

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ALIMENTAR E NUTRIÇÃO

COMPOSIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA
E NUTRICIONAL DO FRUTO DO BARU

(*Dipteryx alata*, Vog.)

Parcer

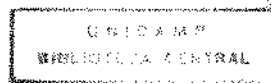
Este exemplar corresponde a redação final
da Tese defendida por Marie Togashi e
aprovada pela MARIE TOGASHI nutricionista
em 01.09.93.

NUTRICIONISTA

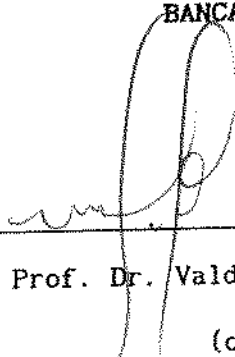
ORIENTADOR: PROF DR. VALDEMIRO C. SGARBIERI

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de
Mestre em Ciência da Nutrição

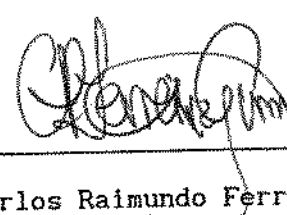
1993




BANCA EXAMINADORA




Prof. Dr. Valdemiro Carlos Sgarbieri
(orientador)



Prof. Dr. Carlos Raimundo Ferreira Grosso
(membro)



Profª Drª Flávia Maria Netto
(membro)



Profª Drª Débora de Queiroz Tavares
(membro)

Campinas, 01 de setembro de 1993.

"Ciência, arte, ser.

Qualquer ato
que explode da criatura é uma
obra de arte.

Delirar sobre qualquer trabalho,
viver a criação, seja no quadro,
no cálculo, na estatística,
aparentemente bruta,
aparentemente despida de beleza...

isso é arte.

Ser o artista daquele momento,
daquela situação,
de uma realidade fruto de esboços e ilusões.

A todos os artistas
da ciência, dos atos e da vida,

Obrigado."

H.M. Pinton

Para meus pais e meu irmão, Lino.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Valdemiro Carlos Sgarbieri pela orientação e apoio dedicados a este trabalho.

- À Prof^a Dr^a Maria Helena Damásio por sua colaboração amiga na análise sensorial da semente de baru.

- Ao Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPAC/EMBRAPA), em especial ao Dr. Carlos Eduardo Lazarini da Fonseca e aos funcionários Joaquim, Valdir e João, pelo fornecimento dos frutos e por propiciar as condições para a coleta destes.

- Ao Humberto pela amizade cultivada nos anos de convivência em Campinas, pelo incentivo, carinho, compreensão e paciência.

- À Ieda, Felipe e Rita pelo carinho especial e amizade.

- À Eliete por sua colaboração no ensaio biológico, pelo apoio, carinho e amizade.

- À Cristiane, Cae, Flor, Valdeci, Judite, Jonas, Aracilda e Nadeje pelo apoio e carinho recebidos.

- Aos colegas Normandis, Cecília, Paula, Ivan, Ricardo, Hilda, Márcio e Mabel, pelo incentivo amigo, muito importante para a realização deste trabalho.

- Ao Toninho, Creusa, Cláudia, Geraldo e José Carlos da Biblioteca da FEA pelo apoio e paciência.

- À Liana, Cristina, Cidinha e Cleusinha pelo apoio em momentos fundamentais e pela amizade.

- À Roseli e Renato do Laboratório de Óleos e Gorduras pelo auxílio na extração e análise do óleo de baru.

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Fundo de Apoio ao Ensino e à Pesquisa (FAEP/UNICAMP) pelo apoio financeiro.

- À Associação Brasileira de Indústrias de Alimentação (ABIA) pelo fornecimento das cópias necessárias a apresentação deste trabalho.

- À Fátima pela atenção e auxílio na impressão deste trabalho.

- Aos professores, funcionários, colegas e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

ERRATAS

Página 04 - parágrafo 3

Onde se lê "... balanceamentorações." Leia-se "...balanceamento de rações."

Página 42 - 3.2. Métodos

Tanto para a composição centesimal aproximada, como para as determinações de aminoácidos, análise do óleo de baru, fatores antinutricionais e digestibilidade *in vitro* foram realizadas análises em triplicatas.

Página 48 - TABELA 03

Pesos dos componentes das dietas em gramas.

Página 51 - Digestibilidade *in vitro*

Onde se lê "O hidrolisado é separado da fração ... e posterior centrifugação."

Leia-se "O hidrolisado é separado da fração não digerida por precipitação pela adição de ácido tricloroacético (TCA) até a concentração final de 5%, e posterior centrifugação."

Página 53 - 3.2.7. Análise estatística

Onde se lê "Para curvas-padrão utilizou-se o coeficiente de correlação obtido por regressão linear."

Leia-se "Para curvas-padrão utilizou-se o modelo de regressão linear simples e o coeficiente de correlação."

Página 56 - parágrafo 5

Substituir por "Tais valores são muito superiores ao de leguminosas como ervilha, 2,08%, feijão-comum, 1,92%, feijão-de-corda, 2,00% e grão-de-bico, 6,32%, reportados por DOMENE (1990), assim como soja, de 20% (SNYDER & KWON, 1987). Sendo semelhantes aos teores obtidos para amendoim de 35 a 40% (WOOLLEN, 1970)."

Página 65 - parágrafo 3

Onde se lê "Há diferenças no teor dos ácidos linoléico (61% para o amendoim) e linolênico (22% para o amendoim)..."

Leia-se "Há diferenças no teor dos ácidos oléico (61% para o amendoim) e linoléico (22% para o amendoim)..."

ÍNDICE

	pág.
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. O baru	3
2.2. O cerrado	9
2.3. Algumas considerações sobre o papel dos macronutrientes na alimentação	12
2.3.1. Proteínas	12
2.3.2. Carboidratos	15
2.3.2.1. Fibras	17
2.3.3. Lipídios	22
2.4. O papel da vitamina E na alimentação	27
2.5. Os fatores antinutricionais na alimentação	29
2.5.1. Inibidores de enzimas digestivas	30
2.5.2. Lectinas	32
2.5.3. Ácido fítico (fitatos)	34
2.5.4. Taninos	37
3. MATERIAIS E MÉTODOS	
3.1. Materiais	
3.1.1. Frutos	40
3.1.2. Ensaio biológico	40
Animais	40
Ingredientes para dietas	40

Fontes protéicas	41
3.1.3. Reagentes	41
3.1.4. Instrumental	41
3.2. MÉTODOS	
3.2.1. Composição centesimal aproximada	42
Proteína bruta	43
Lipídios totais	43
Umidade	43
Cinzas	43
Açúcares totais	43
Fibra solúvel e insolúvel	43
Amido	43
3.2.2. Determinações de aminoácidos	43
Aminograma	43
Triptofano	43
3.2.3. Análise do óleo de baru	43
Obtenção de ésteres metílicos - perfil	
de ácidos graxos	44
Índice de iodo	44
Índice de saponificação	44
Tocoferóis totais	44
3.2.4. Fatores antinutricionais	44
Determinação de taninos	44
Determinação de fitatos	44
Atividade hemaglutinante	44
Inibidor de tripsina	44

3.2.5. Valor nutricional	45
Preparo da amostra	45
Preparo das dietas	45
Ensaio biológico	49
Digestibilidade <i>in vitro</i>	51
Escore químico	52
3.2.6. Análise sensorial	52
3.2.7. Análise estatística	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1. Composição centesimal aproximada	55
4.2. Composição em aminoácidos	59
4.3. Componentes lipossolúveis	63
4.3.1. Ácidos graxos	63
4.3.2. Índice de saponificáveis e índice de iodo	66
4.3.3. Vitamina E	68
4.4. Fatores antinutricionais	69
4.4.1. Taninos	69
4.4.2. Ácido fítico	71
4.4.3. Inibidor de tripsina	72
4.4.4. Atividade hemaglutinante	73
4.5. Valor nutricional da proteína do baru	74
4.5.1. Índices de avaliação <i>in vivo</i>	74
4.5.2. Digestibilidade <i>in vitro</i>	81
4.6. Análise sensorial	83

5. CONCLUSÕES 86

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 88

LISTA DE TABELAS

	pág.
TABELA 01 - Formulação da mistura salina utilizada para o preparo das dietas	46
TABELA 02 - Formulação de mistura vitamínica utilizada para o preparo das dietas	47
TABELA 03 - Formulação das dietas utilizadas nos ensaios biológicos	48
TABELA 04 - Distribuição dos animais por tratamento em blocos casualizados, segundo pesos individuais- valores médios e desvios-padrão	50
TABELA 05 - Composição centesimal aproximada	55
TABELA 06 - Composição em aminoácidos da proteína de semente crua, semente torrada e polpa de baru, e caseína em g/16gN, escore químico (%) escore químico da proteína-teste/escore químico da caseína	60
TABELA 07 - Composição em ácidos graxos para o óleo de semente de baru	63
TABELA 08 - Fatores antinutricionais	70
TABELA 09 - Retenção de nitrogênio em 24h obtido por balanço de 10 dias a partir de ratos Wistar alimentados com dietas contendo semente de baru crua e torrada , caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru	74

TABELA 10 - Valores obtidos para os índices de avaliação da qualidade protéica - digestibilidade aparente (Da), valor biológico (VBa), utilização líquida aparente da proteína (NPUa) e razão NPUa ração/NPUa caseína - das sementes de baru crua e torrada, caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru	75
TABELA 11 - Consumo de ração, consumo de proteína, ganho de peso médio dos ratos Wistar em 28 dias e quociente de eficiência protéica (PER) para dietas contendo semente de baru crua e torrada, caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru	76
TABELA 12 - Valores obtidos para os índices de avaliação da qualidade protéica - quociente de eficiência protéica corrigido (PER corrigido) e razão PER ração experimental/PER caseína - das sementes de baru crua e torrada, caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru	77
TABELA 13 - Valores obtidos para digestibilidade <i>in vitro</i> para a proteína de sementes de baru crua e torrada, polpa e caseína comercial	81
TABELA 14 - Frequência de razões de preferência da semente de baru e amendoim torrados	84

ERRATAS

Página 04 - parágrafo 3

Onde se lê "... balanceamentos." Leia-se "...balanceamento de rações."

Página 42 - 3.2. Métodos

Tanto para a composição centesimal aproximada, como para as determinações de aminoácidos, análise do óleo de baru, fatores antinutricionais e digestibilidade *in vitro* foram realizadas análises em triplicatas.

Página 48 - TABELA 03

Pesos dos componentes das dietas em gramas.

Página 51 - Digestibilidade *in vitro*

Onde se lê "O hidrolisado é separado da fração ... e posterior centrifugação."

Leia-se "O hidrolisado é separado da fração não digerida por precipitação pela adição de ácido tricloroacético (TCA) até a concentração final de 5%, e posterior centrifugação."

Página 53 - 3.2.7. Análise estatística

Onde se lê "Para curvas-padrão utilizou-se o coeficiente de correlação obtido por regressão linear."

Leia-se "Para curvas-padrão utilizou-se o modelo de regressão linear simples e o coeficiente de correlação."

Página 56 - parágrafo 5

Substituir por "Tais valores são muito superiores ao de leguminosas como ervilha, 2,08%, feijão-comum, 1,92%, feijão-de-corda, 2,00% e grão-de-bico, 6,32%, reportados por DOMENE (1990), assim como soja, de 20% (SNYDER & KWON, 1987). Sendo semelhantes aos teores obtidos para amendoim de 35 a 40% (WOOLLEN, 1970)."

Página 65 - parágrafo 3

Onde se lê "Há diferenças no teor dos ácidos linoléico (61% para o amendoim) e linolênico (22% para o amendoim)..."

Leia-se "Há diferenças no teor dos ácidos oléico (61% para o amendoim) e linoléico (22% para o amendoim)..."

SUMÁRIO

	pág.
ÍNDICE	i
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	viii
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5. CONCLUSÕES	86
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
APÊNDICE I	105

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Árvore do baru	5
FIGURA 02 - Galho com frutos	6
FIGURA 03 - Fruto do baru	7
FIGURA 04 - Fruto do baru - corte longitudinal	8
FIGURA 05 - Modelo de ficha para o teste de preferência	54
FIGURA 06 - Cromatograma dos ácidos graxos	64
FIGURA 07 - Crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios de PER das dietas contendo semente de baru crua, semente de baru torrada, caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru	78

RESUMO

O baru, uma leguminosa arbórea do cerrado (Leguminosae Faboideae), espécie *Dipteryx alata*, Vog., é uma planta nativa da região. Seus frutos são drupáceos, sendo que a polpa é consumida pelo gado e a semente é consumida pela população local, na forma crua ou torrada.

Este trabalho foi motivado pela importância de se procurar novas fontes protéicas alternativas na alimentação e de se incentivar a preservação de espécies nativas do cerrado através da sua valorização, contribuindo ainda indiretamente para a complementação da renda familiar da população local, através da comercialização dos frutos.

Teve como objetivos a caracterização química e dos fatores antinutricionais da semente (crua e torrada) e da polpa, a determinação do valor nutricional da proteína da semente (crua e torrada), a caracterização química e nutricional do óleo extraído da semente e a avaliação da aceitação da semente de baru torrada por consumidores.

Nos resultados obtidos, destacam-se, na semente, os teores de proteína, 29,59%, e lipídios, 40,27%, possuindo ainda um teor médio de fibra alimentar, 19,04%. Já na polpa destacam-se o elevado teor de fibra alimentar, 28,20%, na forma, principalmente, de fibra insolúvel, e o teor de açúcares totais, 20,45%.

Em relação aos índices de avaliação da qualidade protéica *in vivo*, a digestibilidade da proteína da semente de baru crua,

72,53%, foi superior à da semente de baru torrada, 66,35% (p 0,05), mas o valor biológico para proteína de semente de baru crua e torrada não diferiram, bem como a utilização líquida aparente da proteína.

O óleo de baru aumentou significativamente o balanço de nitrogênio da caseína (119,26 para 139,22mgN/24h). Entretanto, não houve diferença significativa entre digestibilidade, valor biológico e utilização líquida aparente da proteína para caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru.

Não houve diferença estatística entre o PER corrigido para a semente crua de baru, 1,28, e a torrada, 1,19. O mesmo resultado foi obtido para caseína com óleo de soja, 2,50, e caseína com óleo de baru, 2,37. A razão PER baru/PER caseína tanto para a semente de baru crua, como para a torrada foi, aproximadamente, de 50%.

Considerando-se os índices de avaliação da qualidade protéica *in vitro*, tanto a proteína das sementes crua e torrada como a da polpa apresentaram escores químicos baixos (29,60%, 33,60% e 16,40%, respectivamente) onde os aminoácidos sulfurados foram os primeiros limitantes. Na digestibilidade *in vitro*, não houve diferença significativa entre as sementes crua, 68,43%, e torrada, 67,69%, sendo que o maior valor obtido foi para a caseína, 98,93% (proteína de referência utilizada no ensaio *in vivo*). A digestibilidade da proteína da polpa também foi baixa (20,32%) devido, provavelmente, ao teor elevado de taninos e fibras.

A semente de baru crua apresenta teor baixo de ácido fítico e inibidor de tripsina; ao submetê-la ao tratamento térmico, esses teores se tornam insignificantes. Não foram detectados

atividade hemaglutinante e taninos na semente. A polpa apresentou um teor elevado de taninos provavelmente devido a seu estágio de maturação.

O óleo de baru é uma boa fonte de ácidos graxos poliinsaturados (cerca de 80% do total), possui elevado teor de ácido oléico e linoléico, sendo comparável ao óleo de amendoim. Apresenta índices de saponificáveis, 190,13mgKOH/g, e iodo, 91,58mgI/100g, coerentes com sua composição em ácidos graxos. Possui ainda 13,62 mg/100g de vitamina E, comparáveis aos teores encontrados nos óleos de amendoim, oliva, milho e soja.

A semente de baru teve boa aceitação no teste de preferência pelo seu sabor suave e adocicado, sendo prejudicado pela sua textura dura.

SUMMARY

Baru, an arboreous legume (Leguminosae Faboideae), species *Dipteryx alata*, Vog., is a native plant of Cerrado's region. Its fruits are drupaceous, the flesh is consumed by cows in pastures of the region and the seed is consumed by the local population, in the raw or roasted forms.

The motivation for this work born from the necessity of seeking for new alternative protein sources as human foods and incentivating the preservation of native species from Cerrado's vegetation through its increased value, at the same time contributing to the local family income through the commercialization of these fruits.

The aims of this work were to determine the chemical composition and the characterization of the antinutritional factors of the seed (raw and roasted) and the flesh; the determination of the nutritional value of the seed protein (raw and roasted); the nutritional and chemical characterization of the oil extracted from the seeds; and the evaluation of roasted seeds acceptability by consumers.

In the results obtained, the seeds are composed 29.59% protein, 40.27% lipids, and 19.04% dietary fiber. In the flesh, there is a high concentration of dietary fiber, 28.20%, predominantly insoluble fiber, and a fairly high concentration of sugars, 20.45%.

Regarding the indices of the *in vivo* protein quality evaluation, the digestibility of the raw seed protein (72.53%) was statistically superior to that of the roasted seed protein (66.35%),

while the biological value and the apparent net protein utilization of the raw and roasted seed protein did not differ statistically.

The baru oil augmented significantly the nitrogen balance of the casein (119.36 to 139.22mgN/24h). However, there was no significant difference between digestibility, biological value and apparent net protein utilization of casein diet with soybean oil or with baru oil.

There was no statistical difference between the corrected PERs of raw and roasted seeds (1.28 and 1.19, respectively). The same conclusion was arrived to from to casein with soybean oil (2.50) and casein with baru oil (2.37). The ratio baru PER to casein PER for raw and roasted seeds was approximately 50%.

Regarding the indices of *in vitro* protein quality evaluation, the protein of raw and roasted seeds as well as the protein of the flesh showed low chemical score (29.60%, 33.60% and 16.4%, respectively) with the sulfur containing aminoacids as the limiting ones. There was no significant difference in the *in vitro* digestibility between raw and roasted seeds (68.43% and 67.69%, respectively), but the highest value obtained was that of casein, 98.93% (reference protein used in the *in vivo* assay). The digestibility of the flesh protein was also low (20.32%), probably because of the high concentration of tannin and fibers that partially block the enzyme action.

The raw seeds present low concentration of phytic acid and trypsin inhibitor, which become insignificant after heat treatment. Hemagglutinating activity and tannins were not detected in

the seeds. The flesh showed a high concentration of tannin, probably because of its incomplete maturation.

The baru oil is a good source of unsaturated fatty acids (around 80% of its oil), shows a high concentration of oleic and linoleic acid, being comparable to peanut oil. It showed saponification index of 190.13mgKOH/g, and iodine index of 91.58mgI/100g, coherent with its fatty acid composition. It has also 13.62mg of vitamin E per 100g of oil, comparable to those to peanut, olive, maize and soybean oils.

The baru seed had good acceptability by the preference test due to its mild sweet taste, being low graded by its hard texture.

1. INTRODUÇÃO

Em 1990, a fome e a desnutrição atingiam dois terços da população brasileira, resultado direto da política agrícola implementada nas duas últimas décadas e do sistema de distribuição de renda. A implantação das grandes monoculturas como a do café, soja, trigo, cana-de-açúcar, combinadas à intensificação da mecanização e ao aprofundamento das relações sociais capitalistas de produção induziram a um aumento da concentração fundiária e a uma forte migração rural-urbana, elevando a demanda de alimentos no mercado interno (CIMA, 1991).

A desnutrição protéico-energética alcança altos índices por todo o Brasil revelando-se não somente uma deficiência qualitativa como quantitativa de proteína. Por esta razão é de grande importância o estudo de novas fontes protéicas alternativas, com a finalidade de complementar as necessidades dessa população.

O interesse por novas fontes alimentares que forneçam proteína a custos acessíveis às camadas de menor faixa de renda da população é um grande estímulo ao estudo das leguminosas. O aproveitamento da espécie *Dipteryx alata*, Vog. (Leguminosae Faboideae), o baru, como fonte protéica alternativa alimentar, juntamente com outras leguminosas de consumo popular, pode vir a ser uma solução parcial para o problema de desnutrição protéico-energética na região dos cerrados.

Alia-se a isto, o fato de que, a partir da década de setenta, a região que abrange os cerrados passou a ser considerada a grande fronteira agrícola brasileira. O aproveitamento de seus recursos naturais vem sendo desde então uma atividade secundária, sendo valorizado apenas o solo que serviria de substrato para cultivo (DIAS, 1992).

Nesse contexto, o estudo do baru visa o melhor aproveitamento dessa espécie como fonte protéica alternativa na alimentação; recurso para complementação da renda familiar da população dos cerrados, através de comercialização dos frutos; e proporcionar a preservação de espécies nativas do cerrado, através da valorização de seus recursos naturais.

Pelos motivos acima expostos, o presente trabalho tem por objetivos: (a) caracterização química da semente e polpa do fruto do baru; (b) estudo da presença ou atividade de alguns fatores antinutricionais das sementes crua e torrada e polpa do fruto do baru; (c) determinação do valor nutricional da proteína da semente crua e torrada do fruto do baru; (d) caracterização química e nutricional do óleo extraído da semente de baru; (e) avaliação da aceitação da semente de baru torrada por consumidores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Baru

O baru é uma leguminosa arbórea do cerrado da família Leguminosae Faboideae, da espécie *Dipteryx alata* Vog. É ainda conhecida popularmente em diferentes regiões pelos nomes barujo, coco-feijão, cumbaru, emburena brava, feijão-coco, pau-cumaru, cumaru, cumarurana ou fruta-de-macaco (CORREA, 1931 e FERREIRA, 1980b).

Ocorre em solos mais férteis de mata, cerradão e cerrado, nos estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, florescendo de novembro a maio e frutificando de julho a outubro (ALMEIDA *et alii*, 1991).

Sua árvore é alta, de caule reto, ramos lisos e copa larga (CORREA, 1931), como ilustram as figuras 01 e 02.

Seu fruto é drupáceo, apresentando aproximadamente 5cm de comprimento e 4cm de largura, epicarpo coriáceo e mesocarpo de polpa escura esponjosa, que envolve semente ou amêndoa elíptica (CORREA, 1931; FERREIRA, 1980a) (figura 03 e 04).

A polpa adocicada desses frutos, de sabor e aroma característicos, é consumida pelos bovinos em pastagens nativas da região (ALMEIDA *et alii*, 1991). Há relatos ainda de que é muito procurada por macacos e morcegos; os primeiros consumindo também as

amêndoas, pois quebram o envoltório duro do fruto entre pedras (FERREIRA, 1980a); e ainda aves silvestres (CORREA, 1931).

RIZZINI (1970) afirma serem édulos os frutos do baru, de cuja polpa se fabrica um doce denominado "pé-de-moleque". Da mesma forma, as drupas ricas em proteínas têm sido recomendadas para confecção de torta para o gado. Tal recomendação foi reforçada por FILGUEIRAS & SILVA (1975), levando-se em consideração, principalmente, os teores protéicos dos frutos: 10,13% na polpa e 21,09% na semente.

Da amêndoa oleaginosa do fruto se extrai o óleo ao qual se atribuem propriedades analépticas¹, diaforéticas² e emenagogas³ (CORREA, 1931). Este é ainda utilizado como anti-reumático na medicina popular e aromatizante para fumos (FERREIRA, 1980b).

Em trabalho mais recente, VALLILO *et alii* (1990) analisaram os frutos do baru encontrado no Estado de São Paulo, caracterizando o óleo extraído da semente, polpa e semente do fruto. Tendo em vista os resultados obtidos, os autores ressaltaram o aproveitamento da torta da polpa para ração animal, e da torta da semente, devido ao alto teor de proteína bruta, no balanceamento das rações. Recomendaram-na ainda para reflorestamentos de cerrados no norte do Estado de São Paulo e/ou um manejo sustentado de florestas nativas, na sua região de ocorrência.

1. Parte da higiene que busca restabelecer as forças do convalescente.

2. Em que há sudorese.

3. Medicamento que faz vir a menstruação.

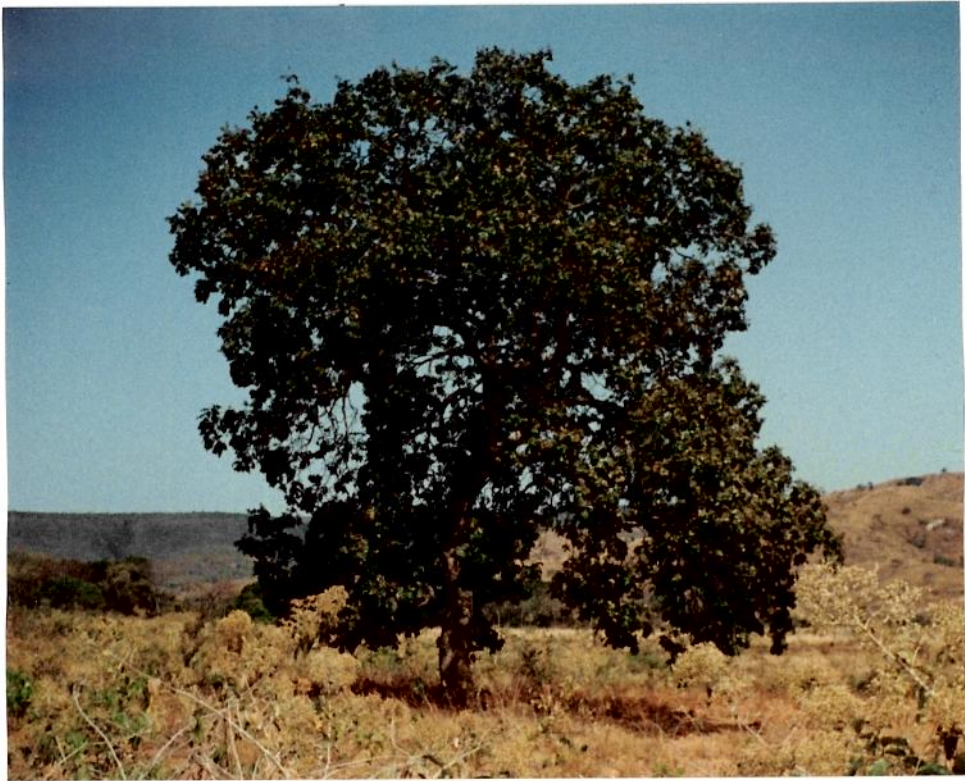


FIGURA 01 - Árvore do baru.



FIGURA 02 - Galho com frutos



FIGURA 03 - Fruto do baru: (1) frutos inteiros, (2) polpa e casca,
(3) amendoas e (4) caroço.

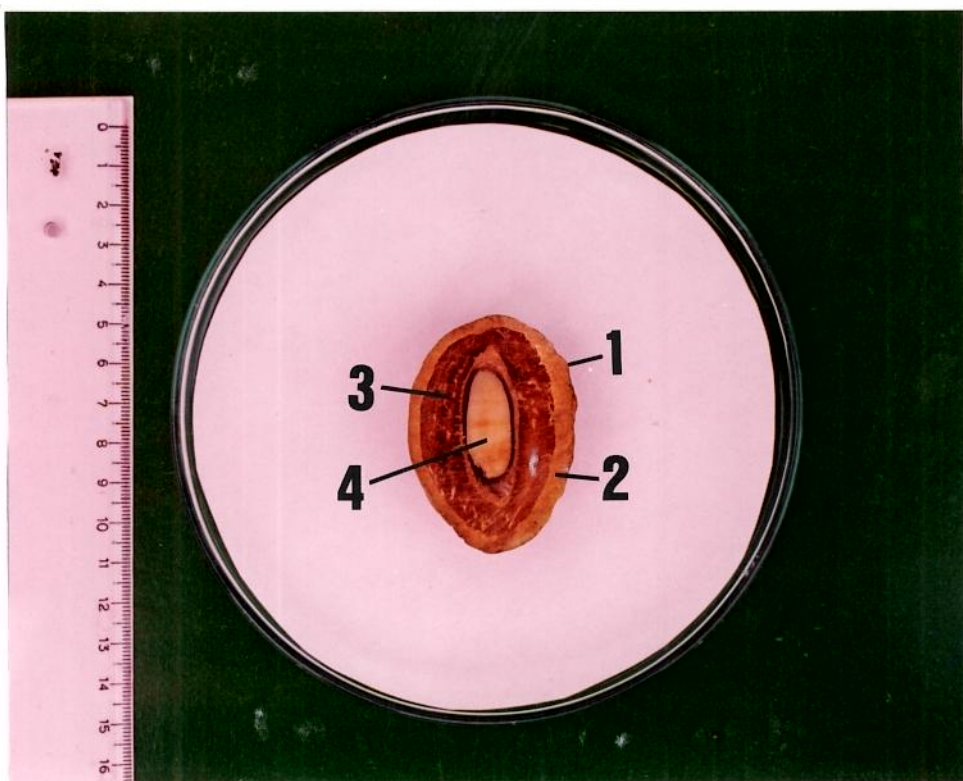


FIGURA 04 - Fruto do baru - corte longitudinal: (1) casca, (2) polpa,
(3) caroço e (4) amêndoa.

Apesar do conhecimento do potencial do baru para projetos de reflorestamento e arborização, dados sobre as atividades ligadas ao seu cultivo, produção e consumo são escassos. O consumidor habitual da espécie é a população local e o consumo se dá através de um processo essencialmente extrativista. Tal consumo parece ser direto para uso próprio ou da família.

Para incentivar o consumo de frutos nativos do cerrado, pesquisadores do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPAC/EMBRAPA) vêm criando receitas culinárias para seu aproveitamento alimentar, tais como paçoquinha, pé-de-moleque, rapadurinhas e tira-gosto utilizando amêndoas do fruto (ALMEIDA *et alii*, 1991).

Através de levantamento bibliográfico constatou-se que esta espécie tem sido pouco estudada. Não há, no entanto, dados sobre seu valor nutritivo real.

2.2. O Cerrado

A região dos cerrados é uma área contínua que ocupa aproximadamente 25% da área total do Brasil (ADÂMOLI *et alii*, 1986). Inclui as seguintes unidades federativas: Bahia (oeste e Chapada Diamantina), Ceará (encaves nas Chapadas Araripe e Ibiapaba), Distrito Federal, Goiás, Maranhão (sul e leste), Mato Grosso (sul), Mato Grosso do Sul, Minas Gerais (centro-oeste e Serra do Espinhaço), Pará (encaves no sudeste), Piauí (sudoeste e norte), Rondônia (área

centro-leste), São Paulo (encraves na região centro-leste) e Tocantins (exceto extremo norte) (DIAS, 1992).

O clima dominante da região é tropical-quente-subúmido caracterizado por forte estacionalidade das chuvas (chuvas de verão) e ausência de estacionalidade da temperatura média diária (DIAS, 1992).

Cerca de 90% dos solos da região são distróficos, com fertilidade extremamente baixa devido aos milhões de anos de lixiviação sob regime de chuvas abundantes e com alta toxidez e acidez pelo acúmulo de óxidos de ferro e alumínio devido às altas taxas de evaporação durante secas prolongadas (GOEDERT, 1986, CIMA, 1991).

A região dos cerrados constitui-se num grande mosaico de paisagens naturais dominado por diferentes fisionomias de savanas estacionais. Os fatores que determinam qual tipo de cobertura vegetal ocorre em cada local são diversos e podem variar de local para local. Os dois fatores mais importantes são a disponibilidade de água (resultante do total anual e estacionalidade das chuvas e da capacidade de retenção de água do solo) e a disponibilidade de nutrientes (resultante da fertilidade natural do solo e da ciclagem de nutrientes pela atividade biológica e das queimadas) (COUTINHO apud DIAS, 1992).

Fisionomicamente, o cerrado é uma savana mais ou menos densa, com uma cobertura herbácea contínua, de 50 a 70 cm de altura,

e com um dossel descontínuo de elementos arbóreos e arbustivos, de galhos retorcidos, cascas espessas e, em muitas espécies, grandes folhas coriáceas (ADÂMOLI *et alii*, 1986).

Entre as diversas fisionomias da vegetação aquelas onde predomina um estrato arbóreo são o Cerrado senso restrito, o Cerradão, as Matas Mesofíticas e as Matas de Galeria. Estas são diferenciadas pela altura média e a densidade dos indivíduos arbóreos, pela sua composição florística e por algumas características do ambiente físico como afloramentos de rocha, profundidade do lençol freático e linhas de drenagem como rios e córregos (DIAS, 1992).

Os estudos florísticos e fitossociológicos são ainda em pequeno número para a região dos Cerrados, além disso apenas 1,5% da área total desta formação está protegida em área de preservação, o que indica um grande risco de perda de um patrimônio genético ainda desconhecido da ciência (DIAS, 1992).

O pouco que tem sido estudado floristicamente apontam uma relação muito estreita do cerrado com a flora amazônica, com a qual se vincula um grande número de suas espécies (HERINGER apud ADÂMOLI *et alii*, 1986).

2.3. Algumas considerações sobre o papel dos macronutrientes na alimentação

2.3.1. Proteínas

As proteínas são as macromoléculas mais abundantes nas células, perfazendo mais da metade de seu peso seco. Consistem de cadeias polipeptídicas muito longas, tendo de 100 a mais de 1000 unidades de aminoácidos unidas por ligações peptídicas (LEHNINGER, 1989).

As células contêm centenas ou milhares de proteínas diferentes, cada uma com uma função ou atividade biológica diferente. Todas são constituídas com o mesmo conjunto de cerca de 20 aminoácidos, diferindo apenas em sua sequência (LEHNINGER, 1989).

As proteínas exercem vários papéis biológicos como enzimas, proteínas transportadoras, proteínas nutritivas e de reserva, proteínas contráteis ou de movimento, proteínas estruturais, proteínas de defesa e proteínas reguladoras (LEHNINGER, 1989).

A importância da proteína na dieta é principalmente atuar como fonte de aminoácidos, alguns dos quais são considerados componentes essenciais da dieta pelo fato de sua estrutura carbônica não ser sintetizada no corpo, e outros não-essenciais, pois podem ser sintetizados pelo corpo a partir de outras substâncias de carbono e nitrogênio (LEHNINGER, 1989).

Todos os aminoácidos precisam estar presentes no citosol para que a síntese protéica ocorra. Nove desses aminoácidos são imprescindíveis na dieta, os chamados essenciais (LEHNINGER, 1989).

A qualidade da proteína, então, depende do seu perfil de aminoácidos, sua biodisponibilidade e sua digestibilidade. A biodisponibilidade está relacionada a todo e qualquer nutriente. É a parte do nutriente que está biologicamente disponível para as reações metabólicas nas células do organismo. Sendo assim, a composição dos alimentos dá uma idéia do seu valor nutritivo, mas não é suficiente para caracterizá-lo sob o ponto de vista nutricional (SGARBIERI, 1987).

Para o homem adulto, os aminoácidos essenciais são isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Crianças requerem histidina e, provavelmente, pequenas quantidades são requeridas por adultos. Cisteína e tirosina são sintetizadas no corpo a partir de metionina e fenilalanina, respectivamente. Esses aminoácidos ocorrem na maioria das proteínas das células do corpo. Nove aminoácidos (alanina, arginina, ácido aspártico, asparagina, ácido glutâmico, glutamina, glicina, prolina e serina) estão presentes também nas proteínas, mas podem ser suprimidos da dieta pois o corpo tem a capacidade de sintetizá-los. Por esta razão, são considerados não-essenciais na dieta. Outros aminoácidos ocorrem nas proteínas, mas são feitos de modificações nas cadeias laterais de um dos aminoácidos acima mencionados após a proteína ter sido sintetizada (LEHNINGER, 1989).

O termo desequilíbrio de aminoácidos é usado quando uma alteração na proporção de aminoácidos causa uma diminuição na taxa de crescimento que é aliviada pela adição do aminoácido mais limitante na dieta. A que extensão a dieta normal do homem pode ser desequilibrada sem prejuízo da utilização de aminoácidos essenciais não é conhecida. O efeito de desequilíbrios foi observado em animais em crescimento recebendo dietas onde as ingestões de proteínas eram desfavoráveis. Tais efeitos são improváveis de ocorrer em humanos em níveis normais de proteína na dieta (SHILS & YOUNG, 1989).

O requerimento de proteína da dieta é um requerimento para nitrogênio de aminoácidos não essenciais e aminoácidos essenciais (SELIGSON & MACKEY, 1984). Conseqüentemente, as proteínas diferem em seu valor biológico na forma em que seu perfil de aminoácidos essenciais é comparado ao requerimento do organismo. Partindo-se desse princípio, existem três padrões de referência baseados em estimativas dos requerimentos de aminoácidos essenciais pelo homem: o padrão da FAO (Food and Agriculture Organization), NAS (National Academy of Sciences) e INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá) (SELIGSON & MACKEY, 1984). Onde o padrão mais utilizado é aquele proposto pela FAO (SGARBIERI, 1987).

O escore químico e o primeiro aminoácido limitante variam com os dados obtidos por diferentes metodologias e do padrão de referência utilizados (SELIGSON & MACKEY, 1984).

A ingestão de uma proteína deficiente em um ou mais aminoácidos essenciais resulta num baixo valor nutritivo para essa

proteína, condicionado ao nível dos fatores limitantes principais e secundários. Essa deficiência de aminoácidos essenciais em algumas proteínas, principalmente as de vegetais, caracteriza a proteína de baixo valor biológico. Por exemplo, o valor nutritivo de feijões (*Phaseolus vulgaris*) é limitado pela deficiência em aminoácidos sulfurados, baixa digestibilidade da proteína, baixa disponibilidade de aminoácidos essenciais, e a presença, na sua composição, de fatores tóxicos e antinutricionais (SGARBIERI & GARRUTI, 1986). A proteína do ovo é considerada de alto valor biológico por seu perfil de aminoácidos, contendo até, sem dúvida, um excesso de aminoácidos essenciais capazes de satisfazer as necessidades humanas (DILLON, 1991).

2.3.2. Carboidratos

Classicamente, carboidratos são substâncias que têm a fórmula empírica $C_n(H_2O)_n$, onde $n > 4$ incluindo os álcoois (sorbitol, manitol e outros). Os carboidratos nos alimentos estão presentes na forma de polissacarídeos e açúcares onde a maioria dos alimentos contém uma mistura de ambos (ANDERSON *et alii*, 1988).

Os principais polissacarídeos consumidos pelo homem são o amido, o glicogênio e a celulose, o último possuindo pequeno papel metabólico já que é indigerível. Os carboidratos provenientes da dieta são armazenados no fígado e na musculatura na forma de glicogênio (SGARBIERI, 1987).

O mais comum e mais conhecido dissacarídeo na dieta é a sacarose composta por uma molécula de glicose e outra de frutose. Há também a lactose e a maltose (ANDERSON *et alii*, 1988).

Glicose é o principal carboidrato no corpo apesar de pouco ser consumido nessa forma. Há também outras hexoses como a frutose e a galactose, as pentoses ribose e desoxirribose, o álcool de glicose chamado sorbitol e o álcool da pentose xilose, chamado xilitol (ANDERSON *et alii*, 1988).

A principal função dos carboidratos na dieta é prover energia metabolizável, 4 Kcal/g de carboidrato, que apesar do maior poder calórico dos lípidios (9Kcal/g) e similar ao das proteínas, cobrem em grande proporção, as necessidades calóricas de uma dieta (SHILS & YOUNG, 1989). Por isto, em uma dieta bem equilibrada, os carboidratos suprem 55-56% das calorias totais necessárias para um indivíduo (GOMEZ PIÑOL & TORRE BORONAT, 1990).

Quantitativamente, a maior parte da dieta do homem (e animal) é usada para o metabolismo de energia para o corpo. Os carboidratos constituem a principal fonte calórica, especialmente em países em desenvolvimento. Com o aumento do padrão de vida é comum as dietas do homem tornarem-se mais ricas em lípidios e proteínas, apesar da recomendação existente de reduzir a ingestão de gorduras na dieta e substituir essa energia proveniente de lípidios pela dos carboidratos (VAN ES, 1991).

Os carboidratos são de fácil aquisição por sua produção na natureza pela fotossíntese ser grande, e seus custos, baixos. Os

carboidratos não somente contribuem para o sabor e textura dos alimentos, mas também têm uma parte na determinação da viscosidade, na estabilização de emulsões e preservação de alimentos. Talvez seu papel mais útil, além do fornecimento de energia metabólica, seja como agente adoçante (SHILS & YOUNG, 1989).

2.3.2.1. Fibras

As fibras, com exceção da lignina, são polissacarídeos. A celulose, por exemplo, é composta de uma única cadeia longa de moléculas de glicose, unidas por ligações que as enzimas digestivas humanas não podem separar. Outras fibras contêm uma variedade de açúcares de 5 e 6 carbonos, unidos de diferentes modos. Existem cerca de 250 tipos de fibras, cada um com suas próprias características, funções e efeitos (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987).

As fibras podem ser agrupadas em duas grandes categorias: fibras insolúveis em água, que incluem celulose, lignina e muitas hemiceluloses; fibras solúveis, que incluem pectina, gomas, certas hemiceluloses e polissacarídeos de reserva (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987; SCHNEEMAN, 1987; OLSON *et alii*, 1987).

As diferenças dos efeitos fisiológicos da fibra solúvel e insolúvel podem ser analisadas a níveis de estômago e intestino delgado, onde a digestão e absorção de nutrientes ocorre, e no intestino grosso, de onde o resíduo é eliminado.

A nível gástrico, as fibras solúveis retardam o esvaziamento gástrico, favorecendo a saciedade, levando a uma

sensação de plenitude por tempo maior; e diminuem também a acidez gástrica. A taxa em que o alimento é esvaziado do estômago determina a taxa de absorção de nutrientes pelo intestino. Conseqüentemente, um atraso no esvaziamento gástrico contribui para diminuir a absorção (SCHNEEMAN, 1987). A ingestão de fibras afeta o tempo de trânsito, a absorção de nutrientes, a ação de enzimas digestivas e a secreção de hormônios gastrointestinais e pancreáticos (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987).

A nível de intestino delgado, as fibras solúveis parecem diminuir a disponibilidade de nutrientes pelo aumento da espessura da camada de água inativa e pela redução da motilidade intestinal (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987). Tais fibras formam uma matriz de gel que diminui a absorção seqüestrando nutrientes, enzimas digestivas ou ácidos biliares, e diminuindo sua mistura e difusão no intestino (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987; SCHNEEMAN, 1987).

As fibras solúveis retardam a absorção da glicose, em parte por impedirem a absorção intestinal e, em parte por retardarem o esvaziamento gástrico (SCHNEEMAN, 1987).

As fibras insolúveis também tornam mais lenta a absorção da glicose e do amido, em menor extensão, isolando-os das enzimas digestivas ou inibindo-as (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987).

As fibras solúveis afetam o metabolismo das bactérias no cólon. Uma massa bacteriana maior aumenta o volume fecal e diminui o tempo de permanência, talvez reduzindo a exposição a carcinógenos e diminuindo o risco de câncer de cólon (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987).

As fibras que possuem alta solubilidade podem ser facilmente degradadas por bactérias, provavelmente devido a sua capacidade de reter água que permite que a bactéria penetre na matriz da fibra. O aumento na massa bacteriana devido à fermentação de fibras solúveis pode ser suficiente para levar a um aumento do volume fecal. Em contraste, as fibras insolúveis não podem ser penetradas por bactérias ou serem degradadas tão extensivamente; dessa forma, a fibra residual está presente, e uma matriz é mantida no conteúdo do intestino grosso e a massa bacteriana é aumentada (STEPHEN apud SCHNEEMAN, 1987; TOPPING, 1991). As bactérias intestinais fermentam fibras solúveis em ácidos graxos de cadeia curta tornando o conteúdo intestinal mais ácido. Os ácidos biliares e outros lipídios não dissolvem bem em meios ácidos formando partículas sólidas que o intestino não pode reabsorver (HOAGLAND apud McKENZIE, 1990). Além disso os ácidos graxos de cadeia curta parecem migrar para o fígado onde bloqueiam a síntese de colesterol (SMITH apud McKENZIE, 1990).

No cólon, as bactérias convertem os ácidos biliares em produtos secundários que podem aumentar o risco de câncer de cólon. Os ácidos biliares secundários, por si mesmos, não causam câncer, mas agem como cocarcinógenos, aumentando a chance de câncer quando acoplados com verdadeiros carcinógenos. Particularmente as fibras insolúveis, no farelo de trigo, protegem o cólon contra os danos por ácidos biliares secundários (McKENZIE, 1990).

As consequências fisiológicas da fibra são parcialmente previsíveis baseadas em suas propriedades físico-químicas como

capacidade de reter água, viscosidade, capacidade de troca iônica e ligação de sais biliares. Os componentes insolúveis da fibra alimentar (celulose, lignina e polissacarídeos não-celulósicos) são capazes de se ligarem aos ácidos biliares e carcinógenos. A adsorção dos ácidos biliares é dependente da composição da fibra, a química do esterol, o pH e a osmolaridade do meio ambiente. Muitos trabalhos tentam explicar o efeito hipocolesterolêmico de certos alimentos. Algumas das hipóteses sugerem que os ácidos biliares são adsorvidos pela fibra alimentar. Os sais biliares são, então, excretados através das fezes e supridos novamente pelo metabolismo do colesterol no fígado. Assim, o aumento na eliminação de colesterol na forma de ácidos biliares resultará na diminuição do nível de colesterol sérico (AGTE & JOSH, 1991). Num estudo *in vitro*, AGTE & JOSH (1991) encontraram que a ligação dos ácidos biliares se dá principalmente pela fração hemicelulose das fibras.

As bactérias do cólon fermentam as fibras solúveis quase completamente, produzindo ácidos graxos de cadeia curta, metano, CO₂ e água. Esses ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato, butirato) são absorvidos pelo organismo e contribuem para energia, afetando metabolismo da glicose e de lipídios (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987; TOPPING, 1991).

A nível periférico, a alta ingestão de fibras solúveis melhora o metabolismo da glicose sem aumentar a secreção de insulina. As fibras diminuem os níveis de insulina plasmática em jejum e diminuem a resposta periférica de insulina à administração de glicose

por via oral. Também podem reduzir os níveis de glicagênio (antagônista da insulina). As concentrações mais baixas de insulina associam-se a um duplo aumento na sensibilidade periférica à insulina. As fibras aumentam o número de receptores de insulina de vários tecidos, aumentando a captação de insulina e, portanto, a sensibilidade à insulina (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987).

Os mecanismos para o efeito hipoglicêmico da fibra alimentar têm sido propostos por JENKINS *et alii* e DREHER (apud NISHIMUNE *et alii*, 1991) e resumidos como se segue: a fibra alimentar pode retardar a taxa de digestão de polissacarídeos no estômago, a passagem dos conteúdos do estômago para o duodeno, pode diminuir o tempo de difusão de vários sacarídeos no intestino delgado, a taxa de hidrólise de polissacarídeos na parte superior do intestino delgado e pode diminuir a taxa de absorção de monossacarídeos através da microvilosidade das células epiteliais no jejuno e parte superior do íleo.

As fibras solúveis também diminuem, seletivamente, as concentrações plasmáticas da lipoproteína LDL-colesterol (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987; KELSAY, 1978; NESTEL, 1990; STASSE-WOLTHUIS, 1979; TOPPING, 1991). Tal mecanismo ainda é desconhecido.

Os efeitos colaterais da alta ingestão de fibras incluem eructação, flatulência e depleção de minerais (a curto prazo). Em vegetarianos, sujeitos a dietas ricas em fibras por anos, os níveis de minerais mostraram-se semelhantes aos de não vegetarianos. Sugere-se que mecanismos de adaptação intervêm para manter normal a

homeostase de vitaminas e minerais, no consumo de fibras a longo prazo (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987).

2.3.3. Lipídios

Lipídios são substâncias orgânicas oleosas ou gordurosas insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, como acetona, éter, clorofórmio, benzeno e hexana (LEHNINGER, 1989).

Além do alto valor energético dos lipídios (9Kcal/g), eles contêm ácidos graxos essenciais (AGE) e atuam como veículo de vitaminas lipossolúveis. São armazenados na forma de triglicerídios, principalmente, nos tecidos adiposos (tecidos de reserva) sendo mobilizados à medida que o organismo entra em déficit energético. Essa reserva energética também funciona como isolante térmico protegendo o organismo de mudanças bruscas de temperaturas do meio ambiente (LEHNINGER, 1989; SGARBIERI, 1987).

Os lipídios mais abundantes são os triglicerídios, que consistem de uma molécula de glicerol esterificada por três moléculas de ácidos graxos. A posição que os ácidos graxos ocupam na molécula do triglicerídio, bem como o comprimento da cadeia e o grau de saturação dos ácidos graxos, afetam o ponto de solidificação e, conseqüentemente, a digestibilidade e absorção do triglicerídio (LEHNINGER, 1989).

O tipo e a configuração dos ácidos graxos nas gorduras são responsáveis pelas diferenças em sabor, textura, ponto de fusão, absorção, atividade de AGE e outras características. Os ácidos graxos

podem ser classificados em ácidos graxos de cadeia curta, média ou longa, e ,ainda, em saturados, monoinsaturados e poliinsaturados (LEHNINGER, 1989).

Os animais, incluindo o homem, são capazes metabolicamente de aumentar ou diminuir o comprimento da cadeia dos ácidos graxos através da adição ou remoção de fragmentos com dois átomos de carbono, e podem converter o ácido esteárico no monoinsaturado, oléico, através da remoção de dois átomos de hidrogênio. No entanto, o homem não consegue sintetizar o ácido linoléico (ácido graxo poliinsaturado) , que por essa razão é considerado como um AGE (LEHNINGER, 1989; SGARBIERI, 1987).

São três os ácidos graxos essenciais: ácidos linoléico, linolênico e araquidônico. Como o ácido araquidônico pode ser sintetizado a partir do ácido linolênico, este primeiro só é considerado essencial quando o ácido linolênico não está sendo suprido através da dieta (LEHNINGER, 1989; SGARBIERI, 1987).

O ácido linoléico da dieta é importante para a formação normal das estruturas mielínicas, embora não seja utilizado diretamente para fins estruturais, ele é indispensável para o crescimento animal e particularmente para o tecido nervoso onde pode servir de precursor na biossíntese de vários AGP n-6 (TAHIN, 1985).

Os lipídios em geral e os ácidos graxos em particular são muito importantes para a manutenção da estrutura e funções das biomembranas (TAHIN, 1985).

Tem sido demonstrado que os ácidos graxos poliinsaturados (AGP) diminuem o nível de colesterol no sangue, enquanto que os ácidos graxos saturados (AGS) tendem a aumentar o nível de colesterol sérico (SHILS & YOUNG, 1989; MARSIC *et alii*, 1992; WHEELLOCK, 1992). Em estudo recente, observou-se que os ácidos linolênico, linoléico e oléico possuíam igualmente o mesmo efeito na redução do colesterol total, da lipoproteína de baixa (LDL) e muito baixa (VLDL) densidade (CHAN *et alii*, 1991; HAYES & KHOSLA, 1992) e na concentração de apoproteína no plasma (CHAN *et alii*, 1991).

Pesquisas nutricionais em gorduras e óleos tem procurado determinar o papel de ácidos graxos específicos na nutrição e saúde humana. Certos ácidos graxos poliinsaturados funcionam como ácidos graxos essenciais, atuando como precursores na formação de moléculas biologicamente ativas como as prostaglandinas, tromboxanas e leucotrienos (MARSIC *et alii*, 1992; TAHIN, 1985).

De acordo com WHEELLOCK (1992), o grupo da Organização Mundial de Saúde (OMS) concluiu que há uma relação estreita e consistente entre o tipo de dieta consumida atualmente na maioria dos países desenvolvidos industrializados, caracterizados por um excesso de alimentos ricos em gordura e açúcares livres mas pobre em fibra alimentar, e a emergência de um número de doenças crônicas não infecciosas. Incluem-se as doenças do coração e artérias, vários tipos de câncer, diabetes mellitus, cálculos biliares, cáries dentárias, disfunções gastrointestinais e doenças dos ossos e juntas (WHEELLOCK, 1992). Os produtos da oxidação de lipídios podem exercer

um papel em muitas doenças. É de particular interesse a recente evidência de que a oxidação pode ter um papel no início da doença coronariana (MARSIC *et alii*, 1992).

O componente lipídico da lipoproteína de baixa densidade (LDL) é susceptível à oxidação por processos biológicos que ocorrem normalmente. Uma vez oxidadas, a LDL modificada resultante acelera a produção de células espumosas as quais são os primeiros sinais de injúria arterial. *In vivo*, os macrófagos removem os fragmentos da parede arterial e possuem uma certa afinidade para absorver os complexos LDL modificados. A absorção aumentada dos macrófagos pode resultar em acúmulo de lipídios nessas células, levando-as a várias mudanças morfológicas que levam ao desenvolvimento de uma célula espumosa. A coalescência dessas células na parede da artéria é o início do estágio da doença coronariana, referida como camada gordurosa ("fatty streak"). Análises *in vitro* mostram que o ácido oléico protege a lipoproteína da modificação oxidativa (MARSIC *et alii*, 1992).

A incidência de todos os tipos de câncer comuns no homem é determinada por fatores externos potencialmente controláveis, já que pessoas em diferentes partes do mundo sofrem de diferentes tipos de câncer, dependendo de seus hábitos, dieta e costumes, muito mais do que de sua origem étnica. O que significa que a maioria dos cânceres são causados mais pelo ambiente do que por fatores genéticos e, em princípio, deveriam ser prevenidos (WHEELLOCK, 1992). Evidências relacionando dietas ricas em gorduras com o elevado risco de câncer

não são tão definitivas quanto aquelas associando ácidos graxos saturados e colesterol da dieta ao risco de doenças coronarianas. Mas associa-se dietas ricas em gordura com maior risco de outros tipos de câncer de cólon, próstata e mamas. Estudos indicam que redução na ingestão total de gordura reduz o risco desses tipos de câncer (MARSIC *et alii*, 1992).

HUSTING *et alii* (apud MARSIC *et alii*, 1992) pesquisaram vinte países por quatro anos concluindo que diferentes tipos de ácidos graxos têm diferentes capacidades para promover tumores. Os resultados obtidos associaram fortemente a ingestão total de gordura com câncer de mamas, cólon e próstata. Os ácidos graxos monoinsaturados não tiveram associação positiva com câncer. Entretanto, os ácidos graxos saturados e poliinsaturados foram positivamente associados com incidência de câncer de mama e de cólon. Ainda os ácidos graxos saturados foram relacionados com incidência de câncer de cólon. Então, as características promotoras de tumores podem ser mais em função da composição de ácidos graxos do que da ingestão total de lipídios.

Em relação à diabetes, esses pacientes seguem uma dieta pobre em gorduras e rica em carboidratos. O objetivo primário deste tipo de dieta é reduzir o risco de doenças coronarianas, a maior causa de morte para diabéticos. Resultados de pesquisas ainda sugerem o envolvimento da gordura da dieta na regulação da pressão sanguínea, o ácido oléico parece não ter efeito algum (MARSIC *et alii*, 1992).

Estudos mostram maior incidência de doenças coronarianas em indivíduos consumindo dietas ricas em ácidos graxos saturados. Foi também demonstrado que dietas ricas em ácidos graxos saturados levam a hipersensibilidade de plaquetas, alteração do tempo de coagulação, etc. Todas as recomendações convergem ao mesmo ponto: diminuir o consumo de ácidos graxos saturados, através do consumo de peixes e frango sem pele, carnes magras, e procurando substituir essas "gorduras" por óleos vegetais em quantidades também moderadas (NAS, 1989).

2.4. O papel da Vitamina E na alimentação

Os óleos vegetais e os produtos de óleos estão entre os maiores contribuidores dos tocoferóis da dieta, diretamente ou indiretamente em alimentos processados ou preparados. A forma predominante de tocoferóis nos óleos vegetais são α -, γ - e δ -tocoferol (ANDERSON *et alii*, 1988).

A vitamina E ocorre naturalmente na forma de oito compostos com atividade biológica característica. Quatro desses compostos são membros da família dos tocoferóis e quatro são tocotrienóis. Todos eles têm a mesma estrutura básica em anel, porém variam em número e na localização das substituições por grupos metil. Todos os tocoferóis têm cadeias laterais fitil, saturadas, enquanto que as cadeias laterais dos tocotrienóis possuem as três ligações duplas indicadas pelo seu nome (ANDERSON *et alii*, 1988).

O isômero mais abundante e ativo é o α -tocoferol, existindo ainda três outros tocoferóis com atividade biológica e presentes em alimentos: β -, γ - e δ -tocoferóis. Esses últimos isômeros não têm sido bem estudados, e somente o α -tocotrienol parece ter atividade significativa de vitamina E (SHILS & YOUNG, 1989).

Deteriora-se pela ação da luz e decompõe-se com a irradiação de luz ultra-violeta. O contato com chumbo e ferro apressa sua destruição. Os tocoferóis possuem propriedades antioxidantes e previnem certos alimentos da oxidação. Essa propriedade exerce, provavelmente, uma ação protetora sobre a vitamina A (SHILS & YOUNG, 1989).

A vitamina E funciona em geral como um antioxidante biológico protegendo as membranas celulares da deterioração oxidativa. Outras funções não muito bem estabelecidas têm sido atribuídas a vitamina E, incluindo regulação da síntese de ácidos nucléicos e expressão genética e controle do ciclo de crescimento em certos protozoários (PARKER, 1989; SHILS & YOUNG, 1989).

Os fosfolipídios das membranas celular e subcelular contêm AGP susceptíveis à peroxidação. A vitamina E é o antioxidante lipossolúvel capaz de proteger esses ácidos graxos interrompendo as reações dos radicais livres que, caso contrário, podem causar danos a membrana de organelas subcelulares (PARKER, 1989; SHILS & YOUNG, 1989).

Ressalta-se a importância da vitamina E na biossíntese de ácidos graxos de vinte carbonos e, conseqüentemente, na formação de

prostaglandinas I₂, sintetizada na aorta ou em coração perfundido, assim como na formação de tromboxana A₂, sintetizada pela plaqueta de coelhos (CHAN *et alii*, 1983).

2.5. Os fatores antinutricionais na alimentação

Quando se considera um alimento e seu valor nutritivo, não se pode deixar de considerar a existência de substâncias que podem interferir diminuindo ou impedindo o aproveitamento de seus nutrientes, sejam eles, proteínas, vitaminas ou minerais. Estas são chamadas fatores antinutricionais. Tais compostos fazem parte da composição de alguns alimentos, não sendo, portanto, contaminantes químicos ou microbiológicos.

Algumas dessas substâncias são de natureza protéica, como os inibidores de proteases e as lectinas, e exercem ação tóxica ou antinutricional quando ingeridas em sua forma natural (crus ou insuficientemente cozidos). A ação do calor destrói parcialmente ou totalmente, a atividade tóxica dessas proteínas melhorando o valor nutritivo do alimento que as contém e o índice de utilização de seus nutrientes (SGARBIERI, 1987).

Existe uma grande variação de disponibilidade biológica com relação aos elementos de natureza mineral que depende da natureza química do composto mineral, complexação com outras substâncias contidas nos alimentos, natureza química do composto formado e competição de dois ou mais elementos pelo mesmo sítio ou mecanismo de

absorção. Vários componentes dos alimentos podem formar quelatos ou complexos com elementos metálicos resultando, em alguns casos, em aumento da absorção e da biodisponibilidade, mas na maior parte dos casos, no entanto, ocorre diminuição. Esses componentes são exclusivos dos produtos de origem vegetal e são responsáveis pela baixa biodisponibilidade de certos elementos nesses alimentos, quando comparada com produtos de origem animal (SGARBIERI, 1987).

Descrever-se-á a seguir, de forma sucinta, os fatores antinutricionais analisados neste trabalho.

2.5.1. Inibidores de enzimas digestivas

Incluem-se os inibidores de enzimas proteolíticas, particularmente de tripsina e quimotripsina.

Os inibidores de tripsina e/ou quimotripsina são encontrados tanto em produtos de origem vegetal como nos de origem animal. Entre os vegetais são de ocorrência comum em sementes de leguminosas (soja, feijões, amendoim), cereais (trigo, centeio, cevada) e tubérculos (batata inglesa). No reino animal, inibidores têm sido encontrados, principalmente, na clara dos ovos de várias espécies de aves (SGARBIERI, 1987).

Dos inibidores de origem vegetal, os da soja são os mais estudados e mais bem conhecidos até o presente. Muitos trabalhos com inibidores de enzimas proteolíticas têm sido feitos focalizando, particularmente, a inibição de tripsina. Esses inibidores são responsáveis pela baixa digestibilidade de proteínas de leguminosas

que foram insuficientemente cozidas. Tal inibição é invariavelmente acompanhada por um aumento do pâncreas (LIENER, 1976).

Os inibidores de tripsina podem ser divididos em duas classes principais: os inibidores de Kunitz e os de Bowman-Birk. Os inibidores de Kunitz apresentam peso molecular de 21.500 daltons (SGARBIERI & WHITAKER, 1982). Inibem fortemente a tripsina e fracamente a quimotripsina, sendo inativados parcialmente em condições ácidas pela ação da pepsina. Este inibidor combina-se irreversivelmente com a tripsina na proporção molar de 1:1 e com a quimotripsina de maneira não estequiométrica (GRANT, 1989; SGARBIERI & WHITAKER, 1982).

Os inibidores de Bowman-Birk apresentam peso molecular de 8.000 daltons e inibem de maneira estequiométrica e simultânea um mol de tripsina e outro de quimotripsina, por mol de inibidor. Possui em suas moléculas centros de ligação diferentes e independentes para tripsina e quimotripsina. Sua atividade é relativamente resistente a ação da pepsina em meio ácido (GRANT, 1989; SGARBIERI & WHITAKER, 1982).

A inclusão dos inibidores do tipo Kunitz na dieta de animais prejudica seu crescimento, aparentemente devido à ingestão reduzida de alimento, baixa digestão e absorção de nitrogênio da dieta e retenção pobre do nitrogênio absorvido. A taxa de síntese de enzimas pancreáticas é aumentada. A alimentação contínua dos animais com o inibidor de Kunitz leva ao aumento no peso do pâncreas, inicialmente por hipertrofia e, subseqüentemente, por hipertrofia e

hiperplasia. Há um aumento do tamanho das ilhotas de Langerhans, no número de células β e no conteúdo de insulina do pâncreas (GRANT, 1989).

Ao contrário, a inclusão do inibidor de Bowman-Birk na dieta a concentrações de 0,5% (p/p) não reduz a ingestão de alimentos ou o crescimento do rato, mas induz a hipersecreção de enzimas pancreáticas, e hiperplasia e hipertrofia pancreática nos animais. Também estimulam a secreção de enzimas pancreáticas no homem (GRANT, 1989; SGARBIERI & WHITAKER, 1982).

2.5.2. Lectinas

As lectinas são em sua maioria glicoproteínas que têm a propriedade específica de se ligar a sacarídeos e glicopeptídios. Devido a essa propriedade, as lectinas podem se ligar a certos componentes da membrana das células sanguíneas provocando aglutinação. Existem lectinas que só aglutinam leucócitos (leucoaglutininas), outras que aglutinam hemácias (hemaglutininas) e finalmente outras que provocam aglutinação mista (SGARBIERI & WHITAKER, 1982).

As lectinas são responsáveis, em parte, pela toxicidade e baixo valor nutricional de feijões insuficientemente cozidos ou crus (SGARBIERI & WHITAKER, 1982). Estão distribuídas na natureza em tecidos animais, vegetais e microorganismos. Aquelas de origem alimentar têm sido mais estudadas e são as que ocorrem, particularmente, em leguminosas (SGARBIERI, 1987).

As lectinas apresentam peso molecular entre 80.000 e 130.000 daltons. Tem sido observado que a toxicidade assim como a resistência térmica das lectinas são bastante variáveis entre espécies de leguminosas e mesmo entre variedades de uma mesma espécie (SGARBIERI, 1987). Mas apenas aqueles extratos que aglutinam células bovinas tripsinizadas são tóxicas. Tal método é útil para detectar feijões potencialmente tóxicos. Os efeitos tóxicos das lectinas são observados no consumo de leguminosas cruas ou insuficientemente cozidas (LIENER, 1974).

A inclusão de lectinas purificadas na dieta de ratos inibe seu crescimento, devido a redução na ingestão alimentar e interferência com o metabolismo sistêmico e intestinal levando a grandes perdas de nitrogênio e matéria seca nas fezes e uma grande diminuição na retenção de nitrogênio absorvido. As lectinas causam também ruptura do epitélio do intestino delgado e induzem seu alargamento como resultado da hiperplasia. Também induzem um crescimento significativo do pâncreas inicialmente por hipertrofia e, subsequente (7 dias), por hipertrofia e hiperplasia (GRANT, 1989).

Seu modo de ação parece ser por interação com a mucosa intestinal, interferência na absorção de nutrientes por lesão da mucosa intestinal, indução da colonização bacteriana e internalização das lectinas no sistema circulatório exercendo reações tóxicas como

inibição da síntese protéica, hipersensibilidade do sistema imune local ou sistêmico, e lesão direta do tecido (LIENER, 1986).

2.5.3. Ácido Fítico (fitatos)

Ocorre em plantas e solos em diversas formas isoméricas, sendo sua forma mais abundante o hexafosfato de mioinositol. Os fitatos são considerados a maior forma de armazenamento de fosfato e inositol na maioria das sementes (cereais, leguminosas e sementes oleaginosas). O teor de ácido fítico nessas sementes varia de 0,5 a 6,0% e cerca de 60-80% do fósforo contido nesses grãos de cereais encontra-se ligado ao mioinositol na forma de fitato (ERDMAN, 1979; MAGA, 1982).

A formação de ácido fítico durante a maturação de sementes e tubérculos parece ser a de prevenir o acúmulo excessivo de altos níveis de fosforo inorgânico (COSGROVE apud ERDMAN, 1979).

O ácido fítico pode ainda ter importantes funções fisiológicas durante a dormência e germinação de sementes incluindo o armazenamento de fósforo, grupos fosforil de alta energia e cátions (MAGA, 1982; GRAF, 1983).

A quantidade de fitato presente nos alimentos de origem vegetal irá depender de uma série de fatores, a saber: tipo de planta, parte ou órgão da planta utilizado, tipo de adubação e estágio de maturação (SGARBIERI, 1987). Aproximadamente 75% do ácido fítico está associado aos componentes solúveis da fibra, não sendo detectada sua presença na fração insolúvel (FROLICH & ASP, 1985). O

conteúdo de ácido fítico em hortaliças e frutas é geralmente menor do que em cereais (MAGA, 1982).

O ácido fítico é normalmente encontrado na forma de complexos com minerais essenciais e/ou proteínas. Ensaio com animais sugerem que o ácido fítico dos alimentos vegetais ligam-se a minerais essenciais da dieta tornando-os não disponíveis para absorção. Estudos *in vitro* mostram que muitos complexos mineral-ácido fítico são insolúveis ao pH do intestino e parecem ser indisponíveis para a absorção. A formação desses complexos é dependente do pH (ERDMAN, 1979). A medida que o pH aumenta e sob certas concentrações de fitato, o ácido fítico pode interagir com minerais e/ou minerais e proteínas (TORRE *et alii*, 1991).

Estudos *in vitro* têm mostrado que os complexos fitato-proteína são formados por interações eletrostáticas envolvendo os grupos α -amino terminais, os ϵ -amino da lisina, o grupo imidazol da histidina e o grupo guanidil da arginina (CHERYAN, 1980). Muitos desses compostos são insolúveis e não são biologicamente disponíveis para o homem sob condições fisiológicas normais (ERDMAN, 1979). Além disso, tais proteínas estão menos sujeitas ao ataque de enzimas proteolíticas do que as proteínas livres (TORRE *et alii*, 1991).

A utilização deficiente dos minerais em alimentos ricos em fitatos não pode ser atribuída diretamente a sua ligação com fitatos já que a fibra e outros constituintes desses alimentos podem exercer papéis mais significativos (ERDMAN, 1979). Muitos estudos sugerem a correlação entre ácido fítico e má absorção mineral. A

remoção do fitato parece melhorar a biodisponibilidade mineral (HARTMAN, 1979; ERDMAN, 1979).

Um efeito negativo do ácido fítico na biodisponibilidade de minerais é esperada, já que o fitato não pode ser absorvido pelo homem devido a sua limitada capacidade de hidrolizar a molécula de fitato. Além disso, o fósforo do fitato pode não estar nutricionalmente disponível (TORRE *et alii*, 1991). Segundo TORRE *et alii* (1991), talvez o maior impacto do ácido fítico na nutrição humana seja a redução da biodisponibilidade de zinco. Entretanto, a habilidade do fitato para ligar a outros minerais não está bem definida.

O ácido fítico é um ácido forte quelante podendo formar sais (complexos) com diversos metais pesados. O pH do meio exerce influência sobre a formação de sais com diferentes tipos de íons metálicos. Muito importante à complexação de íons metálicos pelo ácido fítico é o efeito sinérgico exercido por dois ou mais cátions que, em presença um do outro, estimulam a formação de maior quantidade de complexo com cada um dos íons. Esse fenômeno foi demonstrado para o zinco e o cálcio e para o cobre e o cálcio (SGARBIERI, 1987).

Em trabalho recente, VAINTRAUB & BULMAGA (1991) estudaram a possível inibição de atividade de proteinases digestivas, como pepsina e tripsina *in vitro* por fitatos. De acordo com seus resultados, confirmou-se que a inibição é devida à interação do fitato com o substrato protéico.

A importância nutricional do fitato em alimentos prende-se principalmente a essa propriedade de formar complexos insolúveis com íons metálicos essenciais ao organismo. A biodisponibilidade desses minerais pode ser significativamente diminuída pela complexação com o ácido fítico.

2.5.4. Taninos

Qualquer substância polifenólica de origem vegetal com peso molecular acima de 500 capaz de reagir com proteínas poderá ser classificada como tanino (SGARBIERI, 1987).

Taninos são responsáveis pela sensação de adstringência dos alimentos de origem vegetal. Tal adstringência é o resultado da precipitação de proteínas da saliva e do epitélio mucoso da boca reduzindo a ação lubrificante (SCHANDERL, 1970).

Existem dois grupos distintos de taninos, que são os hidrolisáveis e os condensados. Apresentam em comum a propriedade de ligarem-se a proteínas e de promoverem a formação de couro no processo de curtimento. Os taninos hidrolisáveis como, por exemplo, o ácido tânico fornece, quando hidrolisado, glicose e ácido gálico, na proporção de até sete resíduos de ácido gálico por unidade de glicose. Outros taninos desse grupo podem fornecer como produto de hidrólise ácido elágico ou ácido quínico (SGARBIERI, 1987).

Os taninos condensados (flavolanos) são polímeros dos flavonóides, formados predominantemente de unidades de leucoantocianidinas. Não são degradáveis facilmente, em condições

fisiológicas, porém, quando tratados drasticamente poderão se transformar em flobafenos ou catequinas e antocianidinas (SGARBIERI, 1987; NAKABAYASHI, 1988).

A presença de taninos tem sido associada ao baixo valor nutritivo e mais baixa biodisponibilidade de macromoléculas como proteínas e carboidratos, aminoácidos, vitaminas e minerais. O alto teor de taninos tem levado a problemas sérios no uso de algumas variedades de sorgo, tais como: índices de digestibilidade baixos (DAIBER, 1975), possíveis efeitos carcinogênicos (SINGLE & KRATZER apud DAVIS & HOSENEY, 1979), baixa palatabilidade devido a adstringência e escurecimento em produtos triturados (BATE-SMITH & RASPER apud DAVIS & HOSENEY, 1979; SCHANDERL, 1970).

Os taninos interagem com as proteínas da dieta e enzimas digestivas, diminuindo o valor nutricional dos alimentos ingeridos (CARMONA *et alii*, 1991; NYMAN & BJÖRCK, 1989). Os efeitos deletérios dos taninos na dieta parecem se dar pela formação de complexos proteína-taninos levando à depressão do crescimento, baixa digestibilidade da proteína e aumento da excreção de nitrogênio fecal (DESHPANDE *et alii*, 1986).

Segundo BUTLER *et alii* (apud SGARBIERI & GARRUTI, 1986), os taninos têm mostrado interagir com proteínas por pontes de hidrogênio, interações hidrofóbicas e ligações covalentes associadas com oxidação; encontraram, ainda, uma alta especificidade do tanino para certos tipos de proteína. Proteínas como caseína, albumina de soro bovino e fração G1 de feijão (*Phaseolus vulgaris*) resistem à

digestão proteolítica quando complexadas com taninos. Tais complexos não podem ser dissociados a pH fisiológico e são excretados nas fezes. Os taninos também inibem importantes enzimas digestivas como tripsina (DAVIS & HOSENEY, 1979), lipases e amilases (DESHPANDE *et alii*, 1986; DAIBER, 1975).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAIS

3.1.1. Frutos

Foram utilizados frutos do baru (*Dipteryx alata*, Vog.), da família Leguminosae Faboideae, fornecidos pelo Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPAC/EMBRAPA), em Brasília, DF. Estes foram colhidos "de vez" (ALMEIDA *et alii*, 1991) no mês de setembro de 1991 de árvores nativas do cerrado nas localidades de Vale do Paranã (GO) e Padre Bernardo (GO). Após colheita, os frutos que apresentavam casca mais uniforme foram selecionados, acondicionados e estocados em freezer a -18°C até sua utilização no experimento.

Os frutos utilizados neste trabalho apresentavam peso médio de $52,71 \pm 4,80\text{g}$ onde a polpa e a semente representavam 55,89% e 3,68%, respectivamente, do peso total do fruto.

3.1.2. Ensaio biológico

Animais: Foram utilizados 32 ratos albinos machos da linhagem Wistar de 21-25 dias de idade pesando $52,32 \pm 3,23\text{g}$, procedentes do Centro de Bioterismo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em Campinas, SP.

Ingredientes para dieta: Os ingredientes comerciais adquiridos para preparo das dietas foram óleo de soja "Lisa"; açúcar refinado "União"; amido de milho "Maizena"; celulose microfina, grau

farmacêutico "Microcel", da Blanver; e caseína comercial de procedência uruguaia.

Fontes protéicas: Foram utilizadas sementes de baru cruas e torradas como fonte protéica nos ensaios biológicos. Como fonte protéica controle, foi utilizada caseína comercial.

3.1.3. Reagentes

Foram utilizados reagentes de grau analítico (p.a.), de diferentes procedências: Merck, Ecibra, Sigma, Chemco, QEEL, Nuclear, Synth, Carlo Erba, etc.

3.1.4. Instrumental

Além de utensílios de uso comum em laboratório, como vidraria, espátulas, microespátulas, pinças, pincel, suportes, etc, foram utilizados os seguintes aparelhos:

- Agitador magnético FANEM, modelo 257
- Balança analítica Sauter, modelo 414/10
- Balança semi-analítica Sauter, modelo SD1000T
- Banho-maria MLW, serie UH
- Banho-maria Robertshaw
- Banho-maria tipo Dubnoff TE093
- Centrífuga SORVALL, modelo RCSC
- Chapa aquecedora Thermolyne (multi-stir plate "2")
- Cromatógrafo gasoso Sigma 3B, Perkin-Elmer
- Cromatógrafo BECKMAN modelo 7300 para análises de aminoácidos
- Digestor e Destilador Kjeldahl, Tecnal

- Espectrofotômetro Spectronic 20, Bausch & Lomb
- Espectrofotômetro Incibrás, modelo DF200
- Estufa de secagem e esterilização FANEM, modelo 315SE
- Gaiolas metabólicas de aço inox
- Homogeneizador Phoenix, modelo HS22
- Liofilizador Virtis, modelo n 10-146MR-BA
- Liquidificador Walita
- Moinho de facas Ika - Universal Mühle M20
- Moinho de martelo "Tigre"
- Multi-extrator tipo Soxhlet NGW, capacidade para 5L
- Peneiras para análises Granutest, com malhas de 45 e 60 mesh de diâmetro
- pH-metro digital Metrohm Herisau, modelo E500
- Rotavapor-RE, Büchi
- Supermixer Cole-Parmer, cat. n 4722
- Termostato Incotherm

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Composição centesimal aproximada

Após remolho de 12 horas, a polpa, juntamente com a casca, foi separada do caroço com o auxílio de uma faca. O caroço foi quebrado com o auxílio de uma morsa para retirada da semente.

Foram utilizadas a polpa, juntamente com a casca, e as sementes de baru para a determinação da composição centesimal aproximada.

Proteína bruta: Determinação de proteína bruta (% N x 6,25) pelo método Kjeldahl (semi-micro), conforme procedimento 2055 da AOAC (1975).

Lípidios totais: Determinação de lípidios totais, segundo BLIGH & DYER (1959).

Umidade: Determinação de umidade, segundo procedimento 14.003 da AOAC (1975).

Cinzas: Determinação de cinzas, segundo procedimento 08-16 da AACC (1969).

Açúcares totais: Determinados segundo método de DUBOIS *et alii* (1956).

Fibra solúvel e insolúvel: A determinação de fibra solúvel e insolúvel foi feita segundo ASP *et alii* (1983).

Amido: Estimado por diferença.

3.2.2. Determinações de aminoácidos

Obtenção de aminoácidos por hidrólise ácida (BECKMAN INSTRUMENTS, 1977) e hidrólise alcalina (NEUMANN, 1967).

Aminograma: Feito em cromatógrafo BECKMAN 7300 pelo método clássico de troca iônica de SPACKMAN *et alii* (1958).

Triptofano: Determinado segundo CONTRERAS-GUZMÁN & LAPA GUIMARÃES (1989).

3.2.3. Análise do óleo de baru

O óleo foi extraído de sementes cruas moídas em multi-extrator Soxhlet com hexano por aproximadamente 14 horas.

Obtenção de ésteres metílicos: Segundo HARTMAN & LAGO (1973) e perfil de ácidos graxos em cromatógrafo gasoso Sigma 3B (Perkin-Elmer). Condições: coluna empacotada de 4 metros , 10% silar 10C, temperatura da coluna = 175°C, temperatura do injetor e detector = 225°C.

Índice de iodo: Determinado pelo método de Hanus, segundo AOAC (1975).

Índice de saponificação: Segundo AOAC (1975).

Tocoferóis totais: Obtido segundo método proposto por CONTRERAS-GUZMÁN & STRONG (1982).

3.2.4. Fatores antinutricionais

Foram utilizadas polpa e casca, semente crua e semente torrada (200°C por 15 minutos) moídas (45, 60 e 60 mesh, respectivamente) e liofilizadas.

Determinação de taninos: Pelo método de Vanilina-HCl, segundo BUTLER (1982).

Determinação de fitatos: Segundo procedimento de LATTI & ESKIN (1980).

Atividade hemaglutinante: Determinada segundo JUNQUEIRA & SGARBIERI (1981).

Inibidor de tripsina: Atividade determinada segundo KAKADE *et alii* (1974), utilizando BAPA (benzoil-DL-arginina-p-nitro-anilida) como substrato.

3.2.5. Valor nutricional

Foram utilizadas somente sementes de baru cruas e torradas no ensaio *in vivo*. A polpa não foi utilizada devido ao seu baixo teor protéico, 5,59%, que não atingia sequer a porcentagem mínima recomendada (8%) para manutenção de ratos e por não ser o principal objetivo do trabalho.

Preparo da amostra: Devido ao seu elevado teor de lipídios que resultariam em uma porcentagem final de lipídios na ração muito maior do que os 8% recomendados para ratos em crescimento (AOAC, 1975), as sementes cruas e torradas (200°C por 15 minutos) foram moídas e submetidas a uma extração parcial de lipídios em multi-extrator Soxhlet com hexano, por aproximadamente 14 horas.

A partir dos teores de lipídios e proteínas finais da farinha das sementes, obtidos após extração parcial do óleo, procedeu-se ao preparo das dietas.

Preparo das dietas: As dietas foram preparadas para conter os nutrientes segundo recomendação para ratos em crescimento; 10% de proteínas, 8% de lipídios (AOAC, 1975), com modificações na mistura mineral para 5% e mistura vitamínica para 2% (NBC, 1977/78), e 2% de fibras. O teor de lipídios e fibras das sementes foi considerado para a formulação das dietas, acrescentando-se óleo de soja para completar 8% e não acrescentando fibra. Nas dietas-controle (com caseína como fonte protéica), acrescentou-se celulose para alcançar os níveis de fibra das dietas-teste. As misturas salina e vitamínica estão descritas nas Tabelas 01 e 02, respectivamente. Foi

acrescentada às dietas uma mistura de carboidratos composta por amido de milho e açúcar em uma proporção de 3:1 (p/p).

Foram preparadas duas dietas contendo caseína como fonte protéica, uma dieta controle contendo óleo de soja e outra dieta contendo óleo de baru para que o efeito deste último fosse observado.

As dietas foram preparadas de forma que sua composição centesimal não diferisse das dietas-teste. A formulação das dietas se encontra na Tabela 03.

TABELA 01. Formulação da mistura salina * utilizada para o preparo das dietas

componente	fórmula	g/100g
carbonato de cálcio	CaCO ₃	38,140
fosfato monopotássio	KH ₂ PO ₄	38,900
cloreto de sódio	NaCl	13,930
sulfato de magnésio	MgSO ₄	5,730
sulfato de ferro	FeSO ₄ .4H ₂ O	2,700
sulfato de manganês	MnSO ₄ .4H ₂ O	0,401
sulfato de zinco	ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,050
sulfato de cobre	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,047
cloreto de cobalto	CoCl ₂ .6H ₂ O	0,002
iodeto de potássio	KI	0,079

* Conforme AOAC (1975).

TABELA 02. Formulação de mistura vitamínica* utilizada para o preparo das dietas

Componente	porcentagem
<u>Parte A</u>	
Vitamina A palmitato 250 C.W.S.	3,60
Vitamina D3 pó 100 C.W.S.	1,00
Vitamina E pó 50% S.O.	10,00
ácido ascórbico	45,00
Inositol	5,00
Menadiona	1,47
ácido p-aminobenzóico	5,00
Niacina	4,50
Riboflavina	1,00
Cloreto de piridoxina	1,00
Cloreto de tiamina	1,00
Pantotenato de cálcio	3,00
Biotina	0,02
ácido fólico	0,09
Cianocobalamina 0,1%	1,35
Dextrose	<u>416,12</u>
	500,00
<u>Parte B</u>	
Cloreto de colina 50%	150,00
Dextrose	<u>350,00</u>
	500,00

* Conforme NBC, 1977/78.

- Parte A e B são misturadas na proporção 1:1 no momento de uso.

TABELA 03. Formulação das dietas utilizadas nos ensaios biológicos

Componente	Dieta			
	Semente crua	Semente torrada	Caseína + Óleo de soja	Caseína + Óleo de baru
Semente crua	295,78	-	-	-
Semente torrada	-	248,47	-	-
Caseína	-	-	121,08	121,08
Óleo de baru	-	-	-	80,00
Óleo de soja(q. s. p. 8%)*	27,52	65,35	80,00	-
Mistura salina **	50,00	50,00	50,00	50,00
Mistura vitamínica#	20,00	20,00	20,00	20,00
Celulose	-	-	20,00	20,00
Carboidratos** (q. s. p.)	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

* Óleo de soja "Lisa"

** Conforme AOAC (1975)

ROCHE

** Amido de milho "Maizena" e açúcar refinado "União" - 3:1 (p/p)

- Teor de lipídios das sementes parcialmente desengorduradas:
semente crua, 17,74%, e semente torrada, 5,59%.

Ensaio biológico: Foi realizado no laboratório de ensaios biológicos do Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição da Faculdade de Engenharia de Alimentos (DEPAN/FEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Para que os animais fossem distribuídos entre os tratamentos de forma que as médias de peso não diferissem significativamente, foram eliminados os de pesos extremos. O experimento foi delineado, segundo COCHRAN & COX (1965), em blocos casualizados, formando-se quatro grupos com oito animais (Tabela 04). As médias de peso obtidas para cada grupo eram, estatisticamente, iguais entre si.

Os animais foram colocados individualmente em gaiolas metabólicas e mantidos à temperatura de 22°C com alternância dos ciclos de luz e escuro a cada 12 horas. Dietas e água foram fornecidas *ad libitum* ao longo do experimento.

O ensaio teve a duração de vinte e oito dias, onde foram computados a variação de peso dos animais a cada sete dias e o consumo de ração. Neste período, dez dias após o início do ensaio, procedeu-se à coleta de fezes e urina durante dez dias.

TABELA 04. Distribuição dos animais por tratamento em blocos casualizados, segundo pesos individuais - valores médios e desvios-padrão

	Semente crua	Semente torrada	Caseína + Óleo de soja	Caseína + Óleo de baru
a	55,14	57,43	56,91	57,25
p n	55,51	56,00	56,67	55,95
e l	54,81	53,18	54,78	53,17
s m	53,75	52,70	54,13	52,58
o a	52,33	52,52	50,44	51,47
i	50,85	50,89	49,97	51,29
d s	48,54	49,77	47,50	49,06
o	47,73	48,54	47,28	46,18
s (g)				
média	52,33 ^a	52,63 ^a	52,21 ^a	52,12 ^a
±	±	±	±	±
desvio padrão	3,02	2,99	3,90	3,55

a: letras iguais na mesma linha indicam não haver diferença estatística para $p < 0,05$ - teste de Tukey

Através do balanço de nitrogênio, onde determinou-se a quantidade de nitrogênio ingerido, através do consumo de alimento, ao mesmo tempo em que se coletaram fezes e urina para determinação de nitrogênio excretado (SGARBIERI, 1987), estabelecendo-se:

a. Digestibilidade aparente (D_a), segundo PELLET & YOUNG (1980).

b. Valor biológico aparente (VB_a), segundo MITCHEL (1924) sem o uso de ratos em dieta aprotéica.

c. Utilização Líquida Aparente da Proteína (NPU_a), segundo MILLER & BENDER (1955), sem o uso de ratos em dieta aprotéica.

Através do cômputo de ganho de peso dos animais e consumo de ração determinou-se o quociente de eficiência protéica (PER), segundo procedimentos 43.183-43.187 da AOAC (1975).

Em função do PER, foram calculados também: (a) ganho de peso do rato por semana para elaboração de curva de crescimento médios dos animais para cada dieta-teste.

Digestibilidade *in vitro*: Determinada segundo GALEAZZI (1981). Foi determinada nas amostras de sementes cruas e torradas semi-desengorduradas e polpa liofilizadas mediante a digestão da amostra por pepsina e posteriormente pancreatina. O hidrolisado é separado da fração não digerida (sólida) por precipitação pela adição de ácido tricloroacético (TCA) e posterior centrifugação. O mesmo processo se dá para obtenção do branco de enzimas e do branco da amostra. O cálculo é feito considerando-se o nitrogênio solúvel da

amostra, obtido pela determinação do nitrogênio (item 3.2.1) no hidrolisado , através da fórmula:

$$D_a = \frac{NH - (NE + NA)}{N_o} \times 100$$

onde: NH = nitrogênio do hidrolisado

NE = nitrogênio do branco de enzimas

NA = nitrogênio do branco da amostra

N_o = nitrogênio da amostra

Escore químico (EQ): Calculado a partir de resultado de aminograma obtido através de método do item 3.2.2. utilizando padrão de referência da FAO/WHO/UNU (1985), segundo SGARBIERI (1987).

3.2.6. Análise sensorial

Foram comparadas sementes de baru e amendoim torradas (200°C por 15 minutos) e descascadas. Com a finalidade de avaliar a aceitabilidade da semente de baru em relação ao amendoim foi feito um teste de Preferência (MORAES, 1985). As duas amostras foram apresentadas em ordem alternada para cada provador (AB, BA) para que este manifestasse o quanto gostou de cada amostra, através de escala hedônica, e a justificativa para sua preferência (Figura 05). Para este teste, foram utilizados sessenta provadores da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), entre professores, funcionários e alunos.

3.2.7. Análise estatística

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados para o ensaio biológico. A análise estatística dos valores obtidos nos ensaios biológicos foi feita através de análise de variância, com posterior comparação das diferenças entre médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para curvas-padrão utilizou-se o coeficiente de correlação obtido por regressão linear.

Os métodos estatísticos utilizados foram de acordo com aqueles descritos por COCHRAN & COX (1965).

PREFERÊNCIA

Nome: _____ Data: _____

Instruções: Você está recebendo 2 amostras para provar e deverá dar sua preferência usando as escalas abaixo. (Lave a boca entre uma amostra e outra.) Em seguida, responda porque preferiu.

Amostra: _____

gostei
muitíssimo

desgostei
muitíssimo

Amostra: _____

gostei
muitíssimo

desgostei
muitíssimo

Preferi porque _____

FIGURA 05 - Modelo de ficha para o Teste de Preferência

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição centesimal aproximada

Na Tabela 05 encontra-se a composição centesimal aproximada da polpa e semente de baru utilizadas neste trabalho.

TABELA 05. Composição centesimal aproximada (base seca)

Componente	Semente	Polpa
Proteína	29,59% ± 0,11	5,59% ± 0,09
Lípidios	40,27% ± 0,23	3,46% ± 0,14
Cinzas	2,83% ± 0,03	2,99% ± 0,03
Fibra total	19,04%	29,50%
Fibra solúvel	4,94% ± 0,02	1,30% ± 0,05
Fibra insolúvel	14,10% ± 0,09	28,20% ± 0,59
Açúcares totais	7,28% ± 0,03	20,45% ± 0,34
Amido*	0,99%	38,01%

* Calculado por diferença

Observa-se que o resultado obtido para o teor protéico da polpa, 5,59%, é semelhante ao teor de 5,0% obtido por VALLILO *et alii* (1990), embora esses valores sejam inferiores ao teor de 10,13% reportado por FILGUEIRAS & SILVA (1975) foi superior aos outros resultados já reportados.

Para a semente, o teor obtido neste trabalho (29,50%) é superior aos valores obtidos por ALMEIDA *et alii* (1991), VALLILO *et alii* (1990) e FILGUEIRAS & SILVA (1975), de 26,29%, 23,45% e 21,09%, respectivamente.

A semente de baru apresenta teor protéico superior ao de leguminosas como ervilha, 22,29%, feijão comum, 20,15%, feijão-de-corda, 21,99%, e grão-de-bico, 15,77% reportados por DOMENE (1990), mas inferior ao teor protéico da soja de 38 a 44% (SNYDER & KWON, 1987).

O teor de lipídios da semente, 40,27%, se aproxima dos valores obtidos por VALLILO *et alii* (1990) e ALMEIDA *et alii* (1991), 41,65% e 45,24%, respectivamente. FILGUEIRAS & SILVA (1975) reportaram para lipídios a porcentagem de 31,97%.

Tais valores são muito superiores ao de leguminosas como ervilha, 2,08%, feijão comum, 1,92%, feijão-de-corda, 2,00%, e grão-de-bico, 6,32%, reportados por DOMENE (1990), mas encontram-se na faixa de de 35 a 40% de lipídios da soja (SNYDER & KWON, 1987).

Os teores de açúcares totais da polpa e semente obtidos neste trabalho, 20,45% e 7,28%, respectivamente, são inferiores à soma dos teores de glicose e sacarose da polpa, 30,8%, e semente, 11,32%, obtidos por VALLILO *et alii* (1990).

Os valores obtidos para o teor de amido (calculados por diferença) para polpa e semente, 32,38% e 11,70%, respectivamente, por VALLILO *et alii* (1990) diferiram dos resultados obtidos neste trabalho em função dos teores de fibra (Tabela 05). Os teores de fibra totais (29,5% e 19,04%, para polpa e semente, respectivamente) são maiores que os teores de fibra bruta (5,71% e 3,23%, para polpa e semente, respectivamente) encontrados por aqueles autores.

As diferenças no teor de açúcares totais e amido da polpa provavelmente devem-se ao estágio de maturação dos frutos utilizados. Segundo VALLILO *et alii* (1990), os frutos utilizados em seu trabalho foram colhidos no chão, presumindo-se estarem maduros, enquanto que os frutos utilizados neste trabalho foram colhidos sacudindo-se os galhos e, dessa forma, derrubando os frutos não totalmente maduros.

Segundo WHITING (1970), em algumas frutas um aumento inicial na concentração de amido é seguido por uma diminuição enquanto em outras a concentração pode aumentar até a maturação. A polpa do baru poderia se enquadrar na primeira afirmação, explicando assim a diferença nos teores de açúcar e amido obtidos neste trabalho comparados com os reportados por VALLILO *et alii* (1990).

O teor de cinzas da semente (2,83%) coincide com o valor obtido de 2,99% (VALLILO *et alii*, 1990), sendo inferior ao valor de 7,97% obtido por FILGUEIRAS & SILVA (1975). Já para polpa, o valor obtido, 2,84%, encontra-se próximo a 1,78% (VALLILO *et alii*, 1990).

Os teores de fibra solúvel e insolúvel (fibras alimentares) obtidos para semente e polpa também encontram-se na Tabela 05. Observa-se o elevado teor de fibras insolúveis em contraste com o teor de fibras solúveis na polpa.

ASP *et alii* (1983) classificaram como produtos de baixo ou intermediário teor de fibras, aqueles contendo 1,3 a 26,1% de fibra insolúvel, 1,1 a 8,3% de fibra solúvel e um total de fibras de 2,4 a 30,5%, e como produtos de alto teor de fibras aqueles contendo 83,7 a 88,3% de fibras insolúveis, 1,8 a 3,7% de fibras solúveis e um total de fibras de 85,8 a 91,2%. Baseado nestes intervalos, a polpa e a semente poderiam ser classificados como amostras de baixo a intermediário teor de fibra alimentar.

Vários trabalhos ressaltam a importância dessas fibras no tempo de trânsito intestinal, na excreção fecal de ácidos biliares, no alívio de doenças como diverticulose e síndrome do cólon irritável, diminuição do nível de colesterol e triglicerídeos séricos, entre outros (KELSAY, 1978; STASSE-WOLTHUIS *et alii*, 1979; NESTEL, 1990; TOPPING, 1991; SCHEENEMAN, 1987).

Tais diferenças nos teores de proteína, cinzas, lipídios, fibras e carboidratos provavelmente se devem a diferenças no estágio de maturação, na composição do solo, diferenças no clima e metodologia empregada para as análises. O fruto analisado por VALLILO *et alii* (1990) é proveniente do estado de São Paulo, enquanto os analisados neste trabalho e por ALMEIDA *et alii* (1991), FILGUEIRAS & SILVA (1975) são provenientes de diferentes localidades do estado de Goiás.

4.2. Composição em aminoácidos

Os aminogramas da semente crua, semente torrada e polpa do baru e caseína encontram-se na Tabela 06, bem como o padrão teórico da FAO/WHO/UNU (1985), os respectivos escores químicos e a razão escore químico da proteína teste/escore químico da caseína.

Neste trabalho, os escores químicos para semente crua e torrada apresentaram pequena diferença entre si. Em ambas as amostras os primeiros aminoácidos limitantes são os sulfurados. O fato do baru ser uma leguminosa arbórea não o exclui do perfil das demais leguminosas conhecidas, confirmando a deficiência em aminoácidos sulfurados das leguminosas.

Os escores químicos obtidos para semente de baru crua e torrada foram inferiores àqueles reportados por DOMENE (1990) para ervilha, 46,2%, feijão comum, 73,1%, feijão-de-corda, 92,3%, e grão-de-bico, 88,5%, onde os primeiros aminoácidos limitantes foram também os sulfurados.

TABELA 06. Composição em aminoácidos de semente crua, semente torrada, polpa de baru e caseína em g/16gN*, escore químico (%) e escore químico da proteína-teste/escore químico da caseína (%)

Aminoácido (g/16gN)	Semente crua	Semente torrada	Polpa	Caseína	Padrão teórico #
VAL	4,49	4,53	3,25	6,51	3,5
ILE	3,00	2,79	2,46	5,62	2,8
LEU	7,15	7,04	4,38	8,29	6,6
THR	3,04	2,95	2,35	4,24	3,4
CYS(1/)	0,00	0,00	0,00	0,40	
MET	0,74	0,84	0,41	2,68	
SULF. TOTAIS	0,74	0,84	0,41	3,08	2,5
TYR	2,34	2,10	0,87	5,63	
PHE	4,20	4,20	2,37	4,55	
AROM. TOTAIS	6,54	6,30	3,24	10,18	6,3
HIS	2,10	1,95	1,47	2,80	1,9
LYS	5,65	4,17	4,84	7,35	5,8
TRP	1,26	0,92	0,53	1,31	1,1
ASP	7,47	7,56	10,06	6,54	
SER	3,03	2,91	2,67	5,87	
GLU	19,18	19,30	8,11	20,21	
PRO	4,17	4,20	17,91	10,00	
GLY	3,79	3,80	2,98	2,51	
ALA	3,64	3,67	3,84	2,73	
ARG	7,23	6,99	5,50	3,56	
NH ₃	1,56	1,64	1,42	2,22	
Escore Químico(%)	29,60	33,60	16,40	119,09	
EQ ptn-teste/ EQ caseína(%)	24,86	28,21	13,77	100	

* valores médios de análises em triplicata

Padrão teórico da FAO/WHO/UNU, 1985

O segundo aminoácido limitante da semente crua é a treonina (89,41%), enquanto o teor de lisina encontra-se adequado (97,41%). Após a torrefação, o teor de treonina na semente se mantém (86,76%), enquanto o segundo aminoácido limitante passa a ser a lisina (71,90%). Isto demonstra a perda de lisina por aquecimento, passando a ter valores menores que o padrão da FAO/WHO/UNU (1985).

A perda de lisina disponível durante o aquecimento ou armazenamento de alimentos é atribuída ao bloqueamento de seus grupos ϵ -amino por reações com açúcares redutores (reação de Maillard), com compostos carbonil formados durante a oxidação de gorduras, ou com os grupos carboxil dos ácidos glutâmico e aspártico (BURR, 1975).

O aquecimento de alimentos ricos em açúcares redutores pode resultar em escurecimento não-enzimático ou reação de Maillard. Essa reação ocorre entre açúcares e aminoácidos, peptídios ou proteínas afetando a cor, sabor, propriedades funcionais e valor nutricional dos alimentos. A destruição da lisina é a consequência mais significativa da reação de Maillard na maioria dos alimentos (O'BRIEN & MORRISSEY, 1989).

A polpa apesar de não poder ser considerada fonte protéica devido ao seu baixo teor protéico (5,59%) também foi analisada. Caso fosse considerada como fonte protéica, o escore químico seria também muito baixo, 16,40%, onde os primeiros aminoácidos limitantes são os sulfurados, seguidos por triptofano e aromáticos totais que limitam a proteína em torno de 48,18% e 51,34%.

respectivamente. Destaca-se ainda na polpa um teor elevado de prolina, aminoácido incomum em plantas nessa proporção.

Considerando-se a razão escore químico da proteína-teste/escore químico da caseína (proteína de referência no ensaio biológico), obtém-se valores de 24,86% para a semente de baru crua, 28,21% para semente de baru torrado e 13,77% para a polpa. Tal razão destaca o perfil de aminoácidos pobre da semente crua, da semente torrada e da polpa, desde que considerados a deficiência dos métodos de análises e tomando tais resultados como estimativas do valor nutricional da proteína.

A qualidade protéica é dependente do perfil de aminoácidos da fonte protéica e sua disponibilidade. Do ponto de vista prático, os aminoácidos de maior importância, por serem potencialmente os primeiros aminoácidos limitantes nas dietas humanas, são lisina e os aminoácidos sulfurados, metionina e cisteína (JANSEN, 1978).

A composição em aminoácidos de proteínas fornecem informações importantes sobre seu valor nutritivo. Entretanto, a hidrólise e os procedimentos analíticos para obtenção desses dados é imprecisa. Além disso, a imprecisão aumenta com as interpretações variáveis dos aminoácidos essenciais para o homem, resultando em três padrões de referência diferentes para o cálculo do escore químico em proteínas alimentares (SELIGSON & MACKEY, 1984). O uso dos valores de aminoácidos de outros padrões de referência leva a diferentes avaliações e dados relativos à qualidade.

O escore químico deve ser visto como uma forma de identificar, quantificar e predizer os fatores limitantes das proteínas, permitindo obter-se uma idéia do valor nutricional da proteína. Apesar de estimar o valor protéico dos alimentos, o escore químico não considera a presença de fatores tóxicos nos alimentos, que são detectados em testes com animais, nem os diferentes graus de biodisponibilidade dos aminoácidos essenciais.

4.3. Componentes lipossolúveis

4.3.1. Ácidos graxos

A composição em ácidos graxos obtidos para o óleo de baru encontra-se na Tabela 07. O cromatograma dos ácidos graxos encontra-se representado na Figura 06.

TABELA 07. Composição em ácidos graxos para óleo de semente de baru.

Ácidos graxos	n ^o de Carbonos e duplas ligações	%
Palmitico	C16:0	7,16
Esteárico	C18:0	5,33
Oléico	C18:1	44,53
Linoléico	C18:2	31,70
Araquídico	C20:0	1,40
Linolênico	C18:3	2,23
Behênico	C22:0	3,19
Lignocérico	C24:0	3,93

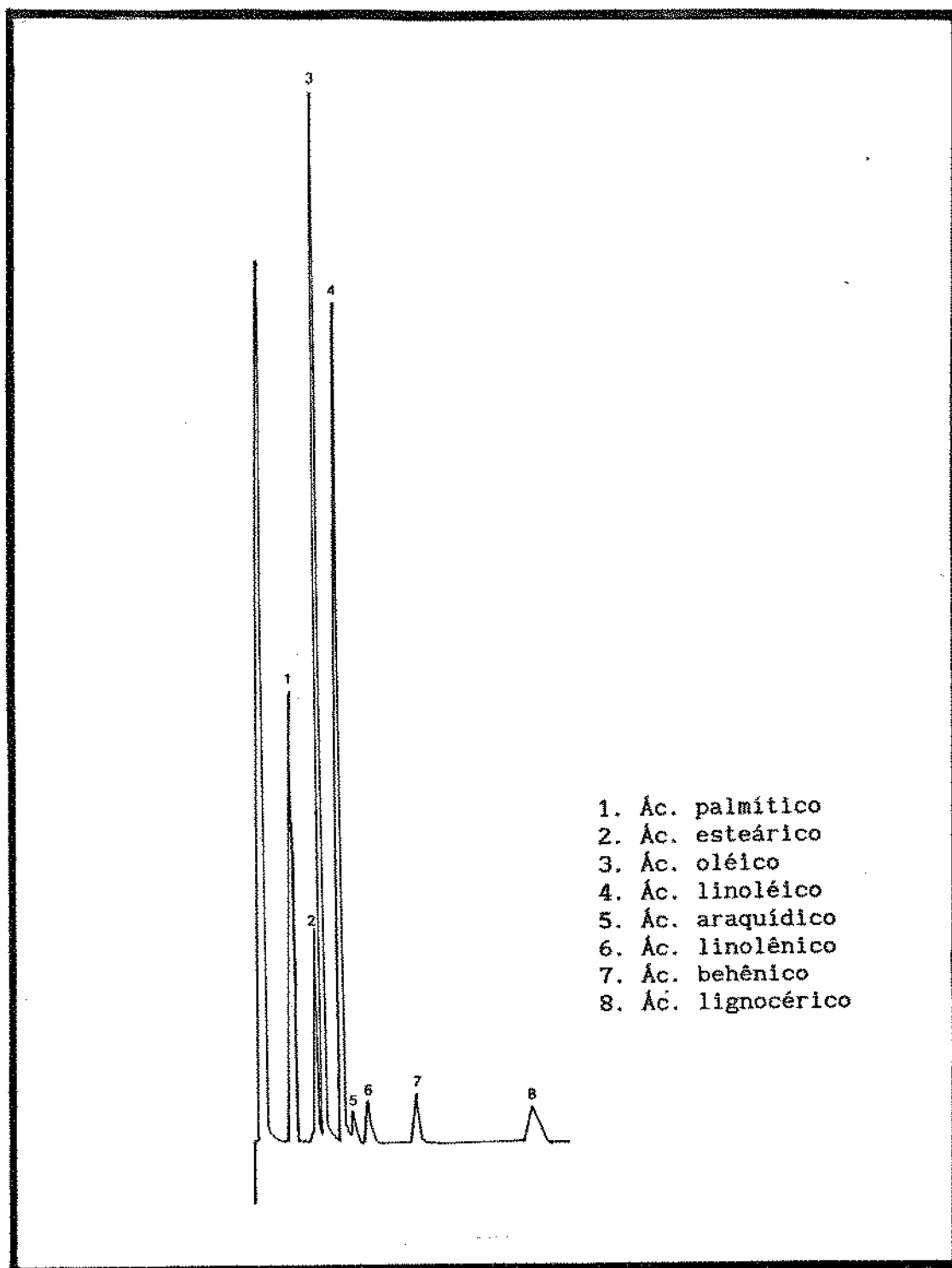


FIGURA 06 - Cromatograma dos ácidos graxos

VALLILO *et alii* (1990) encontraram os seguintes valores para ácidos graxos do óleo da semente de baru: C16:0, 7,40%; C18:0, 3,12%; C18:1, 50,17%; C18:2, 30,70%; C20:0, 0,82%; C22:0, 2,12%; e outros 4,94%.

Comparando-se os resultados obtidos por VALLILO *et alii* (1990) e os resultados obtidos neste trabalho (Tabela 07), observa-se a presença dos ácidos linolênico, 2,23%, e lignocérico, 3,93% aqui identificados, mas não detectados por aqueles autores. Para os demais ácidos graxos, as diferenças são pequenas entre os valores reportados e os apresentados na Tabela 07. Notam-se que algumas porcentagens de ácidos graxos são semelhantes, como os ácidos palmítico e linoléico.

Qualitativamente, a composição em ácidos graxos do óleo de semente de baru é semelhante à do óleo de amendoim. Há diferenças no teor dos ácidos linoléico (61% para o amendoim) e linolênico (22% para o amendoim) e linolênico (0%) e lignocérico (1%) em maior quantidade no baru (WOOLLEN, 1970).

De acordo com FAO/WHO (1982), óleos comestíveis são aqueles compostos de glicerídios de ácidos graxos. Podem conter pequenas quantidades de fosfatídios ou insaponificáveis ou ácidos graxos livres naturalmente presentes. É necessária a análise de contaminantes como ferro, cobre, chumbo e arsênico.

Os triglicerídios em qualquer óleo vegetal são ésteres de ácidos graxos e glicerol. A composição em ácidos graxos de qualquer gordura ou óleo é única e os óleos vegetais são predominantemente compostos de ácidos graxos insaturados. No caso da soja, amendoim e outros óleos, cerca de 80% dos ácidos graxos é insaturado (SNYDER & KWON, 1987).

O óleo do baru contém 78,46% de sua composição em ácidos graxos insaturados, sendo os ácidos oléico e linoléico predominantes (44,53% e 31,70%, respectivamente).

Ressalta-se a importância dos ácidos graxos insaturados. Em especial, o ácido linoléico, ácido graxo essencial, que desempenha papel fisiológico central fazendo parte dos lipídios estruturais de membranas biológicas e mecanismos mal conhecidos, associado a vários processos bioquímicos, fisiológicos e patológicos.

4.3.2. Índice de saponificáveis e índice de iodo

O índice de saponificáveis definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos graxos, resultantes da hidrólise de um grama da amostra, é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídios presentes. É importante para demonstrar a presença de óleos ou gorduras de alta proporção de ácidos graxos de baixo peso molecular, em mistura com outros óleos e gorduras (PREGNOLATTO & PREGNOLATTO, 1985).

O óleo de baru apresentou um índice de saponificáveis de 190,13mgKOH/g, o que revela um óleo composto, principalmente, de ácidos graxos de cadeia média. Tal valor condiz com a composição em ácidos graxos do óleo (item 4.3.1).

O índice de iodo de um óleo ou gordura é a medida do seu grau de insaturação. Na prática, ele é determinado pela quantidade de halogênio absorvido e, convencionalmente, é expresso como o peso de iodo absorvido por 100g de amostra (PREGNOLATTO & PREGNOLATTO, 1985).

Para cada óleo existe um intervalo característico do valor do índice de iodo. O método de Wijs é utilizado em laboratórios oficiais de vários países, enquanto que o de Hanus é utilizado em laboratórios de indústrias, e nas análises para fins comerciais (PREGNOLATTO & PREGNOLATTO, 1985).

O óleo de baru apresentou um índice de iodo (Hanus) de 91,58mgI/100g, o que também condiz com sua composição em ácidos graxos. O óleo possui alto teor de insaturação, onde o ácido oléico, 44,53%, e o linoléico, 31,70%, são seus principais componentes e um índice de iodo (Hanus) de 91,58mgI/100g.

Os valores aqui obtidos podem ser considerados semelhantes àqueles obtidos por VALLILO *et alii* (1990), 180,60 mgKOH/g e 84,80mgI/100g, para índice de saponificáveis e de iodo, respectivamente.

Valores reportados por WOOLLEN (1970) para os óleos de soja, amendoim, milho e oliva para o índice de saponificáveis estão

na faixa entre 188-191mgKOH/g e para o índice de iodo, 80-141mgI/100g. O óleo de baru apresenta índice de iodo muito semelhante ao do amendoim (84-100mgI/100g).

4.3.3. Vitamina E

O óleo de baru analisado apresentou 13,62mg/100g de vitamina E (tocoferóis totais). O teor de vitamina E do óleo de baru encontra-se na faixa de valores reportados para óleo de milho (2,30-29,40mg/100g), de amendoim (10,70-33,90mg/100g) e oliva (0,80-2,40mg/100g) (BAUERNFEIND, 1980).

Assume-se, geralmente, que a dieta com elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados (ácido linoléico) deverá conter mais alta concentração de α -tocoferol, tal que a razão α -tocoferol:ácido linoléico permaneça em uma faixa adequada. Tal posição é baseada no fato de que as mais importantes fontes de ácido linoléico (óleos vegetais) são boas fontes de α -tocoferol. Enquanto isto é verdade para alguns óleos, muitos óleos comuns, como óleo de soja e óleo de milho, suprem principalmente γ ou δ -tocoferol. A maior fonte de ácido linoléico em uma dieta com alto teor de ácido linoléico é o óleo de soja, margarina ou maionese de óleo de soja e milho, onde γ -tocoferol é o principal isômero (PARKER, 1989).

A RDA (Recommended Dietary Allowances) para a Vitamina E para adultos é de 7 a 13 mg de D- α -tocoferol (10-20 UI) em dietas balanceadas de 1800-3000 Kcal (NAS, 1980).

Segundo PARKER (1989), LEHMANN *et alii* notaram que em dietas hipocalóricas onde as calorias provenientes de gorduras foram reduzidas, alimentos que não são usualmente considerados fontes significativas de vitamina E, tais como frutas e hortaliças, tornam-se quantitativamente importantes.

A contribuição de alimentos específicos para a ingestão de vitamina E não depende somente da concentração de tocoferóis e da composição de cada alimento, mas da quantidade e frequência do seu consumo (PARKER, 1989).

4.4. Fatores antinutricionais

4.4.1. Taninos

Os valores obtidos para teores de taninos encontram-se na Tabela 08.

Considerando-se a polpa como fruta, o teor de taninos (compostos monoméricos) encontra-se próximo de frutos como o camu-camu, 1380,91 a 953,54 mg/100g, nos diferentes estádios de maturação (ANDRADE, 1991).

TABELA 08. Fatores antinutricionais (base seca)

Componente	Semente crua	Semente torrada	Polpa
Taninos (mg/100g)	0	0	3112,00 ± 121,85
Ácido fítico(%)	0,16 ± 0,005	0,06 ± 0,001	0,27 ± 0,003
Inibidor de tripsina (UTI/mg)	38,60	0,63	0,67
Atividade hemaglutinante	0	0	0

Não foram encontrados taninos na semente crua e, conseqüentemente, também na semente torrada. Na polpa foi encontrado um teor muito elevado, 3112,0mg/100g, comparado a amostras de sorgo, onde teores de 136mg/100g são considerados elevados (RADHAKRISHNAN & SIVAPRASAD, 1980).

O teor de taninos elevado, provavelmente, se justifica em parte, devido a forma de colheita dos frutos, colhidos ainda nos primeiros estádios de maturação (verdoengos), quando os frutos contêm compostos fenólicos monoméricos e oligoméricos, como flavonóides, responsáveis pelo sabor adstringente (GOLDSTEIN & SWAIN apud SENTER *et alii*, 1990).

Devido a seus efeitos nocivos, é importante considerar a ingestão desses compostos. Sua capacidade de precipitar proteínas e

inibir enzimas se correlaciona altamente com a qualidade nutricional dos alimentos. Seus efeitos deletérios estão relacionados a interações com proteínas provenientes da dieta, podendo causar atraso no crescimento, baixa digestibilidade protéica e aumento da excreção de nitrogênio fecal (DESHPANDE *et alii*, 1986). Também inibem enzimas importantes como tripsina (DAVIS & HOSENEY, 1979), lipases e amilases (DESHPANDE *et alii*, 1986; DAIBER, 1975). Faz-se necessário o estudo do teor de taninos nos frutos maduros para que se possa avaliar possíveis efeitos deletérios observados em pessoas ou animais que consomem tais frutos em elevada proporção em suas dietas.

4.4.2. Ácido fítico

Os valores encontrados para semente crua, torrada e polpa foram 0,16, 0,06 e 0,27%, respectivamente (Tabela 08). São valores baixos se comparados ao conteúdo de ácido fítico em feijões que variam de 1,63 a 3,67% (DESHPANDE *et alii*, 1982) ou em cereais como milho, trigo e arroz, 0,89, 1,13 e 0,89%, respectivamente (O'DELL *et alii*, 1972). Sementes oleaginosas contem em média 1,5% de ácido fítico em base seca (ERDMAN, 1979).

O ácido fítico pode afetar o valor nutricional dos alimentos pela formação de complexos com proteínas ou pela formação de quelatos com cálcio, magnésio, cobre, zinco ou ferro, diminuindo sua absorção (HARTMAN, 1979).

Observa-se que o tratamento térmico (15 minutos a 200°C) reduz o teor de ácido fítico (0,16% para 0,06%). De acordo com BOLAND

et alii (apud ERDMAN, 1979) a autoclavagem por 30 minutos reduz o conteúdo de fitatos de produtos a base de cereais e oleaginosas para menos de 10% do valor inicial. Segundo ELLIS & MORRIS (apud ERDMAN, 1979), a remoção de fitato parece melhorar a biodisponibilidade de minerais. Segundo ERDMAN (1979), a baixa utilização de minerais de alimentos ricos em fitato não pode ser diretamente atribuída a sua complexação com fitatos desde que fibra e outros constituintes desses alimentos podem exercer papéis importantes.

4.4.3. Inibidor de tripsina

A atividade inibitória da tripsina para semente crua, torrada e polpa foi de 38,60, 0,63 e 0,67 UTI/mg amostra, respectivamente, e são apresentados na Tabela 08.

A atividade antitripsina da semente crua é relativamente alta se comparado aos valores, entre 9 e 14 UTI/mg amostra, obtidos por ELIAS *et alii* (1979) para algumas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris*). O feijão possui elevada atividade de hemaglutininas e baixa atividade de inibidor de tripsina. Já a soja apresenta uma atividade média de 105,5 UTI/mg amostra (KAKADE *et alii*, 1974).

Observa-se que o tratamento térmico de 15 minutos a 200°C reduziu significativamente a atividade do inibidor de tripsina na semente (38,60 para 0,63 UTI/mg amostra). A semente de baru é consumida pela população do local de origem tanto crua como torrada.

Devido ao teor de atividade antitripsina é recomendável consumi-la sob a forma torrada.

Os inibidores de tripsina interferem no metabolismo sistêmico e digestivo normal, particularmente do pâncreas, fígado e músculo. Levam à hipertrofia e hiperplasia do pâncreas (GRANT, 1989, LIENER, 1976). Inibem enzimas pancreáticas enquanto promovem a hipertrofia do pâncreas podendo causar tumores em pâncreas de ratos (WAGGLE & KOLAR apud SLAVIN, 1991).

4.4.4. Atividade hemaglutinante

Não foi detectada nenhuma atividade hemaglutinante para as amostras analisadas (Tabela 08).

A importância de tal análise se deve ao fato de que hemaglutininas de feijões (*Phaseolus vulgaris*) crus ou mal-cozidos interagem com a mucosa intestinal, lesando-a e rompendo-a, levando a um desenvolvimento anormal das microvilosidades. Interferem ainda na absorção de nutrientes e se internalizam (sistema circulatório), onde exercem efeitos tóxicos como inibição da síntese protéica, aumento da sensibilidade imune local ou sistêmica, ou prejuízo direto dos tecidos (LIENER, 1986).

Deve-se ainda considerar que a semente de baru é consumida pela população do local de origem tanto crua como torrada.

4.5. Valor nutricional da proteína do baru

4.5.1. Índices de avaliação *in vivo*

Os dados referentes ao nitrogênio retido, ingerido, fecal e urinário encontram-se na Tabela 09.

TABELA 09. Retenção de nitrogênio em 24h obtido por balanço de 10 dias a partir de ratos Wistar alimentados com dietas contendo semente de baru crua, semente de baru torrada, caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru - valores médios e desvios-padrão.

Tratamentos	Nitrogênio* (mg/24h)			
	ingerido	fecal	urinário	retido
Semente crua	171,79 ^{ab} ± 23,73	47,19 ^a ± 8,75	23,47 ^a ± 7,04	101,12 ^a ± 16,52
Semente torrada	155,77 ^a ± 15,13	51,77 ^a ± 7,88	21,50 ^a ± 7,37	82,50 ^b ± 9,41
Caseína + óleo de soja	182,45 ^{bc} ± 22,98	16,66 ^b ± 2,20	46,43 ^b ± 14,41	119,36 ^c ± 10,86
Caseína + óleo de baru	199,05 ^c ± 18,78	17,44 ^b ± 3,16	42,40 ^b ± 10,54	139,22 ^d ± 14,93

* Valores médios para grupos de oito animais.

a,b,c,d: letras diferentes nas colunas indicam valores estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) - Teste de Tukey

Encontram-se na Tabela 10, os valores obtidos para os índices de avaliação da qualidade protéica das dietas - digestibilidade aparente (Da), valor biológico (VBa), utilização líquida aparente da proteína (NPUa) e NPUa ração/NPUa caseína.

TABELA 10. Valores obtidos para os índices de avaliação da qualidade protéica - Digestibilidade Aparente (Da), Valor Biológico Aparente (VBa), Utilização Líquida Aparente da proteína (NPUa) e razão NPUa ração/NPUa caseína - das sementes de baru crua e torrada, caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru.

Fonte Protéica	Da%	VBa%	NPUa%	NPUa ração/ NPUa caseína
baru cru	72,53 ^a ± 2,72	81,05 ^a ± 5,70	58,84 ^{ab} ± 5,53	89,19%
baru torrado	66,35 ^b ± 2,20	78,62 ^{ab} ± 6,10	52,28 ^a ± 5,73	79,25%
caseína + óleo de soja	90,86 ^c ± 0,74	72,49 ^b ± 6,22	65,97 ^{bc} ± 5,91	100,00%
caseína + óleo de baru	91,27 ^c ± 0,97	76,71 ^{ab} ± 5,27	70,03 ^c ± 5,30	106,15%

a, b, c: Letras diferentes nas colunas indicam valores estatisticamente diferentes (p<0,05) - Teste de Tukey

Na Tabela 11 aparecem os valores obtidos para coeficiente de eficiência protéica (PER), bem como o consumo de ração, consumo de proteína e ganho de peso dos animais.

TABELA 11. Consumo de ração, consumo de proteína, ganho de peso médio dos ratos Wistar em 28 dias e quociente de eficiência protéica (PER) para dietas contendo semente de baru crua, semente de baru torrada, caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru.

Tratamento	Consumo de Ração(g)	Consumo de Proteína(g)	Ganho de Peso (g)	PER
Semente crua	348,13 ^a ± 36,82	34,69 ^a ± 3,67	60,45 ^a ± 6,91	1,74 ^a ± 0,08
Semente torrada	332,67 ^a ± 24,58	30,66 ^b ± 2,26	49,10 ^a ± 4,94	1,61 ^a ± 0,17
Caseína + óleo de soja	400,33 ^b ± 43,51	35,86 ^{ac} ± 3,90	122,00 ^b ± 19,50	3,39 ^b ± 0,25
Caseína + óleo de baru	421,86 ^b ± 31,26	38,57 ^c ± 2,77	124,32 ^b ± 14,13	3,22 ^b ± 0,19

Valores médios para grupos de oito animais

a,b,c: Letras diferentes nas colunas indicam valores estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) - Teste de Tukey

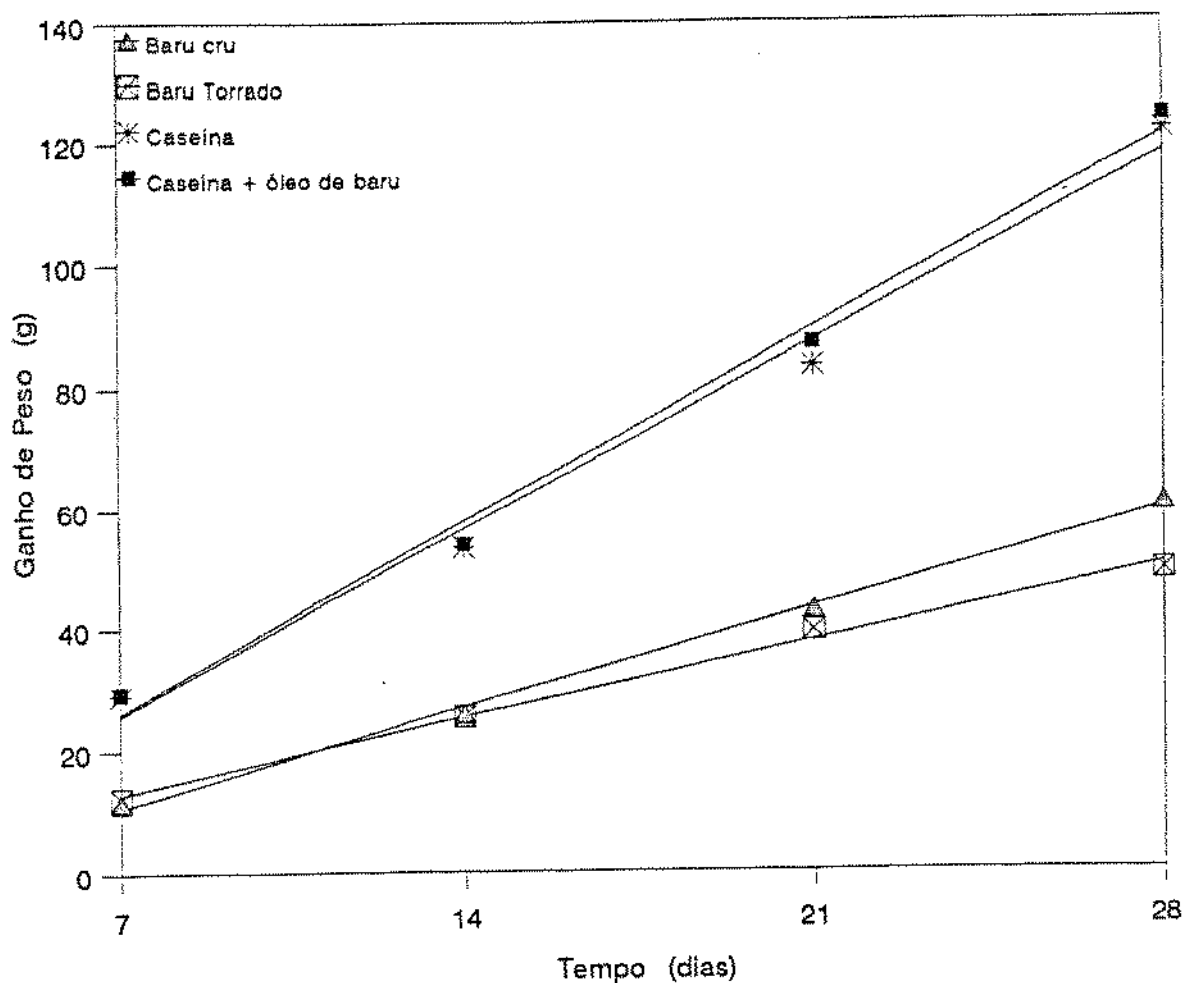
Na Tabela 12 encontram-se os valores de PER corrigido, considerando-se o PER da caseína de 2,5, e a razão PER ração/PER caseína.

TABELA 12. Valores obtidos para os índices de avaliação da qualidade protéica - quociente de eficiência protéica (PER) e razão PER ração experimental/PER caseína - da semente de baru crua e torrada, caseína com óleo de soja e caseína com óleo de baru

Ração	PER corrigido	PER ração/PER caseína
Semente crua	1,28 ^a ± 0,01	51,20%
Semente torrada	1,19 ^a ± 0,13	47,60%
Caseína + óleo de soja	2,50 ^b ± 0,18	100,00%
Caseína + óleo de baru	2,37 ^b ± 0,14	94,80%

a, b: Letras diferentes na mesma coluna indicam valores estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) - Teste de Tukey

A figura 07 ilustra a curva de crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos (PER), correspondentes às Tabelas 11. Observa-se claramente a superioridade da caseína em relação às dietas contendo semente de baru, e um melhor crescimento nos animais alimentados com semente de baru crua.



Baru cru:

$$y = 2,334x - 5,68$$

$$r = 0,9988$$

Baru torrado:

$$y = 1,777x + 0,4255$$

$$r = 0,9974$$

Caseína:

$$y = 4,408x - 5,215$$

$$r = 0,9945$$

Caseína + óleo de baru:

$$y = 4,538x - 5,75$$

$$r = 0,9958$$

FIGURA 07 - Crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos de PER das dietas contendo semente de baru crua, semente de baru torrada, caseína e caseína com óleo de baru.

A digestibilidade da proteína de semente de baru crua (72,53%) foi superior, estatisticamente, à da semente de baru torrada (66,35%). Tal diferença pode ter ocorrido devido à reação de Maillard. Enquanto a destruição de aminoácidos, principalmente, a lisina, é a consequência primária desta reação, o desenvolvimento de ligações cruzadas devido a reação com açúcares redutores pode também reduzir a digestibilidade das proteínas (O'BRIEN & MORRISSEY, 1989).

O valor biológico para proteína da semente de baru crua e torrada (81,05% e 78,62%) não diferiu estatisticamente, bem como a utilização líquida de sua proteína (58,84% e 52,28%).

O balanço de nitrogênio para semente de baru crua foi significativamente melhor do que para semente de baru torrada (101,12mgN/24h e 82,50mgN/24h, respectivamente).

Segundo JANSEN (1975), é aparente que todas as leguminosas são boas fontes de lisina e relativamente fontes pobres de aminoácidos sulfurados. Para a maioria das leguminosas o valor biológico varia de 45 a 70% e a digestibilidade de 70 a 90%. Entretanto, a digestibilidade de algumas variedades de feijão podem estar entre 50 e 60%. Os valores para NPU podem estar ainda menores que faixas de 30 a 50%. As sementes de baru encontram-se dentro dessas faixas de D_a , NPU_a e VB_a das leguminosas.

O óleo de baru aumentou significativamente o balanço de nitrogênio (119,36 para 139,22mgN/24hs) da caseína. Entretanto, não houve diferença significativa entre digestibilidade, valor biológico

e utilização líquida aparente da proteína para caseína com óleo de baru e óleo de soja.

Considerando-se a razão NPU_a ração/NPU_a caseína, tanto para a semente de baru crua como para a semente de baru torrada, obtiveram-se resultados de 89,19% e 79,25%, respectivamente. Tais resultados, quando comparados aos resultados da razão escore químico proteína-teste/escore químico caseína de 24,86% para semente de baru crua, 28,21% para semente de baru torrada e 13,77% para a polpa, mostra claramente a diferença existente entre os resultados obtidos por análises químicas e os resultados obtidos através de ensaios biológicos, onde estabelece-se *in vivo* o valor nutricional da proteína-teste.

Essa diferença que subestima o valor nutritivo da proteína pelo escore químico poderá ser devido à degradação tanto de metionina como de cisteína que ocorre durante a hidrólise ácida da proteína para a determinação de aminoácidos.

Os valores de PER corrigido para baru cru e torrado (1,28 e 1,19, respectivamente), não diferiram estatisticamente a 5% de probabilidade. Igualmente os valores de 2,50 e 2,37 para caseína com óleo de soja e óleo de baru, respectivamente, não diferiram estatisticamente. A razão PER ração/PER caseína tanto do baru torrado como do baru cru foi de aproximadamente 50%, sendo maiores que a porcentagem de aproximadamente 34% para feijões (*Phaseolus vulgaris*), calculados a partir dos valores de PER reportados por SGARBIERI & GARRUTI (1986).

Aparentemente, os fatores antinutricionais encontrados (inibidor de tripsina e ácido fítico) não interferiram nos resultados de PER, Da, VBa e NPUa de forma negativa. Ao contrário, os resultados de Da e BN mostraram ser melhores para semente de baru crua do que torrada, não havendo ainda diferença para os outros índices para semente de baru crua e torrada.

4.5.2. Digestibilidade *in vitro*

Os valores obtidos para digestibilidade *in vitro* encontram-se na Tabela 13.

TABELA 13. Valores obtidos para digestibilidade *in vitro* para a proteína de sementes de baru cruas e torradas, polpa e caseína comercial.

Fonte Protéica	digestibilidade <i>in vitro</i>
Semente crua	68,43% ^a ± 2,24
Semente torrada	67,69% ^a ± 2,65
Polpa	20,32% ^b ± 1,07
Caseína	98,93% ^c ± 0,31

a,b,c: Letras diferentes na mesma coluna indicam valores estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) - Teste de Tukey

Não houve diferença significativa entre as sementes crua e torrada. O maior valor obtido foi, certamente, para caseína comercial (98,93%).

O valor obtido para polpa (20,32%) foi muito baixo. Um fator que pode ter contribuído para este resultado é o alto teor de taninos na polpa. Os taninos interferem na qualidade nutricional dos alimentos inibindo enzimas como a tripsina (DAVIS & HOSENEY, 1979), amilase e lipase, e precipitando proteínas (DESHPANDE *et alii*, 1986) dificultando a digestão e a utilização biológica dos macro e micronutrientes da dieta.

Outro fator que pode ter contribuído para tal resultado é o alto teor de fibras. As fibras solúveis parecem ter um efeito negativo na disponibilidade de nutrientes pela formação de uma matriz de gel que diminui a absorção sequestrando nutrientes, enzimas digestivas ou ácidos biliares e diminuindo sua mistura e difusão no intestino (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987; SCHNEEMAN, 1987), enquanto as fibras insolúveis também influenciam negativamente tornando mais lenta a absorção da glicose e do amido, em menor extensão, isolando-os das enzimas digestivas ou inibindo-as (ANDERSON & GUSTAFSON, 1987).

TORRE *et alii* (1991) sugerem que deva haver um aumento do fornecimento de nutrientes em uma dieta, quando esta é rica em fibras, considerando sua interferência negativa na disponibilidade de nutrientes de forma geral.

A presença de fatores antinutricionais (inibidor de tripsina e ácido fítico) não interferiu nos resultados obtidos para semente crua em relação à semente torrada. Os resultados obtidos foram estatisticamente iguais. Entretanto, a digestibilidade aparente obtida por ensaio *in vivo* para semente crua foi maior que a da semente torrada.

4.6. Análise sensorial

Na Tabela 14 encontram-se os dados referentes às razões de preferência para as sementes torradas de baru e amendoim, e sua frequência.

As médias de aceitabilidade, de acordo com escala hedônica de 0 a 9, para semente de baru e amendoim torrados é de 6,38 e 7,16, respectivamente, tendo sido verificada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

As razões mais importantes na avaliação da preferência das duas amostras foram o sabor e a textura.

Observa-se que a preferência pelo amendoim foi favorecida pelo seu melhor sabor e sabor mais acentuado. Porém, o fator que pode ser considerado determinante da preferência para o amendoim é sua maciez em contraste à textura dura do baru.

TABELA 14. Frequência de razões de preferência da semente de baru e amendoim torrados

Razões	Amendoim	Semente de baru	Subtotal
Sabor			
Melhor sabor	11	5	16
Sabor mais suave	1	11	12
Sabor mais acentuado	7	0	7
Sabor adocicado	0	3	3
Menos enjoativo	1	2	3
Textura			
Maciez	25	0	25
Crocância	2	5	7
Melhor textura	1	3	4
Menos oleoso	4	3	7
Outros			
Forma e tamanho adequados	0	5	5
Total	52	37	89

Destacou-se, entre as razões de preferência pela semente de baru, o seu sabor mais suave e adocicado. Houve ainda referências à forma e ao tamanho da semente considerados adequados e visualmente agradáveis.

O teste de preferência é influenciado por fatores sócio-culturais, dando margem a resultados diferentes de acordo com a cultura e os costumes da população-teste. Provavelmente, se este teste fosse aplicado em outras regiões, seriam verificados melhores ou piores resultados para a semente de baru. Segundo DIAS (1992), muitas das plantas úteis do cerrado são conhecidas do povo do interior, e seus usos fazem parte das tradições e costumes regionais.

A média obtida para a semente de baru, 6,38, pode ser considerada boa, numa escala de 0 a 9. Ficando pouco aquém da média obtida para o amendoim. Conclui-se que a semente de baru, apesar de sua dureza, teve boa aceitação.

5. CONCLUSÕES

O baru, apesar de ser uma leguminosa arbórea, apresenta em sua composição centesimal, teores protéicos superiores a leguminosas de consumo popular como feijão comum, ervilha, feijão-de-corda e grão-de-bico.

Nutricionalmente, a proteína se comporta como a proteína de feijões, com baixos valores para PER, e valores médios para Da, VBa e NPUa.

Os escores químicos para a proteína de sementes de baru cruas e torradas foram muito baixos, em torno de 30%, onde os primeiros aminoácidos limitantes são os sulfurados. Como leguminosa, a proteína de semente de baru apresenta teores muito baixos em aminoácidos sulfurados e relativamente altos de lisina, podendo, então, ser consumido com cereais, ricos em sulfurados e pobres em lisina.

Devido ao seu elevado teor de lipídios, próximo à soja, a semente de baru deve ser considerada uma boa fonte energética. Seu óleo mostrou ser uma boa fonte de ácidos graxos insaturados (cerca de 80% do total), sendo os ácidos oléico e linoléico, seus principais componentes.

Dos fatores antinutricionais analisados, a semente de baru crua apresenta atividade antitripsina considerada média e baixo teor de ácido fítico. Não foram detectados taninos ou atividade hemaglutinante. O tratamento térmico a que a semente crua foi

submetida mostrou-se eficaz na redução da atividade antitripsina e ácido fítico. Por esta razão é aconselhável que esta seja consumida cozida ou assada.

Por outro lado, a polpa possui um teor protéico muito baixo, mas teores de fibras insolúveis e de açúcares altos. A utilização da polpa para alimentação humana e animal é limitada pelo alto teor de taninos encontrados neste estágio de maturação do fruto.

Sugere-se, como prosseguimento deste trabalho, o estudo da polpa como uma possível fonte de fibra alimentar e de açúcares, considerando-se sua composição centesimal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ADÂMOLI, J., MACEDO, J., AZEVEDO, L.G. de, NETTO, J.M.
Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W.J.,
coord. Solos dos Cerrados: tecnologia e estratégias de manejo.
São Paulo, Nobel, Brasília: EMBRAPA, Centro de Pesquisa
Agropecuária dos Cerrados, 1986. pp. 33-74.
02. AGTE, V., JOSH, S. *In vitro* binding of bile salts with plant
fibres. *J. Food Sci. Technol.*, 28(4):226-229, 1991.
03. ALMEIDA, S.P. de; SILVA, J.A. da; RIBEIRO, J.F. Aproveitamento
alimentar de espécies nativas dos cerrados: araticum, baru,
cagaita e jatobá. 2^a ed. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991.
04. AACC (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS). Approved methods
of the American Association of Cereal Chemists. 7TH ed. Saint
Paul, 1969. vol. 1 and 2.
05. ANDERSON, L., DIBBLE, M.V., TURKKI, P.R., MITCHELL, H.S.,
RYNBERGEN, H.J. *Nutrição*. 17^a ed., Ed. Guanabara, Rio de
Janeiro, 1988. 737 pp.

06. ANDERSON, J.W., GUSTAFSON, N.J. Dietary fiber in disease prevention and treatment. *Comprehensive Therapy*, 13(1):43-53, 1987.
07. ANDRADE, J.S. Curvas de maturação e características nutricionais do camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh cultivado em terra firme na Amazônia Central Brasileira. Dissertação (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1991.
08. ASP, N.G.; JOHANSSON, C.G.; HALLMER, H.; SILJESTRÖM, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.*, 31(3): 476-482, 1983.
09. AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 12ND ed. Washington, DC., 1975.
10. BAUERNFEIND, J. Tocopherols in foods. In: MACHLIN, L.J. *Vitamin-E - a comprehensive treatise* (Basic and Clinical Nutrition, vol.1). Marcel Dekker, Inc., New York, 1980. pp.156-157.
11. BECKMAN INSTRUMENTS - INSTRUCTION MANUAL. Published by Spinco Division of Beckman Instruments, Inc. Palo Alto, California, 1977.

12. BLIGH, E.G. & DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917, 1959.
13. BURR, H.K. Effect of storage on cooking qualities, processing, and nutritive value of beans. In: JAFFÉ, W.G., ed. *Nutritional aspects of common beans and other legume seeds as animal and human foods*. Caracas, Venezuela, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1975. pp. 81-92. (Proceedings of a meeting held in Ribeirão Preto, nov. 1973).
14. BUTLER, L. Assays for polyphenols in sorghum grain. Sorghum food quality workshop, CIMMYT, April 13-17, 1982.
15. CARMONA, A., SEIDL, D.S., JAFFÉ, W.G. Comparison of extraction methods and assay procedures for the determination of the apparent tannin content of common beans. *J. Sci. Food Agric.*, 56(3):291-301, 1991.
16. CHAN, A.C., PRITCHARD, E.T., CHOY, P.C. Differential effects of dietary vitamin E and antioxidants on eicosanoids synthesis in young rabbits. *J. Nut.*, 113(1):813-819, 1983.
17. CHAN, J.K., BRUCE, V.M., McDONALD, B.E. Dietary α -linolenic acid is as effective as oleic acid and linoleic acid in lowering

- blood cholesterol in normolipidemic men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53(5):1230-1234, 1991.
18. CHERYAN, M. Phytic acid interactions in food systems. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nut.*, 13(4):297-335, 1980.
19. CIMA (COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA PREPARAÇÃO DA CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO). O desafio do desenvolvimento sustentável - relatório do Brasil para a conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. Imprensa Nacional, Brasília, 1991.
20. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Diseños experimentales, traducción por el Centro Regional de Ayuda Técnica. Mexico, Ed. F. Trillas, 1965. 661pp.
21. CONTRERAS GUZMÁN, E.S. & LAPA GUIMARÃES, J. G. Determinação rápida de triptofano por reação com antrona. XII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Livro de Resumos, pág.100. Rio de Janeiro, 1989.
22. CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. & STRONG, F.C. Determination of tocopherols (vitamin E) by reduction of cupric ion. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 65(5):1215-1221, 1982.

23. CORREA, M.P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, vol. II, pág.476-477, 1931.
24. DAIBER, K.H. Enzyme inhibition by polyphenols of sorghum grain and malt. *J. Sci. Food Agric.*, 26(9):1399-1411, 1975.
25. DAVIS, A.B., HOSENEY, R.C. Grain sorghum condensed tannins I. Isolation, estimation, and selective adsorption of starch. *Cereal Chem.*, 56(4):310-314, 1979.
26. DESHPANDE, S.S., CHERYAN, M., SALUNKHE, D.H. Tannin analysis of food products. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 24(4):401-449, 1986.
27. DESHPANDE, S.S., SATHE, S.K., SALUNKHE, D.H., CORNFORTH, D.P. Effects of dehulling on phytic acid, polyphenols, and enzyme inhibitors of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Food Sci.*, 47(6):1846-1850, 1982.
28. DIAS, B.F.S., coord. Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Fundação Pró-Natureza, Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA, 1992.

29. DILLON, J.C. Les méthodes d'évaluation de la valeur nutritive des protéines en alimentation humaine - évolution des concepts et des méthodes. *Cah. Nutr. Dit.*, 26(3):224-229, 1991.
30. DOMENE, S.A. Estudo do valor nutricional da proteína de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*, L.), feijão-de-corda (*Vigna unguinolata*, L.), ervilha (*Pisum sativum*, L.) e grão-de-bico (*Cicer arietinum*, L.) utilizando marcação com nitrogênio 15. - Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1990)
31. DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A., & SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Cereal Chem.*, 28 (3): 350-356, 1956.
32. DUTRA de OLIVEIRA, J.E. & SCATENA, L. Nutritional value of protein from a soybean milk powder. *J. Food Sci.*, 32(5): 592-594, 1967.
33. ELIAS, L.G., DE FERNANDEZ, D.G., BRESSANI, R. Possible effects of seed coat polyphenols on the nutritional quality of bean protein. *J. Food Sci.*, 44(2):524-527, 1979.
34. ERDMAN, J.W. Oilseed phytates: nutritional implications. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56(8):736-741, 1979.

35.FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION). Necessidades de energia y de proteínas. Ginebra, 1973. (Serie de informes técnicos, 522).

36.FAO/WHO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/WORLD HEALTH ORGANIZATION). Codex Alimentarius, vol. XI. Codex standards for edible fats and oils. 1ST ed., Rome, 1982.

37.FERREIRA, M.B. Frutos comestíveis nativos do cerrado em Minas Gerais. Inf. Agropec., 6(61):09-18, 1980a.

38.FERREIRA, M.B. Plantas portadoras de substâncias medicamentosas, de uso popular, nos cerrados de Minas Gerais. Inf. Agropec., 6(61):19-23, 1980b.

39.FILGUEIRAS, T. de S. & SILVA, E. Estudo preliminar do baru (Leg. Faboideae) Brasil Florestal, 6(22):33-39, 1975.

40.FROLICH, W., ASP, N.-G. Minerals and phytate in the analysis of dietary fiber from cereals. III. Cereal Chem., 62(4):238-242, 1985.

41.GALEAZZI, M.A.M. Nutritional changes of soybean protein by different storage conditions: approach for evaluation in

vitro. Report of United Nations University, National Food Research Institute, Japan, 1981. p.4

42. GOEDERT, W.J., coord. Solos dos Cerrados: tecnologia e estratégias de manejo. São Paulo, Nobel, Brasília: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1986. pp. 33-74.

43. GOMÉZ PI OL, J.M., TORRE BORONAT, M.C. Influencia de la tecnologia en el valor nutritivo de los alimentos: III. Glúcidos. *Alimentaria*, 27(209):29-33, 1990.

44. GRAF, E. Applications of phytic acids. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 60(11):1861-1867, 1983.

45. GRANT, G. Anti-nutritional effects of soyabean: a review. *Prog. in Food Nutr. Sci.*, 13(3/4):317-348, 1989.

46. HARTMAN, G.H. Removal of phytate from soy protein. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56(8):731-735, 1979.

47. HARTMAN, L. & LAGO, R.C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Lab. practice*, 22(8): 475-476, 1973.

48. HAYES, K.C., KHOSLA, P. Dietary fatty acid thresholds and cholesterolemia. *FASEB J.*, 6(8):2600-2607, 1992.

49. JANSEN, G.R. Aminoacid supplementation of common beans and other legumes. In: JAFFÉ, W.G., ed. Nutritional aspects of common beans and other legume seeds as animal and human foods. Caracas, Venezuela, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1975. pp. 217-232. (Proceedings of a meeting held in Ribeirão Preto, nov, 1973).
50. JANSEN, G.R. Biological evaluation of protein quality. Food Technol., 1(1):52-56, 1978.
51. JUNQUEIRA, R.G. & SGARBIERI, V.C. Isolation and general properties of lectins from the bean (*Phaseolus vulgaris* var. Rosinha G2) J. Food Biochem. 5(3):165-179, 1981.
52. KAKADE, M.L., RACKIS, J.J., MCGHEE, J.E., & PUSKI, G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem., 51 (3): 376-382, 1974.
53. KELSAY, J.L. A review of research on effects of fiber intake on man. Am. J. Clin. Nutr., 31(1):142-159, 1978.

54. LATTA, M. & ESKIN, M. Simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J. Agric. Food Chem.*, Washington, 28(6):1313-1315, 1980.
55. LEHNINGER, A.L. *Princípios de bioquímica*. São Paulo, Sarvier, 1989. 725 pp.
56. LIENER, I.E. Phytohemagglutinins: their nutritional significance. *J. Agric. Food Chem.*, 22(1):17-22, 1974.
57. LIENER, I.E. Legume toxins in relation to protein digestibility - a review. *J. Food Sci.*, 41(5):1076-1081, 1976.
58. LIENER, I.E. Nutritional significance of lectins in the diet. In: LIENER, I.E., SHARON, N., GOLDSTEIN, I.J., eds. *The lectins: properties, functions, and applications in biology and medicine*. Academic Press, New York, 1986, 560pp.
59. MAGA, J.A. Phytate: its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance, and methods of analysis. *J. Agric. Food Chem.*, 30(1):01-09, 1982.
60. MARSIC, V., YODICE, R., ORTHOEFER, F. The dietary role of monounsaturates [Review] *Inform*, 3(6):681-685, 1992.

61. McKENZIE, A. A tangle of fibers. *Food Technol.*, 44(8):54, 58, 59, 1990.
62. MILLER, D.S. & BENDER, A.E. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, 9:382, 1955.
63. MITCHELL, H.H. A method of determining the biological value of protein. *J. Biol. Chem.*, 58(3):873-903, 1924.
64. MORAES, M.A.C. Métodos para avaliação sensorial de alimentos. 6^a ed. FEA, UNICAMP, 1985. 87p.
65. NAKABAYASHI, T. Chemistry of tannin in tropical crops. *J. Japan. Soc. Food Sci. Technol.* [Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi], 35(11):790-801, 1988.
66. NAS (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES). Report on diet and Health. *Nutr. Rev.*, 47(5):142-149, 1989.
67. NAS (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES). Recommended dietary allowances. 9TH ed. National Research Council, Washington, 1980.

- 68.NBC (NUTRITIONAL BIOCHEMICALS CORPORATION). INC Diet catalog. ICN Life Sciences Group, Cleveland, Ohio, EUA, 1977/78. p.24
- 69.NESTEL, P.J. Dietary fibre. *Med. J. Australia*, 153(3):123-124, 1990.
- 70.NEUMANN, N.P. Analysis for methionine sulfoxides. *In: COLOWICK, S.P. & KAPLAN, N.O. (Editors). Methods in enzymology. Academic Press, New York, 1967. vol. XI, p.488*
- 71.NISHIMUNE, T., YAKUSHIJI, T., SUMIMOTO, T., TAGUCHI, S., KONISHI, Y., NAKAHARA, S., ICHIKAWA, T., KUNITA, N. Glycemic response and fiber content of some foods. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54(2):414-9, 1991.
- 72.NYMAN, M.E., BJÖRCK, I. *In vivo* effects of phytic acid and polyphenols on the bioavailability of polysaccharide and other nutrients. *J. Food Sci.*, 54(5):1332-1335, 1989.
- 73.O'BRIEN, J., MORRISSEY, P.A. Nutritional and toxicological aspects of the Maillard browning reaction in foods. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 28(3):211-248, 1989.
- 74.O'DELL, B.L., BOLAND, A.R. de, KOIRTYOHANN, S.R. Distribution of phytate and nutritionally important elements among the

- morphological components of cereal grains. *J. Agric. Food Chem.*, 20(3):718-721, 1972.
75. OLSON, A., McGRAY, G., CHIU, M. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. *Food Technol.*, 41(2):71-80, 1987.
76. PARKER, R.S. Dietary and biochemical aspects of vitamin E. In: KINSELLA, J.E., ed. *Advances in food and nutrition research*, vol 33. Academic press, London, 1989. pp.157-232.
77. PELLET, P.L. & YOUNG, V.R. (Editors) *Nutritional Evaluation of Protein Foods*. The United Nations University, Tokyo, Japan, 1980.
78. PREGNOLATTO, W., PREGNOLATTO, N.P., coord. *Normas analíticas do Instituto adolfo Lutz - vol.1 - Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP. 3^a ed., 1985. 533 pp.
79. RADHAKRISHNAN, M.R., SIVAPRASAD, J. Tannin content of sorghum varieties and their role in iron availability. *J. Agric. Food Chem.*, 28(1):55-57, 1980.
80. RIZZINI, C.T. Sobre alguns aspectos do cerrado. *Brasil Florestal*, 1(1):20-34, 1970.

81. SCHANDLERL, S.H. Tannins and related phenolics. In: JOSLYN, M.A., ed. *Methods in food analysis*. New York, Academic Press, 1970. pp.701-725.
82. SCHNEEMAN, B.O. Soluble vs insoluble fiber - different physiological responses. *Food Technol.*, 41(2):81-82, 1987.
83. SELIGSON, F.H., MACKEY, L.N. Variable predictions of protein quality by chemical score due to amino acid analysis and reference pattern. *Brit. J. Nut.*, 42(2):682-691, 1984.
84. SENTER, S.D., CALLAHAN, A. Variability in the quantities of condensed tannins and major phenols in peach fruit during maturation. *J. Food Sci.*, 55(6):1585-1587, 1990.
85. SGARBIERI, V.C. *Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento*. Editora ALMED/UNICAMP, Campinas, SP, 1987.
86. SGARBIERI, V.C., GARRUTI, R.S. A review of some factors affecting the availability and the nutritional and technological quality of common dry beans, a dietary staple in Brasil. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 19(5):202-209, 1986.

87. SGARBIERI, V.C., WHITAKER, J.R. Physical, chemical, and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. *Advances in Food Research*, vol.28, 1982. pp.94-166.
88. SHILS, M.E., YOUNG, V.R., ed. *Modern nutrition in health and disease*. 7TH ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1989.
89. SLAVIN, J. Nutritional benefits of soy protein and soy fiber. *J. Am. Diet. Assoc.*, 91(7):816-819, 1991.
90. SNYDER, H.E., KWON, T.W. *Soybean utilization*. An AVI book, New York, 1987.
91. SPACKMAN, D.H., SETTEIN, W.H., MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of aminoacids. *Anal. Chem.*, 30(7):1190-1197, 1958.
92. STASSE-WOLTHUIS, M., HAUTVAST, J.G.A.J., HERMUS, R.J.J., KATAN, M.B., BAUSCH, J.E., RIETBEIG-BRUSSAARD, M.H., VELEMA, J.P., ZONDERVAN, I.H., EASTWOOD, M.A., BRYDON, G.W. The effect of a natural high-fiber diet on serum lipids, fecal lipids, and colonic function. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32(1):1881-1888, 1979.
93. TAHIN, Q.S. Importância fisiológica e patológica dos ácidos graxos. *Arq. Biol. Tecnol.*, 28(3):335-361, 1985.

94. TOPPING, D.L. Soluble fiber polysaccharides: effects on plasma cholesterol and colonic fermentation. *Nutr. Rev.*, 49(7):195-203, 1991.
95. TORRE, M., RODRIGUEZ, A.R., SAURA-CALIXTO, F. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 30(1):01-22, 1991.
96. VAINTRAUB, I.A., BULMAGA, V.P. Effect of phytate on the *in vitro* activity of digestive proteinases. *J. Agric. Food Chem.*, 39(5):859-861, 1991.
97. VALLILO, M.I., TAVARES, M., AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) - Caracterização do óleo da semente. *Rev. Inst. Flor.*, 2(2):115-125, 1990.
98. VAN ES, A.J.H. More carbohydrates in our food: their utilization and place in man's energy metabolism. *Food Hydrocolloids*, 5(1/2):03-13, 1991.
99. WHEELLOCK, V. Healthy eating: the food issue of the 1990s. *Brit. Food J.*, 94(2):03-08, 1992.

100. WHITING, G.C. Constituents of fruits. I. Sugars. In: HULME, A.C., ed. The biochemistry of fruits and their products, vol. 1. Academic Press, New York, 1970. pp. 01-31.

101. WOOLLEN, A., ed. Food industries manual - fats and fatty foods. 20TH ed, Chemical Publishing Co., Inc., New York, 1970. pp. 200-201.

APENDICE I

TABELA 15 - Resumo das análises de variância relativas à nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio urinário (NU) e nitrogênio retido (balano de nitrogênio - BN).

Causa de variação	GL	Quadrados médios			
		NI	NU	NF	BN
Tratamentos	3	2649,57*	1308,81*	2834,02*	4734,02*
Blocos	7	658,64	122,37	58,62	245,51
Resíduo	21	337,97	100,09	31,59	152,21

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 16 - Resumo das análises de variância relativas à Digestibilidade aparente (Da), Valor biológico aparente (VBa), Utilização líquida da proteína aparente (NPUa) e Balano de nitrogênio (BN).

Causa de variação	GL	Quadrados médios			
		BN	Da	VBa	NPUa
Tratamentos	3	4734,02*	1260,73*	334,90*	446,93*
Blocos	7	245,51	6,18	281,79	46,33
Resíduo	21	152,21	67,32	704,28	28,94

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 17 - Resumo das análises de variância relativas à consumo de ração, consumo de proteína e ganho de peso.

Causa de variação	GL	Quadrados médios		
		consumo de ração	consumo de proteína	ganho de peso
Tratamentos	3	14262,62*	86,37*	12650,91*
Blocos	7	2555,05*	21,83*	279,80
Resíduo	21	737,76	6,53	124,10

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 18 - Resumo das análises de variância relativas ao Quociente de eficiência protéica (PER)

Causa de variação	GL	Quadrados médios
		PER
Tratamentos	3	7,14*
Blocos	7	0,03
Resíduo	21	0,04

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 19 - Resumo da análise de variância relativa à digestibilidade
in vitro.

Causa de variação	GL	Quadrados médios
Tratamentos	3	3161,25*
Resíduo	8	3,32

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 20 - Resumo da análise de variância relativa ao teste de
preferência da semente de baru X amendoim.

Causa de variação	GL	Quadrados médios
Tratamentos	1	18,408*
Provadores	59	2,915
Resíduo	59	3,120

* significativo ao nível de 5% de probabilidade