

**ESTUDOS TECNOLÓGICO, QUÍMICO,
FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL DE
BARRAS ALIMENTÍCIAS ELABORADAS
COM SUBPRODUTOS E RESÍDUOS
AGROINDUSTRIAIS**

ANDRÉA PAOLUCCI DE PAIVA

2008

ANDRÉA PAOLUCCI DE PAIVA

**ESTUDOS TECNOLÓGICO, QUÍMICO, FÍSICO-QUÍMICO E
SENSORIAL DE BARRAS ALIMENTÍCIAS ELABORADAS COM
SUBPRODUTOS E RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profª. Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Paiva, Andréa Paolucci de.

Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais. – Lavras : UFLA, 2008.

131 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Maria de Fátima Piccolo Barcelos

Bibliografia.

1. Fibra alimentar. 2. Quirera de arroz. 3. Resíduo de extrato de soja. 4. Castanha de pequi. 5. Resíduo de abacaxi. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.08

ANDRÉA PAOLUCCI DE PAIVA

**ESTUDOS TECNOLÓGICO, QUÍMICO, FÍSICO-QUÍMICO E
SENSORIAL DE BARRAS ALIMENTÍCIAS ELABORADAS COM
SUBPRODUTOS E RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Ciência dos Alimentos, para a
obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 18 de março de 2008

Profa. Dra. Joelma Pereira

UFLA

Profa. Dra. Adelir Aparecida Saczk

UFLA

Prof. Dr. Carlos José Pimenta

UFLA

Profa. Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Ao Marco Aurélio, pelo carinho, paciência, companheirismo, apoio e estímulo.
Ao meu pai, Elcy; irmãos, cunhados e sobrinhos, pelo carinho, apoio e incentivo.

OFEREÇO

À memória de minha mãe, Beatriz e a
Deus, pelos exemplos de busca do
crescimento e do amor ao próximo,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Agrotécnica Federal de Barbacena, pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela contribuição à minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba, pela concessão dos resíduos de processamentos agroindustriais.

À minha orientadora, Maria de Fátima Pícolo Barcelos, pelo carinho, apoio técnico e aconselhamentos.

Aos professores da UFLA Ana Carla Marques Pinheiro, Joelma Pereira e Angelita Duarte Corrêa, pelo apoio técnico.

Às laboratoristas Creusa Rezende, Constantina Braga Torres, Sandra Lacerda Silva e Maria Aparecida Correa Lima, pelo apoio.

Aos meus colegas de trabalho Márcia, Gilma, Giovana, Dorinha e Hemerson, por todo o apoio pessoal e de trabalho, no transcorrer do mestrado.

A Ana Carla e ao Eric Batista Ferreira, pelo grande apoio na análise sensorial e estatística e a Josane Maria Resende, pelo apoio nas análises de atividade de água.

Aos colegas Juciane, Sueli, Abel, Anderson e Heloisa, pelo grande apoio técnico e emocional.

A todos os servidores e alunos do DCA/UFLA que participaram das análises sensoriais.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Abordagens tecnológicas e nutricionais de barras de cereais	4
2.2 Fibra alimentar na alimentação humana	13
2.3 Soja na alimentação humana: uso de seus resíduos na elaboração de produtos alimentícios	16
2.4 Aproveitamento dos subprodutos do arroz	23
2.4.1 Importância do arroz na alimentação humana	23
2.4.2 Subproduto quirera de arroz	25
2.5 Combinação de fabaceae e cereal para o consumo humano	27
2.6 Castanha de pequi	31
2.7 Resíduos do abacaxi obtidos da extração do suco e de conserveiras	35
3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 Processamento das barras alimentícias	39
3.2 Composição centesimal	47
3.3 Valor calórico das barras alimentícias	47
3.4 Determinação de minerais das barras alimentícias	47
3.5 Análise do perfil de aminoácidos (aminograma)	48
3.5.1 Escore químico	49
3.6 Análises físico-químicas	49
3.6.1 pH	49
3.6.2 Sólidos solúveis das barras alimentícias	49
3.6.3 Atividade da água	50

3.7 Determinação da cor das barras alimentícias.....	50
3.8 Análise de perfil de textura (TPA) instrumental.....	50
3.9 Análises bioquímicas	51
3.9.1 Fibra alimentar	51
3.9.2 Digestibilidade protéica <i>in vitro</i>	51
3.9.3 Determinação de atividade de inibidores de tripsina na castanha de pequi.....	52
3.10 Análise sensorial	52
3.11 Análise estatística	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.1 Análises químicas dos componentes secos e das barras alimentícias	55
4.2 Minerais das barras alimentícias.....	64
4.3 Perfil de aminoácidos e escores químicos das barras alimentícias	67
4.4 Características físico-químicas das barras alimentícias	73
4.5 Cor das barras alimentícias	76
4.6 Textura instrumental das barras alimentícias.....	80
4.7 Digestibilidade protéica <i>in vitro</i>	84
4.8 Atividade do inibidor de tripsina na castanha de pequi	86
4.9 Análise sensorial das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais	86
5 CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	120

RESUMO

PAIVA, Andréa Paolucci de. **Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais**. 2008. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras – MG *.

Barras alimentícias ou barras de cereais, são produtos multicomponentes, constituídos de cereais, fabaceas (leguminosas) nozes, frutas secas e xarope ligante, destacando-se na categoria dos *snacks* devido ao apelo portabilidade com foco em conveniência e saúde. Na diversificação dos componentes secos de barras, a utilização de subprodutos e resíduos agroindustriais tem grande importância, pois, além do aproveitamento de remanescentes de alto valor nutricional, principalmente protéico, utilizando combinação de cereal e fabaceae e alto teor de fibras, pode diminuir o custo de produção, proporcionar agregação de valor econômico aos subprodutos e minimizar o material residual de agroindústrias. Este trabalho teve por objetivo de avaliar, sob aspectos tecnológicos, químicos, bioquímicos e sensorial, barras alimentícias elaboradas com subproduto quirera de arroz e castanha de pequi, resíduo de extrato de soja (*okara*) e resíduo de abacaxi, nas quais se utilizaram proporções distintas de quirera de arroz:resíduo do extrato de soja, constituindo os tratamentos: A (24:0), B (18:6), C (12:12), D (6:18) e E (0:24), com quantidades fixas de castanha de pequi, resíduo de abacaxi e xarope ligante. Os resultados referentes a umidade, proteínas, lipídeos, cinzas, minerais e fibra alimentar demonstraram valores esperados estritamente crescentes à medida que aumentou a quantidade de resíduo de extrato de soja e diminuiu a quirera de arroz. Em relação aos valores de carboidratos e calorias, estes foram totalmente inversos. Sob aspectos tecnológicos de cor e textura instrumentais, sólidos solúveis, pH e atividade da água, apresentaram-se crescentes com o aumento da proporção de resíduo do extrato de soja, dos quais a cor e a textura instrumentais apresentaram súbito decréscimo no tratamento E. Todos os tratamentos apresentaram pH pouco ácido e atividade da água abaixo de 0,6, podendo favorecer a segurança microbiológica. No escore químico de aminoácidos essenciais, somente os tratamentos D e E não apresentaram aminoácidos limitantes em relação à referência da FAO/WHO (1990), com digestibilidade entre 34,31% e 35,75%, o que desfavorece a biodisponibilidade protéica das barras. Por meio de mapa de

*Comitê de Orientação: Maria de Fátima Piccolo Barcerlos – UFLA (orientadora), Joelma Pereira – UFLA, Ana Carla Marques Pinheiro – UFLA, Eric Batista Ferreira – UFLA e Sueli Ciabotti – CEFET – Uberaba.

preferência externo (MPE) vetorial foram correlacionadas as variáveis sensoriais, químicas, tecnológicas e de fibra alimentar. O tratamento C, seguido dos tratamentos B e D, foi o preferido, em relação ao aspecto global e à intenção de compra, devido, principalmente, ao sabor e à textura, com valores significativos e intermediários para aparência, variáveis tecnológicas, químicas e de fibra alimentar. Considerando os aspectos analisados, as barras alimentícias destacam-se como excelente fonte de fibra alimentar, com razoável aporte nutricional. O tratamento D apresentou melhor conjunto das variáveis analisadas para o consumo humano.

ABSTRACT

PAIVA, Andréa Paolucci de. **Technological, chemical, physicochemical and sensorial studies of food bars manufactured with agro-industry by-products and residues**. 2008. 131p. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras – MG.*

Food bar or cereal bars are multicomponents product, made of different cereals, fabaceae (leguminosae), nuts, dry fruits and binding syrup, standing out in the category of snacks due to the portability appeal with a focus on both convenience and health. In the diversification of the dry components bars, the use of by-products and residues agro-industry has a great importance, for, in addition, to the use of leftover of high nutritional value, mainly of protein using combination of cereal and fabaceae and high drift of fibers, may decrease the production cost, provide aggregation of economic value to by-products and minimize the agro-industry residual material. The objective of this work was to evaluate under technological, chemical, biochemical and sensory of food bar manufactured with broken rice by-product and pequi nut, soybean extract residue (*okara*) and pineapple residue, in which distinct proportions of rice broken rice:soybean extract residue were utilized constituting the following treatments: A (24:0), B (18:6), C (12:12), D (6:18) and E (0:24), with fixed amounts of pequi nut, pineapple residue and binding syrup. The results concerning of moisture, proteins, lipids, ashes, minerals and dietary fiber demonstrated strictly growing expected values as the amount of soybean extract residue was increased and broken rice decreased. In relation of the values with carbohydrates and calories, they were totally opposite. In the technological aspects (instrumental color and textures, soluble solids, pH and water activity), the values presented themselves growing with the increase of the proportion of soybean extract residue, in which the instrumental color and texture presented a sudden decrease in treatment E. All the treatments presented a little acidic pH and water activity bellow 0.6, favoring the microbiological safety. At the chemical score of essential aminoacids, only treatments D and E presented no limiting aminoacids in relation to FAO/WHO (1990) reference, with digestibility rate between 34.31 and 35.75%, which is not favorable to the protein bioavailability of the bars. Through the usage of the vector External Preference Map (EPM) the sensorial, chemical, technological and dietary fiber variables

*Guidance Committee: Maria de Fátima Piccolo Barcerlos – UFLA (adviser), Joelma Pereira – UFLA, Ana Carla Marques Pinheiro – UFLA, Eric Batista Ferreira – UFLA e Sueli Ciabotti – CEFET – Uberaba.

were correlated, in which treatment C, followed by treatments B and D, were the most preferred in relation to global aspect and purchase intention, characterized, mainly, by flavor and texture, with significant and intermediary values for appearance, technological, chemical and dietary fiber analyses. Considering the studied aspects, the food bars stood out as an excellent source of dietary fiber with a reasonable nutrient intake, among which treatment D presented the best set of variables studied for human consumption.

1 INTRODUÇÃO

Rotineiramente são lançados novos produtos alimentícios, no mercado mundial, com características de lanches rápidos, enquadrados na categoria de *snacks*, pequenas refeições leves e substanciais, tais como biscoitos extrudados, cereais matinais, granolas e barras de cereais. Estes produtos, além da praticidade de consumo, atendem a considerável parte das necessidades nutricionais diárias dos indivíduos (Mitchell & Boustain, 1990; Tettweiler, 1991; Penna & Tudesca, 2001; Freitas & Moretti, 2006). Nesta linha, a obtenção de produtos alimentícios de considerado valor nutritivo, com características de alimento funcional e de baixo custo, tem sido foco de estudos nos últimos tempos.

Barra de cereais é um produto obtido da mistura ou da combinação de três ou mais alimentos higienicamente preparados, com específicos valores nutritivos e sabores característicos, acrescentado de agente ligante que lhe confere textura adequada. Essas barras são embaladas e comercializadas, geralmente, em porções individuais de 25 a 30 gramas (Gomes & Montenegro, 2006).

As agroindústrias de alimentos vegetais, paralelamente à linha convencional de seus produtos, geram subprodutos e resíduos que ainda trazem considerável potencial nutritivo e de fibras. Muitos resíduos *in natura* não podem ser consumidos como tal, o que torna necessário efetuar processamento adequado e de natureza mecânica, térmica, biológica e outras, para favorecer seu consumo (Giuntini et al., 2003; Evangelista, 2005).

No caso do subproduto, têm-se buscado várias formas de agregar-lhe valores, tornando a sua comercialização economicamente mais viável. Pode-se citar como exemplos a quirera, obtida do beneficiamento do arroz e a castanha

do pequi. Por sua vez, os resíduos têm sido motivo de maiores preocupações para a indústria, pois, quando não são conduzidos para a alimentação animal ou utilizados como adubos, são lançados a céu aberto ou em rios, poluindo o ambiente (Cheremisinoff, 1995; Souza & Santos, 2002; Giuntini et al., 2003; Evangelista, 2005). Exemplo de resíduo é a porção resultante da fabricação do extrato de soja, ou leite de soja (*okara*) e, ainda, os resultantes do processamento de frutas, a exemplo do resíduo de abacaxi que, além dos nutrientes remanescentes, possui sabor bastante agradável.

A combinação de cereais e fabaceas (leguminosas) é reconhecida como ideal para a melhoria da qualidade de proteínas em alimentos vegetais, pois deficiências existentes no perfil dos aminoácidos das proteínas podem desmerecer o valor nutritivo de um produto. A mistura, em proporção adequada, de soja e arroz apresenta efeito complementar mútuo de aminoácidos (Elias et al., 1968; Bakar & Hin, 1984; Fernandes et al., 2000; Maia et al., 2000).

A verificação da viabilidade de utilização dos subprodutos e resíduos de agroindústrias com agregação de valores para serem consumidos na alimentação humana tem sido constantemente investigada por vários autores (Botelho et al., 2002; Giuntini et al., 2003; Borges et al., 2004; Matsuura, 2005; Ribeiro, 2006). A elaboração de barras alimentícias utilizando-se proporções de subprodutos e resíduos agroindustriais vegetais viabiliza o estabelecimento de uma prática de promoção de alimentação saudável.

Objetivo geral

Avaliar barras alimentícias elaboradas com diferentes proporções de subproduto e resíduo agroindustriais, sob os aspectos tecnológico, nutricional e sensorial para o consumo humano.

Objetivos específicos

- a) Elaborar barras alimentícias com diferentes combinações de quirera de arroz (QA) e resíduo do extrato de soja (RES), contendo, ainda, castanha de pequi (CP), resíduo de abacaxi (RA) e xarope ligante.
- b) Analisar os parâmetros químicos das matérias-primas.
- c) Analisar os parâmetros químicos, físico-químicos e bioquímicos das barras alimentícias.
- d) Avaliar as características sensoriais de sabor, textura, aparência, impressão global e intenção de compra do produto, por meio de análises univariadas e multivariadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Abordagens tecnológicas e nutricionais de barras de cereais

Em 1992, uma empresa brasileira lançou a primeira barra de cereais no país, considerado primeiro projeto brasileiro de desenvolvimento sustentável utilizando produtos da Amazônia. No período de 1999 a 2004, o mercado brasileiro de barras de cereais teve um crescimento médio de 36% e, nos Estados Unidos, de 13,4% ao ano, entre os consumidores mais sofisticados, reverenciando o apelo portabilidade, sabor e valor nutritivo (Barbosa, 2001; Gomes & Montenegro, 2006).

No Brasil, acredita-se que as barras de cereais movimentam, anualmente, dezenas de milhões de dólares, entre um público seletivo de consumidores, mas significativo diante do mercado brasileiro. Isto se deve ao preço final da unidade do produto, que gira em torno de US\$ 0,40 (Barbosa, 2001; Rego, 2004). Nos Estados Unidos, consomem-se alguns bilhões de dólares em barras de cereais ao ano, e o consumo americano vem crescendo cerca de 40% nos últimos anos. É um mercado em franca expansão e a justificativa deste crescimento foi o foco em conveniência e saúde (Estévez et al., 1995; Palazzolo, 2003;).

Gomes & Montenegro (2006) citam que o atributo sabor é o item mais importante na decisão de compra e a tendência atual do mercado de barra de cereais é a produção para atender ao público infantil, utilizando ingredientes ricos em fibras e com menor valor calórico. O grande desafio é comercializar este produto nas classes com menor poder aquisitivo (Sobrinho et al., 2005).

Barras de cereais são produtos multicomponentes que se completam mutuamente nas características de sabor, textura e propriedades físicas, em especial no que se refere à umidade relativa de equilíbrio, representando uma

categoria específica na classe de produtos do segmento de “confectionery”, com formato, geralmente, retangular e embalado individualmente, conhecida como *countlines*, da natureza dos *snacks*. A Resolução RDC nº 263, de 22/09/05 (ANVISA), trata do regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, o que configura o enquadramento das barras de cereais nesta legislação (Gomes & Montenegro, 2006).

No Brasil, as barras são caracterizadas pelo termo barra de cereais, devido à principal matéria-prima utilizada no produto. Mas, a necessidade de diversificação estimula pesquisas científicas e de mercado para inovações e alternativas, aprimorando este segmento com diversificação das barras. O maior marketing deste produto, que é a riqueza em fibra alimentar, é preservado, variando as denominações das barras conforme sua composição, podendo ser protéicas, dietéticas, *light*, *diet* e *baked bar*, este último semelhante ao biscoito co-extrudado com recheio (Gomes & Montenegro, 2006).

É interessante ressaltar que o produto barra, geralmente, recebe comercialmente o nome de barras de cereais, mas a denominação “barras alimentícias” também é verificada, conforme Línea (2006) e Campos (2008), pois existe uma diversificação de componentes utilizados na sua composição.

Nos últimos anos, especial atenção vem sendo dada no sentido de minimizar ou reaproveitar resíduos sólidos gerados nos diferentes processos industriais, evitando perda de substâncias remanescentes, perda financeira e poluição ambiental. Subprodutos e resíduos são gerados nas agroindústrias de alimentos vegetais, paralelamente à linha convencional de seus produtos, os quais envolvem quantidades apreciáveis de cascas, bagaços, sementes, caroços e outros elementos. Esses materiais servem como fonte de proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas, minerais e fibras, passíveis de recuperação e aproveitamento na indústria de rações, cosméticos e, principalmente, na alimentação humana (Senhoras, 2004; Evangelista, 2005).

A palavra “resíduo” surgiu no século XIV, derivada do latim *residum*, que se refere à diminuição do valor de uma matéria até que se torne inutilizável. Resíduo é definido como toda a substância que o produtor abandona, destinada ao abandono ou que se encontra forçado a abandonar (Pichat, 1995). Resíduo é entendido como o sobranço da matéria-prima não aproveitada na elaboração do produto alimentício e esse mesmo sobranço, caso seja transformado industrialmente para fins determinados, é conhecido como subproduto (Evangelista, 2005).

Várias pesquisas científicas vêm avançando na utilização de subprodutos e resíduos das agroindústrias em substituição total ou parcial de matéria-prima ou em novos produtos, caracterizando-os e analisando-os tecnológica, química, físico-química e sensorialmente, entre outras. Os produtos inovados e as barras têm grande potencial para outras inovações (Larrauri, 1999; Wang et al., 1999; Estevez et al., 2000; Penna & Tudesca, 2001; Murphy et al., 2002; Senhoras, 2004; Matsuura, 2005; Barbosa et al., 2006).

O processamento das barras ocorre em duas fases, a “fase sólida” obtida da compactação de grãos (cereais e fabáceas), nozes (castanhas e amêndoas) e frutas secas em uma variedade de combinações, e a “fase contínua”, adicionada de substâncias ligantes, tais como mel, melado de cana, açúcar mascavo, sacarose, xarope de glicose, açúcar invertido, lecitina, glicerina, pectina, óleos, gordura vegetal e outros. Podem, ainda, ser enriquecidas com vitaminas, minerais, antioxidantes e proteínas de soja e do leite (Paiva, 2006; Gomes & Montenegro, 2006). Os ingredientes do xarope ligante que estão na elaboração da fase contínua das barras alimentícias serão discutidos a seguir.

➤ Xarope de milho ou glicose líquida → é uma composição líquida purificada e concentrada de sacarídeos (glicose), obtida da hidrólise do amido de milho por meio da adição de ácidos e enzimas. As propriedades funcionais do xarope de glicose se estabelecem em anticristalizantes, por aumentar a

solubilidade da sacarose e apresentar polissacarídeos complexos que elevam a viscosidade da solução de açúcares. Além disso, por possuir menor peso molecular do que a sacarose, exerce maior pressão osmótica, penetrando mais facilmente nos tecidos (Andreoti & Mataloni, 1990; citados por Galli et al., 1996; Gomes & Montenegro, 2006).

➤ Melado de cana-de-açúcar → pode ser definido como um xarope de caldo de cana-de-açúcar concentrado, purificado e livre de partículas grosseiras em suspensão. Contribui para o desenvolvimento da cor, da doçura, da solubilidade e da higroscopicidade (Chaves, 1998; Delgado & Delgado, 1999), auxilia na aglomeração dos componentes secos das barras e modifica a textura, favorecendo a crocância e a mastigabilidade (Gomes & Montenegro, 2006). O valor nutritivo do melado de cana apresenta 13,00% de umidade, 0,20% de proteína, 0,02% de lipídeos, 0,05% de cinzas, 86,70% de carboidratos, além de ser rico em vitaminas do complexo B e em minerais, como cálcio (591mg), fósforo (123mg) e ferro (22,3mg) em 100g (Delgado & Delgado, 1999).

➤ Açúcar invertido → é um composto líquido que contém, aproximadamente, 1/3 de glicose, 1/3 de frutose e 1/3 de sacarose, em que a sacarose é hidrolisada em glicose e em frutose, na presença de ácidos ou pelo uso de enzimas (invertase). A inversão pode variar de 10% a 90%. Dentre os benefícios da utilização do açúcar invertido, destaca-se ser ideal para aplicação em produtos nos quais a baixa atividade de água é relevante, como em confeitos e biscoitos; evita o ressecamento de produtos com baixo teor de gordura; possui poder adoçante maior; elimina etapa de diluição e simplifica processos, reduzindo custos; minimiza a possibilidade de cristalização do açúcar e do crescimento de bolores e leveduras. Nos confeitos, contribui para a caramelização e a maciez do produto (Griswold, 1972; Baker, 1993; Gomes & Montenegro, 2006; União-Pro, 2006).

Em estudo reológico sobre a influência do açúcar invertido, determinou-se que não há alteração da sua estrutura nas temperaturas entre 16° a 65°C (Gratão et al., 2004).

➤ Pectina → substância coloidal constituída de cadeias de ácidos D-galacturônicos unidos por ligações glicosídicas (α -1,4) (Figura1) parcialmente esterificados com grupos metoxila. Pode ser utilizada como ingrediente ou no enriquecimento de produtos. Importante na geleificação, formando géis sólidos viscoelásticos, como também melhora a absorção da água, exerce efeito espessante, a fixação de partículas e estabiliza emulsões e espumas. Existem vários geleificantes além das pectinas, como gomas, carragenos, amido e outros. De maneira geral, estas propriedades permitem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, substituindo gordura ou atuando como agente estabilizante, espessante. Pode ser aproveitada na produção de diferentes produtos, como geléias, doces, bebidas, sopas, molhos, sobremesas em pó, derivados de leite, biscoitos, massas e pães (Cho & Dreher, 2001).

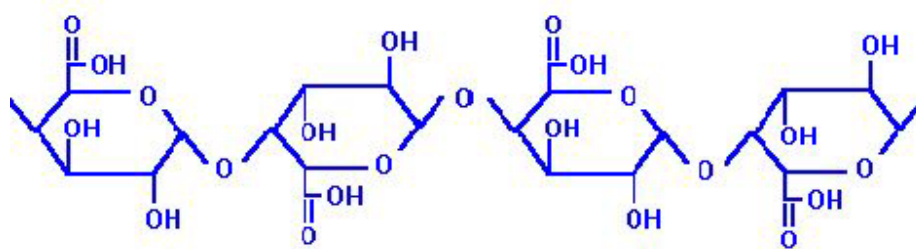


FIGURA 1 Estrutura química da pectina (ácidos D-galacturônicos).

➤ Óleo de girassol → base gordurosa do xarope ligante, possui excelentes características nutricionais. O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônia anual da família *compositae*, originária do continente norte-americano. Cultivado em todo o mundo, destaca-se como a 4ª oleaginosa em produção de grãos (Castro et al., 1997). No Brasil, seu cultivo é como cultura complementar, mas sua produção pode crescer com o aumento do consumo do biodiesel. Seu óleo possui alta relação de ácidos graxos poliinsaturados/saturados (65,3%/11,6%). O teor de poliinsaturados é constituído, em grande parte, pelo ácido linoléico, com teor de 65%, ácido graxo ômega-6 (Andrade, 1994; Fernandes et al., 1998). O ácido graxo linoléico é classificado como essencial por não ser sintetizado pelo organismo, participando de funções fisiológicas do organismo como estruturas de membranas celulares, propicia menor viscosidade sanguínea na ação anti-agregadora de gorduras e faz parte das reações antiinflamatórias (Souza, 2003).

➤ Glicerina → outra base gordurosa do xarope ligante (forma comercial do glicerol), $C_3H_5(OH)_3$, é um líquido incolor, com grau de pureza acima de 95%. Está presente em todos os óleos e gorduras de origem animal e vegetal, combinado com ácidos graxos. A aplicação da glicerina (glicerol) em alimentos e bebidas é freqüente, como umectante, agente suavizante em doces, bolos e sorvetes, retardando a cristalização do açúcar. Tem poder adoçante equivalente a 60% da sacarose, tendo mesmo valor energético ($4,32 \text{ kcal. g}^{-1}$). Não eleva os teores de açúcar no sangue e também não alimenta as bactérias que causam a cárie. Como aditivo alimentar, pertence à classe dos espessantes, estabilizantes, geleificantes e emulsificantes (E422). Quando presente em alimentos, é facilmente digerida, como se fosse um carboidrato (Kirk-Othmer, 2007).

As principais características das barras de cereais são o equilíbrio da maciez e da crocância, o equilíbrio da umectância e “mela” (recristalização do açúcar), como também a estabilidade física, sensorial e microbiológica. Esta é

garantida com atividade de água (A_w) menor do que 0,6. A A_w das barras de cereais está classificada em alimentos de baixa umidade ($A_w < 0,60$) e elas podem ser estocadas em temperatura ambiente (Gomes & Montenegro, 2006).

As barras de cereais são produtos à base de cereais processados que podem conter outros ingredientes, desde que não descaracterize o produto, e apresentar cobertura, formato e textura diferentes (Gomes & Montenegro, 2006). Isso possibilita a introdução de uma diversidade de matérias-primas constituídas de substâncias que podem favorecer o funcionamento do organismo humano conforme seus efeitos fisiológicos, traduzindo numa alternativa de confeito com qualidade alimentícia, melhorando seu teor de proteína, minerais e fibras alimentares.

Busca-se, cada vez mais, a inserção de cereais, frutas e fabaceas na alimentação, por meio produtos versáteis que possam ser utilizados pelo consumidor de forma agradável e nutritiva e com presença de fibras. Nesse sentido, vários alimentos ricos em proteínas, minerais e vitaminas, bem como constituídos de fibras vêm sendo elaborados em todo o mundo. A atual mudança na dieta alimentar do consumidor reverte-se para uma alimentação mais saudável. Ao mesmo tempo, o consumo de alimentos *snacks* apresenta um crescimento constante, devido ao ritmo de vida atribulado, que torna necessário aliar qualidade nutricional à praticidade (Tettweiler, 1991; Vieira et al., 2001; Pimentel et al., 2005).

Os ingredientes comumente utilizados nas formulações de quatro barras de cereais (BC) comerciais de três empresas (1, 2 e 3), codificadas neste trabalho como BC1, BC2 e BC3, são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 Ingredientes utilizados nas formulações de quatro barras de cereais (BC) comerciais (a, b c e d) de três empresas (1, 2 e 3), obtidos dos respectivos rótulos.

Barras de cereais	Ingredientes utilizados em barras de cereais comerciais de 3 empresas (1, 2 e 3)			
	Empresas			
	1 (BC a)	1 (BC b)	2 (BC c)	3 (BC d)
Fase sólida	- grãos de soja	- flocos de arroz - aveia em flocos - banana desidratada	- aveia em flocos - flocos de cevada - flocos de arroz - flocos de trigo	- grãos inteiros de aveia - farinha de aveia, amêndoas, nozes e amendoim
Fase contínua	- açúcar mascavo - xarope de glicose - açúcar invertido - gordura de palma - glicerina - sal	- xarope de glicose - açúcar invertido - gordura vegetal - sal - lecitina soja	- xarope de glicose - açúcar - oleína de palma - mel - gordura vegetal - sal - monoestearato de glicerina - lecitina soja	- açúcar - xarope de açúcar mascavo - mel - óleo de girassol - sal - lecitina soja - bicarbonato de sódio
Outros	- cobertura de chocolate		- estabilizante: povidexose - umectante: sorbitol - aromatizante - acidulante: ácido cítrico - antioxidante: tocoferol - corantes naturais - cobertura de goiaba	
Peso da barra (g)	30	25	25	42

Na Tabela 2 são apresentados a composição química e o valor calórico encontradas nos rótulos de barras de cereais de três empresas comerciais que correspondem às barras de cereais da Tabela 1.

TABELA 2 Composição química e valor calórico de quatro barras de cereais (BC) comerciais (BC a, BC b, BC c, BC d) de três empresas 1, 2 e 3, apresentados nos respectivos rótulos.

Composição química (30 gramas)	Barras de cereais (BC) comerciais *			
	Empresa 1		Empresa 2	Empresa 3
	BC a	BC b	BC c	BC d
Calorias (kcal)	130	108	98,4	63,57
Carboidratos (g)	9,7	23	18	10,07
Proteína (g)	7,0	1,2	1,32	1,21
Gorduras totais (g)	7,0	1,2	2,52	2,29
Gorduras saturadas (g)	0,5	-	1,2	0,29
Gorduras trans (g)	0	-	0	0
Fibra alimentar (g)	4,5	1,2	5,88	0,86
Sódio (mg)	15	42	34,8	48,57

valores apresentados nos rótulos das barras de cereais.

Entre os alimentos prontos, as barras de cereais auxiliam no aporte energético, protéico, lipídico, vitamínico, de minerais e de fibras, conforme ingredientes constituintes do produto e que atendem aos consumidores de acordo com as necessidades dietéticas de cada um. Sua popularidade está entre os mais sofisticados consumidores por meio de apelos, como possuir ingredientes saudáveis e naturais, e o grande desafio nas tendências atuais é a inserção de consumidores de baixo poder aquisitivo na obtenção para consumo deste produto (Brito et al., 2004; Gomes & Montenegro, 2006).

2.2 Fibra alimentar na alimentação humana

A fração fibra foi considerada de pouca importância no período que marca a era da industrialização, ocorrendo progressiva redução no consumo de alimentos frescos. Diante de uma série de correlações positivas entre ingestão de fibras e diminuição na ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), houve aumento de estudos das funções das fibras no organismo humano. A concepção com significado científico da fibra (fibra dietética ou alimentar) surgiu na década de 1970, tornando obsoleta a concepção de fibra bruta e de fibra detergente, vigente até então (Marquez, 2001; Saura-Calixto, 2001; Rodrigues et al., 2003; Anjo, 2004; Pimentel et al., 2005).

A fibra dietética ou fibra alimentar (FA) recebeu várias definições, mas a maioria delas é condizente com a seguinte:

“A fibra da dieta é a parte comestível das plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. A fibra da dieta inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas às plantas. A FA promove efeitos fisiológicos benéficos, incluindo laxação, e/ou atenuação do colesterol do sangue e/ou atenuação da glicose do sangue” (AACC, 2001).

Os principais componentes da FA derivam das paredes celulares dos vegetais presentes na dieta e compreendem celulose, hemicelulose, pectina e lignina. Este último é um componente da parede celular que não é carboidrato como os outros, mas também está incluído neste grupo. Tradicionalmente, as fibras alimentares podem classificar-se em solúveis e insolúveis, de acordo com seu comportamento em meio aquoso. Ambas exibem efeitos fisiológicos distintos, ambas têm capacidade de ligar moléculas de água e cátions que podem ser utilizados na microbiota do cólon intestinal como substratos. A classificação também se baseia na solubilidade das substâncias que compõem a FA em uma

solução tampão a pH determinado (FAO, 1998; Prosky, 2000; Manrique & Lajolo, 2001; Buckeridge & Tine, 2001; Pimentel et al., 2005).

As fibras solúveis retardam o esvaziamento gástrico, a absorção da glicose e reduzem o colesterol no soro sanguíneo. Não são hidrolisadas no intestino delgado, somente ao alcançar o intestino grosso são extensamente fermentadas pela microbiota natural, promovendo efeito laxante. As fibras insolúveis, por sua vez, aceleram o trânsito intestinal, aumentam o peso das fezes, contribuindo para a redução do risco de doenças do trato digestório (James & Theander, 1977; Márquez, 2001; Paula, 2005).

A presença de FA nos alimentos é de grande interesse na área da saúde, em que a ingestão dietética de referência (DRI) para fibra alimentar total é de 19 a 38 g por dia, havendo variações entre os estágios de vida e estado fisiológico. Para homens adultos, com idade entre 19 e 50 anos, a ingestão adequada é da ordem de 38g de fibra alimentar total, diariamente (IOM, 2005).

Adicionalmente, é recomendado pela *Food and Drug Administration* (FDA) que, do total de fibras a ser consumido diariamente, a proporção adequada seja de 70%-75% de fibras insolúveis e de 25%-30% de fibras solúveis (Márquez, 2001; Guerra et al., 2004). Numerosos estudos têm sido relatados sobre o papel da FA no organismo humano com a prevenção de certas enfermidades como diverticulite, câncer de cólon, obesidade, problemas cardiovasculares e diabetes (Herrera & Tovar, 2000; Hu & Willett, 2002; Bazzano et al., 2003; Moraes & Colla, 2006).

Nos últimos anos, muitos pesquisadores de países ibero-americanos vêm caracterizando adequadamente a FA em alimentos e em resíduos industriais, buscando tecnologia para produzir concentrados, desenvolvendo e testando produtos enriquecidos, a partir de alimentos regionais. Isso porque fibras de cereais e frutas são fibras completas, porque possuem estrutura que inclui parede celular e seus constituintes, como celulose, hemicelulose, pectinas e ligninas. A

este grupo pertencem também as algas, a fibra de soja e de outras leguminosas (Lajolo et al., 2001; Giuntini et al., 2003; Lajolo & Menezes, 2006).

A Portaria nº 27, de janeiro de 1998, da ANVISA, “regulamenta a informação nutricional complementar nos rótulos de alimentos pronto para consumo”. Alimento sólido que possui 3,00% de FA é considerado como fonte e, quando possuir o dobro (6,00%), ou mais, pode receber o atributo de alto teor.

O conhecimento das propriedades físico-químicas é importante na obtenção de novas formulações alimentícias com textura adequada e sabor agradável, porque a simples adição de elevadas quantidades de fibras nem sempre resulta em produtos com características sensoriais desejáveis. A FA ideal deve ser bem concentrada, não ter componentes antinutricionais na constituição do alimento onde estiver presente, não comprometer a vida de prateleira do produto a ser adicionado ou que faça parte da constituição do alimento e apresentar características sensoriais suaves. Além disso, deve ser aceita pelo consumidor como um produto saudável, apresentar positivos efeitos fisiológicos e ter custo razoável (Dreher, 1995; Larrauri, 1999; Penna & Tudesca, 2001).

Conteúdo de 5,17% de fibras totais, 4,30% de fibras insolúveis e 0,87% de fibras solúveis foi observado na barra de cereal formulada com proteína texturizada de soja, germe de trigo e aveia laminada (Freitas, 2005). Na formulação de barra de cereais caseira, empregando biscoito de amido de milho, leite em pó desnatado, flocos de arroz, aveia em flocos, uva passa e damasco seco, o valor encontrado para fibra foi de 3,44 g/100g. Esse valor permite classificar a barra como produto com teores moderados deste componente, por enquadrar-se na faixa entre 2,40 e 4,40 g/100g de fibras (Brito et al., 2004).

Há grande disponibilidade de alimentos regionais e tradicionais, como os grãos de cereais e de fabáceas, particularmente aveia, feijões e soja, e seus derivados, como farinha e farelos integrais que, juntamente com as frutas e as hortaliças, são as principais fontes de FA. Fontes concentradas de FA podem ser

obtidas a partir de diferentes resíduos agroindustriais. A FA, considerada o principal componente de vegetais, frutas e cereais integrais, permitiu que estes alimentos pudessem ser incluídos na categoria dos alimentos funcionais, pois a sua utilização, dentro de uma dieta equilibrada, pode reduzir o risco de algumas DCNT, como as coronarianas, o diabetes e certos tipos de câncer, além de agregar uma série de benefícios (FAO, 1998; FDA, 1998; Sgarbieri & Pacheco, 1999; Giuntini et al., 2003; Callegaro et al., 2005).

2.3 Soja na alimentação humana: uso de seus resíduos na elaboração de produtos alimentícios

a) Importância da soja como alimento humano

A soja [*Glicine max* (L.) Merrill] é uma fabaceae muito utilizada pelos orientais, com grande extensão de consumo pelos ocidentais e cuja proteína se destaca não só pela quantidade, mas também pela qualidade. O óleo extraído dos grãos tem potencial de comercialização mundial (Nielsen, 1991; Liu, 1999; Bowles & Demiate, 2006).

A soja é, hoje, o principal produto do agronegócio brasileiro, tendo, em 2004, respondido por 24,50% do total exportado por este setor e 12,00% do total das exportações do país. A colheita de 2004 foi de 49,79 milhões de toneladas, correspondendo 26,00% da produção mundial de soja naquele período, tendo sido exportadas 36 milhões de toneladas (72,80%) (Schlesinger, 2005). Entre 2005/2006, a média da produção de soja, no Brasil, foi de 2.600 kg/ha de produção em 14 estados, somando 43 milhões de toneladas. Dentre os estados produtores destacam-se Mato Grosso, Goiás, Paraná e Minas Gerais (Harger, 2006).

A quantidade de proteína no grão da soja apresenta-se em torno de 30,00% a 45,00%. A umidade representa entre 9,28% a 13,00% dos grãos que,

em base úmida, contêm, aproximadamente, 32,77% a 35,00% de proteínas, 15,30% a 17,00% de lipídios, 30,09% a 31,00% de carboidratos e 3,60% a 4,40% de cinzas. Cerca de 8,00% do grão da soja correspondem à película externa, 90% aos cotilédones e 2,00% ao eixo do hipocótilo. O cotilédone da soja contém a maior proporção de proteínas e lipídios (Nielsen, 1991; Liu, 1999; Ciabotti, 2004; Bowles & Demiate, 2006).

A soja apresenta elevado teor de lisina, o que a distingue das proteínas dos outros vegetais, embora seja limitante em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina). Tem grande favorecimento no seu valor biológico, quando conjugado com proteínas dos cereais, em proporções adequadas, resultando em combinações com adequado balanceamento de aminoácidos e maior conteúdo protéico, na condição de que os cereais têm na lisina o seu aminoácido limitante. (Bookwalter et al., 1971; Steinke & Hopkins, 1983; Bakar & Hin, 1984; Sgarbieri, 1987, Pires et al., 2006).

A maior parte das proteínas da soja é classificada como globulinas (glicininas e β -conglucininas), que são insolúveis em água em seu ponto isoelétrico (pI) que é de 4,64. Mas, elas se dissolvem em água com valores de pH acima ou abaixo de seu pI, valor de pH no qual uma molécula apresenta carga elétrica líquida igual a zero (Lehninger et al., 1995; Sgarbieri, 1996).

A solubilidade é uma das propriedades funcionais da proteína, que é influenciada pelo pH conforme a carga elétrica de seus aminoácidos e de outros compostos, como lipídeos e carboidratos. Também sofre influência do calor, que pode interferir na estrutura do alimento (Sgarbieri, 1996). Em meio aquoso, 85% de nitrogênio é solúvel a pH 2 ou 7 (a 11, pode ser solubilizada até 95%). As globulinas são insolúveis em seu pI, com pH 4,2-4,6 (Cheftel et al., 1989).

A qualidade de óleo de soja, composto por uma série de ácidos graxos, dentre os quais os ácidos graxos essenciais poliinsaturados, como ácido linoléico 18:2 (Δ^{9-12}) (ω -6) e ácido α -linolênico 18:3 ($\Delta^{9-12-15}$) (ω -3), se sobressai com

importantes papéis fisiológicos na redução de riscos de doenças cardiovasculares, inflamatórias e auto-imunes (Morais, 2001, Salgado et al., 2007).

Os grãos de soja são fontes ricas em fitoquímicos, a exemplo das isoflavonas, como fonte dietética preventiva das DCNT (Jackson et al., 2002; Murphy et al., 2002) e os flavonóides, com propriedades estrogênicas, têm ação anticancerígena. Essas substâncias incluem a soja na relação dos alimentos funcionais (Dintzis et al., 1979; Garcia et al., 1998; Salgado et al., 2007).

Define-se como alimento funcional “o alimento ou ingrediente que além de exercer funções nutricionais básicas, quando se trata de nutriente, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica” (ANVISA, 1999).

Estudos epidemiológicos com mulheres que consomem soja e seus produtos evidenciaram que estas apresentaram baixas incidências de osteoporose. As isoflavonas contribuem na inibição de perda óssea e estas, quando ingeridas a partir da soja e seus derivados, são, provavelmente, uma alternativa de fitoestrógeno pós-menopausa (Park et al., 2001; Souza, 2003).

Fatores antinutricionais estão presentes na soja, principalmente na soja crua ou inadequadamente processada, os quais podem provocar efeitos fisiológicos adversos ao homem ou reduzir a biodisponibilidade de determinados nutrientes. São termolábeis, sensíveis ao calor, inibidores de proteases (inibidor de tripsina, de Kunitz e de Bowman-Birk), lectinas ou hemaglutininas, goitrogênicos e antivitaminicos e são termoestáveis a saponinas, taninos, fitoestrógenos, fatores de flatulência, lisoalanina, alergênicos e fítico. A qualidade nutricional das fabáceas é melhorada mediante tratamento térmico para inativação dos fatores antinutricionais (Liener, 1997; Genovese & Lajolo, 2000).

Cultivares de soja com ausência ou baixa atividade de inibidores de proteases foram desenvolvidas, bem como cultivares com ausência da enzima lipoxigenase, visando tornar o sabor de soja mais agradável (Davies & Nielsen, 1986; Miura et al., 2001).

No processamento da soja, utiliza-se a maceração (colocação dos grãos de molho na água por um determinado tempo) visando ao amaciamento. Também se lança mão de tratamento térmico adequado, com a finalidade de aumentar a digestibilidade da proteína, bem como inativar ou, mesmo, reduzir fatores antinutricionais, além de tornar a textura do grão totalmente adequada para o consumo e eliminar considerada carga microbiana (Wang & Murphy, 1996; Bayram et al., 2004; Rehman & Shah., 2005).

Ainda sobre a versatilidade da soja, no campo da indústria de alimentos, são conhecidos e comercializados, além da soja em grãos, farinha de soja (para vários fins como panificação, massas alimentícias, uso caseiro e outros), concentrados e isolados protéicos de soja, soja texturizada, alimentos fermentados (*miso*, *shoyo*, *tempeh*), tofu, doces e o extrato de soja ou leite de soja.

Dentre os produtos alimentícios derivados da soja, o extrato de soja é um dos alimentos mais consumidos pelo homem, comercializado ao natural ou adicionado de sabores, como o de frutas, de achocolatados e outros. Do extrato de soja pode ser fabricado o tofu (Genta et al., 2002; Alves Filho, 2003; Behrens & Silva, 2004; Ciabotti, 2004).

Da fabricação do extrato de soja obtém-se o resíduo *okara* que, geralmente, é destinado à alimentação animal ou descartado, contribuindo para a poluição ambiental. Mas, se processado imediatamente para conservação, pode ser utilizado na formulação de alimentos para consumo humano, devido à sua riqueza em proteínas, lipídeos, vitaminas, sais minerais, fibras e, ainda, possuir

compostos fitoquímicos, remanescentes da soja (Diaz & Sarantópoulos, 1987; Ma et al., 1997; Larosa et al., 2003; Bowles, 2005; Quitain et al., 2006).

b) Resíduo do extrato de soja

Do processo de obtenção do extrato de soja (leite de soja) para a produção da bebida e ou a fabricação de tofu resulta um resíduo, denominado *okara*. Este resíduo é rico em proteína vegetal de boa qualidade e demais nutrientes. O resíduo do extrato de soja, quando não conduzido para o uso na alimentação animal, é descartado, muitas vezes a céu aberto, contribuindo com aumento da poluição ambiental.

O resíduo do extrato de soja apresenta, em suas proteínas, um perfil de todos os aminoácidos essenciais, com escore químico limitante em metionina e cisteína (aminoácidos sulfurados) (Bowles & Demiate, 2006; Ribeiro, 2006). Outra importância é sua riqueza em fibra alimentar, especialmente em polissacarídeos pécicos, como também em lipídios, num material de baixo custo para o consumo humano. Em base seca, para o *okara*, o teor dos componentes encontrado é de 25,40% a 37,00% de proteínas, 9,30% a 15,37% de lipídios, 42,50% a 58,10% de fibras alimentares, 2,80% de cinzas e 4,70% a 5,30% de carboidratos solúveis (Travaglini et al., 1980; Riet et al., 1989; Wang et al., 1999; Ma et al., 1997; Bowles & Demiate, 2006; Ribeiro, 2006).

Pesquisas mostram que resíduos de soja contêm, na sua composição química, além de nutrientes, outros metabólitos secundários benéficos ao organismo humano, tais como isoflavonas, antioxidantes e fibras alimentares. O “protein efficiency ratio” (PER) do resíduo do extrato de soja é pouco superior ao do próprio extrato de soja, apresentando sabor suave, sem necessidade de aplicar qualquer tratamento térmico adicional, uma vez que, para a elaboração do leite de soja (extrato de soja), submete-se o material triturado ao tratamento térmico adequado (Travaglini et al., 1980; Bowles & Demiate, 2006).

Em trabalho realizado por Jackson et al. (2002), no subproduto *okara*, foi encontrada concentração de 35,70mg/100mg de isoflavonas totais; a isoflavona genistina atingiu a maior concentração dentre todas as isoflavonas determinadas, 9,30 mg, seguida de 6''-O-acetil-genistina, com 8,19 mg, 6''-O-malonil-daidzina, com 7,20 mg e daidzina com 5,40 mg.

Na fabricação do extrato de soja, para cada 100 kg de soja, resultam cerca de 80,10kg de resíduo, contendo por volta de 23,00% de sólidos totais, dentre os quais 34,20% são representados pela proteína. A composição química média do extrato aquoso de soja apresenta, aproximadamente, de 8,00% a 10,00% de sólidos totais, dependendo da extração e do equipamento utilizado (Travaglini et al., 1980).

Destes sólidos, de 3,60% a 4,20% correspondem às proteínas; de 2,00% a 2,32% à fração lipídica; de 0,51% a 2,90% aos carboidratos e de 0,36% a 0,50% às cinzas (Costa & Mori, 1976; Bowles & Demiate, 2006; Ciabotti, 2007). Pesquisadores da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campinas (Unicamp) obtiveram, numa produção de 200 litros de extrato de soja, o total de 60,00kg de resíduo úmido deste extrato, com o equipamento “vaca mecânica”, utilizando 25,00kg de soja (Alves Filho, 2003).

Este resíduo pode ser utilizado na alimentação humana, devido às suas qualidades nutritivas. Ele apresenta-se como uma massa de alta coesão, elevado teor de água (70,00% a 80,00%) e com alta capacidade de deterioração, gerando odores intensos e desagradáveis, quando não armazenados adequadamente ou quando não utilizados imediatamente após a sua obtenção (Aguirre et al., 1981; Lescano & Tobinaga, 2004).

O processamento imediato para a conservação do resíduo do extrato de soja é necessário, tornando possível o seu aproveitamento. O óleo componente do *okara* pode ser extraído para aplicação na indústria alimentícia, como também na indústria cosmética e farmacêutica e o resíduo obtido da extração do

óleo de grãos de soja apresenta, em sua composição, 8,40% de umidade, 46,70% de proteína, 1,67% de lipídios, 4,97% de fibra bruta e 33,10% de carboidratos (Travaglini et al., 1980; Quitain et al., 2006, Silva et al., 2006).

O resíduo do extrato de soja, para ser conservado por período de tempo mais prolongado, deve ser, além de outros, submetido ao processo de secagem e o produto resultante pode ser considerado uma farinha intermediária entre a farinha desengordurada de soja e o isolado protéico de soja ou entre a farinha integral (Aguirre, 1981). A desidratação e a moagem deste resíduo proporcionam uma farinha de boa qualidade nutricional e de baixo custo, para fazer parte de produtos a serem enriquecidos (Costa, 1981; Bowles & Demiate, 2006).

O resíduo do extrato de soja, quando não descartado, é direcionado para utilização em ração animal e, usualmente, utilizado para produtos panificáveis, confeitaria, sopas e produtos cárneos ou como ingredientes para produtos de desjejuns contendo cereais (Costa et al., 1976; Costa, 1981). As formas de utilização do *okara* podem ser em pratos típicos orientais, em farinhas mistas para massas e em produtos tipo paçocas, barras alimentícias, granolas, cookies, pães, bombons e outros. Em todos os produtos estudados que utilizaram o extrato de soja houve aumento significativo do teor protéico (Aguirre et al., 1978; Aguirre et al., 1981; Diaz & Sarantópoulos; 1987; Genta et al., 2002; Larosa et al., 2003; Bowles, 2005; Soares Júnior et al., 2006; Ribeiro, 2006).

Pesquisas científicas vêm sendo desenvolvidas no intuito de utilizar o alto conteúdo de fibra alimentar do resíduo do extrato de soja (*okara*) em produtos para a alimentação humana. Estudos apresentaram valores de 52,80% a 56,60% de fibra alimentar total; 40,20% a 43,60% de insolúvel e 12,60% a 14,60% de solúvel (Riet et al., 1989; Jakson et al., 2002; Larosa et al., 2003; Bowles & Demiate, 2006), podendo reportar a riqueza do teor de fibra alimentar

deste resíduo ao conteúdo de produtos pobres em fibra, quando incluídos na sua formulação (O'Toole, 1999).

2.4 Aproveitamento dos subprodutos do arroz

2.4.1 Importância do arroz na alimentação humana

Os cereais são alimentos básicos da dieta humana da maioria dos países do mundo. O arroz (*Oryza sativa*, L.) é cultivado em praticamente todos os países, sendo um dos principais produtos na alimentação humana, considerado uma das principais fontes energética da dieta. Existem evidências de que as dietas saudáveis devem fornecer a maioria das calorias por meio de carboidratos complexos, tais como amido dos cereais (Dendy & Dobraszczyk, 2004; Dors, 2006; Naves, 2007). A produção desse cereal no Brasil é significativa. Segundo o IBGE (2008), a maior produção, até agora, foi na safra de 2004-2005, com, aproximadamente, 13,3 milhões de toneladas e, na safra de 2007, a produção foi de 12 milhões de toneladas. O estado do Rio Grande do Sul é responsável por 59,00% da produção nacional.

O trigo (*Triticum* spp) e o arroz são os cereais mais empregados na alimentação humana, embora cevada (*Hordeum vulgare*), centeio (*Secale cereale* L.), aveia (*Avena sativa*) e milho (*Zea mays*) sejam também importantes. No entanto, o fato de o trigo não ser consumido por pessoas portadoras de doença celíaca, além do centeio, da cevada, da aveia e do triticale (*Triticosecale wittmack*), motivou o desenvolvimento de produtos alimentícios sem glúten, baseado em outros cereais que também não o possuem, como, por exemplo, o arroz e o milho (Juliano, 1993; Dhingra & Jood, 2002; Dendy & Dobraszczyk, 2004).

Os grãos maduros dos cereais comuns têm como constituintes carboidratos, compostos nitrogenados (principalmente proteínas), lipídios, material mineral e água, com quantidades reduzidas de vitaminas e outras

substâncias importantes à dieta humana. Os carboidratos dos cereais perfazem de 77,00% a 87,00% do total da matéria seca, incluindo amido, predominantemente, celulose, hemicelulose, pentosanas, dextrina e açúcar. O arroz é constituído de 79,70 a 89,31g de carboidratos; de 9,14 a 9,80g de proteínas; de 0,38 a 0,60g de lipídios; de 0,30 a 1,66g de fibra bruta e de 0,50 a 0,75g de cinzas, em 100g (Kent, 1983; Wang et al., 1999b; Metri et al., 2003).

O arroz é uma importante fonte de calorias e de complementação protéica na alimentação humana, além de contribuir significativamente para o suprimento das necessidades de alguns minerais da dieta, como fósforo, magnésio e potássio. O arroz polido, ou arroz branco, contém 7,60% de proteínas, 0,50% de lipídeos, 0,30% de fibra bruta, 0,60% de cinzas, 91,00% de carboidratos e 410 calorias em 100g. Já o arroz integral possui 8,50% de proteínas, 2,20% de lipídeos, 1,00% de fibra bruta, 1,40% de cinzas, 88,00% de carboidratos e 405 calorias, em 100g (Dendy & Dobraszczyk, 2004).

O arroz polido é o produto resultante do beneficiamento do arroz integral, durante o qual perde o gérmen e as camadas externas e, com elas, parte do seu valor nutritivo, gerando subprodutos, como o farelo de arroz com maior teor de nutrientes, muito utilizado na alimentação animal. Na etapa do polimento do arroz ocorrem quebras de, aproximadamente, 15,00% no beneficiamento, com a obtenção do subproduto denominado “quirera de arroz”. Ao arroz em casca é atribuída uma renda-base de 68,00%, constituída de um rendimento dos grãos de 40,00% de inteiros, apurados depois do produto descascado e polido, mais 28,00% de quebrados e quirera, que obtém valor comercial menor pelo seu baixo emprego (Jucá, 1981; Farfan, 1998; Castro et al., 1999; Dors, 2006).

A glutelina é o tipo de proteína em maior porcentagem no grão de arroz (85,00% a 90,00%) e, entre os aminoácidos essenciais, tem 8,00g de leucina, 5,70g de valina, 5,20g de fenilalanina e 4,10g de treonina, em 16,00g de proteína. Apesar da deficiência em lisina, o arroz apresenta, entre os cereais, o

teor mais elevado deste aminoácido, 3,70g em 16,00g de proteína. O aminoácido que mais limita o aproveitamento biológico dos cereais é a lisina (Kent, 1983; Juliano, 1993; Borges et al., 2003; Naves, 2007), tendo o arroz polido um escore de aminoácidos essenciais de 66,00% (Naves, 2007).

Tentativas de aproveitamento dos subprodutos do arroz fazem parte do escopo de diversas entidades de pesquisa, sobretudo nesses tempos em que “biocombustível” é a palavra da moda. O aquecimento do mercado de agroenergia pode levar a uma corrida por grãos e cereais, que se verão diante do aumento da demanda e, conseqüentemente, dos preços. Por isso, é importante transformar subprodutos de baixo valor de mercado em alimentos que possam ser consumidos por toda a população (Marques, 2007).

2.4.2 Subproduto quirera de arroz

Do processo de beneficiamento do arroz resultam o arroz branco (produto estável), o farelo (subproduto instável devido ao alto poder oxidativo de seu óleo), e a palha ou casca. Como conseqüência, ocorre a quebra de grãos devido ao manejo dos equipamentos ou a fatores inerentes ao grão (gessados, mal formados ou danificados), resultando na denominada quirera, que tem valor comercial de aproximadamente 50% do produto, sendo, por este motivo, utilizado para a obtenção de farinha e ou na alimentação animal. Este produto pode constituir excelente fonte de nutrientes (Silva, 1984; Farfan, 1998; Castro et al., 1999; Lima et al., 2000).

As partículas pequenas produzidas pela quebra do grão de arroz, subproduto quirera de arroz, também são conhecidas como arroz de cervejaria, adjunto amiláceo para a fermentação da cerveja (Silva, 1984). Em ensaio de granulometria, os teores de proteína bruta das quireras finas, médias e grossas, variaram de 7,71% a 8,72%, indicando que ocorre segregação de partículas durante o processamento de arroz. Embora os teores de óleo (0,74% a 1,13%),

fibra bruta (0,42% a 0,61%) e cinzas (0,453% a 0,53%) apresentassem pouca variação entre as quireras, o valor energético da quirera moída finamente foi 0,68% maior do que a quirera média e grosseira (Lima et al., 2000; Barbosa, 2006).

A quirera, embora vendida a preços baixos com relação ao arroz polido, possuiu alto potencial de utilização para a produção de farinhas com diversas características e que podem sofrer modificações, possibilitando uma alternativa nobre para o aproveitamento desse subproduto (Nabeshima & El-Dash, 2004; Limberger, 2006).

Aproveitamento interessante da quirera de arroz é a produção de farinhas pré-gelatinizadas, processo hidrotérmico que consiste num aquecimento com água, provocando gelatinização parcial do amido, complementado com altíssima temperatura de secagem para aumentar o máximo possível a gelatinização (Oliveira, 1979; Nabeshima & El-Dash, 2004; Silva, 1984). Também podem ser citados os extrudados de amido como pellets, *snacks* de terceira geração denominados produtos intermediários (Carvalho et al., 2002).

A farinha de arroz é utilizada como matéria-prima de massas alimentícias, tipo macarrão, mortadelas, pães e confeitaria, sobremesas (Borges et al., 2003; Barbosa et al., 2006; Dors, 2006), cereais matinais, produtos hipoalergênicos, fórmulas infantis e uma diversidade de produtos que despontam no mercado (Wang, 1999a et al.; Maia, 2000 et al.; Borges et al., 2003).

Os produtos à base de cereais apresentam grande variação quanto ao teor de fibra alimentar, devido ao fato de a maior parte desta se encontrar nas camadas externas do grão, as quais estão presentes nos produtos integrais, mas ausentes ou reduzidas nos refinados. Esta variação se repete quanto à proporção de fibra solúvel e insolúvel entre os diferentes cereais e variedades destes (Sangronis & Rebolledo, 1993; Menezes et al., 2001).

Em estudos de modificação física e química do amido de quirera de arroz, para aproveitamento na indústria, na caracterização de quirera de arroz nativa detectou-se conteúdo de fibra alimentar de 2,13% a 2,50%, em fibra total; com 1,78% de fibra insolúvel e 0,34% de fibra solúvel e, quando processada, 4,37% com 3,21% e 1,16%, respectivamente. Isso indica interferência dos mecanismos sofridos no processamento com possível modificação do amido em amido resistente, o que sugere um aumento da fibra alimentar quando pré-gelatinizada (Storck, 2004; Limberger, 2006).

2.5 Combinação de fabaceae e cereal para o consumo humano

Alguns estudos demonstram os efeitos benéficos da combinação de fabaceae (leguminosa) e cereal desde longo tempo. A mistura em proporção adequada de fabaceae e cereal, a exemplo do feijão com arroz, que é uma mistura comum entre os brasileiros e apresenta efeito complementar mútuo de aminoácidos e conforme a proporção empregada na mistura destes dois alimentos, pode suprir ou complementar a recomendação diária de nutrientes devido à qualidade protéica e à excelente fonte de minerais (Torun, 1988; Sgarbieri, 1987 e 1996; Mahan & Escott- Stump, 2005).

Neste contexto, de mistura de fabaceae e cereal, têm-se a soja e o arroz, os quais, ao serem consumidos de forma combinada, apresentam efeito complementar de aminoácidos essenciais e de outros nutrientes benéficos à saúde do homem, semelhante ao arroz com feijão, mas com a vantagem de possuir sabor suave, o que viabiliza sua utilização em preparações adocicadas (Elias et al., 1968; Steinke & Hopkins, 1983; Bakar & Hin, 1984; Fernandes et al., 2000; Maia et al., 2000).

O consumo dos brasileiros, em relação à fonte de proteínas, é abundante em alimentos de origem vegetal, como milho, feijão, trigo, arroz, soja e amendoim e o conceito de complementariedade de proteínas é primariamente

importante para populações em risco de consumir alimentos diversos, misturados de modo insuficiente e que contenham vários aminoácidos. A complementação das proteínas é misturada de forma que as deficiências de uma sejam compensadas pelos excessos dos mesmos aminoácidos de outras, dando à mistura valor nutritivo superior ao de cada componente individualmente (Dutra de Oliveira et al., 1989, Sgarbieri, 1996; Mahan & Escott-Stump, 2005).

A concentração de aminoácidos em relação aos padrões de proteína referência da FAO/WHO são mostrados na Tabela 3 (1990).

TABELA 3 Concentração de aminoácidos essenciais do resíduo do extrato de soja e do arroz polido e as proteínas referência para crianças de 2 a 5 anos (FAO/WHO 1973 E 1990).

Aminoácidos essenciais	Produtos (mg aminoácidos/ g proteína)		Padrão FAO/WHO-2 a 5 anos (mg aminoácidos/ g proteína)
	RES*	Arroz Polido	1990
Isoleucina	32,5	41,3	28
Leucina	62,1	82,4	66
Lisina	56,6	38	58
Met+ Cys	18,2	49,7	25
Fenilalanina	43	60,2	-
Treonina	40,6	43,4	34
Triptofano	23,7	12,1	11
Valina	34,7	72,1	35

* Resíduo do extrato de soja

Met+ Cys = Metionina + Cisteína

Fontes: Sgarbieri, 1996 e Ribeiro, 2006.

A lisina do arroz polido e do resíduo do extrato de soja, como também a metionina+cisteína (aminoácidos sulfurados) do resíduo do extrato de soja (RES), não atinge os valores dos padrões, na comparação à referência de proteína FAO/WHO (1990).

Embora produtos protéicos com propriedades funcionais desejáveis sejam de particular interesse para a indústria alimentícia, o valor nutricional é também considerado de suma importância. Apesar dos benefícios dos cereais, tais como o trigo e o arroz, estes apresentam um déficit no aminoácido essencial lisina. A fim de melhorar a qualidade dos produtos derivados de cereais, a conjugação com alimentos que sejam ricos em lisina é necessária para se obter proteína vegetal de alto valor biológico. Isso se consegue unindo as proteínas da soja (ricas em lisina) aos cereais, constituindo um alimento com todos os aminoácidos essenciais e de baixo custo (Erdman et al., 1977; Maia et al., 1999; Dhingra & Jood, 2002). As proporções ótimas para misturas de proteínas de arroz mais feijão são de 8:2; para milho mais soja, é de 4:6 e milho mais feijão, é de 5:5 (Dutra de Oliveira et al., 1989).

Misturas como milho:soja e arroz:soja, na proporção de aproximadamente 30,00% da proteína obtida do cereal e 70,00% da proteína da fabácea (Sgarbieri, 1987) e uma mistura de arroz:isolado protéico de soja com 46%:54% (Bakar & Hin, 1984) resultaram em alimento com proteína de alta qualidade, na qual os aminoácidos se completam entre si. A lisina da fabaceae restitui a deficiência do cereal, este contribuindo com a metionina e a cistina em apreciáveis quantidades, fator limitante das fabaceae para atingir uma proteína de alto valor (Tejerina et al., 1977).

Além da qualidade protéica, a mesma mistura apresenta excelente fonte de minerais, podendo, em determinada proporção, suprir ou complementar a recomendação diária de nutrientes, evitando patologias ocasionadas pela deficiência nutricional. Estudos de suplementação alimentar nas dietas infantis

demonstraram melhoramento na qualidade da proteína resultante da mistura cereal-soja, com verificação no aumento do balanço de nitrogênio, tanto absorvido, como retido; também, retenção média de nitrogênio semelhante à caseína, adequada ao crescimento de crianças e auxílio na convalescença das mal nutridas (Bookwalter et al., 1971; Graham & Baertel, 1974; Steike & Hopkins, 1983; Mahan & Escott-stump, 2005).

O resultado da caracterização química de extratos hidrossolúveis desidratados de soja e arroz em diferentes proporções de soja (0% a 50,00%) apresentou aumento significativo no percentual de proteína (7,23% a 35,81%), de extrato etéreo (0,62% a 5,86%), de cinzas (1,37% a 4,55%) e de fibra crua (1,03% a 1,95%), ao se incrementar a proporção soja. Porém, o percentual de carboidratos (89,75% a 51,83%) diminuiu com o aumento da proporção soja. Verificou-se, ainda, um aumento linear à medida que se aumentou a proporção de soja nos teores de fósforo, cálcio, ferro e cobre (Fernandes et al., 2000).

Na elaboração de mingaus obtidos dos extratos hidrossolúveis de soja e arroz, os teores de proteína, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta elevaram-se com o aumento das proporções de soja (0% a 50,00%). O aumento foi mais evidente nos teores de proteína, porém, o percentual de carboidrato diminuiu com o aumento das proporções de soja (Wang et al., 2000).

Steinke & Hopkins (1983) apresentaram, em seu trabalho de complementação e suplementação de proteínas entre vegetais, a lisina como limitante do arroz, com atendimento de aminoácidos essenciais em 70,00% (escore baseado nas referências de Food and Nutrition Board, 1980) e a melhor mistura junto ao isolado protéico de soja (IPS) com 46,00% de arroz e 54,00% de IPS (isolado protéico de soja), em 100% da mistura.

O aminograma estabelece o perfil de aminoácidos de uma amostra e o escore químico compara os aminoácidos da amostra a uma proteína de referência, que indica a composição em aminoácidos essenciais que uma

proteína deve apresentar para ser considerada de bom valor nutritivo. Se o perfil de aminoácidos de um alimento não for compatível com os padrões de alto valor protéico, os aminoácidos que estiverem em suprimento reduzido são considerados limitantes. Dentre alguns itens para completar a avaliação de uma proteína, toma-se por base a digestibilidade *in vitro*, que se entende como porção protéica que pode ser hidrolisada pelas enzimas digestivas até aminoácidos (Sgarbieri, 1996; Mahan & Escott-Stump, 2005).

2.6 Castanha de pequi

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) é uma planta arbórea nativa do cerrado, pertencente à família *Caryocaraceae* e abrange cerca de vinte espécies. No Brasil, ocorrem, pelo menos, oito dessas espécies e os principais produtores nativos são os cerrados da Amazônia, do Mato Grosso, de Minas Gerais e de Goiás. Seu fruto apresenta-se com um a dois caroços ou mais, duros, volumosos, formados por uma grande quantidade de espinhos delgados e agudos e com uma amêndoa interna grande e carnosa (Fonseca & Muniz, 1992; EMBRAPA, 1994; Ribeiro, 2000; Aguiar & Camargo, 2004).

A importância econômica das espécies do gênero *Caryocar* não se limita apenas à qualidade de sua madeira, mas também ao valor intrínseco dos frutos, que são excepcional reserva alimentícia natural, à disposição das populações carentes do cerrado brasileiro com consumo ainda modesto em algumas regiões como também o trabalho extrativista do pequi (Almeida & Silva, 1994). De valor energético alto, o fruto é rico em lipídeos, proteínas, carotenóides e vitamina C, além de minerais. O peso médio do fruto é de, aproximadamente, 120g (119,26-126,19g), dos quais a casca (exocarpo e mesocarpo externo) representa 82%, o endocarpo 4,6%, o mesocarpo interno (polpa) 7% e a amêndoa 1% (Ferreira et al., 1987; Almeida & Silva, 1994; Rodrigues, 2005).

O pequi é característico de solos bastante pobres quanto à fertilidade e os teores de minerais nas suas partes chegam a surpreender. A amêndoa caracteriza-se por ser a parte do fruto mais concentrada nestes elementos, ainda que a polpa e a casca também se destaquem (Ferreira et al., 1987).

A castanha do pequi tem coloração branca e um sabor exótico que, para alguns, assemelha-se ao sabor de queijo. O desperdício desta castanha é resultado da desinformação, pois está sendo descartado um alimento de alto valor nutricional e que tem grande potencial de comercialização (Pinto, 2006; Carvalho, 2007). O Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual de Montes Claros (2003), por meio da Resolução nº 129 aprovou o projeto “Processamento agroindustrial da castanha de pequi”, com a preocupação de estabelecer normas técnicas de aproveitamento deste produto.

A utilização da polpa amarela do pequi, com sabor e aroma marcantes, tem, a cada dia, se diversificado na alimentação humana. O que a maioria das pessoas não sabe é que a castanha (amêndoa), que fica escondida dentro do caroço do fruto, também é saborosa e muito nutritiva, podendo ser consumida *in natura* ou como ingrediente para a elaboração de pratos salgados, doces e pães. O processo de retirada da amêndoa do pequi é bastante trabalhoso, por ser ainda artesanal e dificilmente abre-se o caroço sem danificá-las. O rendimento é baixo, sendo necessários cerca de 250 frutos para se obter um quilo da castanha. A amêndoa ou a castanha pode ser retirada intacta aos 56 dias (8ª semana) do fruto, momento de maior rigidez do caroço, mas, normalmente, é retirada depois do aproveitamento da polpa (Rodrigues, 2005; Braga, 2006).

Ela é utilizada na elaboração de paçocas, farofas, doces ou simplesmente torrada como aperitivo. Aponte (2006) desenvolveu uma barra de cereais enriquecida com castanha de pequi e que contém, ainda, na sua composição, abacaxi-passa, flocos de aveia, flocos de arroz, óleo de girassol, açúcar mascavo e mel. A idéia de utilizar a castanha de pequi para fazer as barras é uma

alternativa que está possibilitando aos moradores da região Norte de Minas obter um aumento na renda familiar. Além disso, é um incentivo ao consumo de frutos do cerrado, promovendo, ainda, o desenvolvimento sustentável e a fixação dos pequenos produtores no campo.

Na Figura 2 observam-se ilustrações da castanha, ou amêndoa, do pequi, sendo possível perceber que elas estão seccionadas ao meio por ser a única forma de retirá-la da parte espinhosa do fruto do pequi (endocarpo).

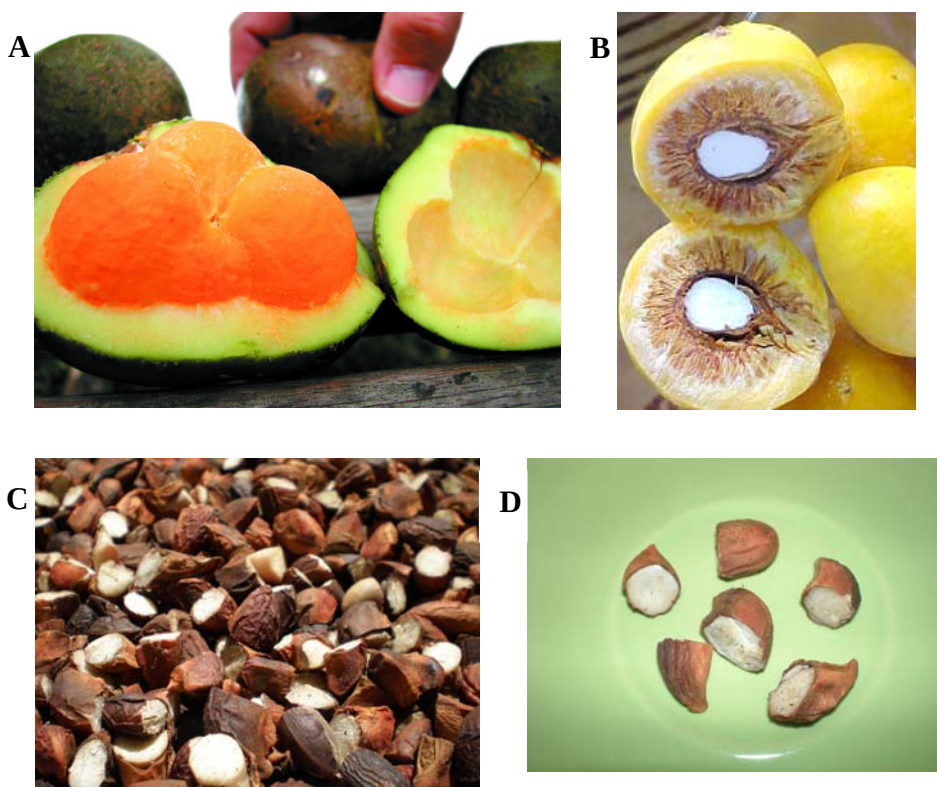


FIGURA 2 O fruto pequi (A); polpa do pequi com endocarpo e castanha (B); castanha ou amêndoa de pequi (C e D).

As amêndoas (castanhas) são consideradas boas fontes de nutrientes e seu consumo tem aumentado, nos últimos anos, devido a pesquisas que estabelecem uma associação positiva entre a sua ingestão regular e a redução de problemas cardiovasculares. A castanha de pequi é rica em ácidos graxos insaturados, principalmente palmítico e oléico, e em zinco, além de conter cálcio, ferro e manganês (Handro & Barradas, 1971; Sabaté & Fraser, 1993; Braga, 2006).

Os resultados obtidos por Ferreira et al. (1987), em relação à caracterização química das diferentes partes do fruto de pequi, encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4 Composição de proteína, óleo e cinzas das diferentes partes do pequi, expressos em g/100g de matéria seca.

Partes do pequi	Composição (mg/100g)		
	Proteína	Óleo	Cinzas
Polpa	6,7	61,8	2,0
Amêndoa	24,6	42,2	5,0
Casca	3,6	1,31	4,0
Espinhos	3,9	28,4	1,5

Fonte: Ferreira et al. (1987).

Os resultados obtidos por Ferreira et al. (1987), para minerais das diferentes partes do fruto de pequi, encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 Composição de minerais P, K, Ca, Mg, S (mg/100g), Cu, Fe, Mn e Zn (ppm), das diferentes partes do pequi, expressos em g/100g de matéria seca.

Partes do pequi	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg/100g					mg/kg			
Polpa	100	820	70	120	60	7	29	8	14
Amêndoa	1080	1340	140	380	340	20	66	9	71
Casca	60	1660	80	100	70	3	23	17	18

Fonte: Ferreira et al. (1987).

Souza et al. (2004) identificaram os ácidos graxos nos óleos das amêndoas de pequi e o teor de ácido graxo oléico (56,11%) encontrado indica a possibilidade de seu uso como óleo comestível. Os outros ácidos graxos identificados foram o linolênico (5,03%), e os ácidos graxos saturados láurico (0,11%), mirístico (0,25%), palmítico (36,74%) e esteárico (1,75%).

2.7 Resíduos do abacaxi obtidos da extração do suco e de conserveiras

O abacaxi, ou ananás (*Ananas comosus*, L. Merr.), pertencente à família *Bromeliaceae*, é uma planta apreciada em todos os países tropicais. Sua polpa é succulenta, saborosa e ligeiramente ácida e muito refrescante. Segundo IBGE (2008), o Brasil é o quarto produtor mundial de abacaxi, sendo superado pela Tailândia, Filipinas e China, com produção de 32 milhões de toneladas, em 2,20 milhões de hectares para o mercado interno, com perspectivas para exportação. Na produção nacional, destacam-se os estados da Paraíba, Pará e Minas Gerais, este último responsável por 13,00% da área plantada no Brasil, principalmente no Triângulo Mineiro (Cunha, 2003; Rivelles, 2007).

O sabor e o aroma do abacaxi são atribuídos à presença e aos teores de vários constituintes químicos, como os açúcares responsáveis pelo aroma característico do fruto maduro. A razão para a coloração amarela da polpa é conferida aos pigmentos carotenóides, enquanto substâncias pécticas conferem ao fruto sua textura e as vitaminas e minerais lhe atribuem alto valor nutricional, sobressaindo-se o ácido ascórbico (vitamina C) e o potássio (Thé et al., 2003). Estas características exercem papel importante no controle da qualidade, sendo responsável pela preferência dos frutos, seja pela indústria e ou para o consumo “*in natura*” (Carvalho & Clemente, 1981; Gonçalves & Carvalho, 2000; Sarzi & Durigan, 2002).

Ao lado das qualidades sensoriais que a distinguem universalmente, há o seu valor dietético, comparável ao das melhores frutas tropicais (Medina et al., 1987, Granada et al., 2004). O fruto apresenta alto teor de açúcares, em que predomina a sacarose (5,90% a 12,00%), apresentando também glicose (1,00% a 3,20%) e frutose (0,60% a 2,30%), sendo rico em sais minerais e vitaminas A, C, B₁ e B₂ (Thé et al., 2003). Seu consumo é recomendado para crianças, dada a importância desses minerais na formação do sangue e dos ossos (Leite, 2003). O abacaxi recém-colhido apresenta, em média, 80,00% de umidade, de 12,00% a 15,00% de açúcares, 0,60% de ácidos, 0,40% de proteína, 0,50% de cinzas e 0,10% de gordura, além de fibras e vitaminas (Salunke & Desai, 1984; Franco, 2000; Sarzi & Durigan, 2002).

O processamento de frutas para a obtenção de polpas para a elaboração de néctares (sucos com adição de água) e o comércio de polpas congeladas tem aumentado no mercado brasileiro (Salgado et al., 1999). Segundo dados da FAO (1998), calcula-se que, do total de frutas processadas na produção de sucos e polpas, sejam gerados, aproximadamente, 30,00% de resíduos agroindustriais, pois o aproveitamento da matéria-prima no processamento não ultrapassa o limite de 80,00% a 85,00% (Schaub & Leonard, 1996; Larrauri, 1999).

O processamento utilizado para a obtenção de polpa congelada implica no descarte de partes não comestíveis e na redução do teor de fibra alimentar original dos frutos. Dentre os vários processos de industrialização do abacaxi, grandes quantidades de rejeitos, constituídos por talos, coroas, cilindro central e cascas, sobram nas fábricas, e correspondem de 30,00% a 40,00% do peso da matéria-prima processada. O resíduo da extração de polpa mostra uma média (matéria seca) do material processado com variação entre 12,00% e 16,50% (Medina et al., 1987; Salgado et al., 1999; Granada et al., 2004).

Os resíduos industriais do abacaxi (casca e cilindro central) têm sido estudados, pois sua utilização está direcionada para produção de caldas, processamento de vinagre, de geléias, de combustível e para a obtenção de celulose. Também, tanto a casca quanto o cilindro central do abacaxi podem ser considerados boa fonte de fibra alimentar. O cilindro central do abacaxi é aproveitado pela indústria alimentícia na prensagem e na extração do suco, junto com outros resíduos, como casca e extremidades do fruto, passando pela etapa de refinamento. Estes resíduos sofrem trituração, tratamento térmico, a aproximadamente, 63°C, prensagem e filtragem. Os resíduos da prensagem (também chamados de torta) são transformados em farelos para ração animal ou para adubação (Medina et al., 1987; Bobbio & Bobbio, 1992; Botelho, 1998).

Suco de abacaxi obtido a partir dos resíduos da indústria conserveira apresentou composição centesimal com 0,25% de proteína, 0,90% de lipídios, 8,40% de carboidratos, 0,05% de fibra bruta, 0,01% de cinzas e 90,40% de umidade (Botelho, 1998 e 2002, Borges et al., 2004).

Dentre a composição químico-bromatológica de vários resíduos da agroindústria processadora de frutas, o resíduo de abacaxi apresentou 15,30% de umidade, 8,40% de proteína bruta, 1,20% de extrato etéreo, 6,8% de cinzas, 30,70% de fibra detergente ácido (FDA) e 71,4% de fibra detergente neutro (FDN). Componentes da fração hemicelulósica extraída da parede celular do

abacaxi apresentam 60,00% de polissacarídeo composto de xilose, arabinose, glicose, galactose e manose, em que o resíduo final da parede celular (42,00%) corresponde à fração celulósica. O processo de desidratação destes resíduos e sua utilização na alimentação humana merecem estudos mais aprofundados, devido à sua facilidade de deterioração enquanto úmido e sua remanescente riqueza como resíduo (Bartolomé & Rupérez, 1995; Lousada Junior et al., 2006).

O conteúdo e a composição de fibra alimentar ou dietética de frutas foram estudados, em Taiwan, por Chang et al. (1998). Dentre várias espécies estudadas, o abacaxi apresentou, na matéria úmida, 1,60% de fibra alimentar total e, na matéria seca, 14,00% de fibra alimentar total e 3,00% de solúvel, constituída de arabinose (7,80%), xilose (9,50%), manose (22,60%), galactose (18,00%), glucose (10,80%) e ácido urônico (31,30%).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (DCA/UFLA), em Lavras, MG.

Foi utilizada a terminologia “barra alimentícia”, conforme Línea (2006) e Campos (2008) e não barra de cereais, pelo fato de conter uma diversidade de ingredientes alimentícios e não se compor apenas por cereais, sendo o arroz o único cereal existente nelas. As barras alimentícias foram elaboradas utilizando-se os seguintes componentes: quirera de arroz pré-gelatinizada, resíduo de extrato de soja desidratado, castanha de pequi processada e resíduo de abacaxi desidratado.

A matéria-prima utilizada para o estudo foi a quirera de variedades mistas de arroz de beneficiadora local da cidade de Lavras, MG e a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] BRS Garantia, proveniente da EPAMIG/Uberaba, safra 2005. A produção do extrato de soja e a desidratação de seu resíduo foram realizadas no CEFET–Uberaba. A quirera de arroz foi cozida e desidratada (pré-gelatinizada). A castanha do pequi foi adquirida da produção familiar da cidade de Taiobeiras, norte de Minas Gerais e o resíduo do suco e de conservas do abacaxi desidratado no CEFET–Uberaba.

3.1 Processamento das barras alimentícias

Os ingredientes da fase sólida (quirera de arroz - QA, resíduo do extrato de soja - RES, castanha de pequi - CP e resíduo de abacaxi - RA) foram preparados conforme descrito a seguir:

- a) quirera de arroz → após a obtenção da beneficiadora de arroz, foi preparada com cozimento em água 2:1, com 10 ml de óleo de girassol para cada 100g,

por 5 minutos. Em seguida, desidratada, a 65°C, em estufa de ar forçado por 24 horas;

- b) resíduo do extrato de soja → fabricou-se o leite de soja com proporção de 1:10, em que a soja foi lavada, macerada em água por 12 horas, da qual a água da maceração foi descartada. Os grãos foram triturados e submetidos ao tratamento térmico, ebulição por 10 minutos, para inativação e ou redução dos fatores antinutricionais da soja e redução de carga microbiana indesejáveis do material. Ao filtrar, obtiveram-se, por um lado, o leite e, por outro, o resíduo do extrato de soja (*okara*), o qual foi submetido imediatamente à secagem em forno convencional, a 150°C, por 6 horas, atingindo em torno de 8% de umidade;
- c) castanha de pequi → obtida após a retirada da polpa, com fervura por 2 horas. Logo em seguida, a parte espinhosa foi desidratada por secagem natural e foi cortada no sentido horizontal, com faca de aço inoxidável para a extração da castanha. Esta também foi desidratada por secagem natural e, depois, torrada, a cada 100g, a 90°C, por 2 minutos, sobre calor direto em recipiente de aço inoxidável;
- d) resíduo de abacaxi → o resíduo recolhido do despulpamento do abacaxi para a produção de polpa, junto com o cilindro central retirado do abacaxi para compotas, foi colocado no desidratador solar por 2 dias, que atinge, no máximo, 45°C.

Os subprodutos e os resíduos processados que compuseram a fase sólida das barras alimentícias (BA) foram levemente triturados, sem uniformidade, como demonstram as ilustrações da Figura 3 e armazenados em recipientes herméticos, em temperatura ambiente, protegido do sol e da umidade. Em seguida, foram pesados conforme cada tratamento e homogeneizados para serem inseridos no xarope ligante, preparado nas proporções determinadas (Figura 4).

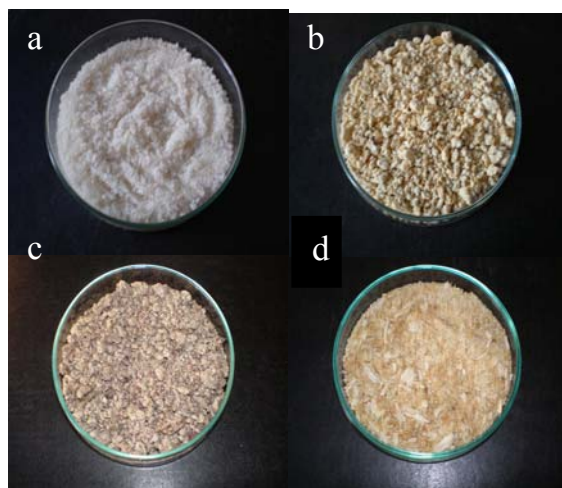


FIGURA 3 Ilustração dos componentes secos das barras alimentícias: (a) quirera de arroz pré-gelatinizada, (b) resíduo de extrato de soja desidratado, (c) castanha de pequi e (d) resíduo de suco de abacaxi desidratado.

As barras alimentícias foram elaboradas contendo uma fase líquida (50%) e uma fase sólida (50%). Na fase líquida, as proporções dos ingredientes do xarope ligante foram determinadas por meio de uma sequência de testes, conforme Gomes & Montenegro (2006), obtendo-se formulação final para utilização nos cinco tratamentos das barras alimentícias em quantidades fixas.

A fase sólida das barras alimentícias foi constituída por ingredientes em quantidades fixas de castanha de pequi (CP) com 14%, resíduo de abacaxi (RA) com 12% e por ingredientes em diferentes proporções em cereal [quirera de arroz(QA)] e fabaceae [resíduo de extrato de soja (RES)] com 24%.

As proporções dos subprodutos e dos resíduos agroindustriais referentes aos tratamentos foram, portanto, definidas a partir da caracterização química de quirera de arroz, de resíduo do extrato de soja, de castanha de pequi e de resíduo

de abacaxi (matéria seca), dos quais foram observados os teores de proteínas, fibra alimentar e demais componentes químicos, para atender, com o consumo de uma barra alimentícia (25g) em relação à proteína, aproximadamente 3,00% dos valores de ingestão dietética de referência (DRI) para adulto com 70 kg (0,8g/kg de peso) (IOM, 2005) e, em relação à fibra alimentar, o teor de 3,00% de fibra, com a finalidade de serem consideradas “fontes de fibra alimentar”, conforme Portaria nº. 27 (Anvisa, 1998), para atender a 12% em relação à DRI de 25g/dia (IOM, 2005).

Foram estabelecidos cinco tratamentos (barras alimentícias, BA), os quais se distinguiram pelos ingredientes de diferentes proporções. As quantidades (%) dos ingredientes que fizeram parte das barras alimentícias foram definidas com base nos conteúdos protéicos do cereal e da fabaceae, em diferentes proporções de proteína de fabaceae:proteína de cereal, na seguinte ordem 0:1 (BA A); 1:1 (BA B); 3:1 (BA C); 9:1 (BA D) e 1:0 (BA E).

As etapas do trabalho e das análises na matéria-prima e nas barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais estão ilustradas na Figura 4.

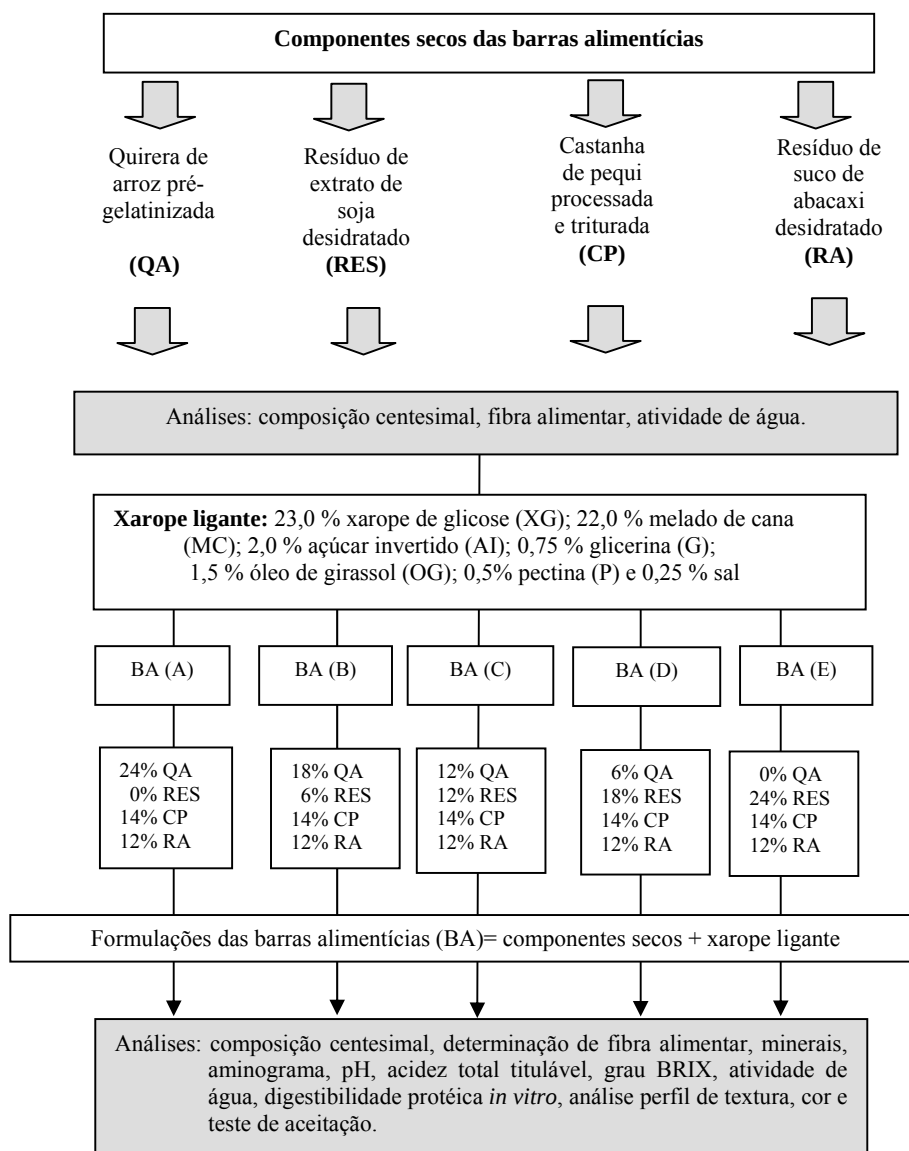


FIGURA 4 Etapas de confecção e das análises realizadas na matéria-prima e nas barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.

Em seguida à obtenção de cada ingrediente seco da composição das BA, estes foram pesados conforme cada tratamento, homogeneizados e reservados. Preparou-se o xarope ligante, composto de xarope de glicose (60° Brix), melado de cana (76°Brix), açúcar invertido (77,8°Brix), glicerina bidestilada, óleo de girassol, pectina cítrica e sal, aquecidos à temperatura de 95°C (85°-86°Brix).

Após completa homogeneização do xarope ligante, adicionaram-se os ingredientes secos, compostos de quirera de arroz pré-gelatinizada, resíduo de extrato de soja desidratado, castanha de pequi torrada e resíduo de abacaxi desidratado, conforme cada tratamento. Estes foram misturados ao xarope ligante para aglutinação e homogeneização, sob aquecimento, por 30 segundos, resultando em uniformidade dos ingredientes. A massa obtida foi laminada por meio de pressão com rolo compressor, moldada manualmente num retângulo com 9,00cm x 12,00cm com espessura próxima a 0,60cm, resfriada em temperatura ambiente, cortada com faca de aço inoxidável no formato de barra retangular (9,00cm x 3,00cm x 0,60cm) com, aproximadamente, 25 g cada e embalada com folha de alumínio e em sacolas plásticas de alimento.

As etapas principais do processamento das barras alimentícias estão apresentadas na Figura 5.

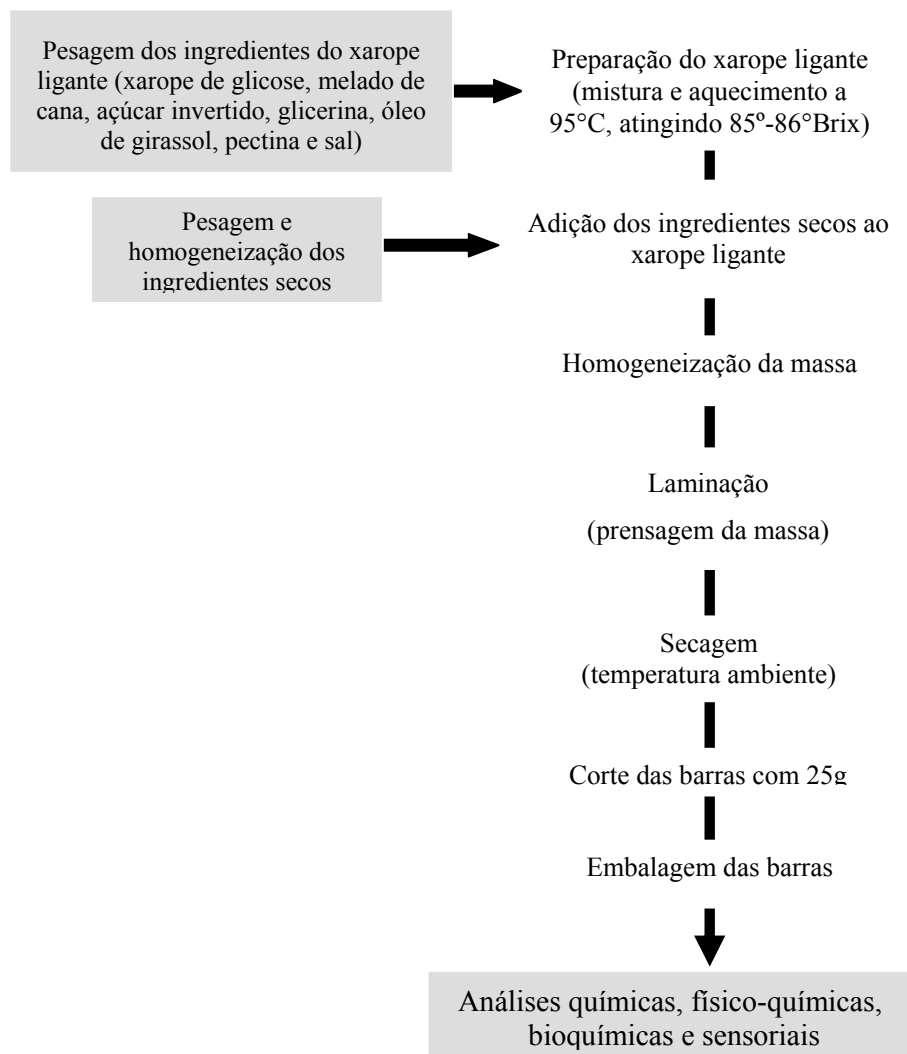


FIGURA 5 Etapas principais de obtenção das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais e análises realizadas.

A tecnologia de preparação das barras alimentícias foi adaptada conforme descrição de Gomes & Montenegro (2006). As etapas de confecção das barras estão ilustradas na Figura 6.



FIGURA 6 Ilustração das etapas de confecção das barras alimentícias elaboradas à base de subprodutos e resíduos agroindustriais, nas diferentes proporções de quirera de arroz (QA) e resíduo do extrato de soja (RES) com castanha de pequi (CP), resíduo de abacaxi (RA) e xarope ligante, em quantidades fixas.

Os produtos permaneceram acondicionados em embalagens de alumínio, com o objetivo de conservar suas características nutricionais e sensoriais para a concretização das análises, em temperatura ambiente, protegidos do sol e da umidade.

3.2 Composição centesimal

As análises da composição centesimal foram efetuadas conforme AOAC (1990). A umidade foi determinada pelo método gravimétrico, com emprego de calor, baseando-se na perda de peso do material submetido ao aquecimento de 105°C, até peso constante. Para o extrato etéreo, utilizou-se o método de “Soxhlet” (gravimétrico), baseado na perda de peso do material submetido à extração com éter ou na quantidade do material solubilizada pelo solvente. A fração proteína foi determinada pelo método de “Kjeldahl” por meio da determinação da porcentagem total de nitrogênio e multiplicado pelo fator médio de 6,25. Determinou-se o resíduo mineral fixo (cinzas) pela calcinação da amostra em mufla, a 550°C, até a obtenção de cinzas claras ou ligeiramente acinzentadas. Calcularam-se os carboidratos por diferença, considerando fibra alimentar total determinada por método enzimático-gravimétrico.

3.3 Valor calórico das barras alimentícias

Com base na composição das barras alimentícias, utilizaram-se fatores de conversão de Atawater: 4kcal/g (proteína), 4kcal/g (carboidratos) e 9kcal/g (lipídeos), conforme Osborne & Voogt (1978).

3.4 Determinação de minerais das barras alimentícias

Análises de minerais (P, K, Mg, S, Cu, Mn, Zn e Fe) foram realizadas no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA, obtidos dos extratos das amostras, por digestão nitroperclórica e determinados segundo

Malavolta et al. (1989). O fósforo foi determinado por colorimetria, segundo método da AOAC (1990); o enxofre, por turbodimetria; o potássio e o sódio, por fotometria de chama; magnésio, manganês, zinco, cobre e ferro, por espectrofotômetro de absorção atômica.

3.5 Análise do perfil de aminoácidos (aminograma)

Os aminogramas foram realizados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), no Centro de Química de Proteína da Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto, SP. Aplicou-se hidrólise ácida nas amostras com HCl 6N, por 22 horas, a $110\pm 1^{\circ}\text{C}$, para quantificar os aminoácidos (lisina, histidina, arginina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina, cisteína, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina e fenilalanina), de acordo com Spackman et al. (1958). Para a determinação do triptofano, aplicou-se LiOH 4N, por 24 horas, a $110\pm 1^{\circ}\text{C}$, conforme técnica descrita por Lucas & Sotelo (1980), por meio de cromatografia líquida – HPLC em colunas de resina de troca catiônica em analisador de aminoácidos Nicolas V.

O analisador de aminoácidos Nicolas V consiste de duas colunas de troca iônica, sendo uma longa, que separa aminoácidos ácidos e neutros, e uma curta, que separa aminoácidos básicos e triptofano. Alíquotas entre 0,010 e 0,900 mL foram aplicadas nas colunas de troca catiônica (resina: PC 6ª *amino acid analysis resin pierce*) e eluídas por diferenças de pH e força iônica (coluna curta pH 5,28; coluna longa pH 3,25 e, posteriormente, pH 4,25) (Spackman et al., 1958). Após a separação cromatográfica, os aminoácidos eluídos da coluna reagiram com ninidrina, à temperatura de, aproximadamente, 100°C e os produtos desta reação foram detectados, colorimetricamente, em dois comprimentos de onda: 440nm para a prolina (cubeta de 6mm de caminho óptico) e 570nm para os demais aminoácidos (cubeta de caminho óptico de

12mm). A identificação dos picos foi realizada com base nos tempos de retenção de cada resíduo.

3.5.1 Escore químico

Para a verificação dos aminoácidos limitantes existentes na proteína em estudo de cada produto, foi realizado o escore químico de aminoácidos (EQ), conforme Pellet & Young (1980), tomando como referência o padrão teórico da FAO/WHO (1990). Calculou-se o quociente de cada um dos aminoácidos essenciais (mg) contido na proteína (g) teste pelo mesmo aminoácido contido na proteína de referência, multiplicando-se o resultado por 100. O valor que atendeu a 100% ou mais demonstra que os aminoácidos não são limitantes em relação ao padrão utilizado como referência.

$$EQ = \frac{\text{mg aminoácido essencial/g proteína teste}}{\text{mg aminoácido essencial/g proteína referência}} \times 100$$

3.6 Análises físico-químicas

3.6.1 pH

Para a determinação do pH das amostras das barras alimentícias, foi utilizado pHmetro Schott Handylab (digital), em solução homogeneizada do produto com água destilada, de acordo com AOAC (1997).

3.6.2 Sólidos solúveis das barras alimentícias

Os teores de sólidos solúveis foram determinados por leitura em refratômetro manual, marca Atago, modelo N-1E, com °BRIX entre 0~32%, segundo AOAC (1990).

3.6.3 Atividade da água

A atividade da água (A_w) foi medida pelo aparelho Aqua Lab, modelo 3TE série 3B v 3.0 (Decagon Devices Inc. Washington, EUA), com padrão de A_w de 0,492, em temperatura de 25°C. Utilizou-se equipamento AquaLab, com determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado. Esta técnica é originária da medida de umidade relativa aprovada pelo AOAC (1990).

3.7 Determinação da cor das barras alimentícias

A cor das barras alimentícias foi determinada em lados opostos pelo colorímetro marca Minolta, modelo Chroma Meter CR-3000, sistema $L^*a^*b^*$ cielab. A coordenada L^* representa quão clara ou escura é a amostra; a coordenada a^* corresponde do verde ao vermelho e a coordenada b^* , com a intensidade de azul ao amarelo. Os parâmetros de cor, medidos em relação à placa de cor branca, foram:

L^* = luminosidade (0 = cor preta a 100 = cor branca);

a^* = variando da cor verde ao vermelho (-60,0 a +60,0, respectivamente);

b^* = variando da cor azul ao amarelo (-60,0 a +60,0, respectivamente).

3.8 Análise de perfil de textura (TPA) instrumental

Foi realizado o teste de análise do perfil de textura, *texture perfil analysis* (TPA), das barras alimentícias. Para dureza e corte, utilizou-se o analisador de textura *Stable Micro System*, modelo TAXT2i (software Texture Expert, version 1,22), com uma probe cilíndrica de alumínio com 6 mm de diâmetro (*dia cylinder stainless*), com extremidade plana para dureza e probe *hdp/bsw blade set with warner bra*) para corte. As barras foram analisadas em porções de 25g, com espessura variável de 0,50cm a 0,70cm, distância de 2,00cm das probes de corte e dureza.

Foram analisados o corte e a dureza das amostras, sendo expresso em Newton (N). Configurou-se uma compressão de 5,0 mm, correspondente a uma deformação de 100% da amostra, tendo os parâmetros de configuração do aparelho em:

- velocidade do pré-teste = 2,0 mm/s;
- velocidade do pós-teste = 5,0 mm/s;
- força = 0,981 N;
- tempo = 5,00 s;
- distância de compressão = 5,0 mm;
- velocidade do teste = 0,20 mm/s.

3.9 Análises bioquímicas

3.9.1 Fibra alimentar

Realizou-se a determinação de fibra alimentar total, fibra insolúvel e solúvel, segundo AOAC (1997) e Prosky et al. (1998), com modificações. Utilizou-se uma combinação de métodos enzimáticos e gravimétricos, em que as amostras liofilizadas e desengorduradas foram gelatinizadas com alfa-amilase termo-estável, enzimaticamente digeridas com protease e amiloglicosidase, filtragem para obter fibra insolúvel e o sobrenadante precipitado com etanol e filtragem para a obtenção de fibra solúvel. A soma direta das fibras resultou em fibra alimentar total (AOAC, 1997).

3.9.2 Digestibilidade protéica *in vitro*

A digestibilidade da proteína *in vitro* das barras alimentícias foi realizada conforme Akesson & Stahmann (1964) e Mauron (1973), com modificações. As amostras foram hidrolisadas por digestão enzimática com pepsina, por 1 hora e pancreatina, por 3 horas, ambas em pH ótimos, a 37°C. Seguiu-se com precipitação da proteína não hidrolisada com ácido

tricloroacético (TCA) e filtragem da fração solubilizada, para a determinação, por digestão, destilação e titulação (Kjeldahl), do nitrogênio contido nos aminoácidos e peptídeos de baixo peso molecular liberados durante a proteólise, obtida por meio da relação entre o teor de nitrogênio total da amostra, nitrogênio digerido e nitrogênio produzido pela autodigestão das enzimas (branco enzima). A caseína foi utilizada como controle e sua digestibilidade tomada como padrão, considerando seu valor em 100%. As barras alimentícias foram corrigidas em relação à caseína e os resultados expressos em porcentagem da matéria seca.

3.9.3 Determinação de atividade de inibidores de tripsina na castanha de pequi

O método de determinação da atividade de inibidor de tripsina baseia-se na quantificação por espectrofotometria (410nm) das unidades de tripsina (UT) “livres” e das unidades de tripsina inibidas (UTI). Esta é obtida quando a amostra (possível inibidor) é adicionada ao sistema enzima-substrato (tripsina-BAPA) e quantifica a atividade do inibidor, por diferença dos valores resultantes, conforme metodologia de Kunitz (1974) e Kakade et al. (1969 e 1974), cuja técnica está descrita em AACC (1976).

3.10 Análise sensorial

A avaliação sensorial das barras alimentícias foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do DCA/UFLA, com 70 consumidores de barra de cereais de ambos os sexos, na maioria com idade entre 20 a 45 anos, que consomem barras de cereais até quatro vezes por mês. As amostras foram apresentadas ao consumidor à temperatura ambiente, com código aleatório de três dígitos, de forma balanceada. O procedimento ocorreu em cabines individuais, sob luz branca equivalente à do dia. A sessão foi composta por cinco amostras de barras alimentícias, correspondentes aos cinco tratamentos

(A= 24% de QA e 0% de RES; B= 18% de QA e 6% de RES; C= 12% de QA e 12% de RES; D= 6% de QA e 18% de RES e E= 0% de QA e 24% de RES), com dez gramas cada porção, apresentadas monadicamente. O teste de aceitação foi realizado utilizando-se escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de “1 - desgostei extremamente” a “9 - gostei extremamente”. A intenção de compra foi avaliada por meio de escala estruturada mista, variando de “1 - certamente eu não compraria” a “5 - certamente eu compraria”, conforme Meilgaard et al. (1987). A ficha de avaliação está representada na Figura 7

Ficha de teste de aceitação e intenção de compra					
Nome: _____			Data: _____		
Faixa etária: () abaixo de 20 anos () 20 a 35 anos () 35 a 45 anos () mais de 45 anos					
Consumo de barras: () 1 vez/semana () 2 vezes/semana () 1 vez/mês () 2 vezes/mês					
Você está recebendo 5 amostras codificadas de um novo tipo de produto. Por favor, avalie cuidadosamente cada um dos atributos sensoriais na ordem (aparência, sabor, textura e aspecto global). Avalie utilizando a escala abaixo, o quanto você GOSTOU OU DESGOSTOU de cada atributo do produto.					
9- gostei extremamente					
8- gostei muito					
7- gostei moderadamente	Amostra nº:	_____	_____	_____	_____
6- gostei ligeiramente	Nota Aparência	_____	_____	_____	_____
5- não gostei e nem desgostei	Nota Sabor	_____	_____	_____	_____
4- desgostei ligeiramente	Nota Textura	_____	_____	_____	_____
3- desgostei moderadamente	Nota Aspecto Global	_____	_____	_____	_____
2- desgostei muito					
1- desgostei extremamente					
Indique a INTENÇÃO DE COMPRA do produto, utilizando-se a escala abaixo:					
5- certamente eu compraria					
4- provavelmente eu compraria	Amostra nº:	_____	_____	_____	_____
3- talvez eu compraria	Intenção de				
2- provavelmente eu não compraria	Compra	_____	_____	_____	_____
1- certamente eu não compraria					

FIGURA 7 Ficha utilizada no teste de aceitação e intenção de compra de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.

3.11 Análise estatística

O delineamento experimental das análises tecnológicas, químicas e bioquímicas foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições e o delineamento da análise sensorial foi delineamento experimental de blocos casualizados completos, em que cada provador constitui um bloco.

Os efeitos de tratamentos foram avaliados por análise de variância (ANAVA), seguida de teste de Tukey, a 5% de significância, para identificar as diferenças em casos significativos. As análises de variância e o teste de médias foram realizadas no *software* Sisvar (Ferreira, 2000) e boxplots (Chambers et al., 1983) foram feitos no *software* R (R Development Core Team, 2007). Para a construção dos boxplots, utilizou-se a seguinte interpretação: as marcas, de baixo para cima, em valor mínimo, representam, respectivamente, o primeiro quartil, a mediana (segundo quartil), o terceiro quartil e o valor máximo.

Foram realizadas também análises de correlação entre as características tecnológicas (cor e textura instrumental, sólidos solúveis, pH e atividade da água), químicas (umidade, proteína, lipídeos, cinzas, extrato não nitrogenado e minerais), de fibra alimentar, dos aspectos sensoriais de aparência, textura, sabor, aspecto global e intenção de compra, por meio de um mapa de preferência externo (MPE) vetorial (Schlich, 1995), utilizando-se também o *software* R (R Development Core Team, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises químicas dos componentes secos e das barras alimentícias

a) Componentes secos das barras alimentícias

A composição centesimal dos componentes secos (subprodutos e resíduos agroindustriais) das barras alimentícias está representada na Tabela 6.

TABELA 6 Valores médios da composição centesimal (base integral) e atividade da água dos componentes secos (subprodutos e resíduos agroindustriais) das barras alimentícias.

Variáveis analisadas	Subprodutos agroindustriais		Resíduos agroindustriais	
	Quirera de arroz pré-gelatinizada	Castanha de pequi processada	Resíduo extrato de soja desidratado	Resíduo de abacaxi desidratado
Umidade	3,27	2,59	8,64	16,75
Proteínas*	8,87	26,89	22,95	3,57
Lipídeos	4,62	43,30	10,30	0,75
F A T **	16,02	22,48	49,21	37,52
F A insolúveis	15,38	21,48	46,65	35,06
F A solúveis	0,65	1,00	2,56	2,46
Cinzas	0,14	3,51	2,05	0,79
ENN***	67,08	1,23	6,86	40,62
Atividade da água	0,127	0,543	0,564	0,513

Dados representam médias de quadruplicatas de cada componente

* Proteínas % (N x 6,25)

** Fibra alimentar total

*** Extrato não nitrogenado (calculados por diferença)

Verifica-se, pelos dados da Tabela 6, elevado teor de umidade no RA desidratado, provavelmente devido ao processamento utilizado de secagem ao natural (secador solar), em que a temperatura, que permaneceu na faixa entre 36° a 40°C, e o tempo sofrem oscilações, dependendo do ambiente e do alimento. Com esse processo, obtêm-se produtos com menores perdas das qualidades de sabor e de nutrientes. A utilização de temperatura maior que 70°C e ou tempo de secagem prolongado poderia provocar queima e perdas do material (Rodrigues, 2006).

Os teores de proteína da CP e do RES podem influenciar na textura das barras alimentícias, principalmente pelas propriedades funcionais de solubilidade, emulsificação e geleificação, como também as quantidades de lipídeos apresentadas pelos mesmos componentes que podem contribuir para a maciez de um produto (Sgarbieri, 1996; Gomes & Montenegro, 2006). Os teores de fibras alimentares totais e insolúveis demonstraram valores altos, podendo considerar todos os componentes secos das barras alimentícias analisados como ricos em fibras, situação esperada por serem amostras de subprodutos e, principalmente resíduos (ANVISA, 1998).

O subproduto QA pré-gelatinizada apresentou (Tabela 6) teor protéico de 8,87%. Este valor está próximo ao da farinha de quirera de arroz pré-gelatinizada relatado por Barbosa (2006), de 9,11% e por Dors (2006), de 8,35%. Também se aproxima dos valores apresentados por Limberger (2006), para quirera de arroz crua, com 8,13%; por Augusto-Ruiz et al. (2003), no estudo da farinha de quirera de arroz integral pré-gelatinizada, com 8,21%; aos teores apresentados por Lima et al. (2000), de 7,71% a 8,72% em quirera de arroz e ao teor protéico do arroz polido dos trabalhos de Naves (2007) e de Maia et al. (1999), respectivamente, com valores de 6,70% a 7,20% e de 9,74%, e da farinha de arroz polido, encontrado por Borges et al. (2003), de 7,5% de proteína.

O teor de lipídeos de 4,62% (Tabela 6) da QA foi superior aos valores apresentados por Augusto-Ruiz et al. (2003), de 1,52%; por Barbosa et al. (2006), de 0,73%; por Dors (2006), de 0,34% e por Limberger (2006), com 1,15% de extrato etéreo. Também foi maior que o teor de lipídeos de Maia (1999), de 0,38; de Borges et al. (2003), de 0,30 e de Naves (2007), de 0,40% a 0,60%, teores inferiores da QA deste trabalho. O alto valor de lipídeos encontrado na QA da Tabela 6 se deve também ao óleo de girassol utilizado no processamento de pré-gelatinização, na etapa de cozimento da matéria-prima.

As fibras alimentares totais (16,02%), insolúveis (15,38%) e solúveis (0,65%) da QA pré-gelatinizada deste trabalho foram superiores aos teores da quirera de arroz nativa crua apresentados por Limberger (2006), nas totais e insolúveis (2,13% e 0,34%); inferior nas solúveis (1,78%) e superior à fibra alimentar total apresentada por Augusto-Ruiz et al. (2003), de 9,63%, em farinha de arroz integral extrudada.

O processamento térmico de pré-gelatinização da QA empregado neste trabalho dividiu-se em duas etapas. Após cozimento úmido, efetuou-se desidratação o que, provavelmente, favoreceu a retrogradação do amido, podendo tornar-se amido resistente (Eggum et al., 1993). Vários mecanismos podem explicar as mudanças no perfil da fibra alimentar de grãos processados termicamente. A ocorrência de amido resistente do tipo 3 (RS3) em farinha de cevada foi relatada nos estudos de Vasanathan et al. (2002). Esta situação também foi apresentada por Limberger (2006), com aumento da quantidade de fibra alimentar da quirera de arroz após extrusão.

Os valores para proteína (22,95%) do RES (Tabela 6) situaram-se próximos aos estudos de Riet et al. (1989), com 25,4% a 28,40%; de Khare & Gandhi (1995), com teores de 28,00% e de Ma et al. (1997), com 26,80%. Em comparação com os trabalhos de Aguirre et al. (1981), que relataram valores de proteínas de 37,20% a 38,80%; de Diaz & Sarantópoulos (1987), de 36,52%; de

Wang et al. (1999b), 31,69% e de Bowles & Demiate (2006), de 37,00% de proteína, estes foram superiores aos valores analisado.

Os teores de lipídeos do RES deste trabalho (Tabela 6) foram de 10,30%. Riet et al. (1989) apresentaram teores próximos, de 9,30% a 10,90% e Khare & Gandhi (1995), de 9,00%. Aguirre et al. (1981) relataram valores superiores de lipídeo aos deste trabalho, de 18,40% a 19,50%, como também Ma et al. (1997), com 12,30%; Wang et al. (1999b), com 15,37% e Bowles & Demiate (2006), com 13,00%. O valor encontrado por Diaz & Sarantópoulos (1987), 8,73%, foi inferior.

Em relação à fibra alimentar total, o RES apresentou teores de 49,21% (Tabela 6), que ficou entre os valores relatados por Riet et al. (1989), de 52,80% a 58,10% e o de 42,50%, dos trabalhos de Bowles & Demiate (2006)

A CP apresentou teores próximos aos de Ferreira et al. (1987), 24,60% de proteína; 42,20% de lipídeos e 5,00% de cinzas e aos de Rodrigues (2005), 26,24% a 30,63% de proteína; 31,15% a 35,35% de lipídeos e 3,65% a 4,12% de cinzas. Também foram superiores aos de Rodrigues et al. (2004), de 9,70% a 20,30% de proteínas; de 23,80% a 28,70% de lipídeos e de 2,30% a 2,60% de cinzas. Souza et al. (2004) apresentaram teor de lipídeos para CP de 24,60%, valor próximo ao apresentado na Tabela 6 deste trabalho. Provavelmente, devido às variações possíveis na composição do fruto, conforme a região de cultivo e ao período em que o fruto foi colhido (Rodrigues, 2005).

Numa comparação com a castanha-de-caju e com castanha-do-pará (castanha-do-brasil), a primeira apresentou, no trabalho de Melo et al. (1998), teor de proteína de 21,76% e 48,35% de lipídeo, valores próximos à CP. A castanha-do-pará, no trabalho de Souza & Menezes (2004), apresentou teores de 14,29% para proteína e de 8,00%, 4,83% e 3,12%, para fibra alimentar total, insolúvel e solúvel, inferiores à CP e o teor de 67,30% para lipídeo, valor superiores à CP.

O RA apresentou teor de proteína de 3,57% (Tabela 6), inferior ao valor apresentado por Lousada Júnior et al. (2006), com 7,07% de proteína, oriundo do resíduo desidratado do processamento do abacaxi. Borges et al. (2004) apresentaram, em seus estudos sobre o suco de abacaxi obtido a partir de resíduos da indústria conserveira (cascas, centros e aparas), 0,90% de lipídeos, teor próximo aos encontrado neste trabalho, indicando provavelmente a presença uniforme e com baixos teor de lipídeos na constituição de todo o fruto.

Em estudo de fibra alimentar de frutas de Chang et al. (1998), o abacaxi apresentou, na matéria seca do fruto, 14% de fibra alimentar total, teor inferior ao da Tabela 6. A desidratação de um alimento proporciona concentração dos constituintes sólidos, tornando sua composição centesimal diferenciada do alimento “*in natura*” (Evangelista, 2005; Rodrigues, 2006).

Todos os componentes secos apresentaram atividade de água (A_w) $<0,6$. A A_w é um dos parâmetros mais importantes para a indústria de alimentos em termos da conservação. Os alimentos com A_w inferior a 0,60 estão assegurados quanto à contaminação microbiana. A partir de A_w 0,65, começa a ocorrer a proliferação de microrganismos (Ditchfield, 2000; Evangelista, 2005).

Os resultados da Tabela 6 definiram a distribuição das quantidades dos componentes secos das barras alimentícias, das quais a quantidade fixa de 14% da CP apresentou 0,97g de proteína e os 12% de RA 0,13g de proteína, para todos os tratamentos.

As diferentes proporções de QA:RES apresentaram 2,2g de proteína originária da QA no tratamento A; 1,65g de proteína proveniente da QA e 1,58 de proteína do RES no tratamento B; 1,1g de proteína oriunda da QA e 3,15 de proteína do RES no tratamento C; 0,55g de proteína proveniente da QA e 4,73g de proteína do RES no tratamento D, e 6,3g de proteína oriunda do RES no tratamento E.

As barras alimentícias com 25g apresentaram de 3,7% a 5,5% de atendimento a DRI (0,8g/kg de peso) em proteína para adulto de 70kg (IOM, 2005).

Em relação ao teor de fibra alimentar, foram incluídos 0,5g de pectina da composição do xarope ligante além dos componentes secos (QA, RES, CP e RA), apresentando 14,60% a 23,56% de atendimento à DRI de fibra alimentar (IOM, 2005) com 25g/dia de ingestão. Assim, as cinco barras alimentícias (25g cada) foram consideradas “fonte de fibra alimentar”, segundo a ANVISA (1998), por apresentarem de 3,65% a 5,89% de fibra alimentar nas composições químicas.

b) Barras alimentícias elaboradas à base de subprodutos e resíduos agroindustriais

A composição centesimal das barras alimentícias elaboradas com subprodutos quíler de arroz (QA), resíduos de extrato de soja (RES), castanha de pequi (CP) e resíduo de abacaxi (RA), com diferentes proporções de QA e RES, estão representadas na Tabela 7.

TABELA 7 Valores médios da composição centesimal (base integral), fibra alimentar e calorias das barras alimentícias elaboradas com subprodutos (quirera de arroz e castanha de pequi) e resíduos agroindustriais (de extrato de soja e de suco de abacaxi), com diferentes proporções de quirera de arroz (QA):resíduo de extrato de soja (RES), nos componentes secos e respectivos coeficientes de variação.

Barras alimentícias	Fibra alimentar								
	QA:RES (Tratamento)	Umidade (%)	Proteína* (%)	Lipídeo (%)	Fibra total (%)	Fibra alimentar		Cinzas (%)	ENN** (%)
						Insolúvel (%)	solúvel (%)		
									Calorias totais (kcal)
24:0 (A)	9,44 b	8,12 e	6,72 e	11,61 d	10,21 e	1,40 d	1,11 c	62,99 a	344,96 a
18:6 (B)	11,59 a	9,89 d	7,38 d	12,72 d	11,10 d	1,62 c	1,41 b	57,00 b	333,98 b
12:12 (C)	11,70 a	10,84 c	8,58 c	15,17 c	14,14 c	1,69 bc	1,35 b	51,70 c	327,42 c
6:18 (D)	11,58 a	11,63 b	9,04 b	17,92 b	16,16 b	1,77 ab	1,51ab	48,32 d	321,14 d
0:24 (E)	11,54 a	12,43 a	9,98 a	21,19 a	19,34 a	1,85 a	1,63 a	43,24 e	312,48 e
CV (%)	2,29	2,30	2,41	4,58	2,74	3,22	6,57	0,86	0,59

Médias nas colunas, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, a 0,05 de significância, pelo teste Tukey (CV%= coeficiente de variação).

QA = quirera de arroz; RES = resíduo do extrato de soja

Fibra total = fibra alimentar total

* Proteínas % (N x 6,25)

** Extrato não nitrogenado (calculado por diferença)

Os cinco tratamentos estudados de barras alimentícias apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) na composição centesimal, demonstrando comportamento estritamente crescente do tratamento A ao tratamento E, para proteína, lipídeos, fibra alimentar (total, insolúvel e solúvel) e cinzas e decrescente, também do tratamento A ao tratamento E, para carboidratos e calorias (Tabela 7). Isso porque a diferença entre os tratamentos são as proporções de QA e RES, à medida que aumentava a proporção de RES e diminuía a proporção de QA nas barras alimentícias, aumentando as substâncias em que o RES apresentou maiores teores. Enquanto diminui a QA, o teor de extrato não nitrogenado diminui nas barras alimentícias, devido ao fato de QA apresentar maior teor nestes nutrientes.

Os teores de umidade dos tratamentos B, C, D e E (proporção QA:RES, 18:6, 12:12, 6:18 e 0:24, respectivamente) não diferiram entre si, mas foram superiores ao tratamento A (24%QA e 0%RES), pois, neste tratamento, a barra alimentícia é constituída de QA e demais ingredientes fixos (CP, RA e xarope ligante). Nos demais tratamentos, a presença do RES conferiu, a todas as outras barras alimentícias, teor mais elevado de umidade.

Em relação aos teores de proteína, lipídios e fibra alimentar (total, insolúvel e solúvel), o tratamento E foi superior em relação aos demais, conforme esperado, pois, dentre os componentes secos utilizados na elaboração das barras alimentícias, o RES se destacou nestes teores. Embora a CP possuísse teor mais elevado de proteínas e lipídeos, esta foi adicionado em quantidades iguais (fixas) em todas as barras e o RES foi acrescido do tratamento A ao E de 6% em 6%, enquanto diminuiu-se a quantidade de QA na mesma proporção.

Os tratamentos A e B apresentaram teores de fibra alimentar total iguais e inferiores ao tratamento C e este inferior ao tratamento D. O tratamento A apresentou maior teor de carboidratos e de calorias, resultado também presumido devido ao maior teor de extrato não nitrogenado na QA, que compõe

maior percentagem entre os componentes da fase sólida (componentes secos) e os tratamentos D e E apresentaram valores maiores de cinzas.

A composição centesimal das barras alimentícias revelou valores de 9,44% a 11,54% de umidade, de 8,12% a 12,43% de proteínas, de 11,61% a 21,19% de fibra alimentar, de 1,11% a 1,63% de cinzas e de 43,24% a 62,99% de extrato não nitrogenado (Tabela 7). Estes valores estão próximos aos das barras de cereais elaboradas com dicotilédones de algarobo (*Prosopis chilensis*-Mol Stuntz), por Estévez et al. (2000), que apresentaram em sua composição centesimal valores de 10,40% a 12,30% de umidade; de 8,95% a 15,10% de proteína; de 1,16% a 2,06% de cinzas e de 45,98% a 57,80% de extrato não nitrogenado. O teor de lipídeos das barras (6,72% a 9,98%) foi inferior ao dos estudos de Estevez et al. (2000), com 17,90% a 26,20%.

A barra alimentícia de tratamento A (Tabela 7) tem, em sua composição seca, QA, CP e RA, excetuando o RES e revelou valores próximos, de umidade, proteína e cinzas, aos estudos sobre barra de cereais caseira à base de biscoito de amido de milho, flocos de arroz e de aveia, uva passas e damasco (Brito et al., 2004), que apresentou valores de 7,63% de umidade, 6,27% de proteína e 1,13% de cinzas, teores de lipídeos e fibras alimentares mais altos que os da barra de cereais (respectivamente 0,68% e 3,44%), e extrato não nitrogenado e calorias mais baixos (80,85% e 354,60 kcal). Os outros tratamentos das barras alimentícias que incluem o RES excedem os valores supracitados com exceção da fração glicídica e das calorias.

Os valores da composição centesimal das barras alimentícias demonstraram teores próximos, comparados com valores do estudo de Freitas (2005), que caracterizaram barras de cereais à base de proteína texturizada de soja, aveia e gérmen de trigo, com conteúdo médio de 10,71% de umidade; 15,31% de proteína; 2,20% de cinzas e 60,97% de fração glicídica. Em relação à gordura, fibra alimentar, os valores dos tratamentos em questão foram mais altos

do que os estudos de Freitas (2005), com 5,64% e 5,17%, respectivamente. As fibras alimentares insolúveis e solúveis dos tratamentos analisados também apresentaram valores mais altos (de 10,21% a 19,34% para insolúveis e de 1,40% a 1,85% para solúveis) que os valores médios da barra de cereais, que foram de 4,30% e 0,87%, respectivamente .

A composição centesimal de barras de cereais à base de albedo do maracujá (Matsuura, 2005) demonstrou teores médios de 6,00% de proteínas, 4,00% de lipídeos e 1,00% de cinzas, todos inferiores aos tratamentos das barras alimentícias da Tabela 7. O mesmo também ocorreu com os teores de barras de cereais desenvolvidas em produtos à base de amaranto (Coelho, 2006) com arroz crispies e frutas desidratadas (3,70% de lipídeos, 0,82% de fibra alimentar solúvel, 5,86% de fibra insolúvel) com exceção da proteína (10,33%) e das cinzas (1,43%), que apresentaram teores próximos aos das barras alimentícias.

Os valores médios de lipídeos das barras alimentícias analisadas variaram de 6,72% a 9,98% (Tabela 7), os quais são importantes no fornecimento de ácidos graxos poliinsaturados. Embora não tenham sido analisados os teores de ácidos graxos das barras em estudo, sabe-se que a soja é rica em ácidos graxos essenciais, ácido linoléico e ácido α -linolênico e, provavelmente, estes ácidos podem estar presentes nas barras alimentícias. No trabalho de Souza et al. (2004) ficou evidenciada a presença do ácido graxo oléico na castanha de pequi e no Fernandes et al. (1998), o ácido graxo linoléico como constituinte do óleo de girassol, ingredientes que compõem as barras alimentícias em estudo.

4.2 Minerais das barras alimentícias

Os valores médios dos macro e microminerais das barras alimentícias estão demonstrados na Tabela 8.

TABELA 8 Valores médios do conteúdo de macro e microminerais das barras alimentícias elaboradas com subprodutos (quirera de arroz e castanha de pequi) e resíduos (de extrato de soja e de suco de abacaxi) agroindustriais, com diferentes proporções de quirera de arroz (QA):resíduo de extrato de soja (RES), nos componentes secos.

Barras alimentícias QA:RES (Tratamento)	Minerais (mg/100g) das barras alimentícias							
	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Fe
24:0 (A)	175 c	242,5 c	97,5 d	127,5 c	0,53 d	1,45 a	1,69 b	3,57 c
18:6 (B)	200 bc	300 c	117,5 c	137,5 bc	0,65 c	1,40 a	1,89 b	3,33 c
12:12 (C)	227,5 b	330 bc	137,5 b	152,5 abc	0,76 b	1,45 a	1,83 b	3,98 bc
6:18 (D)	222,5 b	392,5 b	137,5 b	165 ab	0,86 a	1,56 a	2,38 a	4,62 b
0:24 (E)	275 a	495 a	170 a	182,5 a	0,91 a	1,55 a	2,11 ab	5,58 a
CV (%)	8,58	11,52	6,49	9,24	4,58	5,28	10,58	10,23
DRI*	700	4.700	400	-	0,90	2,30	11	8

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 0,05 de significância, pelo teste Tukey (CV%= coeficiente de variação).

QA = quirera de arroz; RES = resíduo do extrato de soja

* Ingestão dietética de referência, *dietary reference intake* (DRI) para adultos, segundo Food and Nutrition Information Center – FNIC (2007).

Os teores de minerais (P, K, Mg, S, Cu, Mn, Zn e Fe) das barras alimentícias apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. O tratamento E apresentou valores superiores de P, K, Mg e Fé, em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos D e o E foram superiores quanto aos minerais Cu e Zn; os tratamentos C, D e E apresentaram valores iguais de S e todos os tratamentos não apresentaram diferença entre os valor de Mn.

As referências de ingestão diária, (DIR) dos minerais descritos na Tabela 8 para adultos, segundo Food and Nutrition Information Center – FNIC (2007), podem ser atendidas pelas barras alimentícias do tratamento A ao tratamento E, com 25,00% a 39,29% de P; 5,16% a 10,53% de K; 24,38% a 42,50% de Mg; 58,89% a 101,11% de Cu; 60,87% a 67,83% de Mn; 15,36% a 21,64% de Zn e 41,63% a 68,88% de Fe. Os resultados apresentaram-se conforme o esperado, pois, dentre os componentes, em proporções distintas (QA e RES) das barras alimentícias, o RES possui maior teor de minerais que a QA (Van Der Riet et al., 1989; Lima et al., 2000) os quais, provavelmente, remanesceram da soja depois de processada.

A soja apresenta, entre os produtos de origem vegetal, elevada quantidade de ferro (9-13mg/100g) e boa biodisponibilidade, boa absorção pelo trato gastrointestinal, armazenamento e incorporação ao grupo heme da hemoglobina (Bianchini et al., 1992).

É importante salientar, quanto ao teor de ferro, nutriente carencial no mundo inteiro (Gillespie et al. 1991), que a barra alimentícia do tratamento E (que se destacou estatisticamente entre as demais), constituída de 0% de QA e 24% de RES, bem como demais constituintes, pesando 25g, oferece ao indivíduo adulto o percentual de 17,22% de Fe por dia em relação às DRIs, além de 10,63% de Mg, 16,96% de Mn e 25,28% de Cu, por barra.

O Fe é importante no transporte de oxigênio e de gás carbônico do sangue, no processo de respiração celular e na síntese da hemoglobina, na qual a

presença do cobre (Cu) é essencial, atuando também no funcionamento adequado dos mecanismos de defesa imunológica, na maturação de leucócitos e de hemácias, no transporte de ferro e em outros mecanismos orgânicos (Willians, 1997; Mahan & Escott-Stump, 2005).

O Cu também foi um dos minerais apresentados no tratamento E (Tabela 8) das barras alimentícias com teores representativos, com percentual de atendimento às DRIs de 101,11%, formulação com inexistência de QA e com 24% de RES.

O zinco, também presente nas barras alimentícias, é tido como componente funcional de mais de 100 enzimas que participam de diversos processos metabólicos, como crescimento e multiplicação celular, cicatrização e funcionamento dos macrófagos e linfócitos (Waitzberg, 2000).

Os valores médios de minerais das diferentes proporções de QA e RES entre os componentes secos das barras alimentícias situaram-se próximos aos teores apresentados por Maia et al. (2000), em trabalho com mingaus desidratados de arroz e soja e aos valores de minerais apresentados por Fernandes et al. (2000), em estudos de caracterização química de extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja, que também evidenciaram o aumento dos valores, à medida que aumentava-se soja e diminuía-se arroz.

4.3 Perfil de aminoácidos e escores químicos das barras alimentícias

A composição de aminoácidos essenciais e não essenciais das barras alimentícias e os padrões da FAO/WHO (1990) encontram-se na Tabela 9.

TABELA 9 Análise do perfil de aminoácidos (aminograma) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos (quirera de arroz e castanha de pequi) e resíduos de agroindustriais (de extrato de soja e de suco de abacaxi), com diferentes proporções de quirera de arroz (QA):resíduo de extrato de soja (RES), entre os componentes secos.

Amino- ácidos	mg aminoácidos/g proteínas					Padrão FAO/WHO	
						(mg aminoácidos/ g proteína)	
	Barras alimentícias						
	(Quirera de arroz:resíduo do extrato de soja) (Tratamento)						
	24:0	18:6	12:12	6:18	0:24	2 – 5 anos	
	(A)	(B)	(c)	(D)	(E)	1973	1990
Essenciais							
Valina	46,93	53,03	51,93	48,99	51,89	50	35
Isoleucina	36,10	41,67	41,28	40,20	41,08	40	28
Leucina	75,81	79,55	75,90	77,89	77,84	70	66
Lisina	36,10	41,67	55,92	59,05	59,46	55	58
Met+Cys*	37,91	32,19	25,30	27,64	32,40	35	25
Phe+Tyr**	72,21	71,97	74,56	72,87	80,00	60	63
Treonina	30,68	32,20	34,62	38,94	37,84	40	34
Triptofano	21,66	24,62	18,64	17,59	20,54	10	11
Histidina	27,07	26,52	39,95	31,96	29,19	-	19
Não essenciais							
Arginina	117,33	107,95	105,19	94,22	105,95	-	-
Alanina	50,54	51,14	49,27	48,99	47,57	-	-
Ác. aspártico	102,88	111,74	110,52	120,60	117,84	-	-
Ac. glutâmico	203,97	178,03	173,10	172,11	154,59	-	-
Glicina	45,13	47,35	49,27	51,51	48,65	-	-
Prolina	45,13	51,14	49,27	48,99	51,89	-	-
Serina	50,54	47,35	47,94	51,51	47,57	-	-

* Metionina+Cisteína. ** Fenilalanina+Tirosina

Nos resultados da Tabela 9, dos aminoácidos presentes nas barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais, verificou-se que o aumento das proporções do RES (0% a 24%) e a diminuição da QA (24% a 0%) resultaram numa tendência aumentada nos teores dos aminoácidos

essenciais, principalmente lisina, que é um aminoácido essencial limitante no arroz e presente na soja em grande quantidade, exceto para os aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína) e triptofano. Entre os aminoácidos não essenciais, aumentaram o ácido aspártico, a glicina e a prolina e diminuíram os valores de arginina, alanina, ácido glutâmico e serina.

Embora as barras alimentícias tenham demonstrado diminuição nos teores de aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína) e triptofano, à medida que aumentou o RES (0 a 24%) e diminuiu a QA (24 a 0%), esses aminoácidos se manifestaram representativos em relação ao padrão da FAO/WHO (1990). Isso não era esperado pelo fato de a soja ser pobre em aminoácidos sulfurados, os quais, provavelmente, podem ter sido supridos pelo componente seco CP, por apresentar alto teor de proteína (26,89%).

O tratamento D destacou-se como o único com perfil de aminoácidos essenciais das proteínas que excede às referências da FAO/WHO (1990), entre as barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais em que estão presentes proporções de cereais e leguminosas.

Resultados semelhantes aos deste trabalho, com relação aos aminoácidos, foram apresentados por Maia et al. (2000) na caracterização química dos mingaus desidratados de arroz e soja e nos estudos de Bakar & Hin (1984), que apresentaram a composição, em aminoácidos essenciais de proteína de farinha de soja, superior à de farinha de arroz, exceto para metionina.

Os tratamentos D e E (respectivamente 6% de QA e 18% de RES e 0% de QA e 24% de RES) apresentaram teores que excederam a todos os aminoácidos do padrão da FAO/WHO (1990). Esse resultado concorda com os estudos de Bakar & Hin (1984) que concluíram, no desenvolvimento de cereal matinal de alto teor protéico, com mistura de arroz e soja, que deve haver, no mínimo, 20% de incorporação da proporção de soja.

Os valores médios do escore químico de aminoácidos essenciais das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais estão apresentados na Tabela 10.

TABELA 10 Escore químico das proteínas das barras alimentícias elaboradas com subprodutos (quirera de arroz e castanha de pequi) e resíduos (de extrato de soja e de suco de abacaxi) agroindustriais, com diferentes proporções de quirera de arroz (QA):resíduo de extrato de soja (RES), nos componentes secos.

Amino- ácidos	Padrão	Escore químico de aminoácidos (%)				
	FAO/WHO	Barras alimentícias com diferentes proporções de quirera de arroz				
	(1990)	(QA):resíduo do extrato de soja (RES) (Tratamento)				
Essenciais	(mg aminoácidos/ g proteína)	24:0 (A)	18:6 (B)	12:12 (C)	6:18 (D)	0:24 (E)
Valina	35,00	134,09	151,51	148,37	139,97	135,91
Isoleucina	28,00	128,93	148,82	147,43	143,57	146,71
Leucina	66,00	114,86	120,53	115,00	118,02	117,94
Lisina	58,00	62,24	71,84	96,41	101,78	102,52
Met+Cys*	25,00	127,64	128,76	101,20	110,56	109,76
Phe+Tyr**	63,00	114,62	114,24	118,35	115,67	126,98
Treonina	34,00	90,24	94,71	101,82	114,53	111,29
Triptofano	11,00	196,91	223,82	169,45	159,91	156,73
Histidina	19,00	142,47	139,58	210,26	168,21	153,63

* Metionina+Cisteína

** Fenilalanina+Tirosina

Observando-se o escore químico das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais (Tabela 10), verifica-se que as formulações das barras contêm todos os aminoácidos essenciais. Os teores dos

aminoácidos essenciais situaram-se além dos valores da proteína padrão (FAO/WHO, 1990), com exceção da lisina e da treonina, mas os tratamentos D e E (relação QA:RES com 6:18 e 0:24) apresentaram valores de todos os aminoácidos acima da referência de proteína padrão (FAO/WHO, 1990). O RES apresenta somente os aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína) como limitantes, e poderia ser suprido, nas barras alimentícias, pelo arroz que é rico nestes aminoácidos. Mas, o tratamento E não tem porcentagem de quirera de arroz, o que pode ter sido suprido pela castanha de pequi.

O aminoácido limitante é o aminoácido essencial que mostra a menor porcentagem de escore químico de aminoácido abaixo de 100% (Sgarbieri, 1996; Mahan & Escott-Stump, 2005). Verificando-se os escores químicos na Tabela 10, é possível determinar os aminoácidos limitantes na fração protéica das barras alimentícias. Estes foram a lisina, aminoácido limitante primário e treonina, secundário, nos tratamentos A e B (24% de QA com 0% de RES e 18% de QA com 6% de RES); a lisina foi o aminoácido limitante no tratamento C (12% de QA com 12% de RES).

Um aminoácido essencial que apresenta escore químico maior que 100% não é considerado limitante. Isso ocorreu com os tratamentos D e E, os quais apresentaram valores de todos os aminoácidos essenciais acima de 100%, enquanto os tratamentos A, B e C apresentaram escore químico limitante em lisina e os tratamentos A e B com escore químico limitante em treonina.

Comparando-se os resultados de escore químico das barras alimentícias com os escores químicos de paçocas elaboradas à base de farinha de trigo, amendoim e resíduo do extrato de soja de Wang et al. (1999), notou-se semelhante resultado na tendência de elevação da quantidade dos aminoácidos essenciais à medida que a proporção de RES acrescentada nos tratamentos estava sendo elevada. Mas, o escore químico de aminoácidos apresentou-se limitante até a proporção de 25% de RES. Em relação aos

produtos tipo paçoca, formuladas com fubá, amendoim e resíduo do extrato de soja (Ribeiro, 2006), os resultados também foram semelhantes ao deste trabalho com aminoácidos limitantes, como metionina, treonina e triptofano, com até 40% de resíduo do extrato de soja na formulação.

Em barras alimentícias, a partir de 18% do RES, não se observaram aminoácidos limitantes. Já trabalhos de mistura de arroz e soja, como mingau com farinha de arroz substituída em até 50% por farinha de soja, apresentaram aminoácidos limitantes (Maia et al., 2000) e o cereal matinal de Bakar & Hin (1984) no qual, além de arroz e farinha de soja, também continha açúcar, sal e lecitina, não apresentou aminoácidos limitantes a partir de 20% de farinha de soja. Isso leva a crer que o potencial protéico da castanha de pequi, possivelmente, interferiu positivamente.

As barras alimentícias não apresentaram aminoácidos limitantes nos tratamentos D e E (18%:6% e 24%:0% de resíduo do extrato de soja:quirera de arroz), nos quais a proporção de castanha de pequi (14%), que apresentou em sua composição centesimal 26,89% de proteína, possivelmente viabilizou o atendimento em aminoácidos essenciais.

É importante ressaltar que a barra alimentícia do tratamento C (12% de QA e 12% de RES) apresentou escore de aminoácidos essenciais acima de 100% com exceção da lisina, sendo esta atendida em 96,41% em relação ao padrão da FAO/WHO (1990). Este atendimento é de considerável relevância, pois as proteínas vegetais contribuem consideravelmente para a ingestão protéica total da população, principalmente a carente, por representar fonte protéica de menor custo e mais acessível.

Portanto, esforços para otimizar o balanço aminoacídico com fontes de proteína vegetal devem merecer considerável atenção (Tirapegui et al., 2007), o que ressalta a consideração das barras dos tratamentos A (24% de QA e 0% de

RES) e B (18% de QA e 6% de RES) como produtos interessantes para o aporte protéico do ser humano.

4.4 Características físico-químicas das barras alimentícias

Os valores de pH, sólidos solúveis e atividade de água das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais analisadas estão descritos na Tabela 11, que apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

TABELA 11 Valores médios de características físico-químicas das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais com diferentes proporções de quirera de arroz (QA):resíduo de extrato de soja (RES), nos componentes secos.

Barras alimentícias (QA:RES)		Atividade	
Tratamento	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	de água (Aa)
24:0 (A)	4,58 c	55 c	0,590 a
18:6 (B)	4,80 b	55 c	0,580 ab
12:12 (C)	4,87 b	60 b	0,578 bc
6:18 (D)	4,88 b	60 b	0,572 c
0:24 (E)	4,98 a	65 a	0,550 d
CV (%)	0,86	0,00	0,84

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 0,05 de significância, pelo teste Tukey (CV%= coeficiente de variação)

As características físico-químicas das barras alimentícias apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) nas análises de pH, sólidos solúveis e atividade

da água. Os valores de pH das barras alimentícias apresentaram-se relativamente baixos, indicando produto levemente ácido e pH mínimo para o desenvolvimento da maioria dos microorganismos patogênicos. O tratamento E indicou valor mais alto de pH em relação aos demais, o tratamento A apresentou valor mais baixo, consequentemente meio mais ácido que os demais e não houve diferença de pH entre os tratamentos B, C e D. O pH das barras alimentícias sofreu interferência com diminuição da acidez à medida que aumentou a proporção de RES e diminuiu a de QA, mas prevaleceu o meio ácido em todos os tratamentos.

Os valores de grau Brix, por sua vez, apresentaram-se mais altos em relação aos demais no tratamento E, não havendo diferença entre os tratamentos C e D, estes com valores maiores que os tratamentos A e B, que foram iguais. Ocorreu, então, o aumento do grau Brix à medida que a proporção do RES aumentou e a quantidade de QA foi reduzida, pois os outros componentes das barras alimentícias mantiveram-se em quantidades fixas.

O RES contém maior teor de proteínas que a QA, provavelmente com o aumento da proporção do RES e diminuição da proporção de QA nos tratamentos A ao E, o teor de proteína possivelmente aumentou, o qual consequentemente pode ter influenciado o pH de cada tratamento, devido às cargas dos aminoácidos. O pH da proteína dependerá de seus resíduos (aminoácidos) carregados positivamente ou negativamente ($\text{pH} <$ ou $>$ que o ponto isoelétrico – pI) (Cheftel et al., 1989).

A diferença no pH, que aumentou do tratamento A ao E, provavelmente influenciou no resultado dos sólidos solúveis das barras alimentícias, que ao sair do pI, melhorou a solubilidade das proteínas. Os sólidos solúveis incluem os aminoácidos, além dos outros compostos constituintes, como açúcares, ácidos, vitaminas e algumas pectinas (Silva, 1997).

As proteínas são, em geral, mais solúveis em pHs baixos ou elevados. Com o excesso de cargas, há repulsão das moléculas, o que contribui para maior solubilidade (Sgarbieri, 1987). A maior parte das proteínas da soja (70%) é classificada como globulinas (glicinina ou legumina e β -conglucina ou vicilina), que são insolúveis em água em seu pI. A farinha de soja desengordurada dispersa em água destilada (pH 6,5) obtém solubilidade quase máxima das proteínas. Com o aumento do pH (com álcali), a solubilidade aumenta e, com a adição de ácido, a solubilidade decresce abruptamente, atingindo o mínimo em pH 4-5 (pI). Em pHs mais baixos, as proteínas se tornam eletricamente positivas e se dissolvem. As globulinas são insolúveis em pH de 3,7 a 5,2, situado em torno do seu ponto isoelétrico, que é de 4,2 a 4,6, mas que pode solubilizar-se progressivamente neste mesmo pH, com o aumento da força iônica, com cloreto de sódio, por exemplo (Cheftel et al., 1989; Sgarbieri, 1996).

As barras alimentícias demonstraram valores de °Brix próximos e pH mais baixo às barras de cereais com albedo de maracujá de Matsuura (2005), estas com 54,6° a 56,1°Brix e pH de 6,25 a 6,32. Os valores de pH foram próximos aos relatados por Freitas (2005), em barras de elevado teor protéico e vitamínico (4,84 a 4,91), na determinação pós-processamento (período 0 de armazenagem).

Todos os tratamentos apresentaram A_w com valores abaixo de 0,60, indicando segurança alimentar. Para qualquer tipo de bactéria, o valor mínimo de A_w requerido para crescimento é de 0,75, enquanto que as leveduras osmófilas (que resistem ao meio com alta concentração de açúcar) e os fungos xerófilos (que sobrevivem em meio com pouca água) são capazes de se desenvolver em A_w de 0,61 e 0,65, respectivamente, usando como substrato açúcares e glicose (Silva, 2000; Evangelista, 2005).

Os produtos de confeitaria com altos teores de açúcares apresentam baixa atividade de água e, devido a este fator, geralmente, são

microbiologicamente estáveis (Ditchfield, 2000; Braseq, 2006). Freitas (2005) apresentou teores próximos ao deste trabalho (0,613% a 0,649%), em barras de cereais de elevado teor protéico e vitamínico, no período 0 de armazenamento. Gomes e Montenegro (2006) atribuem a maciez e a mastigabilidade das barras de cereais à baixa Aa.

4.5 Cor das barras alimentícias

As amostras das barras alimentícias foram submetidas à determinação de cor por análise instrumental, sendo estes valores apresentados na Tabela 12.

TABELA 12 Valores médios de parâmetros de cor, luminosidade (L*), verde ao vermelho (a*) e azul ao amarelo (b*), medidos pelo sistema “CIELAB”, das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais com diferentes proporções de quirera de arroz (QA):resíduo de extrato de soja (RES), nos componentes secos.

Barras alimentícias (QA:RES) Tratamento	Parâmetros de luminosidade e cor		
	L*	a*	b*
	(luminosidade)	(verde ao vermelho)	(azul ao amarelo)
24:0 (A)	43,93 d	5,53 b	12,27 d
18:6 (B)	45,59 dc	5,73 ba	19,27 c
12:12 (C)	47,22 c	6,11 ba	22,28 b
6:18 (D)	52,66 b	6,94 a	22,92 b
0:24 (E)	56,35 a	6,12 ba	24,78 a
CV (%)	2,86	9,54	3,26

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 0,05 de significância, pelo teste Tukey (CV%= coeficiente de variação).

Observando-se a Tabela 12, pode-se verificar que os valores de L^* apresentaram-se entre 43,93 a 56,35. Estes valores são basicamente centrais numa escala, na qual L^* define a claridade da cor entre 0 (zero), que indica cor totalmente preta (ausência de cor) e 100 (cem), totalmente branca (cor alva).

A cor a^* , que varia do verde ao vermelho (-60 a +60), indica, em valores positivos, a existência de pigmentos vermelhos. Os tratamentos das barras alimentícias apresentaram valores que indicam pequena quantidade de pigmentação vermelha.

A cor b^* refere-se à tonalidade de azul ao amarelo (-60 a +60). A tonalidade amarela encontra-se presente nas amostras das barras alimentícias, com valores positivos razoáveis, indicando pigmentação amarela.

Os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) quanto à luminosidade e à cor. A luminosidade (L^*) apresentou-se em acréscimo à medida que aumentou a proporção de RES e diminuiu a proporção de QA. O tratamento E apresentou maior luminosidade, seguido do tratamento D e, subseqüentemente, dos tratamentos B e C. Os tratamentos A e B apresentaram menor luminosidade.

Em relação à variação do verde ao vermelho (cor a^*), os valores tenderam à coloração vermelha. O tratamento D apresentou valor maior em relação ao tratamento A, enquanto que os valores dos tratamentos B, C, D e E não diferiram entre si, como também não diferiram entre si os valores dos tratamentos A, B, C e E. Na variação do azul ao amarelo (cor b^*), os valores se encontram na graduação do amarelo, apresentando, o tratamento E, maior valor e o tratamento A, o menor entre todos. Os tratamentos C e D foram iguais e maiores que o tratamento B.

A diferença da cor analisada das barras alimentícias está ilustrada na Figura 8. Observa-se, nos box-plots A e B, o pronunciamento do valor do tratamento D para a cor a^* e do tratamento E, para a cor b^* .

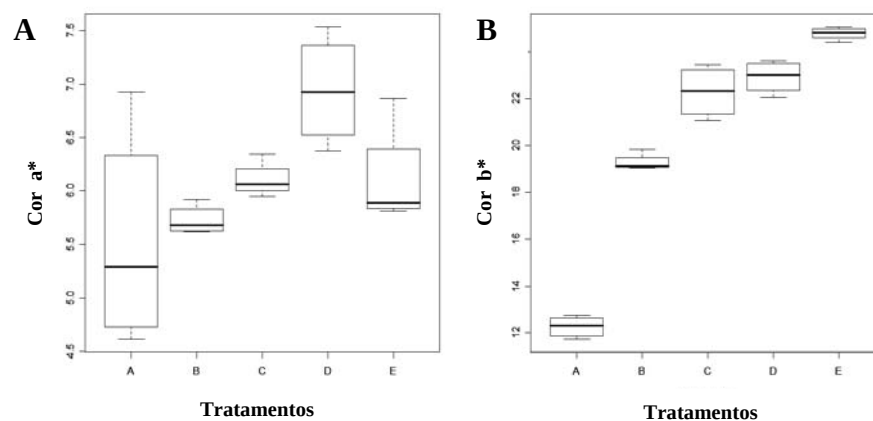


FIGURA 8 Ilustrações de box plots sobre cor das barras alimentícias quanto às cores a^* (A), do verde ao vermelho e cor b^* (B), do azul ao amarelo, medida pelo sistema CIELAB, com tratamentos A (24% QA e 0% RES), B (18% QA e 6% RES), C (12%QA e 12% RES), D (6% QA e 18% RES) e E (0% QA e 24% RES). QA= quirera de arroz e RES= resíduo do extrato de soja.

Na Figura 9 observa-se a diferença das tonalidades entre as barras alimentícias. Pode-se constatar a modificação ocorrida na coloração e na luminosidade, à medida que se acrescentaram maiores quantidades de resíduo de extrato de soja (RES) desidratado e reduziram-se as quantidades de quirera de arroz (QA) pré-gelatinizada. A cor tendeu a clarear, enquanto que o brilho ficou com menor intensidade.

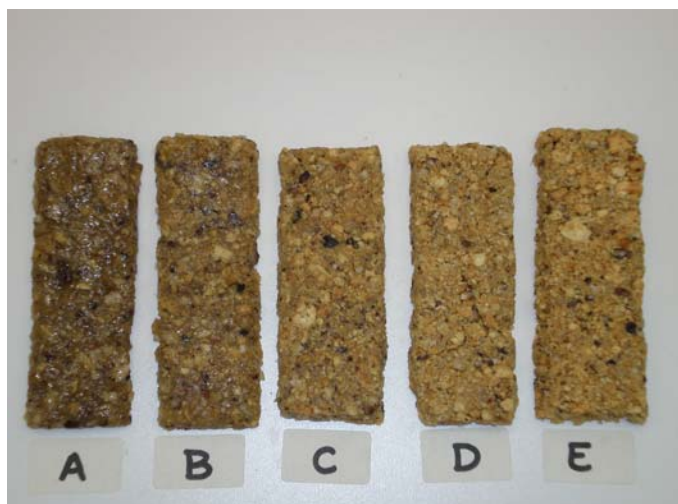


FIGURA 9 Ilustrações das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais. A (24% QA e 0% RES), B (18% QA e 6% RES), C (12% QA e 12% RES), D (6% QA e 18% RES) e E (0% QA e 24% RES). QA = quirera de arroz e RES = resíduo do extrato de soja.

A coloração amarronzada já era esperada, devido ao melado de cana-de-açúcar e à castanha de pequi (CP), que possuem esta tonalidade e constituem 50% e 14% das barras alimentícias, respectivamente. Então, a mudança gradual ocorrida na cor se deve às diferentes proporções de QA:RES. Este último absorveu mais o xarope ligante, clareando as barras alimentícias à medida que aumentou a proporção do RES.

A cor amarelada do resíduo do extrato de soja (RES) e do resíduo de abacaxi (RA) também pode ter influenciado na tonalidade, mas somente o RES variou nas formulações das barras alimentícias. A existência da cor parda no RES, depois de desidratado, pode ser devido à severidade do processo térmico empregado na desidratação, quando melanoidinas, compostos insolúveis de

coloração marrom, podem ter sido formadas, oriundas da reação de Maillard (Tirapegui et al., 2007), influenciando as pigmentações vermelha e amarela.

4.6 Textura instrumental das barras alimentícias

Os resultados para as medidas de textura de dureza e corte (resistência) das barras alimentícias estão expressas na Tabela 13.

TABELA 13 Valores médios de textura instrumental, corte e dureza, de barras alimentícias elaboradas com subprodutos (quirera de arroz e castanha de pequi) e resíduos agroindustriais (de extrato de soja e de suco de abacaxi), com substituição de quirera de arroz:resíduo de extrato de soja, nos componentes secos.

Barras alimentícias QA: RES (Tratamento)	Textura instrumental das barras alimentícias	
	Corte (N)	Dureza (N)
24:0 (A)	4,11 c	12,10 b
18:6 (B)	3,67 c	11,42 b
12:12 (C)	7,36 b	27,23 a
6:18 (D)	9,57 a	28,53 a
0:24 (E)	4,03 c	12,65 b
CV (%)	13,76	5,95

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 0,05 de significância, pelo teste Tukey (CV%= coeficiente de variação).

QA = quirera de arroz; RES = resíduo do extrato de soja

A substituição de quirera de arroz (QA) por resíduo de extrato de soja (RES) nas barras alimentícias apresentou alterações significativas ($p < 0,05$) nas características de textura instrumental em dureza (firmeza) e em corte (cisalhamento), como demonstrado na Tabela 13. Isto se deve às propriedades da

proteína da soja (solubilidade e capacidade de absorção de água) e da lecitina, lipoproteína da soja (propriedade emulsificante), que podem ter remanescido no resíduo do extrato de soja (RES), promovendo ligações que estabilizam a estrutura das barras alimentícias (Sgarbieri, 1996). No tratamento E, que contém maior porcentagem do RES (24%), houve ressecamento do produto, tornando-o quebradiço.

No caso do RES, provavelmente, havia grupos sulfidrilas livres que, com o aumento da concentração protéica, poderiam modificar a estrutura conformacional das proteínas, sendo capaz de imobilizar fisicamente grande parte do solvente (no caso, o xarope ligante) por meio de ligações dissulfídicas intermoleculares, interações hidrofóbicas e iônicas, resultando em modificação da textura, com aumento da firmeza e intensificando a retenção de água (Mangino, 1984 e 1992; Rattray & Jelen, 1997).

Pelo fato de os ingredientes castanha de pequi (CP) e resíduo de abacaxi (RA) estarem em quantidades fixas nas barras alimentícias e QA e RES terem sido inseridos em variadas quantidades, observou-se que, ao aumentar o RES nas barras alimentícias (tratamentos B, C, D e E), o mesmo absorvia quantidades crescentes do xarope ligante, aumentando a força de cisalhamento (corte) e evidenciava maior dureza. No tratamento E (0% de QA e 24% de RES), houve, provavelmente, uma perda da liga do xarope com os demais ingredientes, tornando evidente a importância da QA, mesmo em pequenas quantidades, para auxiliar na manutenção da estrutura das barras alimentícias.

As barras alimentícias apresentaram estrutura heterogênea, como as barras de cereais com elevado teor protéico e vitamínico (Freitas, 2005), levando em consideração os componentes sólidos (secos), observando-se inconstância da estrutura no comprimento das barras. Produtos de panificação apresentam variabilidade de amostra para amostra e de lote para lote, influenciando nas

variações dos resultados de textura juntamente com o método, os instrumentos e as condições utilizadas no teste (Gaines, 1991).

Os valores baixos de resistência ao corte e dureza dos tratamentos A e E das barras alimentícias também foram evidenciados no trabalho de Matsuura (2005), com barras de cereais elaboradas com flocos de arroz, albedo de maracujá e flocos de aveia. Nesse caso, elevados valores de resistência ao corte e de dureza foram correlacionados ao aumento de fibra, o que também ocorreu nas barras alimentícias, quando se aumentou a proporção de RES e reduziu-se a proporção de QA.

Em relação ao corte, o tratamento D apresentou valor maior, requerido na análise de compressão, em força Newton, e os tratamentos A, B e E, menor força de cisão, abaixo do tratamento C. A força de cisalhamento requerida aumentou à medida que aumentou a porção do RES, mas, ao prevalecer 0% de QA e 24% RES, a força exigida para corte diminuiu acentuadamente. Na dureza, o comportamento em relação à força requerida foi similar ao de corte. Os valores aumentaram à medida que aumentou a substituição de QA por RES. Mas, quando a proporção atingiu 0% de QA e 24% de RES, o valor diminuiu de forma acentuada (Figura 10).

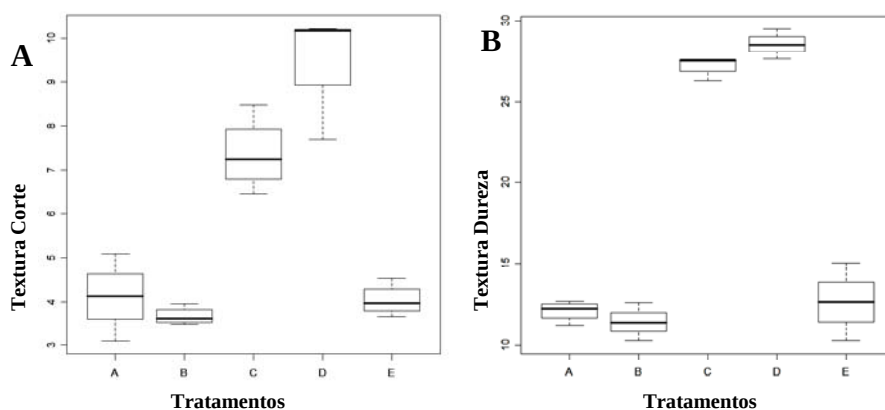


FIGURA 10 Box plots para os valores de textura instrumental, corte (A) e dureza (B), expressos em Newtons (N), das barras alimentícias elaboradas com subprodutos (quirera de arroz e castanha de pequi) e resíduos agroindustriais (de extrato de soja e de suco de abacaxi), com diferentes proporções de quirera de arroz:resíduo de extrato de soja, nos componentes secos.

A geleificação protéica ocorre quando as moléculas que sofreram desnaturação se agregam para formar uma rede protéica. Isso não ocorre somente na formação de géis visco-elásticos, mas também para melhorar a absorção de água, o espessamento, a união de partículas e para estabilizar emulsões. Entre os alimentos que formam a geleificação protéica está a soja, que tem um comportamento intermediário e sua consistência diminui quando a temperatura de aquecimento ultrapassa 80°C. Esta temperatura foi alcançada na confecção das barras. O tratamento E apresentou teor protéico mais elevado que os demais, o que pode ter afetado a consistência. Por outro lado, os tratamentos A, B, C e D, que possuíam QA na sua constituição, apresentaram teor de carboidratos maior que o tratamento E, que necessita temperatura maior para gelatinização do amido e pode formar géis por interação com a proteína (Cheftel et al., 1989), favorecendo a liga das barras.

4.7 Digestibilidade protéica *in vitro*

Os valores de digestibilidade das proteínas *in vitro* das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais encontram-se na Tabela 14.

TABELA 14 Valores médios e desvio padrão de digestibilidade protéica *in vitro* (%) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos (quirera de arroz e castanha de pequi) e resíduos (de extrato de soja e de suco de abacaxi) agroindustriais, com substituição de quirera de arroz:resíduo de extrato de soja, nos componentes secos.

Barras alimentícias	
QA:RES (tratamento)	Digestibilidade da proteína (%)
24:0 (A)	33,81 $\pm$ 4,15
18:6 (B)	30,63 $\pm$ 0,35
12:12 (C)	35,44 $\pm$ 1,33
6:18 (D)	34,31 $\pm$ 2,39
0:24 (E)	35,75 $\pm$ 0,01

As barras alimentícias apresentaram valores baixos de digestibilidade protéica *in vitro* com valores baixos. A limitação da digestibilidade das proteínas de fabáceas foi discutida por Nielsen (1991), especialmente a do *Phaseolus vulgaris*, como estrutura compacta intrínseca de algumas proteínas. A complexação do amido, hemicelulose e outras fibras, minerais e substâncias polifenólicas que se complexam às proteínas induz a perda da capacidade de hidrólise.

As barras alimentícias apresentaram alto teor de fibra alimentar (11,61% a 21,19%), o que pode ter ocasionado o baixo resultado em digestibilidade

protéica. A fibra dietética provoca efeitos deletérios sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos, podendo causar mudanças na taxa de absorção de proteínas, aminoácidos e minerais (King & Taverner, 1975; Schulze et al., 1994).

As fibras alimentares atuam de modo diferenciado sobre a digestibilidade e a utilização das proteínas, por indisponibilizarem a proteína da própria fonte fibrosa ou por complexarem-se com proteína que foram fornecidas por meio da dieta. Um dos efeitos deletérios das fibras solúveis e insolúveis no organismo é a diminuição da digestibilidade aparente da proteína (Schweizer & Edwards, 1992).

Lajolo et al. (1996) consideram os taninos em fabáceas como polifenóis de maior importância nutricional, pelos possíveis efeitos sobre a biodisponibilidade de minerais e sua influência sobre a digestibilidade das proteínas e interferência na ação das enzimas hidrolíticas. Mendonça et al. (2003), ao estudarem cem famílias de feijões, apresentaram porcentagem de digestibilidade dentro da faixa de feijões, que é de 40% a 70%.

Banerjee et al. (1996) sugerem que pequenas diferenças na estrutura terciária da proteína resultam numa estrutura quaternária durante o cozimento e, talvez, interfira na atividade da enzima de degradação protéica. Fabáceas cozidas em fervura comum apresentaram de 63% a 76% de digestibilidade; com o cozimento feito em autoclave (121°C/10 min), a digestibilidade aumentou para 68% a 76%, diminuindo ao aumentar o tempo de cozimento até 90 minutos. A disponibilidade de alguns aminoácidos, especialmente a lisina, decresce com o aumento de temperatura e o tempo de cozimento de fabáceas, como feijões, lentilha e vagem (Wu et al., 1994; Rehman & Shah, 2004).

Reações com açúcares redutores e grupamentos α -amino também provocam o decréscimo da digestibilidade dos resíduos de lisina. A reação de Maillard, ou “reação de escurecimento não enzimático”, é uma alteração

química induzida pelo processamento térmico, num complexo conjunto de reações iniciadas pela interação entre aminas e resíduos carbonila, as quais, sob elevada temperatura, decompõem-se, condensando-se em compostos insolúveis de coloração marrom, conhecidos por “melanoidinas”, de grande impacto sensorial e nutricional. Esta reação pode ter ocorrido na etapa de desidratação do resíduo do extrato de soja “*okara*” (RES), por este apresentar coloração amarronzada depois de sofrer o processamento (Tirapegui et al., 2007).

4.8 Atividade do inibidor de tripsina na castanha de pequi

A atividade do inibidor de tripsina da castanha do pequi torrada (100g/90°C por 2 min) apresentou-se extremamente baixa. Provavelmente, o tratamento térmico a que a castanha foi submetida foi suficiente para inativar a ação dos inibidores de proteases, porventura presentes na castanha de pequi.

4.9 Análise sensorial das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais

As médias dos atributos sensoriais de aspecto global e da intenção de compra das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais estão representadas na Tabela 15.

TABELA 15 Valores médios dos atributos sensoriais e intenção de compra, avaliados por consumidores não treinados de barras alimentícias elaboradas com subprodutos (quirera de arroz e castanha de pequi) e resíduos agroindustriais (de extrato de soja e de suco de abacaxi), com diferentes proporções de quirera de arroz:resíduo de extrato de soja, nos componentes secos.

Barras alimentícias QA:RES (Tratamento)	Valores médios das barras alimentícias				
	Atributos sensoriais				Intenção de
	Aparência	Sabor	Textura	Aspecto global	Compra
24:0 (A)	2,90 c	5,50 b	4,31 c	4,56 b	2,48 b
18:6 (B)	4,87 b	6,27 a	6,26 a	6,69 a	3,34 a
12:12 (C)	6,27 a	6,64 a	6,90 a	6,73 a	3,71 a
6:18 (D)	6,66 a	6,17 a	5,80 b	6,06 a	3,24 a
0:24 (E)	6,60 a	4,70 c	4,67 c	4,94 b	2,23 b
CV (%)	29,10	24,56	29,98	26,05	26,05

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 0,05 de significância, pelo teste Tukey (CV%= coeficiente de variação)

Atributos sensoriais = 1- desgostei extremamente a 9 – gostei extremamente

Intenção de compra = 1- certamente eu não compraria a 5 - certamente eu compraria

Os atributos sensoriais e a intenção de compra apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). Com relação à aparência, os tratamentos C, D e E não diferiram significativamente entre si, apresentando melhor desempenho que os demais, mantendo-se entre as notas 6-7 (gostei ligeiramente - gostei moderadamente, respectivamente). Por sua vez, o tratamento B obteve valor maior de aceitabilidade, notas 4-5 (desgostei ligeiramente - não gostei e nem desgostei) que o tratamento A.

O atributo sabor elegeu os tratamentos B, C e D como superiores, apresentando notas entre 6-7, seguidos do tratamento A, com notas entre 5-6

(não gostei e nem desgostei - gostei ligeiramente). Quanto à textura, os tratamentos B e C obtiveram maior pontuação, não diferindo entre si, com notas entre 6-7, seguidos pelo tratamento D (notas entre 5-6).

Os valores médios do aspecto global e da intenção de compra apresentaram comportamento semelhante ao sabor, elegendo os tratamentos B, C e D como superiores, com notas entre 6-7, para aspecto global e 3-4, para intenção de compra, situando-se entre os conceitos gostei ligeiramente - gostei moderadamente e talvez compraria - provavelmente compraria, respectivamente.

Observa-se que o tratamento C (12% de QA e 12% de RES) destacou-se em todos os atributos sensoriais de aparência, sabor, textura e aspecto global e na intenção de compra, seguido dos tratamentos B (18% de QA e 6% de RES), que também se destacou nos atributos sabor, textura e aspecto global e na intenção de compra e D (6% de QA e 18% de RES) que se sobressaiu em aparência, sabor e aspecto global e na intenção de compra.

As barras alimentícias apresentaram boa aceitação, similar ao relatado em trabalhos com barras de cereais, como as de Freitas (2006), que avaliou três formulações de alto teor protéico e vitamínico, com valores de 5/6 de aceitação. Matsuura (2005) obteve os valores de 6/7 de aceitação, nas dez formulações de barras com albedo de maracujá; Coelho (2006) apresentou valores de 6-7 de aceitação em barras desenvolvidas à base de amaranto e Estévez et al. (2000) obtiveram valor 6 para aceitabilidade de barras de cereais elaboradas com cotilédones de algarobo.

Foi ajustado um mapa de preferência externo (MPE) vetorial (Schlich, 1995) aos dados de aceitação em relação ao aspecto global e à intenção de compra. Relacionando-os às variáveis sensoriais (aparência, sabor e textura), tecnológicas (cor e textura instrumentais, sólidos solúveis, pH e atividade da água), químicas (umidade, proteína, lipídeos, cinzas, extrato não nitrogenado e minerais) e de fibra alimentar.

Esta análise gerou MPE com base nos dados de aspecto global (Figura 11) e de intenção de compra (Figura 12) e, ainda, o círculo de correlação (Figura 13), que mostra a correlação entre os resultados sensoriais (aparência, sabor e textura), tecnológicos (cor e textura instrumentais, sólidos solúveis, pH atividade da água), químicos (umidade, proteína, lipídeos, cinzas, extratos não nitrogenados e minerais) e de fibra alimentar.

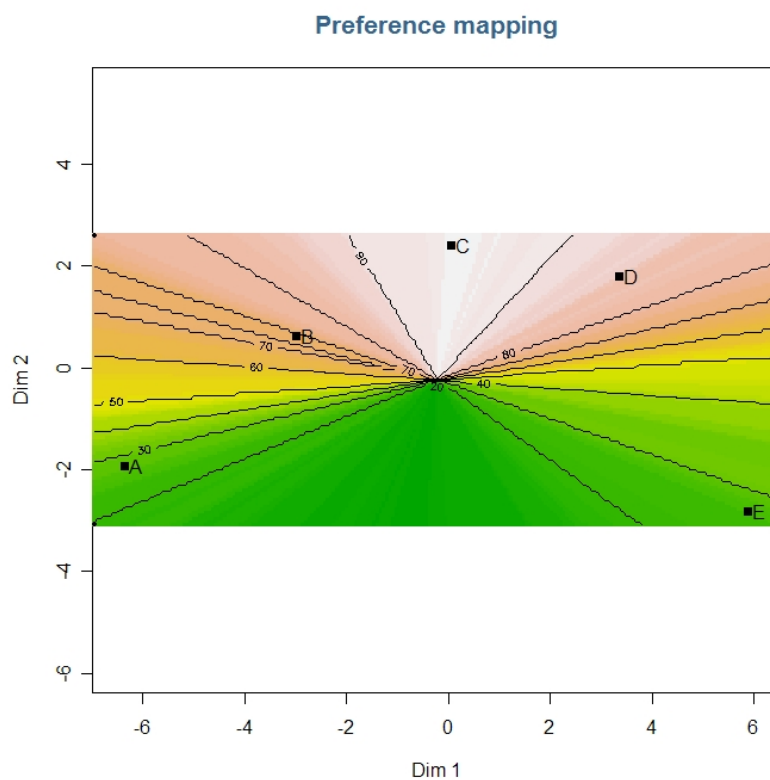


FIGURA 11 Mapa de preferência de aspecto geral, com explicação da variabilidade de 73,22% e 16,15%, nas dimensões 1 e 2, respectivamente.

Os mapas gerados neste estudo (Figuras 11 e 12) explicam 89,37% da variabilidade em seus dois primeiros componentes (ou dimensões) que, neste caso, são combinações lineares dos consumidores.

Com base no mapa de preferência (MP), em relação à aceitação (Figura 11), observou-se maior densidade de consumidores envolvendo a amostra C, seguida de D e B, indicando preferência dos consumidores em relação a estas.

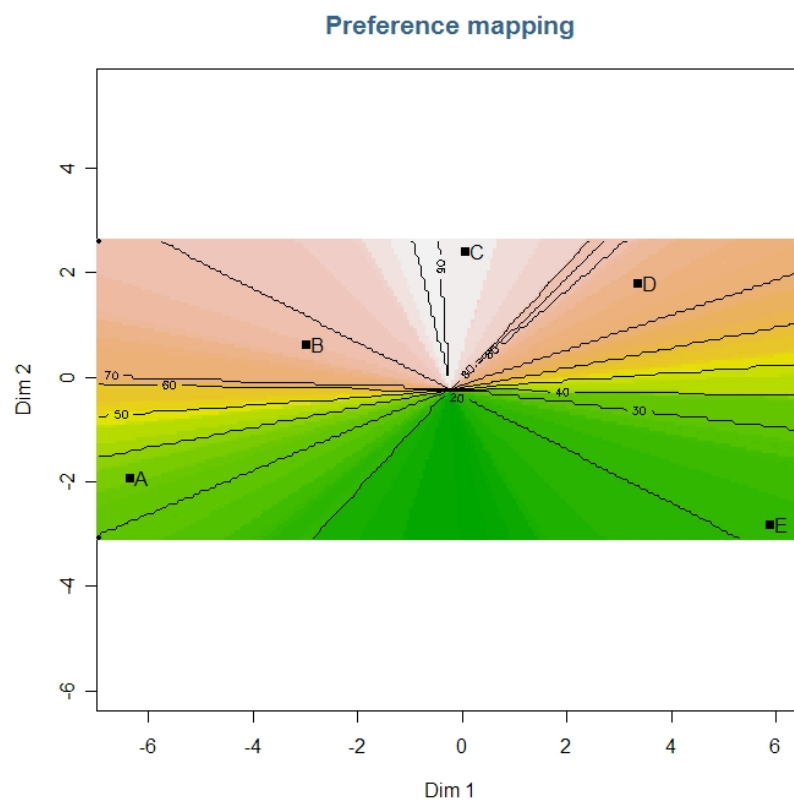


FIGURA 12 Mapa de preferência de intenção de compra com explicações da variabilidade de 73,22% e 16,15%, nas dimensões 1 e 2, respectivamente.

Estes resultados concordam com os resultados do MP de intenção de compra (Figura 12), que também demonstra preferência dos consumidores para a amostra C, seguida da D e B.

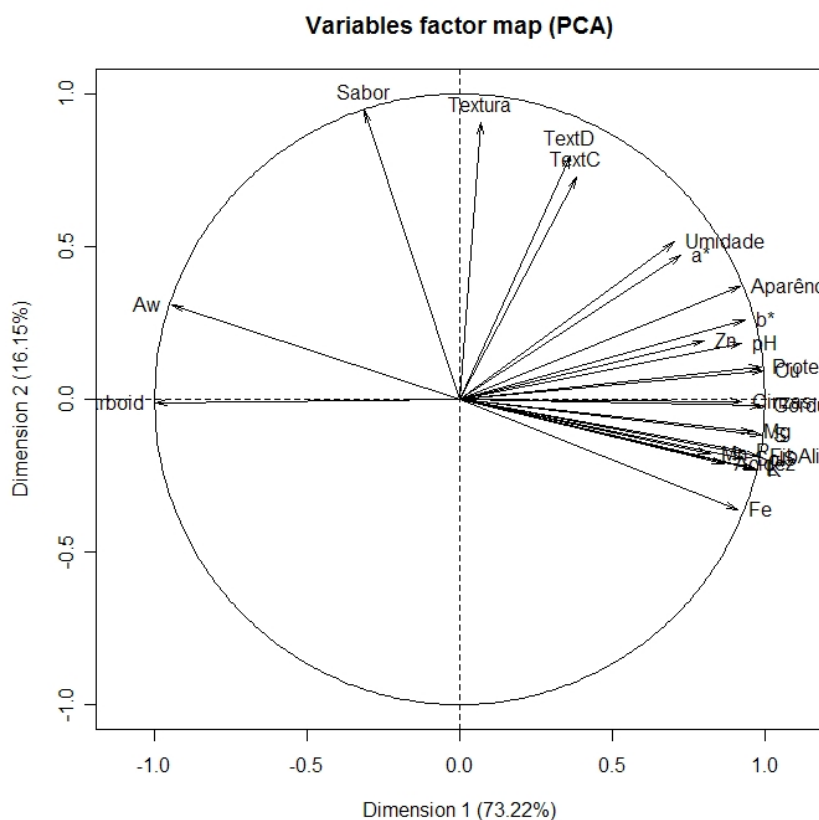


FIGURA 13 Círculo da correlação das variáveis analisadas das barras alimentícias com os atributos sensoriais avaliados pelos consumidores.

Analisando-se a Figura 13, juntamente com as Figuras 11 e 12, pode-se verificar que os tratamentos C e D das barras alimentícias (mais preferidos) caracterizaram-se pela alta aceitabilidade em relação a sabor e a textura, altos valores de resistência e força de cisalhamento, bem como valores intermediários de constituintes químicos (umidade, proteína, lipídeos, cinzas, extrato não nitrogenado e minerais), tecnológicos (cor e textura instrumentais, pH, sólidos solúveis), fibra alimentar e aparência. O tratamento B caracterizou-se, principalmente, pela aceitabilidade em relação ao sabor, maior atividade de água em relação aos tratamentos C, D e E, entretanto, todos os tratamentos apresentaram atividade da água (A_w) abaixo de 0,6, o que, geralmente, os torna microbiologicamente estáveis.

O sabor e a textura, entre as características sensoriais das barras alimentícias, foram os fatores determinantes para a maior aceitação e intenção de compra das amostras C e D, seguidas de B. A amostra E destacou-se em relação às demais em quase todas as variáveis tecnológicas, químicas e de fibra alimentar analisadas, mas com baixa aceitabilidade e intenção de compra. Em relação à amostra A, os resultados das análises tecnológica, químicas e de fibra alimentar, como também a aceitabilidade e a intenção de compra, foram baixos, com atividade de água e teor de carboidratos maior que as dos demais tratamentos.

Estes resultados do MPE (análise multivariada) concordam com aqueles obtidos pela análise de variância (análise univariada) e pelo teste de média Tukey, nos quais as amostras B, C e D apresentaram, em conjunto, maiores valores médios para sabor, aspecto global e intenção de compra, e as amostras C, D e E, maiores valores médios para aparência. Já para textura, foram as amostras B e C e, no MPE, as amostras C e D foram as que apresentaram maior correlação com as variáveis de textura sensorial e instrumental, e B, C e D, com a variável sabor.

O mapa de preferência (Schlich, 1995) utiliza alguns procedimentos estatísticos multivariados, como análise de componentes principais e de agrupamento, é multidimensional e considera a individualidade dos consumidores. A técnica MPE pode permitir, ainda, comparar preferências e relacioná-las com as características de qualidade do produto, medida por análise descritiva quantitativa, físico-química, bioquímica e/ou instrumental (Behrens et al., 1999; Elmore et al., 1999; Cardello & Faria, 2000; Oliveira et al., 2004; Reis et al., 2006).

5 CONCLUSÕES

Os subprodutos (quirera de arroz e castanha de pequi) e os resíduos agroindustriais (resíduo do extrato de soja e resíduo de abacaxi) apresentaram, em suas constituições, não só conteúdo fibroso, mas também nutrientes, o que favoreceu a utilização dos mesmos na obtenção das barras alimentícias.

Barras alimentícias elaboradas com ambos os componentes de quirera de arroz (QA) e com resíduo de extrato de soja (RES) no produto, nas proporções QA:RES = 12:12 (tratamento C) e 6:18 (tratamento D), foram as que apresentaram maiores conteúdos de fibra solúvel.

O tratamento E (proporção QA:RES = 0:24) destacou-se nos conteúdos de proteína, fibra alimentar total, insolúvel e solúvel, minerais P, K, Mg e Fé, frente aos demais.

O aminoácido essencial lisina mostrou-se limitante nas barras alimentícias com ausência de RES, ainda quando a porcentagem de RES encontrava-se inferior ou igual à porcentagem de QA (tratamentos A, B e C).

O aminoácido essencial treonina mostrou-se limitante nas barras alimentícias com proporção QA:RES = 24:0 (tratamento A) e 18:6 (tratamento B) e não houve aminoácido limitante nas formulações cujo RES encontrava-se em igual proporção de QA, 12:12 (tratamento C) e quando o RES encontrava-se em quantidade maior em detrimento da redução do teor de QA (tratamentos D e E).

As barras alimentícias de maior resistência foram as dos tratamentos C e D (QA:RES = 12:12 e 6:18).

Os valores de digestibilidade *in vitro* de proteína das barras alimentícias foram extremamente baixos.

As barras alimentícias preferidas pelos consumidores, em ordem decrescente, contendo proporções de RES e QA, foram as do tratamento C (QA:RES = 12:12), do tratamento D (6:18) e do tratamento B (18:6). Dentre estas, a do tratamento D foi a que se destacou, por não apresentar aminoácido limitante, com proporção 6:18 (QA:RES).

Entre os cinco tratamentos estudados, a formulação da barra alimentícia do tratamento A seria a menos indicada para produção, por apresentar variáveis com valores menores, além de baixa aceitação e pouca preferência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Aproved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9.ed. Saint Paul, 1976.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The definition of dietary fiber. **Cereal Food Word**, v.46, p.112-126, 2001. Disponível em: <<http://www.aaccnet.org/DietaryFiber/pdfs/lettertoFNB.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2006.

AGUIAR, L.M.S.; CAMARGO, A.J.A. **Cerrado**: ecologia e caracterização. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 294p.

AGUIRRE, J.M.; TRAVAGLINI, D.A.; TRAVAGLINI, M.M.E.; FERREIRA, V.L.P.; SHIROSE, I; FIGUEIREDO, I.B. Aproveitamento do resíduo do extrato protéico de soja em mistura com farinha de mandioca. **Boletim ITAL**, Campinas, v.56, p.129-156, 1978.

AGUIRRE, J.M.; TRAVAGLINI, D.A.; CABRAL, A.C.D.; SILVEIRA, E.T.F.; FIGUEIREDO, I.B.; FERREIRA, V.L.P. Secagem e armazenamento do resíduo resultante do processamento do extrato de soja. **Boletim ITAL**, Campinas, v.18, n.2, p.201-226, abr./jun. 1981.

AKESSON, W.R.; STAHMANN, M.A. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. **Journal Nutrition**, v.83, p.257-261, 1964.

ALMEIDA, S.P.; SILVA, J.A. **Piqui e buriti**: importância alimentar para a população dos cerrados. Planaltina: Embrapa – CPAC, 1994. 38p.

ALVES FILHO, M. A segunda geração da “Vaca Mecânica”. **Jornal da Unicamp**, Campinas, n.238, p.11, nov. 2003.

ANDRADE, A.D. **Ácidos graxos ômega-3 em peixes, óleos de peixes e óleos vegetais comestíveis**. 1994. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

ANJO, D.L.C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v.3, n.2, p.145-154, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). **Diário Oficial da União**, Brasília.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução nº 18 de 30 de abril de 1999. Diretrizes para utilização da alegação de propriedades funcionais ou de saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Consulta Pública nº 78, de 13 de dezembro de 2004. Regulamento técnico para açúcares e produtos para adoçar. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 dezembro 2004.

APONTE, M. **Castanha de pequi**. Disponível em: www.arrozcompequi.com.br/inicial.php?menu=8&art=1. Acesso em: 10 set. 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analytical of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. v.2.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analytical of the Association of Official Analytical Chemists**. 16.ed. Washington, 1997. v.1/2. (Methods 960.52, 985,29).

AUGUSTO-RUIZ, W., BONATO, S.R.; ARRIECHE, L.S.; ALVES, F.V. Caracterização da farinha pré-gelatinizada de arroz integral produzida a partir de grãos quebrados. **Vetor**, Rio Grande, v.13, p.25-46, 2003.

BAKAR, J.; HIN, Y.S. High-protein rice-soua breakfast cereal. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v.8, n.3-4, p.163-174, Nov. 1984.

BAKER, C.W. Production of sucrose based carbohydrates for the food industry. **Food Technology**, v.47, p.149-150, 1993.

BANERJEE, R.; DAS, K.; RAVISHANKAR, R.; SUGUNA, K.; SUROLIA, A.; VIJAYAN, M. Conformation, protein-carbohydrate interactions and a novel subunit association in the refined structure of peanut. Lectin-lactosa complex. **Journal of Molecular Biology**, v.259, n.2, p.281-296, 1996.

BARBOSA, L.N. GARCIA, L.V.; TOLOTTI, K.D.; GOELLNER, T.; AUGUSTO-RUIZ, W.; ESPÍRITO SANTO, M. Elaboração de embutido tipo mortadela com farinha de arroz. **Vetor**, Rio Grande, v.16, n.1/2, p.11-20, 2006.

BARBOSA, M. **Na onda da barra**. Com uma gestão alternativa e um produto campeão de vendas. Nutrimental afasta a crise e volta a ser uma empresa saudável. 2001. Disponível em: <http://www.terra.com.br/istoedinheiro>. Acesso em: 15 jun. 2006.

BARTOLOMÉ, A.P.; RUPÉREZ, P. Polysaccharides from the cell walls of pineapple fruit. **Agricultural Food Chemistry**, Washington, v.43, p.608-612, 1995.

BAYRAM, M.; KAYA, A.; ORNER, M.D. Changes in properties of soaking water during production of soy-bulgur. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.61, n.2, p.221-230. Feb. 2004.

BAZZANO, L.A.; HE, J.; OGDEN, L.G.; LORIA, C.M.; WHELTON, P.K. Dietary fiber intake and reduced risk of coronary heart disease in US men and women. **Archives International Medical**, v.163, p.1897-1904, 2003.

BEHRENS, J.H.; SILVA, M.A.A.P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.24, n.3, p.431-439, jul./set. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v24n3/21939.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2007.

BEHRENS, J.H.; SILVA, M.A.A.P.; WAKELING, I.N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, p.214-220, maio/ago. 1999.

BIANCHINI, M.L.; SILVA, H.C.; OLIVEIRA, J.E.D. Considerações sobre a biodisponibilidade de ferro nos alimentos. **Archivos Latinoamericanos de Nutritión**, Caracas, v.42, n.2, p.94-100, 1992.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992.

BOOKWALTER, G.N. Corn meal/ soy flour blends: characteristics and food application. **Journal of Food Science**, Chicago, v.36, n.7, p.1026-1032, 1971.

BORGES, C.D.; CHIM, J.F.; LEITÃO, A.M.; PEREIRA, E.; LUVIELMO, M.M. Produção de suco de abacaxi obtido a partir dos resíduos da indústria conserveira. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.22, n.1, p.25-34, jan./jun. 2004.

BORGES, J.T.S.; ASCHERI, J.L.R.; ASCHERI, D.R.; NASCIMENTO, R.E.; FREITAS, A.S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.21, n.2, p.303-322, jul./dez. 2003.

BOTELHO, L. **Avaliação química da casca e cilindro central do abacaxi (Smooth cayenne), visando seu aproveitamento na alimentação humana.** 1998. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, V.D. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi “smooth cayenne”. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.362-367, mar./abr. 2002.

BOWLES, S. **Utilização do subproduto da obtenção de extrato aquoso de soja – okara em pães tipo francês, Ponta Grossa.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa.

BOWLES, S.; DEMIATE, I.M. Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.652-659, jul./set. 2006.

BRAGA, J.B. **Pequi:** castanha nutritiva e saborosa. Disponível em: <<http://www.2.ucg.br/flash2006/julho06/060707pequi.html>>. Acesso em: 10 ago. 2006.

BRASEQ BOLETIM TÉCNICO INFORMATIVO. Entendendo a atividade de água (Aw) e sua importância para a qualidade de alimentos e outros produtos em geral. Jarinu, SP, 2006. 10p.

BRITO, I.P.; CAMPOS, J.M.; SOUZA, T.F.L.; WAKIYAMA, C.; AZEREDO, G.A. Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.22, n.1, p.35-50, jan./jun. 2004.

BUCKERIDGE, M.S.; TINE, M.A.S. Composição polissacarídica: estrutura da parede celular e fibra alimentar. In: LAJOLO, F.M. et al. **Fibra dietética en Iberoamérica: tecnologia y salud**. São Paulo: Livraria Varela, 2001. cap.3, p.43-59.

CALLEGARO, M.G.K.; DUTRA, C.B.; HUBER, L.S.; BECKER, L.V.; ROSA, C.S.; HASHIME, K.; HECKTHEUR, L.H. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber of corn products. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.271-274, Apr./June 2005.

CAMPOS, D. **Alimento seguro**. Disponível em:
<http://alimentosseguro.locaweb.com.br/noticias1497.asp?_tabela=noticia&id=149>. Acesso: 15 jan. 2008.

CARDELLO, H.M.B.; FARIA, J.B. Análise da aceitação e aguardente de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.1, p.32-36, abr. 2000.

CARVALHO, I.S.H. **Potenciais e limitações do uso sustentável da biodiversidade do cerrado**: um estudo de caso da cooperativa grande sertão no Norte de Minas, Brasília. 2007. 165p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília.

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

CARVALHO, V.O.; CLEMENTE, P.R. Qualidade, colheita, industrialização e consumo de abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.74, p.37-42, fev. 1981.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 36p.

CASTRO, E.M.; VIEIRA, N.R.A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. **Qualidade de grãos de arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p.

CHAMBERS, J.M.; CLEVELAND, W.S.; KLEINER, B.; TUKEY, P.A. **Graphical methods for data analysis**. Pacific Grove, CA: Wadsworth & Brooks/Cole, 1983.

CHANG, S.; LEE, M.S.; LIN, C.J.; CHEN, M.L. Dietary fiber content and composition of fruits in Taiwan. **Asia Pacific Journal Clin. Nutr.**, Taiwan, v.7, n.3/4, p.206-210, 1998.

CHAVES, J. B. P. **Como produzir rapadura, melado e açúcar mascavo**. Viçosa: CPT, 1998. 36p.

CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias, bioquímica – propiedades funcionales, valor nutricional – modificaciones químicas**. Zaragoza: Acribia, 1989. 346p.

CHEREMISINOFF, P.N. **Waste minimization and cost reduction for the process industries**. New Jersey: Noyes, 1995. 331p.

CHO, S.S.; DREHER, M.L. **Handbook of dietary fiber**. New York: M. Dekker, 2001.

CIABOTTI, S. **Aspectos químicos, físico-químicos e sensorial de extratos de soja e tofus obtidos dos cultivares de soja convencional e livre de lipoxigenase**. 2004. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CIABOTTI, S. **Desenvolvimento de um produto similar ao tofu com base na combinação do extrato de soja e soro de leite**. 2007. 172 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COELHO, C.D. **Desenvolvimento e avaliação de cereais matinais e barras de cereais à base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.)**. 2006. 99p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana Aplicada) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

COSTA, S.I. Alimentos derivados da soja. In: MIYSAKA, S.; MEDICINA, J. C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p.857.

COSTA, S.I.; MORI, E.E.M. Principais formas de aproveitamento da soja na alimentação humana. **Boletim ITAL**, Campinas, v.56, p.27-29, 1976.

CUNHA, G.A.P. Todafruta – **Abacaxi on-Line**, v.1, n.7, nov./dez. 2003. Disponível em:
<http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=4859>. Acesso em: 20 nov. 2007.

DAVIES, C.S.; NIELSEN, N.C. Genetic analysis of null-allele for lipoxigenase – 2 in soybean. **Crop Science**, Madison, v.26, n.3, p.460-436, May/June 1986.

DELGADO, A.A.; DELGADO, A. P. **Produção de acuar mascavo, rapadura e malado**. Piracicaba: Alves, 1999. 154p.

DENDY, D.A.V.; DOBRASZCZYK, B.J. Cereales y productos derivados. In: _____. **Química y tecnología**. Zaragoza: Acribia, 2004.

DHINGRA, S.; JOOD, S. Physico-chemical and nutritional properties of cereal-pulse blends for bread making. **Nutrition and Health**, v.16, p.183-194, 2002.

DIAZ, M.N.; SARANTÓPOULOS, I.A. Aproveitamento do resíduo de extração do extrato hidrossolúvel de soja em panificação. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.5, n.1, p.1-6, jan./jun. 1987.

DINTZIS, F.R.; LEGG, L.M.; DEATHERAGE, W.L.; BAKER, F.L.; INGLET, G.E.; JAKOB, R.A.; RECKS, S.J.; MUÑOZ, J.M.; KLEVAY, L.M.; SANDSTEAD, H.H.; SHUEY, W.C. Human gastrointestinal action on wheat, corn, and soy-hull bran – preliminary findings. **Cereal Chemistry**, v.56, p.123-127, 1979.

DITCHFIELD, C. **Estudo dos métodos para a medida da atividade de água**. 2000. 109p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

DORS, G.C. Utilização da farinha de arroz na elaboração de sobremesa. **Vetor**, Rio Grande, v.16, n.1/2, p.63-67, 2006.

DREHER, M.L. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: KRITCHEVSKY, D.; BONFIELD, C. (Ed.). **Dietary fiber in health & disease**. Minnesota: Eagan, 1995. p.467-74.

DUTRA DE OLIVEIRA, J.E.; SANTOS, A.C.; WILSON, E.D. **Nutrição Básica**. São Paulo: Sarvier, 1989. 286p.

EGGUM, B.O.; JULIANO, B.O.; PEREZ, C.M.; ACEDO, E.F. The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. **Journal of Cereal Science**, v.18, p.159-170, 1993.

ELÍAS, L.G.; JOARQUÍN, R.; BRESSANI, R.; ALBERTAZZI, C.
Suplementación del arroz con concentrados protéicos. **Archivos Latinoamericano de nutrición**. Caracas, v.18, n.1, p.27-30, 1968.

ELMORE, J.R.; HEYMANN, H.; JOHNSON, J.; HEWETT, J.E. Preference mapping: relating acceptance of “creaminess” to a descriptive sensory map of a semi-solid. **Food Quality and Preference**, Oxford, v.10, p.465-475, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Piqui e Buriti**: importância alimentar para a população dos Cerrados. Planaltina, DF, 1994. n.54.

ERDMAN Jr., J.W.; O’CONNOR, M.P.; WEINGARTNER, K.E.; SOLOMON, L.W.; NELSON, A.I. Production, nutritional value and baking quality of soy-egg flours. **Journal of Food Science**, v.42, p.964-968, 1977.

ESTÉVEZ, A.M.; ESCOBAR, B.; UGARTE, V. Utilización de cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis* – Mol Stuntz) en la elaboración de barras de cereales. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.50, n.2, p.148-151, jun. 2000.

ESTÉVEZ, A. M.; ESCOBAR, B.; VÁZQUEZ, M.; CASTILLO, E.; ZACZARÍAS, I. Cereal and nut bars, nutritional quality and storage stability. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.47, n.4, p.309-317, 1995.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 652p.

FARFAN, J.A. Alimentação alternativa: análise crítica de uma proposta de intervenção nutricional. **Cadernos de Saúde Pública**, v.14, n.1, p. 2005-212, 1998.

FERNANDES, F.D.; AMABILE, R.F.; GOMES, A.C.; CABRAL, M.A.C. Composição química de sementes de dois genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) cultivados nos cerrados do Distrito Federal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, FORRAGICULTURA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.602-604.

FERNANDES, S.M.; WANG, S.; CABRAL, L.C.; BORGES, J.T.S. Caracterização química de extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p. 843-847, abr. 2000.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4. 0. In: REUNIAO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

FERREIRA, F.R.; BIANCO, S.; DURIGAN, J.F.; BELINGIERI, P.A. Caracterização física e química de frutos maduros de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987 Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1987. p.643-657.

FONSECA, C.E.L.; MUNIZ, I.A. Informações sobre a cultura de espécies frutíferas nativas da região dos cerrados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.173, p.12-16, mar./abr. 1992.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. World Health Organization. **Protein quality evaluation**: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Roma, 1990.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS AND WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Carbohydrates in human nutrition**. Food and nutrition. Rome: FAO, 1998. 140p. (Report, 66). Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/w8079e/w8079e00.htm>>. Acesso em: 14 out. 2006.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Center for Food Safety & Applied Nutrition. **A good labelling guide**: appendix C Health Claims. 1998. Disponível em: <<http://www.vf.cfsan.fda.gov>>. Acesso em: 7 jun. 2007.

FOOD NUTRITION INFORMATION CENTER. **Dietary recommended intakes**. Disponível em: <http://fnic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=4&tax_level=3&tax_subject=256&topic_id=1342&level3_id=5140>. Acesso: 10 ago. 2007.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

FREITAS, D.G.C.F.; MORETTI, R.H. Caracterização e avaliação sensorial de barras de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.2, p. 318-324, abr./jun. 2006.

FREITAS, D.G.C.F.; MORETTI, R.H. Barras de cereais elaboradas com proteína de soja e gérmen de trigo, características físico-químicas e textura durante armazenamento. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.55, n.3, set. 2005.

GAINES, C.S. Instrumental measurement of the hardness of cookies and crackers. **Cereal Foods World**, v.36, n.12, p.989-996, Dec. 1991.

GALLI, D.; BILHALVA, A.B.; RODRIGUES, R.S.; RODRIGUES, L.S. Influencia da composição do xarope nas características físico-químicas de pêssegos tipo passa. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n.3, p.179-182, set./dez. 1996.

GARCIA, M.C. MARINA, M. L.; LABORDA, F.; TORRE, M. A perfusion reversed-phase chromatographic method for ultrarapid determination of soybean proteins infant formulas and soybean milks: method development and validation. **Journal of Chromatography Science**, n.36, p.527-534, 1998. Abstract.

GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Inativação dos inibidores de proteases de leguminosas: uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.34, n.2, p.107-112, jul./dez. 2000.

GENTA, H.D.; GENTA, M.L.; ÁLVAREZ, N.V.; SANTANA, M.S. Production and acceptance of a soy candy. **Journal of Food Engineering**, v.53, p.199-202, 2002.

GILLESPIE, S.; KEVANY, J.; MASON, J. **Controlling iron deficiency**. Geneva: United Nations/Administrative Committee on Coordinations/Subcommittee on Nutrition, 1991.

GIUNTINI, E.B.; LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.53, n.1, p.1-7, mar. 2003.

GOMES, C.R.; MONTENEGRO, F.M. **Curso de tecnologia de barras de cereais**. Campinas: ITAL, 2006.

GONÇALVES, N.B.; CARVALHO, V.D. **Abacaxi pós-colheita: características da fruta**. Brasília: EMBRAPA, 2000. (Frutas do Brasil).

GRAHAM, G.G.; BAERTEL, J.M. Nutritional effectiveness of soy cereal foods in undernourished infants. **Journal American Oil Chemists Society**, Chicago, v.51, n.1, p. 152A-155A, Jan. 1974.

GRANADA, G.; ZAMBIARI, R.C.; MENDONÇA, C.R.B. Abacaxi: produção, mercado e subproduto. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.22, n.2, p.405-422 jul./dez. 2004.

GRATÃO, A.C.A.; BERTO, M.I.; SILVEIRA JÚNIOR, V. Reologia do açúcar líquido invertido: influência da temperatura na viscosidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.4, p.652-656, out./dez. 2004.

GRISWOLD, R.M. **Estudo experimental dos alimentos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1972. p.469.

GUERRA, N.B.; DAVID, P.R.B.S.; MELO, D.D. de; VASCONCELOS, A.B.B.; GUERRA, M.R.M. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Revista de Nutrição**, v.17, p.45-52, 2004.

HANDRO, W.; BARRADAS, M.M. Sobre os óleos do fruto e da semente do pequi – *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1971. p.110-113.

HARGER, N. Relato por estado sobre o comportamento da cultura de soja na safra de 2005/2006. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006. Londrina. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p.21-75. (Documentos, 275).

HERRERA, I.; TOVAR, J. **Fibra dietética y seus beneficios**. Contenido de fibra en raciones de alimentos. Caracas: Instituto Nacional de Nutrición, 2000.

HU, F.; WILLETT, W. Optimal diets for prevention of coronary heart disease. **Journal American Med. Assoc.**, v.288, p.2569-2578, 2002.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for energy**. Washington: National Academy, 2005. 1331p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 jan. 2008.

JACKSON, C.; DINI, J. P.; LAVANDIER, C.; RUPASINGHE, H.P.V.; FAULKNER, H.; POYSA, V.; BUZZELL, D.; DEGRANDIS, S. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. **Process Biochemistry**, Oxford, v.37, n.10, p.1117-1123, May 2002.

JAMES, W.P.T.; THEANDER, O. **The analysis of dietary fiber in food**. New York: M. Dekker, 1977.

JUCÁ, M.B. **Modificações das características de gelatinização de farinha de quirera de arroz por sais e concentração hidrogeniônica**. 1981. 172p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas.

JULIANO, B.O. **Rice in human nutrition**. Rome: FAO, 1993. 168p.

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 Chemistry**, St. Paul, v.51, n.3, p.376-388, May/June 1974.

KAKADE, M.L.; SIMONS, N.; LIENER, I.E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.46, n.5, p.518-528, Sept. 1969.

KHARE, S.K.; JHA, K.; GANDHI, A.P. Citric acid production from okara (soy-residue) by solid-state fermentation. **Bioresource Technology**, v.54, p.323-325, 1995

KENT, N.L. **Technology of cereals**: na introduction for students of food science and agriculture. 3.ed. New York: Pergamon, 1983.

KING, R.H.; TAVERNER, M.R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fiber contents. **Animal Production**, Edimburgh, v.21, p.275-284, Dec. 1975.

KIRK-OTHMER, E.T. Glycerol. In: AMERICAN SOCIETY OF CHEMISTRY. **Encyclopédia of chemical technology**. 5.ed. New York: J. Wiley, 2007. Disponível em: <Wiley.com>. Acesso em: 12 maio 2007.

KUNITZ, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor; II; general properties. **The Journal of General Physiology**, Baltimore, v.30, n.4, p.291-310, mar. 1947.

LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I.; MENEZES, E.W. Qualidade nutricional. In: ARAÚJO, R.S.; AGUSTIN RAVA, C.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.71-99.

LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. **Carbohidratos en alimentos regionales iberoamericanos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006.

LAJOLO, F.M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E.W.; MENEZES, E.W. **Fibra dietética en iberoamérica**: tecnología y salud, obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. São Paulo: Varela, 2001.

LAROSA, G.; CARVALHO, M.R.B.; MUÇOUÇA, F.; BARBOSA, J.C. Avaliação sensorial de biscoitos doces elaborados com farinha de Okara. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2003.

LARRAURI, J.A. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by products. **Trends Food Science Technology**, v.10, p.3-8, 1999.

LEHNING, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. 2.ed. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Savier, 1995.

LEITE, J.B.V. Informações econômicas sobre o abacaxi. **Toda Fruta**, São Paulo, n.12, set. 2003. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra.contendo.asp?contendo=4005>>. Acesso em 10 dez. 2007.

LESCANO, C.A.A.; TOBINAGA, S. Modelo codificado e real para a difusividade efetiva da secagem do resíduo do extrato hidrossolúvel de soja. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campo Grande, v.6, n.1, p.17-25, 2004.

LIENER, I.E. Implications of antinutritional components in soybean foods. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.34, n.1, p.31-67, Jan. 1997.

LIMA, G.J.M.M.; MARTINS, R.R.; ZANOTTO, D.L.; BRUM, P.A.R. **Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz**. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p.1-2. (Comunicado Técnico).

LIMBERGER, V. M. **Modificação física e química do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos**. 2006. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Santa Maria, Santa Maria.

LINEA. Línea inova mercado de barras de cereal. **Revista Eletrônica Brasil Alimentos**, v.6, n.36, p.6, set. 2006.

LIU, K. **Soybeans**. Gaithersburg: Aspen, 1999. 532p.

LOUSADA JUNIOR, J.E.; NEIVA, J.N.M.; SOARES, L.; BANY, V.L.; PEREIRA, R.C. **Avaliação da composição química e do consumo de subprodutos da agroindústria de frutas**. Disponível em: <<http://www.nordeste rural.com.br/nordeste rural/matler.asp?newsId=2109>>. Acesso em: 12 out. 2006.

LUCAS, B.; SOTELO, A. Effect of different alkalies, temperatures and hydrolises times on tryptophan determination of pure proteins and foods. **Anal. Biochem.**, v.109, n.1, p.192-197, 1980.

MA, Y.C.; LIU, W.S.; KWOK, K.C.; KWOK, F. Isolation and characterization of proteins from soymilk residue (Okara). **Food Research International**, Hong Kong, v.29, n.8, p.799-805, 1997.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11.ed. São Paulo: Roca, 2005. 1242p.

MAIA, L. H.; WANG, S. H.; FERNANDES, M. S. e CABRAL, L. C. Características químicas dos mingaus desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.3, p.416-423, set/dez, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação de estudo nutricional de plantas**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

MANGINO, M.E. Physicochemical aspect of whey protein functionality. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.11, p.2711-2722, 1984.

MANGINO, M.E. Gelation of whey protein concentrates. **Food Technology**, v.46, n.1, p.114-117, 1992.

MANRIQUE, G.D.; LAJOLO, F.M. Maduración, almacenamiento y procesamiento de frutas y vegetales: modificaciones en los componentes de la fibra soluble. **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud, obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap.22, p.283-296.

MARQUES, F. **Novos produtos à base de arroz misturam milho, soja, caju e café, tendência dos altos preços estimula aproveitamento de quirera**. 2007. Disponível em: <<http://www.arroz.agr.br/site/arrozemfoco/070625.php>>. Acesso em: 12 jan. 2008.

MARQUEZ, L.R. **A fibra terapêutica**. 2.ed. São Paulo: BYK Química, 2001. 175p.

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

MAURON, J. The analysis of food proteins: amino acid composition and nutritive value. In: PORTER, J.W.G.; ROLLS, B.A. (Ed.). **Proteins in human nutrition**. London: Academic, 1973. p.139-154.

MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; MARTIN, Z.J. de; TOCCHINI, R.P.; SOLER, M.P.; ALMEIDA, L.A.S.B.; C. NETO, L.; MARQUES, J.F. **Abacaxi: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2 ed. rev. e ampliada., Campinas: ITAL, 1987. 285p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. London: CRC, 1987. 281p.

MELO, M.L.P.; MAIA, G.A.; SILVA, A.P.V.; OLIVEIRA, G.S.F.; FIGUEIREDO, R.W. Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) crua e tostada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.2, p.184-187, maio/jul. 1998.

MENDONÇA, C.V.C.E.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; MORAIS, A.R. Quantificação de polifenóis e digestibilidade protéica de famílias de feijoeiro comum. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p.858-864, jul./ago. 2003.

MENEZES, E.W.; CARUZO, L.; LAJOLO, F.M. Avaliação da qualidade dos dados de fibra alimentar. Estudo em alimentos brasileiros. In: LAJOLO, F.M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud**. São Paulo: Livraria Varela, 2001. cap.11, p.165-178.

METRI, A.C.; BION, F.M.; OLIVEIRA, S.R.P.; LOPES, S.M.L. Farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*saccharomyces cerevisiae*), em associação ao feijão e arroz, na dieta de ratos em crescimento. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.16, n.1, p.73-81, jan./mar. 2003.

MITCHELL, V.W.; BOUSTAIN, P. Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis. **British Food Journal**, v.92, n.5, p.17-22, 1990.

MIURA, E.M.Y.; BINITTI, M.A.R.; CAMARGO, D.S.; MIZUBITO, I.Y.; IDA, E.I. Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina e ausência do inibidor kunitz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.51, n.2, p.195-198, jun. 2001.

MORAES, F.P.; COLLA, L.M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**. v.3, n.2, p.109-122, 2006.

MORAIS, A.A.C. Usos da soja em medicina. In: Simpósio Brasileiro sobre os Benefícios da soja para a saúde humana, 1., 2004, Londrina. **Anais...**Londrina, PR: EMBRAPA, 2001, p. 15-18.

MURPHY, P.A.; BARUA, K.; HAUCK, C.C. Solvent extraction in the determination of isoflavones in soy foods. **Journal of Chromatography**, B, Amsterdam, v.777, n.1/2, p.129-138, Sept. 2002.

NABESHIMA, E.H.; EL-DASH, A.A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.22, n.1, p.107-120, jan./jun. 2004.

NAVES, M.M.V. Características químicas e nutricionais do arroz. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.25, n.1, p.51-60, jan./jun. 2007.

NIELSEN, S.S. Digestibility of legume proteins. **Food Technology**, Chicago, v.45, n.9, p.112-114, Sept. 1991.

OLIVEIRA, A.P.V.; FRASSON, K.; ALMEIDA, T.C.A. Aceitação de sobremesas lácteas dietéticas e formuladas com açúcar: teste afetivo e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.4, p.627-633, out./dez. 2004.

OLIVEIRA, N. **Processo hidrotérmico para gelatinização do arroz: papel da α -amilase bacteriana**. 1979. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Campinas, Campinas, 1979.

OSBORNE, D.R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic, 1978. v.47, p.156-158.

O'TOOLE, D.K. Characteristic and use of okara, the soybean residue from soy milk production- a review. **Agricultural Food Chemistry**, Washington, v.47, n.2, p.363-371, 1999.

PAIVA, V.L.G. **Processo de produção de cereais matinais, barra de cereais e pão integral**. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt382.pdf>>. Acesso: 20 set. 2006

PALAZZOLO, G. Cereal bars: they're not just for breakfast anymore. **Cereal Foods Word**, v.48, n.2, p.70-72, mar./abr. 2003.

PARK, Y.K.; AGUIAR, C.L.; ALENCAR, S.M.; SCAMPARINI, A.R.P. Biotransformação de isoflavonas de soja. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v.4, n.20, p.12-14, maio/jun. 2001.

PAULA, O.J. **Desempenho e desenvolvimento dos órgãos digestivos de cordeiros Santa Inês, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra**. 2005. 184 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) _ Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PELLET, P.L.; YOUNG, V.R. **Nutritional evaluation of protein foods**. Tokyo: The United Nations University, 1980. 154p.

PENNA, E.W.; TUDESCA, M.V. Desarrollo de alimentos. In: LAJOLO, F.M. In: LAJOLO, F.M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud, obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap.17, p.245-265.

PICHAT, P. **A gestão de resíduos**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. 129p.

PIMENTEL, B.M.V.; FRANCKI, M.; GOLLÜCKE, B.P. **Alimentos funcionais**: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Varela, 2005. 95p.

PINTO, P.C.R. **Consumo alimentar de frutos do cerrado, fonte de vitamina A, por moradores de comunidades das cidades satélites do Distrito Federal, Brasília**. 2006. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília, Brasília.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA, M.G.A.; ROSA, J.C.; COSTA, N.M.B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, p.179-187, 2006.

PROSKY, L. What is dietary fiber? **Journal of AOAC International**, July/2000, v.83, n.4, p.985-987, July, 2000.

PROSKY, L.; ASP, N.G.; SCHWEIZER, T.F.; DEVRIES, J.W.; FURDA, I. Determination of unsoluble, soluble and total dietary fibre in foods and food products. Interlaboratory study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemistry**, v.71, p.1017-1023, 1998.

QUITAIN, A.T.; ORO, K.; KATOH, S.; MORIYOSHI, T. Recovery of oil components of Okara by ethanol-modified supercritical carbon dioxide extraction. **Bioresource Technology**, v.97, n.13, p.1509-1514, Sep. 2006.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. 2007. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2007. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso: 20 set. 2007.

RATTRAY, W.; JELEN, P. Thermal stability of skim milk/ whey protein solution blends. **Food Research International**, v.30, n.5, p.327-334, 1997.

REGO, C. **Quaker anuncia sua entrada na categoria de barras de cereais**. 2004. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/noticias/quaker_anuncia_sua_entrada_na_categoria_de_barras_de_cereais/89>. Acesso em: 18 dez. 2006.

REHMAN, Z.; SHAH, W.H. Thermal heat processing effects on antinutrients, protein and starch digestibility of food legumes. **Food Chemistry**, v. 91, n. 2, p. 327-331, June 2005.

REIS, R.C.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, J.C.S.; MINIM, V.P.R. Mapa de preferencia. In: MINIM, V.P.R. **Análise sensorial, estudos com consumidores**. Viçosa: UFV, 2006. 225p.

RIBEIRO, R.F. **Pequi**: o rei do cerrado. Belo Horizonte: Rede Cerrado, 2000. 62p.

RIBEIRO, V.A. **Aproveitamento do resíduo do extrato de soja na elaboração de um produto tipo paçoca**. 2006. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RIET, W.B. van der; CILLIERS, J.J.; DATEL, J.M. Food chemical investigation of tofu and its byproduct okara. **Food Chemistry**, v.34, p.193-202, 1989.

RIVELLES, C.R. O sabor do abacaxi. **Jornal Entre Posto**, São Paulo, out. 2007. Disponível em: <<http://www.jornalentreposto.com.br/out2007/cqh2.htm>>. Acesso: 10 jan. 2008.

RODRIGUES, E. **Secagem de abacaxi em secador de leito fixo**. 2006. 91p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RODRIGUES, L.J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* camb.)**: ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RODRIGUES, L.J.; VILAS BOAS, E.V.B.; PAULA, N.R.F.; GOMES, J.V.F.; PINTO, D.M. Caracterização físico-química da amêndoa e polpa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) produzido nas regiões Norte e Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. CD-ROOM

RODRIGUES, M.B.S.; MEGÍAS, S.M.; BAENA, B.M. Alimentos funcionales y nutrición óptima. **Revista da Espanha de Salud Pública**, v.77, n.3, p.317-331, 2003.

SABATÉ, J.; FRASER, G.E. The probable role of nuts in preventing coronary heart disease. **Primary Cardiology**, v.19, n.11, p.65-72, 1993.

SALGADO, J.M. **Alimentos funcionais**. Disponível em:
<http://www.sbaf.org.br/sbaf/_alimentos/200506_Alimentos_Funcionais.htm>.
Acesso em: ago. 2007.

SALGADO, S.M.; GUERRA, N.B.; MELO FILHO, A.B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Ver. Nutr.**, Campinas, v.12, n.3, p.303-308, set./dez. 1999.

SALUNKE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Ration: CRE, 1984, v.2, 194p.

SANGRONIS, E.; REBOLLEDO, M.A. Fibra dietética solubre, insolubre y total em cereales, productos derivados de su procesamiento y em productos comerciales a base de cereals. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v.43, n.3, p.258-263, 1993.

SARZI, B.; DURIGAN, J.F. Avaliação física e química de produtos minimamente processados de abacaxi “pérola”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.4, n.2, p.376-380, 2002.

SAURA-CALIXTO, F. Evolución del concepto de fibra. In: LAJOLO, F.M. In: LAJOLO, F.M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud, obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001.

SCHAUB, S.M.; LEONARD, J.J. Composting: an alternative waste management option for food processing industries. **Trends in Food Science & Technology**, v.7, p.263-268, 1996.

SCHLESINGER, S. A soja no Brasil, diesel: indústria pede isenção tributária na fase inicial. **Jornal do Estado de São Paulo**, set. 2005. Disponível em:
<<http://www.comona.org.br/pdf/observandosoja/12-A-soja-no-Brasil.pdf>>.
Acesso: 18 jan. 2008.

SCHLICH, P. Preference mapping: relating consumer preferences to sensory or instrumental measurements. In: ETIEVANT, P. SHREIER, P. **Bioflavour 95: analysis/ precursor studies/biotechnology**. 2.ed. Orlando: Flórida Academic, 1995. 338p.

SCHULZE, H.; VANLEEUEWEN, P.; VERSTEGEN, M.W.A. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pig, **Journal of Animal Science**, Savoy, v.72, n.9, p.2362-2368, 1994.

SCHWEIZER, T.F.; EDWARDS, C.A. **Dietary fibre: a component of food; nutritional function in health and disease**. London: Springer-Verlag, 1992. 354p.

SENHORAS, E. M. Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde. **Revista Urutagua**: revista acadêmica multidisciplinar, Maringá, v.5, p.1-14, dez./mar. 2004.

SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. São Paulo: Almed, 1987. 387p.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades, degradação, modificação. São Paulo: Livraria Varela, 1996. 517p.

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

SILVA, J.M. **Uso da atmosfera modificada no armazenamento de abacaxi (Ananas comusus L.) cv. Smooth cayeme**. 1997. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, J.A. **Tópicos da tecnologia de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2000. p.227.

SILVA, M.C. Aproveitamento da Quirera de arroz na produção de farinhas pré-gelatinizadas e seu uso na formulação de alimentos infantis. 1984. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, SP

SILVA, M.S.; NAVES, M.M.; OLIVEIRA, R.B.; LEITE, O.S.M. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.571-576, jul./set. 2006.

SOARES JÚNIOR, M.; OLIVEIRA, W.M.; CALIARI, M.; VERA, R. Otimização da formulação de pães de forma preparados com diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e okara. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.24, n.1, p.221-248, jan./jun. 2006

SOBRINHO, L.S.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F. Desenvolvimento de barras energéticas à base de farinha de mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande. Disponível em: <www.suct.ms.gov.br/mandioca/trabalhos/PASTA78.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2006.

SOUZA, L.; OLIVEIRA, J.P.; MAIA, A.M.F.; BUENO, R.B. Caracterização dos ácidos graxos dos óleos das amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), piqui (*Caryocar brasiliensis*), coco butiá (*Butiá purpurascens* Glassmon) e coco guariroba (*Syagrus oleraceae* Becc.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. CD-ROOM.

SOUZA, M.L.; MENEZES, H.C. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.120-128, jan./mar. 2004.

SOUZA, O.; SANTOS, I.E. Importância dos resíduos agropecuários na alimentação animal. **Boletim Pecuário**, 2002. Disponível em: <http://www.boletimpecuario.com.br/artigos/showartigo.php?arquivo=artigo544.txt>. Acesso em: 24 out. 2006.

SOUZA, P.H.M. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim SBCTA**. v.37, n.2, p.127-135, 2003.

SPACKMAN, D.H.; STEIN, W.H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acid. **Analytical Chemistry**, Easton, v.30, n.7, p.1190-1206, 1958.

STEINKE, F.H.; HOPKINS, D.T. Complementary and supplementary effects of vegetable proteins, **Cereal Food World**, St. Paul, v.28, n.6, p.338-342, 1983.

STORCK, C. R. **Uso dietético do arroz, de acordo com variações em medidas de interesse nutricional**. 2004. 109p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

TEJERINA, J.; GOMEZBRENES, R.A.; BRESSANI, R. Effect of various processes on protein quality of a food base don corn and whole soybeans. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Guatemala, v.27, n.2, p.186-194, 1977.

TETTWEILER, P. Snack food worldwide. **Food Technology**, v.45, p.58-62, 1991.

THÉ, P.M.P.; GONÇALVES, N.B.; NUNES, R.P.; MORAIS, A.R.; PINTO, N.A.V.D.; FERNANDES, S.M.; CARVALHO, V.D. Efeitos de tratamento pós-colheita sobre fatores relacionados à qualidade de abacaxi cv. *Smoth cayenne* L. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.2, p.163-170, abr./jun. 2003.

TIRAPÉGUI, J.; CASTRO, I.A.; ROSSI, L. Biodisponibilidade de proteínas. In: COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2.ed.atua.ampl. Brueri, SP: Manole, 2007. p.67-123.

TORUN, B. Proteínas y aminoácidos, características y satisfacción de requerimientos con dietas latinoamericanas. **Archivos Latinoamericanos Nutrición**, v.38, p.483-505, 1988.

TRAVAGLINI, D.A.; SLVEIRA, E.T.F.; TRAVAGLINI, M.M.E.; VITTI, P.; PEREIRA, L.; AGUIRRE, J.M.; CAMPOS, S.D.S.; GERALDINI, A.M.; FIGUEIREDO, I.B. Processamento de farinha composta de resíduo do extrato de soja e milho. **Boletim ITAL**, Campinas, v.17, n.3, p.275-296, jul./set. 1980.

UNIÃO-PRÓ. **Açúcares industriais**. São Paulo: Nova América, 2006.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Projeto de processamento agroindustrial da castanha de pequi** (Caryocar brasiliense Camb) e do côco macaúba (Agromia sclerocarpa mart): Resolução nº 129 de 31 de julho de 2003. Disponível em: <<http://www.unimontes.br/arquivos/resolucao/2003/resolucao129cepex2003.pdf>> Acesso em: ago. 2006.

VASANTHAN, T.; JIANG, G. S.; YEUNG, J. ; LI, J. H. Detary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. **Food Chemistry**, v.77, p.35-40, 2002.

VIEIRA, V.C.R.; PRIORI, S.E.; SABRY, M.O.D.; FERREIRA, A.L.R.; SAMPAIO, H.A.C.; SILVA, M.G.C. Hábitos alimentares e consumo de lanches. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n.46, p.14-20, jan./fev. 2001.

WAITZBERG, D.L. **Nutrição oral, enteral, e parenteral na prática clínica**. 3.ed. São Paulo: Atheneu, 2000. v.1.

WANG, H.J.; MURPHY, P.A. Mass balance study of isoflavonas during soybean processing. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v.44, n.2, p.2377-2388, Aug. 1996.

WANG, S.H.; CABRAL, L.; BORGES, G.G. Utilização do resíduo do leite de soja na elaboração de paçoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1305-1311, jul. 1999a.

WANG, S.H.; CABRAL, L.C.; MAIA, L.H.; ARAÚJO, F.B. Mingau de arroz e soja pronto para consumo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.855-860, maio 1999b.

WANG, S.H.; MAIA, L.H.; CABRAL, L.C.; GERMANI, R.; BORGES, J.T.S. Influencia da proporção arroz:soja sobre a solubilidade e as propriedades espumantes dos mingaus desidratados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.1, p. 83-89, abr. 2000.

WILLIAMS, S.R. Minerais. In: _____. **Fundamentos de nutrição e dietoterapia**. 6.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. p.144-173.

WU, W.; WILLIAMS, P.; KUNKEL, M.E.; ACTION, J.C.; WARDLAW, F.B.; HUANG, Y.; GRIMES, L.W. Thermal effect on in-vitro protein quality of red kidney beans. **Journals of the Food Science**, v.59, p.1187-1190, 1994.

ANEXOS

ANEXO A	Página
FIGURA 1A Figuras boxplots da composição centesimal das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais (umidade, proteína, gordura e fibra alimentar total, insolúveis e solúveis).....	121
FIGURA 2A Figuras boxplots da composição centesimal das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais (cinzas, carboidratos e calorias).....	122
FIGURA 3A Figuras boxplots do conteúdo de minerais das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais (P e K).....	123
FIGURA 4A Figuras boxplots do conteúdo de minerais das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais (Mg, S, Cu, Mn, Zn e Fe).....	124
FIGURA 5A Figuras boxplots do pH, sólidos solúveis (°Brix) e atividade da água (Aa) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais...	125
FIGURA 6A Figuras boxplots da luminosidade (L*) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.....	126

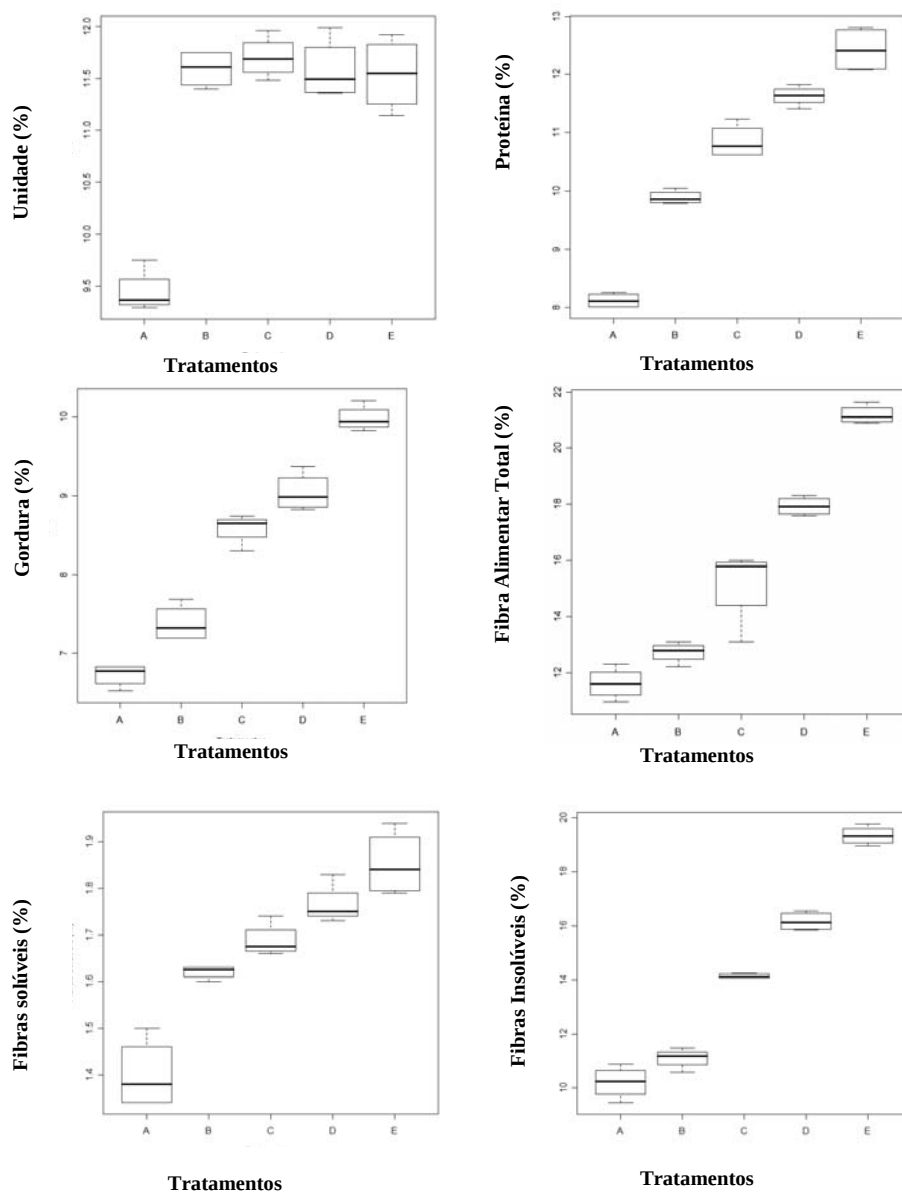


FIGURA 1A Figuras boxplots da composição centesimal das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais (umidade, proteína, gordura e fibra alimentar total, insolúveis e solúveis).

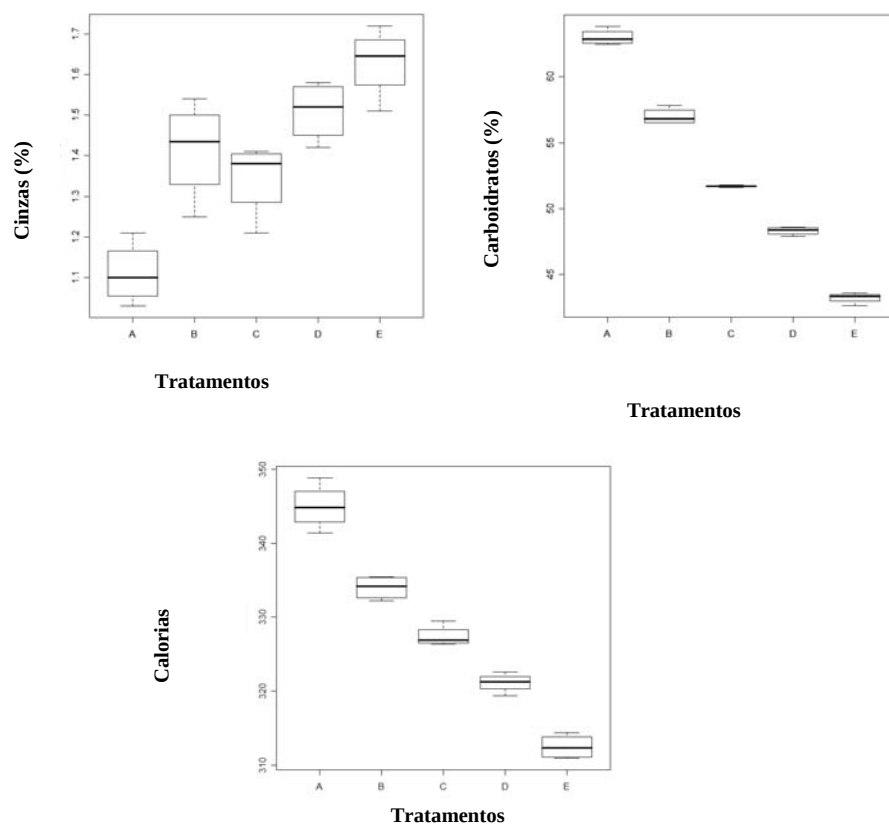


FIGURA 2A Figuras boxplots da composição centesimal das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais (cinzas, carboidratos e calorias).

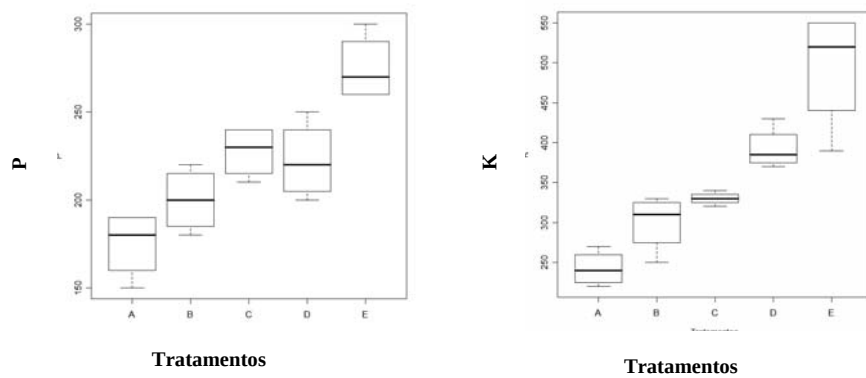


FIGURA 3A Figuras boxplots do conteúdo de minerais das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais (P e K).

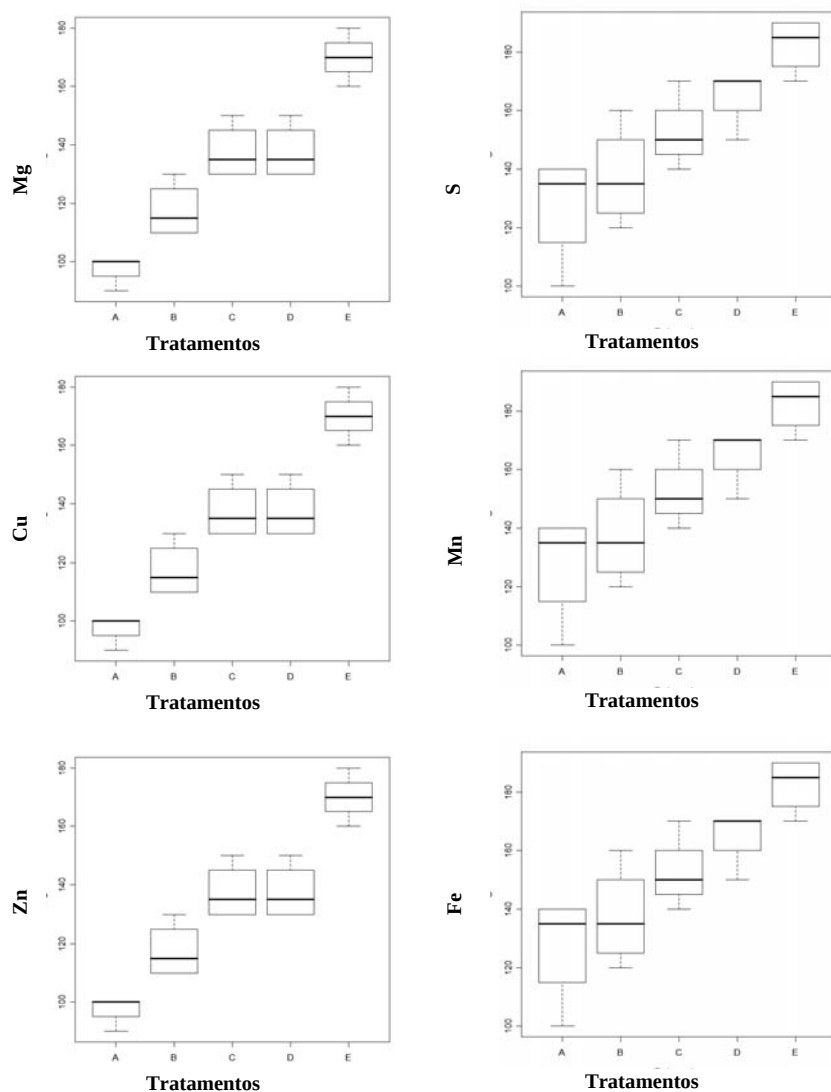


FIGURA 4A Figuras boxplots do conteúdo de minerais das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais (Mg, S, Cu, Mn, Zn e Fe).

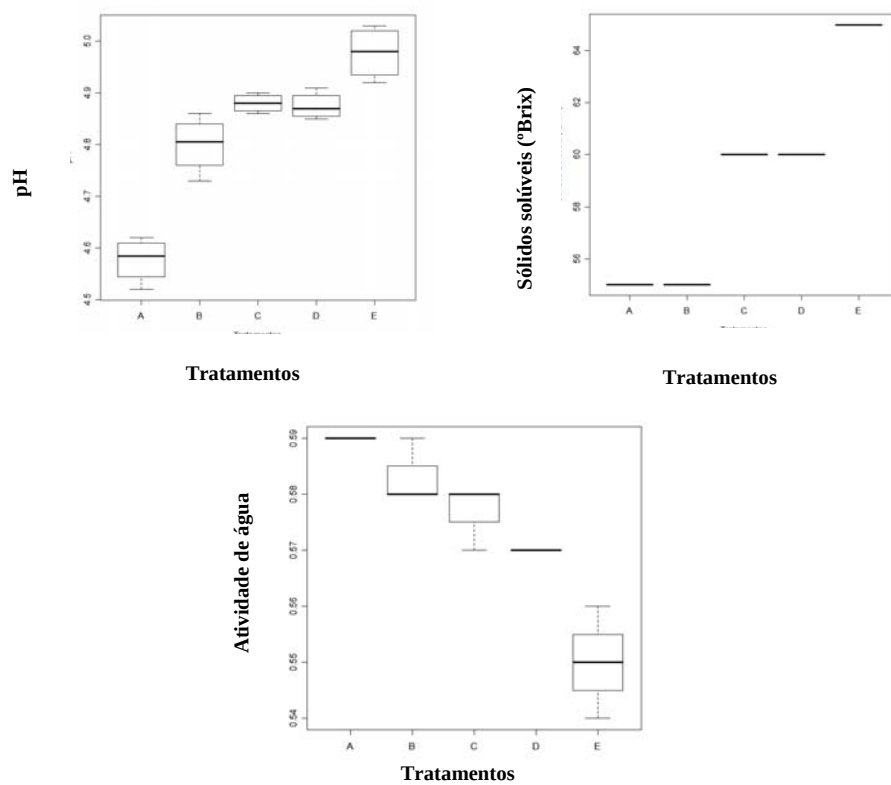


FIGURA 5A Figuras boxplots do pH; sólidos solúveis (°Brix) e atividade da água (Aa) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.

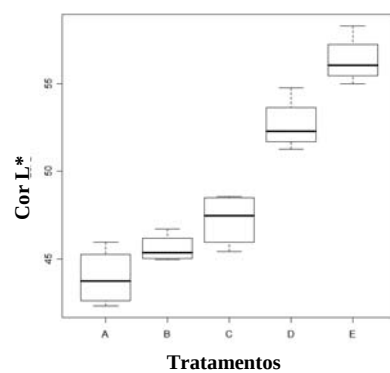


FIGURA 6A Figuras boxplots da luminosidade (L^*) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.

ANEXO B**Página**

TABELA 1B	Resumo das análises de variância para os dados de umidade, proteína, lipídeo, fibra alimentar total (FAT) insolúvel (FAI) e solúvel (FAZ), cinzas, extratos não nitrogenados (ENN) e calorias (CAL) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.....	128
TABELA 2B	Resumo das análises de variância dos minerais P, K, Mg, S, Cu, Mn, Zn e Fe das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais...	129
TABELA 3B	Resumo das análises de variância de pH, sólidos solúveis (°Brix) e atividade da água (Aa) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.....	130
TABELA 4B	Resumo das análises de variância de cor L*, a* e b* das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.....	130
TABELA 5B	Resumo das análises de variância de textura instrumental, corte e dureza das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais...	131
TABELA 6B	Resumo das análises de variância dos atributos sensoriais (aparência, sabor, textura, aspecto global) e intenção de compra das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.....	131

TABELA 1B Resumo das análises de variância para os dados de umidade, proteína, lipídeo, fibra alimentar total (FAT) insolúvel (FAI) e solúvel (FAZ), cinzas, extratos não nitrogenados (ENN) e calorias (CAL) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais

CV	GL	Umidade	Proteína	Lipídeo	FAT	FAI	FAS	Cinzas	ENN	CAL
Tratamentos	4	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Resíduo	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV	-	2,29	2,30	2,41	4,58	2,74	3,22	6,57	0,86	0,59
Média	-	11,17	10,58	8,34	15,72	14,19	1,67	1,40	52,65	328,00

*significativo, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **significativo, a 1% de probabilidade.

TABELA 2B Resumo das análises de variância dos minerais P, K, Mg, S, Cu, Mn, Zn E Fe das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.

CV	GL	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Fe
Tratamentos	4	**	**	**	**	**	*	**	**
Resíduo	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	19	-	-	-	-		-	-	-
CV	-	8,58	11,52	6,49	9,24	4,58	5,28	10,58	10,23
Média	-	220,00	352,00	132,00	153,00	0,74	1,48	1,98	4,22

*significativo, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **significativo, a 1% de probabilidade.

TABELA 3B Resumo das análises de variância de pH, sólidos solúveis (°Brix) e atividade da água (Aa) das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.

CV	GL	pH	°Brix	Aa
Tratamentos	4	**	**	**
Resíduo	15	-	-	-
Total	19	-	-	-
CV	-	0,86	0,00	0,84
Média	-	4,82	59,00	0,57

*significativo, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 4B Resumo das análises de variância de cor L*, a* e b* das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.

CV	GL	L*	a*	b*
Tratamentos	4	**	*	**
Resíduo	15	-	-	-
Total	19	-	-	-
CV	-	2,86	9,54	3,26
Média	-	49,15	6,08	20,30

*significativo, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 5B Resumo das análises de variância de textura instrumental, corte e dureza das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.

CV	GL	CORTE	DUREZA
Tratamentos	4	**	**
Resíduo	15	-	-
Total	19	-	-
CV	-	13,76	5,95
Média	-	5,75	18,39

*significativo, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 6B Resumo das análises de variância dos atributos sensoriais (aparência, sabor, textura, aspecto global) e intenção de compra das barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.

CV	GL	Aparência	Sabor	Textura	Aspecto Global	Intenção de compra
Tratamentos	4	**	**	**	**	**
Resíduo	15	-	-	-	-	-
Total	19	-	-	-	-	-
CV	-	29,10	24,56	29,98	26,05	35,25
Média	-	5,46	5,85	5,59	5,67	3,00

*significativo, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **significativo a 1% de probabilidade.