de sódio saturada. Completou-se o volume e após 30min de repouso, procedeu-se à leitura em comprimento de onda de 760nm. Para a construção da curva padrão, preparou-se um gráfico com os valores obtidos em absorbância nas diferentes concentrações, contra mg de ácido tânico por 100ml.

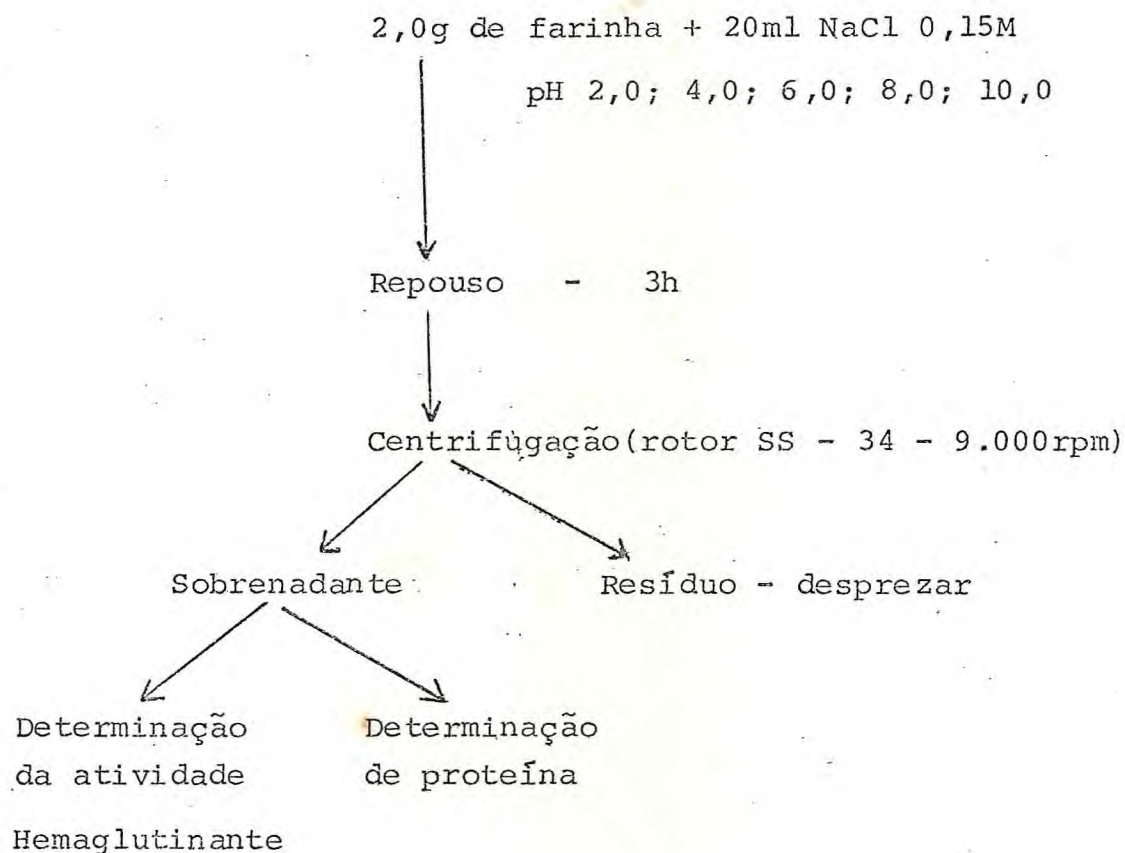
Para a análise da amostra pesaram-se 2g do material, adicionaram-se 200ml de água destilada, e levou-se a solução ao aquecimento a 60°C por 15min. Em seguida, esfriou-se em água corrente, homogeneizou-se em liquidificador por 2min e filtrou-se. Transferiu-se uma alíquota de 10ml do filtrado para um balão volumétrico de 100ml, seguindo-se, a partir desse ponto, o mesmo procedimento descrito para a curva padrão.

A concentração de tanino da amostra foi determinada através da leitura na curva padrão em mg por 100g de ácido tânico.

3.2.3.14 - Determinação da atividade hemaglutinante

- Extração de proteína

A extração de proteína foi feita com solução de NaCl 0,15M e o pH ajustado (após a suspensão da amostra) para diferentes valores de 2 a 10 de acordo com o esquema que segue:



- Determinação de proteínas

Foram utilizadas para a determinação do teor de proteína, o método do micro-Bureto, de acordo com a técnica descrita por GOA (1953). Foram usados volumes crescentes da solução de proteína (E.B. diluído) e adicionados tampão fosfato, 0,1M pH 7,6 até o volume de 1,0ml.

Adicionaram-se em seguida, 3,0ml de NaOH a 4% e 0,2ml do reagente do micro-bureto. Após 15min fez-se a leitura da densidade ótica a 330nm em espectrofotômetro Bechman modelo DU.

- Atividade hemaglutinante

A atividade hemaglutinante foi determinada de acordo com o método descrito por MOREIRA (1975).

As amostras foram submetidas à diluição seriada (1:2) em placas de microdiluição com NaCl 0,15M. Em seguida, adicionou-se a cada poço igual volume de uma suspensão de hemácias a 2% e, salina isotônica (NaCl 0,15M). As placas foram incubadas a 37°C em estufa por 30min, seguidas por 30 min de repouso a temperatura ambiente. Em seguida, foram feitas observações visuais dos poços onde houve aglutinação. Para confirmação dos dados foram também feitas observação em microscópio ótico. ✓

3.2.3.15 - Determinação da atividade antitriptica

- Desengorduramento das amostras

Para iniciar o processo de desengorduramento, as amostras (biscoitos com coco, mistura 30/70 e 50/50 e biscoito com canela, mistura 30/70 e 50/50) foram pesadas e em seguida trituradas.

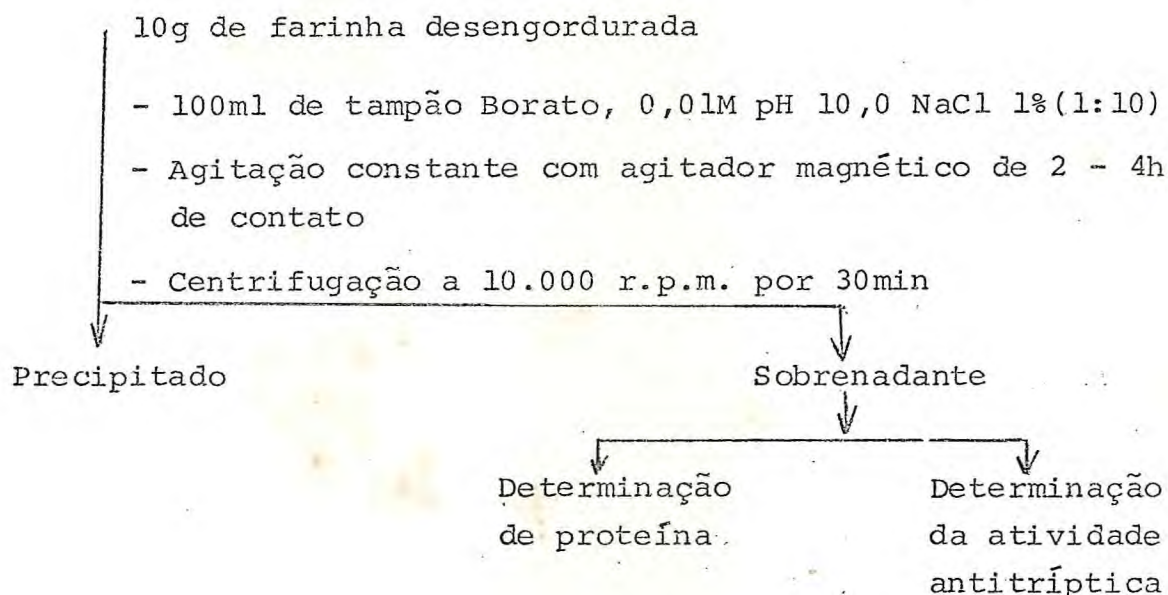
As amostras trituradas foram colocadas em um erlenmeyer de 250ml e adicionados 200ml de hexana. As amostras foram deixadas à temperatura ambiente durante 48h, sendo efetuada a troca de solução por 4 vezes, dependendo do teor de lipídios das amostras.

Verificou-se que houve o desengorduramento completo,

após as 48h, quando a solução foi retirada e os fragmentos foram deixados ao ar para secagem sobre uma folha de papel de filtro. A verificação foi feita através do contato manual.

- Extração da proteína

A extração foi feita em tampão borato 0,01M pH 10,0 com NaCl 1%, na proporção de 1:10 (p/v) segundo o esquema seguinte:



- Determinação de proteína

Utilizou-se a metodologia descrita no item 3.2.3.14.

- Atividade antitriptica

A metodologia utilizada para determinação da atividade inibitória contra tripsina foi segundo o método caseinolítico de KUNITZ (1947).

Adicionou-se tampão fosfato, 0,1M com pH 7,6 a volumes crescentes de amostra até o volume de 1,5ml em tubos apropriados. Em seguida, foram adicionados 0,5ml de solução de tripsina e os tubos foram colocados em banho-maria a 37°C por 10min. Para estabelecer o equilíbrio, adicionou-se 1 ml de caseína a 1% em tampão fosfato 0,1M com pH 7,6 permanecendo no banho-maria por 20min. Para que a reação fosse cessada, adicionaram-se 3,0ml de ácido tricloroacético (TCA) a 5% e retirou-se os tubos do banho-maria. Após 30min, as suspensões foram filtradas em papel quantitativo (Whatman 42 ou equivalente). Pipetaram-se alíquotas de 1,0ml dos filtrados em outros tubos e neutralizaram-se com 0,05ml de NaOH 2N. Adicionaram-se, em seguida, 5ml da mistura da solução A e B do reagente de Folin na proporção de 50ml de A (NaOH 0,01N em Na₂CO₃ anidro a 2%) e 1ml de solução B (Cu SO₄ · 5H₂O a 0,5%, citrato de sódio a 1,0%). Passados 10min, adicionaram-se 0,5ml de reagente de Folin propriamente dito, diluído para 1N. Depois de 30min, fez-se a leitura da absorbância a 750nm em espectrofotômetro (Spekol AUS JENA, célula de 1cm de espessura). Provas em branco para concentrações extremas de tripsina foram sempre feitas. Nestes casos a adição de ácido tricloroacético (TCA) precede a de caseína. Os valores foram obtidos por interpolação gráfica.

3.2.4 - Análise sensorial dos biscoitos

Com o objetivo de avaliar a aceitação do consumidor em relação à qualidade dos parâmetros sensoriais dos biscoitos, realizou-se a análise sensorial desses produtos, utilizando-se um grupo de 750 provadores não treinados, constituído de crianças na faixa de 5 a 7 e de 8 a 12 anos.

Utilizou-se o método da escala hedônica facial de acordo com MARTIN (1971), através de desenhos de faces. Para a faixa etária de 5 a 7 anos, desenharam-se apenas duas faces expressando "gostei" e "não gostei", conforme Anexo A1. Para a faixa etária de 8 a 12 anos desenharam-se 5 faces, compreendendo 5 pontos, de "gostei muitíssimo" a "não gos

tei", conforme Anexo A2.

Das amostras acondicionadas em sacos plásticos, foram servidas um biscoito para cada provador, em duas etapas. Na primeira etapa, avaliaram-se amostras de biscoitos com coco, mistura 30/70 e com canela na mesma mistura. Os biscoitos eram recém-processados, diferenciados pela formulação utilizada. Na segunda etapa, utilizaram-se as amostras de biscoitos com coco na mistura 50/50 e com canela na mesma mistura. As amostras foram servidas sempre no horário do recreio antes da merenda e com crianças do turno da manhã. Esta avaliação foi realizada no colégio Luzardo Viana-CNEC, localizado em Caucaia-Ce.

3.2.4.1 - Análise estatística

Os resultados da análise sensorial foram analisados estatisticamente pelo Departamento de Estatística e Matemática Aplicada da Universidade Federal do Ceará, segundo (BERQUÓ et alii, 1981) e (NOETHER, 1983), usando-se o método de testes de proporções.

3.2.5 - Estudo da estabilidade dos biscoitos formulados

Para o estudo da estabilidade foi elaborada outra partida de biscoitos, utilizando-se as mesmas misturas das farinhas.

Após o processamento, os diferentes produtos foram armazenados e submetidos a análises químicas nos tempos 0, 30, 60 e 90 para estudar a estabilidade dos produtos, nos três tipos de embalagens: saco plástico, saco de papel aluminizado e latas. As amostras dos biscoitos foram retiradas das embalagens e submetidas às determinações de umidade, proteína, lipídios totais e taninos, utilizando-se as metodologias já descritas anteriormente no item 3.2.3, bem como o

índice de peróxido.

3.2.5.1 - Índice de peróxido

Pesaram-se cerca de 10 g da amostra homogeneizada, transferiu-se este volume para o liquidificador com o auxílio de 100ml de éter etílico e agitou-se por 2min. Filtrou-se e colocou-se em banho-maria para evaporar todo o éter etílico. Em seguida, determinou-se o índice de peróxido. Seguindo-se, o método descrito pela A.O.A.C. (1975).

Pesaram-se, aproximadamente, 4,0g de amostra extraída em um frasco erlenmeyer de 250ml. Em seguida, adicionou-se a quantidade de 50ml de solução de ácido-acético-clorofórmio (3:2) e 1ml de solução saturada de iodeto de potássio. Agitou-se por 1min, adicionando-se 50ml de água. Em seguida, titulou-se com solução de tiossulfato de sódio 0,1N até o aparecimento da cor amarelo-alaranjado. Foi adicionado 1,0ml de solução de amido a 0,5% e continuou-se a titulação até o desaparecimento da coloração cinza azulada.

O índice de peróxido da amostra foi calculado através da fórmula:

$$\text{Índice de peróxido} = \frac{V \times F \times N \times 1000}{P}$$

(miliequivalente de peróxido/kg de óleo)

onde:

N = normalidade da solução de tiossulfato de sódio

V = volume de tiossulfato de sódio gasto na titulação

F = fator de correção da solução de tiossulfato de sódio

P = peso da amostra em gramas

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Análise química das farinhas e misturas das farinhas de feijão caupi e sorgo granífero e dos biscoitos elaborados com este material

Os resultados referentes às análises químicas das farinhas e misturas (30/70 e 50/50) das farinhas de feijão caupi e sorgo granífero estão apresentados na TABELA 9.

Comparando-se os resultados da farinha de feijão caupi integral encontrados na TABELA 9 com os encontrados por AKPAPUNAM & MARKAKIS (1979), verifica-se que eles estão coerentes, com exceção da umidade, em que se observou uma ligeira diminuição, talvez devido às condições ambientais em que elas foram armazenadas.

Os resultados encontrados na farinha de sorgo granífero integral estão de acordo com os obtidos por ROONEY & CLARK (1968) e diferentes em umidade, lipídios totais e carboidratos dos observados por BASTOS (1980). As diferenças encontradas podem ser devidas a variações genéticas das sementes, solo, clima ou outros fatores.

Analisando-se a mistura 30/70 das farinhas de feijão caupi e sorgo, verifica-se que os resultados dos teores de umidade, proteína e tanino, estão lógicos com os percentuais do material original, enquanto o mesmo não ocorreu com as frações de lipídios totais e cinzas em que houve um aumento de 48,4% e 19% respectivamente.

Na mistura 50/50, os teores de umidade, proteína, carboidratos e tanino também foram coerentes com os resultados esperados, mas os lipídios totais e cinzas aumentaram de 54,3% e 15,8%, respectivamente, em relação aos percentuais calculados.

TABELA 9 - Análise química das farinhas de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e das misturas 30/70 e 50/50 das farinhas.

Determinações*	Farinha de feijão	Farinha de sorgo	Mistura 30/70	Mistura 50/50
Umidade (%)	6,44	10,54	9,52	8,69
Proteína (% N x 6,25)	20,89	11,14	14,77	16,36
Lipídios totais (%)	1,71	2,80	3,67	3,48
Cinza (%)	3,38	1,06	2,09	2,57
Carboidratos (P/diferença %)	67,58	74,46	69,95	68,90
Taninos (mg/100g)	494,78	152,08	279,16	317,70

* - Média de 03 determinações.

As discrepâncias encontradas nos percentuais de lipídios totais e cinzas nas misturas anteriormente descritas, provavelmente, decorreram de erros ocorridos durante a realização das análises químicas ou, ainda, por homogeneização inadequada das misturas, que foi feita manualmente.

A TABELA 10 mostra as determinações quantitativas dos aminoácidos da farinha de sorgo, expressos em g/100g de farinha e g/100g de proteína.

Como pode ser observada pela análise de aminoácidos, a proteína do sorgo é boa fonte dos aminoácidos sulfurados, enquanto o feijão caupi é diferente nos mesmos, recomendando-se, então, misturar sorgo ao feijão com a finalidade de elevar o valor nutricional da proteína.

Na TABELA II estão os resultados do "score" dos aminoácidos essenciais da farinha de sorgo.

Observando-se o "score" dos aminoácidos da farinha de sorgo verifica-se que há deficiência em lisina (1º aminoácido limitante) e treonina (2º aminoácido limitante). Estes resultados estão de acordo com trabalhos realizados por BASTOS (1980).

Os resultados das análises químicas dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50 encontram-se expressos nas TABELAS 12 e 13.

Observando-se os resultados destas tabelas, verifica-se que de um modo geral, a composição química dos biscoitos com coco e com canelanas misturas 30/70 e 50/50 se equiparam. Nota-se um ligeiro aumento no percentual da proteína entre as misturas do mesmo tipo de biscoito, à medida que aumenta a quantidade de farinha de feijão, como também, nos biscoitos com canela o percentual de proteína está um pouco maior do que nos biscoitos com coco, isto pode ser devido à formulação de o biscoito com canela conter gema de ovo.

O teor de umidade variou um pouco entre o meso tipo de biscoito e em relação ao outro biscoito, não sendo verificadas grandes variações para lipídios, fibra, cinza e carboidratos para os biscoitos. Para as determinações de amido, açúcares redutores, em glicose, açúcares não redutores,

TABELA 10 - Aminoácidos da farinha de sorgo granífero
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

Aminoácidos	Farinha de sorgo	
	Amostra(g/100g)	Proteína(g/100g)
Lisina	0,3400	3,7906
Histidina	0,2521	2,8107
Arginina	0,6492	7,2377
Ac. aspártico	0,6881	7,6708
Treonina	0,2635	2,9381
Serina	0,3014	3,3599
Ac. glutâmico	1,5077	16,8088
Prolina	0,5828	6,4975
Glicina	0,3250	3,6231
Alanina	0,6514	7,2620
Cistina	0,1364	1,5203
Valina	0,5254	5,8578
Metionina	0,2159	2,4069
Isoleucina	0,3999	4,4582
Leucina	0,8761	9,7669
Tirosina	0,2424	2,7021
Fenilalanina	0,3841	4,2823
Proteína	8,97	

TABELA 11 - "Score" dos aminoácidos essenciais da farinha de sorgo granífero.

Aminoácidos	mg/g Proteína		"Score" dos aminoácidos da farinha (%)
	Proteína padrão da FAO ***	Proteína da farinha	
Isoleucina	40	44,58	*
Leucina	70	97,67	*
Lisina	55	37,91	68,92
Metionina + Cistina	35	39,27	*
Fenilalanina + tirosina	60	69,84	*
Treonina	40	29,38	73,45
Triptofano	10	**	**
Valina	50	58,58	*

* - Valor acima de 100%.

** - Não determinado.

*** - FONTE: FAO/WHO (1973).

TABELA 12 - Análise química dos biscoitos com coco e com ca
nela, misturas 30/70 e 50/50.

Determinações *	Biscoitos com coco		Biscoitos com canela	
	30/70	50/50	30/70	50/50
Umidade	5,68	4,12	3,34	5,30
Proteína(% Nx6,25)	7,41	8,04	8,09	8,79
Lipídios (%)	23,22	22,58	22,00	22,74
Fibra (%)	1,93	1,64	1,53	2,12
Cinza (%)	1,65	1,80	1,64	1,70
Extrato não nitro genado (%)	60,11	61,82	63,40	59,35

* - Média de 03 determinações.

TABELA 13 - Carboidratos nos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50.

Determinações *	Biscoitos com coco		Biscoitos com canela	
	30/70	50/50	30/70	50/50
Amido (%)	22,19	22,19	28,97	28,97
Glicídios redutores, em glicose (%)	0	0	0	0
Glicídios não redutores, em sacarose (%)	32,43	32,87	32,05	28,66
Açúcares totais (%)	32,43	32,87	32,05	28,66

* - Média de 03 determinações.

em sacarose e açúcares totais não houve variação entre os biscoitos com coco, variando um pouco os glicídios não redutores, em sacarose, entre os biscoitos com canela.

Os resultados referentes à análise de aminoácidos dos biscoitos com coco e com canela nas misturas 30/70 e 50/50 estão apresentados nas TABELAS 14 e 15 e o "score" dos aminoácidos essenciais se encontram na TABELA 16.

Analisando os dados referentes ao "score" dos aminoácidos dos biscoitos com coco e com canela nas misturas 30/70 e 50/50 verifica-se que as misturas melhoraram o valor nutricional da proteína, no entanto, ainda não foram suficientes para complementar todos os aminoácidos limitantes no feijão e sorgo. Nos biscoitos com coco, mistura 30/70, complementou os aminoácidos sulfurados continuando deficiente o aminoácido lisina, enquanto para os biscoitos com coco, 50/50, a deficiência em lisina foi superada (com o aumento da quantidade de farinha de feijão) e os aminoácidos sulfurados ainda ficaram deficientes (com a diminuição do percentual da farinha de sorgo). Para os biscoitos com canela 30/70, houve um maior número de aminoácidos deficientes, pois a lisina (1º aminoácido limitante) e a treonina (2º aminoácido limitante) continuaram limitantes, como também a valina (3º aminoácido limitante), resultando em uma mistura menos eficiente. Nos biscoitos com canela 50/50, a complementação foi eficiente para os aminoácidos sulfurados e a treonina, ficando a lisina ainda limitante. ✓

Comparando-se os resultados obtidos para os dois tipos de biscoitos (coco e canela) nas diferentes misturas, verifica-se que nos biscoitos com coco houve coerência nos resultados do "score" para os aminoácidos que continuaram limitantes. Analisando os resultados do "score" dos aminoácidos dos biscoitos com canela 30/70, nota-se que houve maior número de aminoácidos deficientes e num percentual bem inferior, quando comparados com os encontrados para os biscoitos com coco 30/70. Estes dados não ficaram bem entendidos, principalmente a deficiência encontrada para o aminoácido valina, o que não é observado em trabalhos realizados com feijão e sorgo. Nos resultados dos biscoitos com canela 50/50, os

TABELA 14 - Aminoácidos dos biscoitos com coco, misturas 30/70 e 50/50.

Aminoácidos	Biscoitos com coco (g/100g)			
	30/70		50/50	
	Amostra	Proteína	Amostra	Proteína
Lisina	0,2918	4,7914	0,4223	5,9569
Histidina	0,2069	3,3968	0,2608	3,6779
Arginina	0,5525	9,0728	0,6261	8,8306
Ac. aspártico	0,7220	11,8560	0,9133	12,8817
Treonina	0,2658	4,3643	0,3177	4,4816
Serina	0,3658	6,0072	0,4300	6,0649
Ac. glutâmico	1,6434	26,9860	1,8024	25,4214
Prolina	0,4815	7,9069	0,5147	7,2600
Glicina	0,3293	5,4074	0,3933	5,5470
Alanina	0,5831	9,5749	0,5582	7,8729
Cistina	0,0938	1,5405	0,0668	0,9422
Valina	0,4507	7,4011	0,5096	7,1877
Metionina	0,2004	3,2904	0,1721	2,4278
Isoleucina	0,3665	6,0177	0,4100	5,7829
Leucina	1,1323	18,5935	0,8381	11,8206
Tirosina	0,2292	3,7640	0,2551	3,5983
Fenilalanina	0,3907	6,4155	0,4789	6,7543
Proteína	6,09	7,09		

TABELA 15 - Aminoácidos dos biscoitos com canela, misturas 30/70 e 50/50.

Aminoácidos	Biscoitos com canela (g/100g)			
	30/70		50/50	
	Amostra	Proteína	Amostra	Proteína
Lisina	0,2561	3,3959	0,4413	4,8225
Histidina	0,1747	2,3175	0,2856	3,1214
Amônia	0,1539	2,0413	0,2185	2,3876
Arginina	0,3295	4,3695	0,5342	5,8383
Ac. aspártico	0,6159	8,1691	0,9570	10,4586
Treonina	0,2484	3,2947	0,3940	4,3058
Serina	0,3517	4,6647	0,5371	5,8699
Ac. glutâmico	1,1467	15,2087	1,6260	17,7706
Prolina	0,3991	5,2930	0,5538	6,0524
Glicina	0,2476	3,2832	0,3954	4,3218
Alanina	0,4432	5,8776	0,5894	6,4410
Cistina	0,2786	3,6944	0,3735	4,0819
Valina	0,3541	4,6957	0,5547	6,0620
Metionina	0,0422	0,5599	0,0632	0,6120
Isoleucina	0,3228	4,2807	0,4975	5,4377
Leucina	0,7230	9,5885	0,9731	10,6349
Tirosina	0,1826	2,4222	0,2722	2,9750
Fenilalanina	0,3479	4,6140	0,5485	5,9949

TABELA 16 - "Score" dos aminoácidos essenciais dos biscoitos com coco e com canela nas misturas 30/70 e 50/50.

Aminoácidos	Proteína Padrão da FAO***	Proteína dos biscoitos (mg/g de Proteína				"Score" dos aminoácidos dos bis coitos (%)			
		Coco		Canela		Coco		Canela	
		30/70	50/50	30/70	50/50	30/70	50/50	30/70	50/50
Isoleucina	40	60,18	57,83	42,81	54,38	*	*	*	*
Leucina	70	185,94	181,21	95,89	106,35	*	*	*	*
Lisina	55	47,91	59,57	33,96	48,23	87,11 87,12 (26,7%)*		61,74 (NE)	87,68 (27,2)
Metionina + cistina	35	48,31	33,70	42,54	47,73	* OK	96,29	*	*
Fenilalanina + tirosina	60	101,79	103,53	70,36	89,70	*	*	*	*
Treonina	40	43,64	44,82	32,95	43,06	*	*	82,37	*
Triptofano	10	**	**	**	**	**	**	**	**
Valina	50	74,01	71,88	46,96	60,62	*	*	93,91	*

* - Valor acima de 100%.

** - Aminoácido não determinado.

*** - FONTE: FAO/WHO (1973).

dados foram coerentes com os encontrados para os biscoitos com coco na mesma mistura, apesar de que na formulação dos biscoitos com canela, foram utilizadas gema de ovo, que poderia ter enriquecido mais ainda estes biscoitos.

Os resultados das análises da atividade hemaglutinante e do inibidor de tripsina dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50 estão apresentados respectivamente nas TABELAS 17 e 18.

Na análise da atividade hemaglutinante dos biscoitos com coco e com canela nas duas misturas (30/70 e 50/50, as amostras, no extrato bruto não apresentaram atividade hemaglutinante em nenhuma das três extrações feitas em diversos pH (pH 2 a 10). Isto indica que os tratamentos com calor aplicados à farinha de feijão e aos biscoitos foram eficientes para inativar este fator tóxico existente no feijão. Em trabalho realizado por PAK et alii (1977), sobre os efeitos de diversos tratamentos térmicos no conteúdo de hemaglutininas e na qualidade protéica de feijão (*Phaseolus vulgaris*), encontraram que a atividade hemaglutinante apresentada pela semente crua foi alta, observando-se mortalidade nos ratos alimentados com dietas com 10% das calorias protéicas.

O conteúdo de inibidores de tripsina encontrados nas amostras analisadas de biscoitos com coco e com canela foi muito baixo, sendo portanto, considerado desprezível, quando comparados com outros dados encontrados na literatura por (PHILLIPS & ADAMS, 1983 e OLOGHOBO & FETUGA, 1983).

KAKADE et alii (1969) encontraram valores de inibidor de tripsina para o feijão lima (*Phaseolus lunatus*) de 2,5% e para o feijão marinho (*Phaseolus vulgaris*) um valor de 2,6%.

4.2 - Análise sensorial dos biscoitos

Os resultados da análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50 estão apresentados na TABELA 19.

TABELA 17 - Análise da atividade hemaglutinante dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50.

Amostras	Teor de proteína solúvel(mg/g de farinha)				
	Meios de extração				
	pH 2,0	pH 4,0	pH 6,0	pH 8,0	pH 10,0
Coco 30/70	83,37	87,04	82,45	97,58	91,35
Coco 50/50	86,80	69,85	75,14	65,96	117,18
Canela 30/70	81,39	73,27	73,78	75,31	77,53
Canela 50/50	50,15	65,96	63,54	70,33	71,23

TABELA 18 - Análise da atividade antitriptica dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50.

Amostras	Atividade antitri <p>ptica.</p>	Proteína mg/g de farinha
	(%)	
Coco 30/70	0,09	94,15
Coco 50/50	0,11	105,00
Canela 30/70	0,04	73,60
Canela 50/50	0,13	81,56

TABELA 19 - Resultados da análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50.

Faixa etária (anos)	Variáveis	Biscoitos com coco		Biscoitos com canela	
		30/70	50/50	30/70	50/50
5 a 7	Gostei	91	76	91	90
	Não gostei	9	9	17	34
	Total	100	85	108	124
8 a 12	Gostei	104	93	74	64
	Não gostei	11	12	41	41
	Total	115	105	115	105

O teste utilizado na análise sensorial aplicado às crianças na faixa etária de 8 a 12 anos continha cinco variáveis: "gostei muitíssimo", "gostei muito", "gostei", "gostei pouco" e "não gostei". Para poder comparar os resultados com os da análise sensorial feita com crianças na faixa etária de 5 a 7 anos que continha apenas duas variáveis ("gostei" e "não gostei"), a análise estatística condensou em duas - "gostei" e "não gostei". Para efeito de análise estatística, os resultados foram transformados em percentuais, TABELA 20, para facilitar a aplicação do teste de proporções e, conseqüentemente, encontrar os valores de Z (Anexo B).

Pelos valores de Z calculados, foi observado que quando fixada a faixa etária na variável "gostei", verificou-se que para os biscoitos com coco, misturas 30/70 e 50/50, faixa etária de 5 a 7 anos, não houve diferença significativa a nível de 5% ($Z = 0,36$), na preferência destes produtos, quando comparadas às misturas entre a mesma faixa etária. O mesmo ocorreu com os biscoitos com coco, nas duas misturas, faixa etária de 8 a 12 anos, onde o valor calculado de Z = 0,45.

Nos biscoitos com canela, misturas 30/70 e 50/50, na faixa etária de 5 a 7 anos, houve diferença significativa de sabor a nível de 5% ($Z = 2,14$), quando comparadas às duas misturas, dentro da mesma faixa etária, indicando que os biscoitos formulados com a mistura 30/70 foram mais bem aceitos do que os formulados com a mistura 50/50. Entretanto, no mesmo tipo de biscoito, na faixa etária de 8 a 12 anos, não houve mudança significativa de sabor a nível de 5% ($Z = 0,52$).

Para os valores de Z calculados, quando fixada a mistura na variável "gostei", foi verificado que nos biscoitos com coco mistura 30/70, nas duas faixas etárias, não houve diferença significativa de sabor a nível de 5% ($Z = 0,14$), quando comparadas as misturas entre as faixas etárias. O mesmo ocorreu com os biscoitos com coco, mistura 50/50, nas duas faixas etárias, onde o valor de Z = 0,18.

Nos biscoitos com canela, mistura 30/70, nas duas faixas etárias, quando comparadas as misturas entre as fai

TABELA 20 - Resultados da análise sensorial expressos pelo percentual de respostas as variáveis "gostei" e "não gostei".

Faixa etária (anos)	Variáveis	Biscoitos com coco (%)		Biscoitos com canela (%)	
		30/70	50/50	30/70	50/50
5 a 7	Gostei	91	89,41	84,26	72,58
	Não gostei	9	10,59	15,74	27,42
8 a 12	Gostei	90,43	88,57	64,35	60,95
	Não gostei	9,57	11,43	35,65	39,05

xas etárias, observou-se que houve mudança significativa na sua preferência a nível de 5% ($Z = 3,39$), indicando que as crianças na faixa etária de 5 a 7 anos gostaram mais deste produto do que as da faixa etária de 8 a 12 anos. Nos biscoitos com canela, mistura 50/50, nas duas faixas etárias, foi verificado que não houve diferença significativa de sabor a nível de 5% ($Z = 1,87$), apesar do valor de Z estar um pouco elevado. ✓

4.3 - Estudo da estabilidade dos biscoitos com coco e com canela, mistura 30/70 e 50/50 em diferentes embalagens

As análises de estabilidade dos biscoitos com coco e com canela, misturas 30/70 e 50/50 estavam previstas para serem feitas no tempo 0, 30, 60 e 90 dias, mas os biscoitos mofaram antes de chegar ao final do tempo pré-estabelecido. ✓

Os biscoitos com coco, mistura 30/70, todos se mantiveram normais por 30 dias, independentes do tipo de embalagem. Os com canela, da mesma mistura, conservaram-se sem problemas por 60 dias em todas as embalagens. Nos biscoitos com coco, mistura 50/50 só a armazenagem em lata conservou até 60 dias, enquanto nos com canela, 50/50 somente a embalagem em saco plástico não conservou até os 60 dias. Nenhum biscoito, em qualquer tipo de embalagem, atingiu o período de 90 dias de armazenamento em condições aceitáveis ao consumo.

Os resultados das análises químicas dos biscoitos com coco e com canela nas misturas 30/70 e 50/50 armazenados em embalagens de plástico, alumínio e lata à temperatura ambiente se encontram nas TABELAS 21, 22, 23 e 24.

Observou-se que a umidade aumentou entre os mesmos biscoitos e entre os diferentes tipos de biscoitos, em todas as embalagens, à medida que aumentava o tempo de armazenamento. A embalagem de lata foi onde a umidade se manteve mais constante. As variações observadas podem ter sido ocasionadas pela maneira como foram acondicionados os biscoi

TABELA 21 - Análises químicas dos biscoitos com coco, mistura 30/70, em diferentes embalagens durante o armazenamento.

Determinações *	Tempo de armazenagem (dias)/embalagens ***						
	0		30		60		
	S	P	A	L	P	A	L
Umidade (%)	7,65	11,07	11,35	8,70	**	**	**
Lipídios totais (%)	21,15	18,52	19,87	23,12	**	**	**
Taninos (mg/100g)	246,87	194,79	188,54	188,54	**	**	**
Índice de peróxido (meq/kg de óleo)	3,31	3,65	4,47	3,43	**	**	**

* - Média de 03 determinações.

** - Biscoitos estragados.

*** - P = saco plástico

A = saco de alumínio

L = lata

S = sem embalagem

TABELA 22 - Análises químicas dos biscoitos com canela, mistura 30/70, em diferentes embalagens durante o armazenamento.

Determinações *	Tempo de armazenagem (dias)/Embalagens ***						
	0		30			60	
	S	P	A	L	P	A	L
Umidade (%)	5,40	10,68	7,91	6,41	11,38	10,18	7,81
Lipídios totais (%)	23,49	21,86	23,26	23,81	21,49	21,83	22,30
Taninos (mg/100g)	291,66	313,54	304,16	322,91	246,87	223,96	258,33
Índice de peróxido (meq/kg de óleo)	0	4,20	9,19	4,58	24,99	39,76	17,90

* - Média de 03 determinações.

** - Biscoitos estragados.

*** - P = saco plástico

A = saco de alumínio

L = lata

S = sem embalagem

TABELA 23 - Análises químicas dos biscoitos com coco, mistura 50/50, em diferentes embalagens durante o armazenamento.

Determinações *	Tempo de armazenagem (dias)/Embalagens ***						
	0		30			60	
	S	P	A	L	P	A	L
Umidade (%)	9,26	10,77	10,72	9,57	**	**	9,63
Lipídios totais (%)	21,87	18,06	19,43	20,40	**	**	19,52
Taninos (mg/100g)	317,71	216,67	238,54	223,96	**	**	184,37
Índice de peróxido (meq/kg de óleo)	2,08	5,02	7,95	6,13	**	**	14,20

* - Média de 03 determinações.

** - Biscoitos estragados.

*** - P = saco plástico

A = saco de alumínio

L = lata

S = sem embalagem

TABELA 24 - Análises químicas dos biscoitos com canela, mistura 50/50, em diferentes embalagens durante o armazenamento.

Determinações *	Tempo de armazenagem (dias)/Embalagens ***						
	0		30		60		
	S	P	A	L	P	A	L
Umidade (%)	7,44	11,76	9,70	8,21	**	11,98	9,65
Lipídios totais (%)	22,86	21,29	21,31	21,84	**	20,90	22,25
Taninos (mg/100g)	291,66	304,16	313,54	279,16	**	216,66	223,96
Índice de peróxido (meq/kg de óleo)	3,94	3,99	4,34	5,58	**	10,69	15,55

* - Média de 03 determinações.

** - Biscoitos estragados.

*** - P = saco plástico

A = saco de alumínio

L = lata

S = sem embalagem

tos, como também, pela diferente permeabilidade dos tipos de embalagens utilizadas.

Pelos valores observados para os lipídios totais nos diferentes tipos de biscoitos, verificaram-se pequenas alterações nos fatores tempo de armazenamento e embalagem entre o mesmo biscoito e entre os demais tipos. As pequenas variações verificadas podem ter sido ocasionadas pela homogeneização inadequada das amostras e pelo aumento da umidade no produto.

No que se refere a tanino, houve decréscimos durante a estocagem em todos os biscoitos, variando os limites de 318 a 246mg no tempo zero, para 258 a 184mg no final do armazenamento. Pode-se sugerir que estas diminuições tenham sido ocasionadas pelas mesmas razões atribuídas às variações de lipídios.

Quanto ao índice de peróxido observaram-se elevações em todos os produtos, independentes do tipo de biscoito, embalagem e tempo de armazenamento. Mesmo com a elevação do índice de peróxido, os biscoitos não apresentaram sinais de rancificação, estando de acordo com a literatura que considera um produto rancificado quando apresenta valor superior a 100, conforme DUGAN Jr., citado por (SOUZA, 1984).

No período de estocagem, o valor de peróxido fornece uma indicação da extensão da reação da fração lipídica com oxigênio indicando aproximadamente a sua estabilidade, (MATZ, 1976).

Para DUGAN Jr., citado por SOUZA (1984), a determinação do grau de oxidação de uma gordura ou alimento é difícil e muitas vezes os resultados são duvidosos. O índice de peróxido é útil na fase em que se inicia a decomposição dos hidroperóxidos. Somente o conjunto de índice de peróxido, teste do ácido tiobarbitúrico (TBA), carbonilos e acidez proporcionam a melhor informação acerca do estudo de oxidação, se bem que os resultados são tão desiguais que não se tem bem caracterizado ou definido nenhum sistema oxidado.

SOUZA (1984), citando ainda o mesmo autor, comenta que nos óleos vegetais, algodão ou de soja, se detecta a ran

cidez a um índice de peróxido 100 e nos óleos hidrogenados a um índice de 70. Desse modo não é freqüente encontrar nos produtos destinados ao consumo, índices de peróxido superior a 100, porque os produtos secundários que se formariam, confeririam ao alimento características desagradáveis, o que impediria seu consumo.

5 - CONCLUSÕES

- As proporções de farinhas utilizadas nas misturas melhoraram a qualidade da proteína dos biscoitos com a complementação de aminoácidos, embora não tenha sido 100% eficiente.

- As farinhas de "feijão caupi" e de "sorgo" foram capazes de produzir biscoitos sem adição de farinha de trigo.

- Os produtos formulados com as misturas das farinhas tiveram bom valor nutricional e com cor, textura, sabor e odor agradáveis.

- O tratamento térmico dado à farinha de feijão e aos biscoitos foram eficientes para inativar os fatores tóxicos presentes na farinha de feijão.

- O estudo da estabilidade revelou que os biscoitos produzidos se conservaram normais durante 30 dias, em quaisquer tipos de embalagens testadas (saco plástico; alumínio ou lata).

- Os biscoitos com coco não se conservaram quando armazenados por mais de 30 dias, com excessão dos armazenados em lata, mistura 50/50.

- Os biscoitos com canela, mistura 30/70 se conservaram por 60 dias, em todos os tipos de embalagens, enquanto os com canela, mistura 50/50 da embalagem de plástico apresentaram mofo.

- Baseada na umidade, o tipo de embalagem que melhor conservou os produtos armazenados foi a lata, para qualquer tipo de biscoito produzido.

- Os biscoitos com canela nas duas misturas, tiveram melhor conservação do que os biscoitos com coco.

- De uma maneira geral, as farinhas de "feijão caupi" e de "sorgo" produziram bons alimentos e melhoraram sensivelmente o seu valor protéico, constituindo-se, portanto, em uma alternativa para aliviar a deficiência protéica de crianças desnutridas. ✓

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKPAPUNAM, A. M. & MARKAKIS, P. Oligosaccharides of 13 American cultivars of cowpea (*Vigna sinensis*). J. Food Science, 44: 1317, 1979.
- ANGELIS, R.C. et alii. Mezclas de arroz y frijol (55:45 y 77:23). I valor nutricional de las proteínas de las mezclas. Arch. Latinoamer. de Nutr., Guatemala, 32 (1): 47-63, 1981.
- ARAGÃO, R.G.M. et alii. Efeito do ácido giberelico (AG_3) na porcentagem e velocidade de germinação de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Ciênc. Agrôn. Fortaleza, 8(1-2): 97-102, 1978.
- ARAÚJO, J.P.P. et alii. Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1984. 81 p. (Circular Técnica, 18).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 20 ed. Washington, 1975. 1094 p.
- BNB. Programa de difusão da cultura do sorgo no Nordeste do Brasil. Fortaleza, FUNDECI/ETENE, 1980. 25 p.
- BANZATO, N.V. Instruções para a cultura do sorgo. São Paulo, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. Instituto Agrônômico. Seção de Genética, 1969. p. 3.
- BARNES, R.H. et alii. Effect of penicillin added to an unheated soybean diet on cystine secretion in feces of the rat. J. Nutr., 85: 123, 1965.

- BASTOS, J.A.M. Avaliação dos prejuízos causados pelo escurecimento do feijão-de-corda, *Vigna sinensis* Endl., em Fortaleza, Ceará, Brasil. Ciênc. Agrôn., Fortaleza, 3(1 e 2): 95-98, 1973.
- BASTOS, L.I.B. Utilização de farinhas compostas de trigo e sorgo na fabricação do pão. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 1980. 114 p. (Tese de Mestrado).
- BERQUÔ, E.S. et alii. Bioestatística. São Paulo, Pedagógica e Universitária, 1981. p. 203-213.
- BOYD, W. & SHAPLEIGH, E. Specific precipitating activity of plant agglutinins (lectins). Science, 119-419, 1954.
- BRESSANI, R. & ELIAS, G. Legume foods. In: New protein foods. New York. Technology A.M. Altschul, 1974, v. 1A. p. 230-297.
- BRESSANI, R. El significado alimentario y nutricional del endurecimiento del frijol. Arch. Latinoam. Nutr., 32 (2): 308-325, 1982.
- _____. Legumes in human diets and how they might be improved. En: nutritional improvement of food legumes by breeding. FAO/UN Protein Advisory Group of the United Nations, New York, 1973.
- BRESSANI, R. et alii. Acceptability and value of food legumes in the human diet. En: Potentials of field beans and other food legumes in Latin America. Cali, Colômbia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1973. p.17-48 (Series Seminars, 2E).
- _____. Estudios sobre a produccion de harinas precocidas de frijol y caupi, solos y combinados mediante-coccion-deshidratacion. Arch. Latinoamer. Nutr., 247-259, 1976.

- CALLOWAY, D.H. et alii. Reduction of intestinal gas-forming properties of legumes by traditional and experimental food processing methods. J. Food Science, 36: 251 - 255, 1971.
- CAMPOS, T. & CANÊCHIO FILHO, V. Principais culturas. 2 ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973, v. 2. p. 343-369.
- CARMO, C.M. et alii. Ensaio internacional de produção em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), Ciênc. Agrôn. Fortaleza, 2 (1): 71-74, 1972.
- CARVALHO, J.P. & MONTEIRO, E.S. Feijão macaçar na alimentação de frangos para corte. Recife, Centro de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, 1969. p. 5. (Boletim Técnico, 94-A).
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. Sementes, ciência, tecnologia e produção. 2 ed., Campinas, Fundação Cargill, 1983. p. 7, 55 e 61.
- CHAVEZ, J.F. Factores a considerar en la producción e introducción de alimentos de calidad proteínica superior. Arch. Latinoamer. de Nutr., Venezuela, 30: 12-45, 1980.
- CHERNICK, S.S. et alii. A dietary factor regulating the enzyme content of the pancreas. Changes induced in size and proteolytic activity of the chick pancreas by the ingestion of raw soybean meal. Am. J. Physiol. 155(33), 1948.
- CONSTANTINO, A.T. O feijão de angola. Alterações das suas qualidades culinárias durante o armazenamento, estudos, ensaios e documentos. Junta de Investigação Ultramar, Lisboa, 63: 1-125, 1959.
- DESHPANDE, S. S. & CHERYAN, M. Changes in phytic acid, tannins, and trypsin inhibitory activity on soaking of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Nutr. Reports Intern., 27 (2): 371-377, 1983.

- DREHER, M. L. et alii. Characteristic of pindak bean supplement cookies. Agricultural Exp. Station North Dakota State University, 33-34, 1983.
- DUGAN Jr., L. Lípidios. In: Introducción a la ciência de los alimentos. Barcelona, Editorial Reverté, 1982.p.161-236.
- EL FAKI, H. A. et alii. Flatus effect of chick pea(*Cicer arietinum*), cowpea (*Vigna sinensis*) and horse gram (*Dolichos biflorus*) and their isolated carbohydrate fractions. Nutr. reports Intern., 27(5): 821-929, 1983.
- ELIAS, L.G. et alii. Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. Turrialba, Guatemala, 26 (4): 375-380, 1976.
- EMBRAPA. Programa nacional de pesquisa de feijão; Feijão. Brasília, Dep. Tec. Científico, 1981. p. 40-57, 95.
- _____. Relatório científico do Centro Nacional de Pesquisa de arroz e feijão. Pesquisa de arroz e feijão. Goiânia, C.N.P.A.F., 1985. p. 203-306.
- _____. Subsídios para a elaboração do programa nacional de pesquisa com caupi. Goiânia, C.N.P.A.F., 1980. 72p.
- EMBRATER. Plante sorgo, alimente os animais o ano todo. Fortaleza, BNB, s.d. 8p.
- ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE MOSSORÓ. Pesquisas com a cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na serra do mel. Mossoró-R.N., Fundação Guimarães Duque, 1980, 6lp. (Coleção Mossoroense, 110).
- FAO PRODUCTION YEARBOOK. Statistical series food and agriculture organization of the United Nations. Rome, 1976.
- FAO/WHO. Energy requirements and protein. WHO Thech. Rep. Ser., 522: 63, 1973.

- FENNEMA, O.R. Introducción a la ciencia de los alimentos. 2 ed., Espanha, Reverté, 1982. p. 374-481.
- FERREIRA, S. A cultura do sorgo. São Paulo, Sec. de Agricultura e Abastecimento, 1984. 16p. (Boletim Técnico, 187).
- FILGUEIRA, F.A.R. Cultura e comercialização de hortaliças. Manual de olericultura. 2 ed., São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. v. 1. p. 273-279.
- FLORES, M. et alii. Factors and tactics influencing consumer food habits and patterns. In: Potentials of field beans and other food legumes in Latin America. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973, p. 88-114 (Series Seminars, 2E).
- FRANCO, G. Tabela de composição química de alimentos. 5 ed., Rio de Janeiro, Org. Técnica de Taquigrafia e Gravações, s.d. p. 30.
- FREIRE FILHO, F.R. et alii. Aspectos da cultura do caupi, *Vigna sinensis* (L.) Savi, no Norte e Nordeste do Brasil, discutida na reunião de 02 a 05 de agosto de 1977. Fortaleza, UFC/CCA - Departamento de Fitotecnia, 1977. 39p.
- FREIRE FILHO, F.R. & PAIVA, J.B. Estudo da relação flores produzidas e vagens colhidas em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. In: Relatório de pesquisa, 1974. Fortaleza, UFC/CCA - Departamento de Fitotecnia. Convênio SUDENE/UFC para melhoramento e experimentação com culturas alimentares. 1977. p. 26-49.
- FREITAS FILHO, A. Limite de pobreza e satisfação das necessidades alimentares. Brasília, EMBRAPA, 1980. p. 9.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Tabelas de composição de alimentos. 2 ed., Rio de Janeiro, Estudo Nacional da Despesa Familiar, 1981. p. 44.

GOA, J. A microbiuret method for protein determination. Determination of total protein in cerebrospinal fluid. J. Clin. Lab. Invest., 15: 218-222, 1953.

GÓMEZ, R. et alii. Changes in chemical composition and nutritive value of common beans and other legumes during house cooking. In: JAFFÉ, W.G. Nutritional aspects of common beans and other legume seeds as animal and human foods. Proceedings of a meeting held in Ribeirão Preto, Venezuela, Editorial Excelsior, nº especial de Arch. Latinoamer. de Nutr., 93-108, 1976.

GOMES, R.P. Forragens fartas na seca. 6 ed., São Paulo, Nobel, 1983. p. 173-176.

HAIKERNAL, M. & MATHIESON, A. R. The protein content and amino acid composition of sorghum grain. Cereal Chem., 48 (6): 690, 1971.

HELLENDORF, E. W. Intestinal effects following ingestion of beans. Food Technol., 23: 87, 1969.

HENNEBERG, G. Landw.vers. sta., 6: 1974 apud WINTON, A.L. & WINTON, K.B. Analises de alimentos. Buenos Aires, Editorial Hispano Americano, 1947. 76p.

HINTZ, H.F. et alii. Toxicity of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) in the rat. J. Nutr., 93: 77, 1967.

HONAVAR, P.M. et alii. The inhibition of growth of rats by purified hemagglutinin fractions isolated from *Phaseolus vulgaris*. J. Nutr., 77: 109, 1962.

HUPRIKER, S.V. & SOHONIE, K. Haemagglutinins from Indian pulses II. Purification and properties of haemagglutinin fractions isolated from white pea (*Pisum* sp.). Enzimologia, 28 : 333, 1965.

✓ INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz; métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 2 ed., São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1976, v. 1.

- JAFFÉ, W.G. Factores tóxicos en leguminosas. Arch. Latinoamer. Nutr., 18: 205, 1968.
- _____. Toxicity of raw kidney beans. Experientia, 5: 81, 1949.
- JAFFÉ, W.G. & BRUCHER, O. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemagglutininas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). Arch. Latinoamer. Nutr., 22: 267, 1972.
- JAFFÉ, W.G. & VEGA, C.L. Heat-labile growth-inhibiting factors in beans (*Phaseolus vulgaris*). J. Nutr., 94: 203, 1968.
- JOÃO, W.S.J. et alii. Efecto de diferentes tratamientos dietéticos sobre o consumo de dietas a base de tubérculos y leguminosas. Arch. Latinoam. Nutr., 30 (2): 187-199, 1980.
- KAKADE, M.L. et alii. Nutritional effects induced in rats by feeding natural and synthetic trypsin inhibitors. J. Nutr., 1003-1008, 1970.
- _____. Unavailability of cystine from trypsin inhibitors as a factor contributing to the poor nutritive value of navy beans. J. Nutr., 99: 34-42, 1969.
- KRUGTEN, V. A. T. et alii. Über haemagglutinin in pflanzenextrakten. Antonie van LeuWenhoeck. J. Microbiol. Serol, 22: 289, 1956.
- KRÜPE, M. & ENSGRABER, A. Untersuchungen über die natur der phytoagglutinine in chemischer, immunochemischer und pflanzenphysiologischer sicht III. Analytische studien am agglutinin aus der kartoffelknolle (*Solanum tuberosum*). Behringwerk mitt., 42: 48, 1962.
- KUMAR, K.G. & VENKATARAMAN, L.V. Studies on the "in vitro". Digestibility of starch in some legumes before and after germination. Nutr. Reports Intern., 13(1): 115-123, 1976.

KUNITZ, M. J. Gen. physiol., 30: 291, 1947.

LEAGUE FOR INTERNATIONAL FOOD EDUCATION. Dietary tannins: consequences and remedies. New York, L.I.F.E., 18 (3):1, 1985.

LIRA, M.A. et alii. Cultivo do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Recife, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1983. 4p. (Instruções Técnicas do IPA, 15).

LISKE, R. & FRANKS, D. Specificity of the agglutinin in extracts of wheat germ. Nature, 217: 860, 1968.

LYMAN, R.L. & LEPKOVSKY, S. The effect of raw soybean meal and trypsin inhibitor diets on the intestinal and pancreatic nitrogen in the rat. J. Nutr., 62: 269, 1957.

MARTIN, S.L. Food quality evaluation - A learning technique. J. Nutr. Education Fall, 70-72, 1971.

MATZ, S.A. Snac food technology. Westport, The AVI, 1976. p. 14-28.

MEINERS, C. et alii. Proximate composition and yield of raw and cooked mature dry legumes. J. Agric. Food Chem., 24(6): 1122-1129, 1976.

MIRANDA, P. et alii. Cultivo de feijão macassar. Recife, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1984. 3p (Instruções Técnicas do IPA, 18).

_____. A farinha de sorgo na cozinha regional. Fortaleza, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária/BNB, 1981. 14p.

MONDRAGÓN, M.C. & GONZÁLEZ, D.I. Caldos de frijoles en relación a su contenido de aminoácidos y polifenoles. Arch. Latinoamer. de Nutr., Venezuela, 40-61, 1977.

MORAES, I.J.B. Demanda e comercialização do sorgo nosul do Brasil. IN: Simpósio Brasileiro de Sorgo, 1. Brasília, 1977, p. 151.

- ✓ MOREIRA, R.A. Isolamento e caracterização de uma lectina de Phaseolus vulgaris. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1975 (Tese de Doutorado).
- MURPHY, E.L. Flatus. Conference on nutrition in space and related waste problems. Natl. Aeronaut. and Space Adm. Rept. - NASA SP-70, 255-259, 1964.
- NOBRE, J.M.E. & KASPRZYKOWSKI, J.W.A. Mercado potencial para o sorgo no Nordeste. Fortaleza, BNB/ETENE, 1975. 175p.
- NOETHER, G.E. Introdução à estatística-uma abordagem não-paramétrica. 2 ed., Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1983. p. 97-101.
- OBIZOBA, I.C. Nutritive value of cowpeas-bambara groundnut-rice mixtures in adult rats. Nutr. Reports Intern. 27 (4): 709-712, 1983.
- OKEIYI, E.C. & FUTRELL, M.F. Evaluation of protein quality of formulations of sorghum grain flour and legumes seeds. Nutr. Reports Intern., 28(3): 451-461, 1983.
- OLIVEIRA, J.E.D. Studies on the nutritive value of beans. In: JAFFÉ, W.G. Nutritional aspects of common beans and other legume seeds as animal and human foods. Separata de Arch. Latinoamer. de Nutr., Venezuela, (2049), 13 - 25, 1975.
- OLOGHOBO, A.D. & FETUGA, B.L. Trypsin inhibitor activity in some lima bean (*Phaseolus lunatus*) varieties as affected by different processing methods. Nutr. Reports Intern., 27(1): 41-49, 1983.
- PAK, N. & ARAYA, H. Potencialidad de mezclas de leguminosas y cereales para cubrir los niveles seguros de ingesta de proteínas. Arch. Latinoamer. de Nutr., 495-504, 1977.
- PAK, N. et alii. Efecto de diversos tratamientos termicos en el contenido de hemaglutininas y en la calidad proteica del frijol (*Phaseolus vulgaris*). Arch. Latinoamer. de Nutr., 28(2): 185-195, 1978.

- PAULA, R.D.G. Alimentos - composição, valor nutritivo e dietético. Rio de Janeiro, Casa do Estudante do Brasil, 1939. v. 2. p. 239-240.
- PEDROSA, D.F. Cultura do sorgo - tipo de grão. Recife, EMATER-Pe., 1980. 17p.. (Boletim Técnico, 25).
- PESSOA, D.C.N.P. et alii. Misturas de feijão e arroz de alto valor protéico. Rev. Bras. de Pesq. Méd. e Biol., 12 (2-3): 127-132, 1979.
- PHILLIPS, R.D. & ADAMS, J.G. Nutritional and physiological response of rats to diets containing whole, decorticated, and decorticated and steamed cowpeas. Nutr. Reports Intern., 27(5): 949-958, 1983.
- PIKE, R.L. & BROWN, N.L. Nutrition: An integrated approach. 2 ed., New York, John Wiley & Sons, Inc., 1975. p.863-864.
- POTTER, N.N. La ciencia de los alimentos. 2 ed., México, Edutex, 1973. p. 510.
- QUEIROZ, F.A.N. Reorientação da agropecuária do semi-árido Nordeste. Fortaleza, BNB/ETENE, 1984. p. 22-24.
- RABELO, L.B. Plantar sorgo uma solução para a pecuária. Fortaleza, EMATER-CE., 1980. 20p.
- REDDY, N.R. et alii. Dry bean tannins: A review of nutritional implications. Jaocs, 62(3): 541-549, 1985.
- REGO NETO, J. et alii. Cultura do feijão Vigna no Rio Grande do Norte. Natal, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, 1981. p. 7-39. (Boletim Técnico, 10).
- ROCKLAND, L.B. & NISKI, S.K. Tropical grain legumes. In: Tropical Foods, Academic Press, 1979. v. 2. p. 547-574.
- ROONEY, L.W. & CLARK, L.E. The chemistry and processing of sorghum grain. Cereal Sci. Today, 13(7): 258, 1968.

- SALES, M.G. Characteristics of processed foods from whole cowpeas (*Vigna sinensis*). Arizona, University of Arizona, 1980. 104p. (Tese de Doutorado).
- SOUZA, M.L. Estudo de processos tecnológicos para a obtenção de produtos derivados da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1984. 139p. (Tese de Mestrado).
- STEGGERDA, F.R. & DIMMICK, J.F. Effects of bean diets on concentration of carbon dioxide in flatus. Amer.J. Clin. Nutrition., 19: 120-124, 1966.
- TAUBER, H. et alii. Studies on the growth inhibitor fraction of lima beans and isolation of a crystalline heat-stable trypsin inhibitor. J. Biol. Chem., 179: 115, 1949.
- VARELA, A.M. et alii. Grande manual globo-agricultura, pecuária e receituário industrial. Porto Alegre, Globo, 1978, v. 2. p. 40-43.
- VARGAS, E. et alii. Complementacion y suplementacion de mezclas vegetales a base de arroz y frijol. Arch. Latinoam. Nutr., 32(3): 479-600, 1982.
- VILLALOBOS, L.A.M. Cultivos básicos. Costa Rica. Editorial Universidade Estadual a Distância, 1980. p. 267-286.
- VITTI, P. et alii. O uso de farinhas mistas em pão, biscoitos e macarrão, farinhas compostas. Inst. Tecnol. Alimentos, 38, 1979.
- WALL, J.S. & BLESSIN, C.W. Composition and structure of sorghum grains. Cereal Sci. Today, 14(8): 264, 1969.
- WAGH, P.V. et alii. Nutritive value of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) for chicks. Scientific Journal, 191-195, 1962.

7 - ANEXOS

ANEXO A

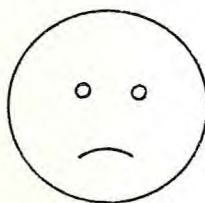
FIGURAS

INSTRUÇÕES: Por favor dê sua opinião sobre o biscoito.

AMOSTRA Nº _____



GOSTEI



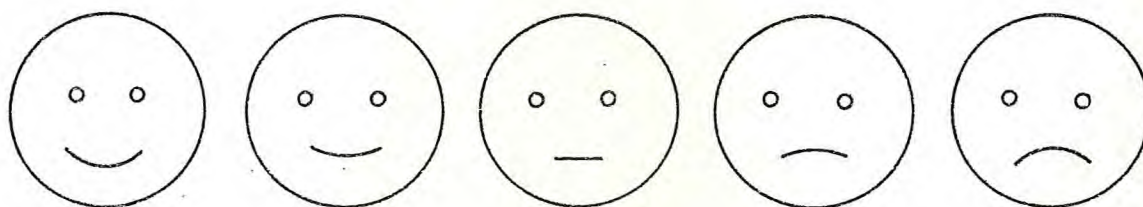
NÃO GOSTEI

OBRIGADO

FIGURA A5 - Ficha utilizada na análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela para crianças na faixa etária de 5 a 7 anos.

INSTRUÇÕES: Por favor, dê sua opinião sobre o biscoito.

AMOSTRA Nº _____



GOSTEI
MUITÍSSIMO

GOSTEI
MUITO

GOSTEI

GOSTEI
POUCO

NÃO
GOSTEI

OBRIGADO.

FIGURA A6 - Ficha utilizada na análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela para crianças na faixa etária de 8 a 12 anos.

ANEXO B

TABELAS

TABELA - Análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela quando fixada a idade das crianças, para a variável "gostei", valores de Z_c .

Faixa etária (anos)	Misturas	Valores de Z	
		Biscoitos com coco	Biscoitos com canela
5 a 7	30/70 e		
	50/50	0,36	2,14
8 a 12	30/70 e		
	50/50	0,45	0,52

TABELA

- Análise sensorial dos biscoitos com coco e com canela, quando fixada a mistura, para variável "gostei", valores de Zc.

Misturas	Faixa etária (anos)	Valores de Z	
		Biscoitos com coco	Biscoitos com canela
30/70	5 a 7 e		
	8 a 12	0,14	3,39
50/50	5 a 7 e		
	8 a 12	0,18	1,87