

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO
EXTRATO DE SOJA NA ELABORAÇÃO DE UM
PRODUTO TIPO PAÇOCA**

VIVIANE DE ARAÚJO RIBEIRO

2006

VIVIANE DE ARAÚJO RIBEIRO

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO EXTRATO DE SOJA NA
ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO TIPO PAÇOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profa. Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

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

Ribeiro, Viviane de Araújo

Aproveitamento do resíduo do extrato de soja na elaboração de um produto tipo paçoca / Viviane de Araújo Ribeiro. -- Lavras : UFLA, 2006.
75 p. : il.

Orientadora: Maria de Fátima Piccolo Barcelo

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Aproveitamento. 2. Resíduo. 3. Alimentação humana. 4. Combinação de cereal e leguminosa. 5. Fubá. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-641.3334

VIVIANE DE ARAÚJO RIBEIRO

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO EXTRATO DE SOJA NA
ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO TIPO PAÇOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 24 de março de 2006

Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa UFLA

Profa. Dra. Joelma Pereira UFLA

Prof. Dr. José Luis Contado UFLA

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

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICO

Dizer-lhes muito obrigada seria uma emoção ímpar...um aperto na garganta...um frio na barriga...só de sentir e dizer que a preciosidade da minha vida são vocês.

As palavras jamais caberiam aqui...

O exemplo de vocês é o que me impulsiona a seguir.

A garra, a atenção e a sabedoria... do senhor, meu pai...

é o que busco sempre...que nunca se pode desanimar...que um sonho é simples consegui-lo, desde que não se perca a ilusão e que o amanhã será sempre melhor para aqueles que sonham... que a vida, de tão boa e cheia de surpresas, deveria ser feita pra ser vivida por pelo menos uns “trezentos anos”...Hoje, a vida ainda é pequena para retribuir-lhe tudo isso.

O carinho, o amor, a paciência... da senhora, minha mãe... estruturaram-me desde menina...fiz muitas caligrafias e tabuadas...Lembra? Ninei muitas bonecas como a senhora me ninava...Hoje, aqui está um pouquinho do resultado de tudo isso.

A atenção e o carinho de vocês...meus irmãos, Marcus Vinícius, Ana Luiza e Cassiano Ricardo...ensinaram-me a dividir os sonhos que, desde pequenos, a gente dividia nas brincadeiras...A nossa casa era a cidade e cada quarto um estabelecimento...banco, escola, loja...e isso nos tornou responsáveis na arte de seguir em frente levando o exemplo que sempre tivemos em casa...

Hoje, aqui está um pouquinho de tudo isso.

A atenção, o apoio, a paciência, o amor, a segurança, o carinho...de você, Antônio...

está também aqui...sem palavras para explicá-los!!!

Esta minha conquista é também de vocês...Vocês que também sonharam comigo e acreditaram em mim...e sentiram a mesma saudade...e juntos podemos dizer: Vencemos!!!!

Obrigada por esta conquista !!!!

*“Não é o desafio com que nos deparamos que determina quem
somos e no que estamos nos tornando,
mas, a maneira com que respondemos ao desafio.
Somos combatentes, idealistas e concluimos cada etapa, na
certeza de que outras virão.
Porque o caminho é longo, o tempo não pára e devemos
sempre continuar.
Problemas para vencer.
Liberdade para provar.
E, enquanto acreditamos no nosso sonho, nada é por acaso.”*

AGRADECIMENTOS

A Deus, motivo de tudo, minha inspiração maior.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio, carinho e compreensão.

Ao Antônio, pelo apoio, incentivo, amor e paciência.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À professora Maria de Fátima Piccolo Barcelos, pela oportunidade, orientação, compreensão e amizade.

À “mãe Anita”, Ana Lúcia e Hermínia, por todas as orações, carinho e amor.

À Sueli pela ajuda, atenção, disposição carinho... não existem palavras para agradecer!

À Andrelisa, Eliete, Maria Leticia, Aline (Tonhonhõe), Meire, Alessandra, Ana Carla, Lili e Antônia, pela ajuda e amizade.

Ao José Maria, funcionário da Biblioteca, por toda ajuda e atenção.

Às laboratoristas Tina, Cidinha, Creusa e Sandra, pela colaboração nas análises laboratoriais.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba, pela doação dos grãos de soja.

Ao Laboratório de Química de Proteínas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP, pela realização dos aminogramas.

Enfim, a todos aqueles que de maneira direta ou indireta, colaboraram na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Soja na alimentação humana.....	3
2.1.1 Proteína da soja.....	5
2.2 Resíduos de agroindústrias vegetais na alimentação humana.....	6
2.2.1 Considerações gerais sobre o aproveitamento de resíduos alimentícios.....	6
2.2.2 Importância do resíduo do extrato de soja na alimentação humana.....	7
2.2.3 Utilização do resíduo do extrato de soja na alimentação humana.....	11
2.3 Associação de leguminosas e cereais para consumo humano.....	12
2.4 Amendoim na alimentação humana.....	15
2.4.4 Proteína do amendoim.....	16
2.5 Milho na alimentação humana.....	18
2.5.1 Proteína do milho.....	19
2.6 Melado de cana.....	20
2.7 Biodisponibilidade de ferro.....	22
2.8 Escore químico.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Obtenção do resíduo do extrato de soja (RES).....	27
3.1.1 Rendimento do resíduo obtido após fabricação do extrato de soja.....	29
3.1.2 Preparo dos ingredientes dos produtos tipo paçoca: secagem e tostagem.....	29
3.1.3 Preparo dos produtos tipo paçoca.....	29

3.2 Composição centesimal.....	31
3.3 Valor calórico dos produtos tipo paçoca.....	31
3.4 Determinação da fração de ferro total e ferro solúvel.....	31
3.5 Análise do perfil de aminoácidos (aminograma).....	33
3.5.1 Escore químico.....	33
3.6 Análise sensorial.....	33
3.7 Análise estatística.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Obtenção do resíduo do extrato de soja (RES) e proporção grão de soja:resíduo obtido.....	35
4.2 Composição química.....	35
4.2.1 Composição centesimal do resíduo do extrato de soja.....	35
4.2.2 Composição centesimal do amendoim e do fubá de milho mimoso....	37
4.2.3 Composição centesimal dos produtos tipo paçoca.....	39
4.3 Valor calórico das paçocas.....	41
4.4 Teor de ferro total e ferro solúvel.....	43
4.5 Análise do perfil de aminoácidos (aminograma).....	45
4.6 Análise sensorial.....	52
5 CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS.....	69

RESUMO

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

Este trabalho foi conduzido nos Laboratórios do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, MG. Os grãos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] utilizados foram da cultivar convencional BRS Garantia safra 2004/2005, cedidos pela Epamig. O consumo da soja tem aumentado nos últimos tempos no Ocidente, não só pelos aspectos nutritivos, mas também pela importância dessa leguminosa como alimento funcional.. Realizou-se este trabalho com a finalidade do aproveitamento do resíduo do extrato de soja (RES) e a complementação protéica de um cereal e uma leguminosa. Após a fabricação do extrato de soja obteve-se o resíduo com proporção grão de soja:resíduo obtido na ordem de 1:2,5 (base úmida) , equivalendo 1:0,44 (base seca), com um rendimento do resíduo do extrato de soja de 44,68%. Em seguida, foram fabricados os produtos tipo paçoca com o aproveitamento do resíduo do extrato de soja em substituições crescentes de RES ao fubá (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) e realizadas análises químicas: composição centesimal, valor calórico das paçocas, determinação da fração ferro total e ferro solúvel, análise do perfil de aminoácidos (aminograma), escore químico e análise sensorial. Verificou-se que no resíduo permaneceu quase totalmente os nutrientes presentes no grão de soja e que a obtenção dos produtos tipo paçoca com substituição crescente de resíduo do extrato de soja ao fubá, foi favorável para o aumento de proteínas, extrato etéreo e fibras, principalmente. O teor de ferro solúvel nos produtos tipo paçoca não correspondeu ao aumento do teor de ferro total nas mesmas. Verificou-se que a concentração crescente de resíduo do extrato de soja em substituição ao fubá nos produtos tipos paçoca amenizou a falta de lisina e refletiu o perfil de aminoácidos da soja. A substituição crescente do resíduo do extrato de soja ao fubá, não depreciou a aceitabilidade do produto final em relação aos atributos cor, sabor, textura e impressão global, sendo evidenciado esses atributos nos produtos tipo paçoca D e E. Assim o resíduo do extrato de soja não deve ser descartado existindo uma viabilidade nutricional na utilização do resíduo, na alimentação humana não apenas de forma isolada, mas associada a outros alimentos.

*Comitê Orientador: Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA (Orientadora)

ABSTRACT

RIBEIRO, Viviane de Araújo. **Utilization of the soybean extract residue the manufacture of the product paçoca.** 2006. 75p. Dissertation (Máster Degree in Food Science)* – Universidade Federal de Lavras, Lavras –MG.

This work was conducted in the laboratories of the Food Science Department of the Federal University of Lavras -MG. The soybean grains [*Glycine max* (L.) Merrill] utilized were from the conventional cultivar BRS “Garantia” crop 2004/2005, given by –Epamig. The consumption of soybean has increased lately in the West, not only for the nutritive aspects but also for the importance of this legume as a functional food. This work was accomplished with the purpose of utilization of the soybean extract residue and the protein complementation of a cereal and a legume. After the manufacture of the soybean extract, the residue with a proportion of soybean grain: residue was obtained at the order of 1:2.5 (fresh basis), its being 1:0.44 (dry basis) with a yield of the soybean extract residue of 44.68%. Next, the paçocas with the utilization of the soybean extract residue at growing proportions of concentration were made (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) and chemical analyses performed: centesimal composition, caloric value of the paçocas, determination of the fraction total iron and soluble iron, analysis of aminoacid profile (aminogram), chemical protein content or chemical index and sensorial analysis. In the results, it is found that in the residue remains almost totally the nutrients present in the soybean grains and that the obtaining of paçocas with the growing proportion of residues of the soybean extract was favorable to the increase of proteins, lipids and fibers mainly. The content of total in the paçocas did not correspond to the amount of soluble iron. The increase of the concentration of soybean extract residue in substitution of corn in the paçoca type of products helped the lack of lysine and reflected the amount of aminoacid on the soybean. The increase of the concentration of soybean extract residue did not depreciate the acceptability of the final product relative to the attributes color, flavor, texture and global impression. So, the soybean extract residue should not be discarded, existing a nutritional viability in the utilization of the residue, in human feeding not only in a isolated form but associated with other foods.

*Guidance Committee: Maria de Fátima Píccolo Barcelos-UFLA(Adviser)

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma leguminosa oleaginosa com destaque no conteúdo protéico não apenas na quantidade de proteína nos grãos (30 a 45%), mas também na qualidade (Nielsen, 1991).

O consumo da soja tem aumentado nos últimos tempos no Ocidente, não só pelos aspectos nutritivos, mas também pela importância dessa leguminosa como alimento funcional, consolidando estudos recentes que comprovam os benefícios à saúde, como fonte dietética preventiva das doenças crônico-degenerativas (Park et al., 2001).

Com a versatilidade da soja no campo alimentício, além da extração do óleo, num processo direto, é consumida na forma de grãos integrais ou triturados (farinhas integrais), extrato de soja ou leite de soja (soymilk), tofu, fermentados, como shoyu, misso, nato e temph e outros produtos. O extrato de soja, é um dos produtos mais difundidos dessa leguminosa no ocidente.

Com a elaboração do extrato de soja, é gerado o resíduo denominado “okara” pelos orientais, com elevado valor nutritivo. Este resíduo do extrato de soja é tido como um problema para as indústrias de alimentos quando medidas de impacto não são tomadas, pois, quando não é utilizado na ração animal, é descartado, de forma incorreta, gerando poluição ao meio ambiente.

Considerando o resíduo obtido do extrato de soja, rico em proteínas, lipídeos, fibras, compostos fitoquímicos e de baixo valor de mercado, pode-se deduzir que o enriquecimento de produtos alimentícios com porções significativas de “okara” representa uma prática benéfica e satisfatória em diferentes aspectos da alimentação humana.

A proteína de origem vegetal, na sua maioria, é deficiente em alguns

aminoácidos essenciais para as necessidades nutricionais.

Ao lado das fontes de proteína animal consideradas de alto valor biológico, misturas de vegetais, como um cereal e uma leguminosa, demonstram também resultar em misturas protéicas de alto valor biológico (Torun,1988). A combinação de milho e soja em proporções adequadas apresenta um efeito complementar satisfatório de aminoácidos.

O milho (*Zea mays L.*) apresenta cerca de 8% de proteína no grão (Fufa et al., 2003) deficiente em alguns aminoácidos essenciais, sendo a lisina e o triptofano considerados aminoácidos limitantes. Entretanto, é um alimento de grande importância nas refeições diárias, sendo tradicionalmente utilizado em uma enorme variedade de pratos salgados e doces.

Ao lado das leguminosas, as inigualáveis qualidades de sabor e aroma do amendoim o colocam como um dos principais produtos de confeitaria, para consumo de grãos torrados, fritos ou cozidos, ou como ingrediente na elaboração de doces, balas, paçocas, bombons e pastas (CONAB, 2005).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é elaborar um produto tipo paçoca, associando o resíduo obtido do extrato de soja combinado com o fubá (leguminosa e cereal) em diferentes proporções e selecionar a(s) proporção(ões) satisfatória(s) em termos nutritivos e sensoriais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Soja na alimentação humana

O valor da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na nutrição humana é atribuído ao seu teor de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais (Smith & Circle, 1978), com um crescente aumento no seu consumo como fonte de fitoquímicos, dentre eles as isoflavonas (Murphy et al., 2002).

Excelente fonte de proteína (30% a 45% nos grãos) de boa qualidade, a soja fornece, ainda, grande quantidade de óleo composto por ácidos graxos essenciais poliinsaturados, como o ácido linoléico ($C_{18}\Delta^{9,12}$) (ω -6) e α -linolênico ($C_{18}\Delta^{9,12,15}$) (ω -3), com papéis fisiológicos importantes (Voss, 1994).

A casca da soja contém cerca de 87% das fibras, com constituição de 40% a 53% de celulose, 14% a 33% de hemicelulose e 1% a 3% de lignina (Dintzis et al., 1979).

Os açúcares livres correspondem a 8% do total de carboidratos e, destes, 60% são de sacarose, 4% são de rafinose e 36% são de estaquiose (Morais, 2001).

Os óleos vegetais mais comuns, cuja matéria-prima é abundante no Brasil, são soja, milho, amendoim, algodão, babaçu e palma. A soja dispõe de uma oferta muito grande de óleo, pois quase 90% da produção de óleo no Brasil provém desta leguminosa (Ferrari et al., 2005). Segundo dados da CONAB (2005), a produção de soja no Brasil na safra de 2004/2005, foi da ordem de 51.090 milhões, posicionando o país em 2º lugar na produção mundial de soja, sendo superado apenas pelos Estados Unidos.

O uso da soja como alimento constata avanços significativos não só pelas suas propriedades nutricionais, como também pelas suas propriedades funcionais, por atuar como emulsificante e estabilizante, por sua capacidade de absorção de água, gelatinização, elasticidade, coesão e aeração (Ferreira, 2003).

Alguns alimentos, quando crus ou inadequadamente processados, a exemplo das leguminosas, apresentam uma porção antinutricional, como os inibidores de proteases, lectinas ou hemaglutininas, goitrogênicos, antivitaminicos, saponinas, taninos, fitoestrógenos, fatores de flatulência, lisinoalanina, alergênicos e fitatos. Muitas destas substâncias ao serem submetidas ao processamento térmico adequado, são eliminadas ou reduzidas de forma expressiva, não causando danos à saúde quando consumidas (Rackis, 1974; Liener, 1997).

No processamento da soja, a etapa de imersão dos grãos na água visando ao seu amaciamento é quase sempre necessária e o tratamento térmico adequado da soja aumenta a digestibilidade de suas proteínas, bem como inativa os inibidores de proteases e outros fatores antinutricionais. Vale salientar que o tratamento térmico das leguminosas deve ser eficaz para garantir a inativação das substâncias antinutricionais, pois demonstra-se que pode ser encontrada atividade residual significativa de inibidores de proteases em produtos da soja, mesmo após tratamento térmico, indicativo da presença de outros antinutrientes (Wang & Murphy, 1996; Bayran et al., 2004).

Por razões comprovadas, o consumo da soja tem aumentado nos países do Ocidente, mas, com um fator limitante pela população, que é o sabor e odor dos produtos da soja (Torres-Penaranda & Reitmeier, 2001).

O conhecimento geral dos benefícios que a soja apresenta à saúde humana contribui para aumentar não só o consumo do extrato de soja, como também de outros produtos, como tofu, farinhas, isolados protéicos, concentrados protéicos, proteína texturizada e outros (Rosenthal et al., 2003).

Os sabores característicos dos produtos protéicos da soja são devido à presença de dois grupos de compostos. Um deles é composto pelos voláteis, oriundos da deterioração oxidativa de ácidos graxos sob a ação da lipoxigenase, responsáveis pelo sabor herbáceo ou feijão cru, e o outro pelos compostos não

voláteis, formados por deterioração oxidativa de aminoácidos e por hidrólise enzimática, responsáveis pelo sabor amargo e adstringente (Baldini et al., 1983; Hsieh et al., 1982).

A soja é frequentemente adicionada a outros alimentos para aumentar o valor nutricional de farinhas, como a de trigo, a de milho e a de mandioca e substituir fontes protéicas mais caras, como as carnes e outras, constituindo uma fonte protéica de qualidade considerada e, ao mesmo tempo, de baixo custo.

2.1.1 Proteínas da soja

As proteínas da soja diferem significativamente das proteínas dos cereais em muitas de suas propriedades químicas e físicas. A soja não contém nem as proteínas solúveis em álcool (prolaminas) semelhantes à gliadina do trigo, nem proteínas glutelinas, como as gluteninas que formam o glúten do trigo.

A maior parte das proteínas da soja, glicinina e conglucina, são classificadas em globulinas que constituem uma mistura de macromoléculas de frações protéicas (2S, 7S, 11S e 15S), densidades de carga e estruturas diferentes separadas por ultracentrifugação (Sgarbieri, 1996).

A soja, conforme Bookwalter et al.,(1975), apresenta elevado teor de lisina, fator que distingue a proteína da soja da maioria das proteínas vegetais, principalmente quando usada em combinação com cereais. De acordo com Coppock, citado por Rolim (1977), a proteína da soja também apresenta quantidades elevadas de leucina e isoleucina, porém, Hackler & Stillings (1967) citam como uma das principais inconveniências na sua utilização, a deficiência de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), tornando-os como limitantes.

A Tabela 1 apresenta a composição dos aminoácidos essenciais que contém proteínas da soja presentes em diferentes alimentos.

TABELA 1 Concentração de aminoácidos essenciais da farinha desengordurada de soja, do concentrado protéico de soja e do isolado protéico de soja (g aminoácidos/100g proteína)

Aminoácido	Farinha desengordurada de soja	Concentrado protéico de soja	Isolado protéico de soja
g aminoácidos / 100g proteína			
Lisina	6,9	6,6	5,7
Metionina	1,6	1,3	1,3
½ Cistina	1,6	1,6	1,0
Treonina	4,3	4,3	3,8
Isoleucina	5,1	4,9	5,0
Leucina	7,7	8,0	7,9
Fenilalanina	5,0	5,3	5,9
Valina	5,4	5,0	5,2

FONTE: Sgarbieri, (1996).

2.2 Resíduos de agroindústrias vegetais na alimentação humana

2.2.1 Considerações gerais sobre aproveitamento de resíduos alimentícios

A palavra “resíduo” surgiu no século XIV, derivada do latim *residuum* que se traduz na diminuição do valor de uma matéria, de um objeto, até que se tornem inutilizáveis num dado lugar e num dado tempo. Resíduo é definido como toda a substância que o produtor abandona, destinada ao abandono ou que se encontra forçado a abandonar (Pichat, 1995).

Estudos sobre as várias maneiras da utilização de resíduos agroindustriais na alimentação humana, a exemplo de talos, cascas, ramas, bagaços, películas externas de vegetais, nos quais são encontradas quantidades consideradas de fibras, vitaminas, sais, minerais e até mesmo proteínas (no caso do resíduo obtido com a fabricação do extrato de soja) que ao serem descartadas no processamento

industrial de vegetais e beneficiamento de cereais são descartadas também porções potencialmente nutritivas (Barcelos, 2001).

Dentre os vegetais, especificamente com frutos processados, a casca do maracujá representa um resíduo da indústria de suco do maracujá que é testado na elaboração de alguns produtos, a exemplo do doce em calda a partir da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) (Oliveira et al., 2002). O aproveitamento da casca do maracujá é também feito com a elaboração da farinha da casca, rica em fibra solúvel com efeitos fisiológicos importantes para o organismo humano.

A minimização de resíduos na indústria de alimentos também é um sistema de gerenciamento ambiental preventivo, que visa melhorias no processo produtivo (reduzindo as perdas) e no desempenho ambiental (Cheremisinoff, 1995).

Para a fabricação do extrato de soja (leite de soja – *soymilk*) são utilizadas, geralmente, diferentes proporções soja:água que variam de 1:6 a 1:15, na literatura, embora a proporção 1:10 seja a mais utilizada (Bourne et al., 1976).

Do processo de obtenção do extrato de soja (leite de soja) e, conseqüentemente, do tofu é obtido, paralelamente, o resíduo, denominado “okara” pelos orientais, com cerca de 22% a 27% (base seca) de proteína vegetal de boa qualidade, fibras, lipídeos, sendo também um material de baixo custo para o consumo humano (Wang & Cavis, 1989; Chan & Ma*, 1999; Travaglini et al., 1980).

2.2.2 Importância do resíduo do extrato de soja na alimentação humana

As indústrias que elaboram o extrato de soja, conhecido, comercialmente como “leite de soja”, destinam o resíduo, quase que em sua totalidade, à alimentação animal ou descartam-no como lixo. O resíduo que pode ser utilizado como alimento humano, devido às suas qualidades nutritivas, apresenta-se como

uma massa de alta coesão, elevado teor de água (70% a 80%) e alta capacidade de deterioração, em condições normais de umidade e temperatura. No processo de deterioração são gerados odores intensos e desagradáveis, quando não armazenado adequadamente ou utilizado imediatamente após a sua obtenção (Lescano et al., 2004). Necessita, portanto, de processamento imediato para a sua conservação, o que torna possível o seu aproveitamento (Aguirre et al., 1981).

Outros compostos químicos também estão presentes no resíduo do extrato de soja, incluindo isoflavonas (genisteína e daidzeína), lignanas, fitoesteróis, coumestanos e fatores antinutricionais, como as saponinas e fitatos. Esses componentes desempenham diversas funções fisiológicas e terapêuticas, tais como atividade antioxidante, prevenção do câncer e de doenças cardiovasculares. O óleo componente do *okara* possui potencial de aplicação na indústria cosmética e farmacêutica (Quitain et al., 2005).

O resíduo seco e moído é considerado uma farinha intermediária entre a farinha desengordurada de soja e o isolado protéico de soja (Costa, 1981) e intermediário entre farinha desengordurada de soja e farinha integral.

A desidratação desse resíduo possibilita a sua conservação e, quando moído, proporciona uma farinha de boa qualidade nutricional e baixo custo, que pode ser utilizada em vários produtos. Ao ser submetido ao processamento térmico, torna-se isento de fatores antinutricionais (Travaglini et al., 1981a e Travaglini et al., 1981b).

A Tabela 2 apresenta a composição centesimal do resíduo do extrato de soja (RES), da farinha desengordurada de soja (FDS) e do isolado protéico de soja (IPS).

TABELA 2 Composição centesimal do resíduo do extrato de soja (RES), da

farinha desengordurada de soja (FDS) e do isolado protéico de soja (IPS)

Componentes	RS	FDS	IPS
Umidade	4,60 -6,0	5,0 – 7,0	-
Proteína	28,0 – 38,0	57,0 – 51,5	96
Extrato etéreo	15,0 – 25,0	0,9 – 3,5	0,1
Fibra	10,0 – 12,0	2,3 – 3,0	0,1
Cinza	3,10 – 3,8	5,8 – 6,0	3,5
Carboidratos	25,2 – 30,0	30,0	0,3

FONTE: Costa (1981).

Quanto ao rendimento de resíduos gerados na fabricação do extrato de soja, conforme Aguirre et al.,(1980), para cada 100 kg de soja resultam cerca de 80,1 kg de resíduo que contém ao redor de 23% de sólidos totais, dos quais a proteína representa 34,2%. Já de acordo com Costa (1978), durante o processamento do extrato protéico de soja na proporção 1:10, para cada 100 litros de extrato obtidos, resultam cerca de 10kg de resíduo que contém ao redor de 23% de sólidos. Em estudo de Dutra de Oliveira et al., (1981), um quilo de soja fornece cerca de seis a dez litros de “leite” de soja, com a obtenção aproximadamente de 0,7 kg de resíduo com elevado teor protéico. Com o equipamento “Vaca Mecânica”desenvolvido na Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, no ano de 1977, 25 kg de soja produzem 200 litros de leite e 60 kg de resíduo por hora (Moretti, 2003).

A composição química e o rendimento do resíduo do extrato de soja apresentam variabilidade em função da matéria-prima utilizada e do

processamento empregado. Esta variação na composição química é também justificada por Lim et al. (1990) e Tashima et al. (2003) como resultado de diferenças na solubilidade, extratibilidade e coagulação das proteínas a partir de diferentes variedades de soja.

Embora as proteínas isoladas do resíduo do extrato de soja possuam bom perfil de aminoácidos essenciais e baixa solubilidade, pelo fato de, durante a manufatura do extrato de soja, o tratamento térmico causar desnaturação, o resíduo do extrato de soja pode ser comparado ao isolado protéico comercial, o que sugere o uso da proteína como ingrediente em alimentos (Ma.Y-C et al, 1997). Porém, Chan et al., (1999) acreditam que esta baixa solubilidade, limita a incorporação do mesmo dentro de sistemas alimentares.

Hackler et al. (1963), ao compararem o valor nutricional de diversas frações resultantes do processamento da soja, determinado por meio do coeficiente de eficiência protéica (PER), verificaram que o resíduo proveniente do extrato de soja apresentou proteína de qualidade extremamente elevada, e que o perfil de aminoácidos poderia ser superior em relação aos das demais frações. O resíduo resultante do processamento do extrato de soja em pó apresentou um PER pouco superior ao próprio extrato de soja e um “flavor” suave, sem que fosse necessário aplicar qualquer tratamento térmico adicional (Travaglini et al., 1980)

2.2.3 Utilização do resíduo do extrato de soja na alimentação humana

O resíduo do extrato de soja foi utilizado, primeiramente, como ingrediente de ração animal e, posteriormente, em produtos panificáveis, confeitaria, sopas e produtos cárneos ou como ingredientes para produtos de cereais de desjejuns, principalmente na sua forma tostada (Smith, 1946; Costa et al, 1976 e Costa, 1981).

Uma das utilizações do resíduo de soja é a sua mistura com farinhas de

mandioca “crua” e “baiana”, tradicionalmente comercializadas. Nesse sentido, foram desenvolvidos estudos que visavam estabelecer técnicas mais adequadas para a incorporação do resíduo do extrato de soja, com a finalidade de obter farinhas mistas com teor de proteína bruta não inferior a 10% (em base seca) e considerado valor nutricional, além de aspectos físico e organoléptico próximos aos da farinha de mandioca tradicional (Aguirre et al., 1978). A idéia de se elevar o conteúdo protéico da farinha de mandioca com soja data nos trabalhos de Guernelli (1953), que recomenda o fornecimento, às populações do Norte e Nordeste do Brasil de farinha de mandioca enriquecida com um “concentrado” à base de farinha de soja, vitaminas e sais minerais.

Uma farinha composta à base de arroz e de resíduo resultante do processamento do extrato de soja adicionada à farinha de trigo para uso em panificação, com 50% de resíduo em base seca, pode ser utilizada numa proporção de até 10% sobre o trigo na formulação do pão (Silveira et al., 1981).

De acordo com Diaz e Sarantópoulos (1987), a adição do resíduo do extrato de soja a 10% aumenta o teor de proteína da farinha de trigo em aproximadamente 3,2%, com produção de diferentes tipos de pães com índice de aceitação de 93,6%. Isso mostra que um pão de valor nutritivo mais elevado tem possibilidade de ser facilmente comercializado.

Na elaboração de um biscoito doce com o objetivo de estabelecer o aproveitamento do resíduo do “leite “ de soja, *okara* e determinar o teor de isoflavona, Larosa et al., (2003a) demonstraram que, apesar de todas as transformações e manufatura, a farinha de “okara” e o biscoito doce elaborado com 40% de farinha de “okara” ainda preservaram uma quantidade de isoflavona totais. Na adição de 90 gramas de farinha de okara na formulação do biscoito, foi possível encontrar um aumento em torno de 62% nos componentes totais, ressaltando-se o aumento no teor de proteína contido no referido biscoito em relação ao biscoito comercial.

Já em outro trabalho, Larosa et al. (2003b), durante a avaliação sensorial de biscoitos doces elaborados com farinha de “okara”, demonstraram a possibilidade de utilização dessa farinha na elaboração de biscoitos doces com características sensoriais aceitáveis pelos consumidores, representando uma alternativa interessante do ponto de vista nutricional e de aproveitamento de alimentos.

Conforme Silveira et al.,(1990), é possível a substituição de até 50% da farinha de trigo (FT) por farinha de soja descorticada (FSD) e farinha do resíduo do extrato de soja (FRS) no bolo básico, sem prejudicar as características organolépticas.

A produção de um bombom contendo amendoim sem casca, açúcar e resíduo do extrato de soja (okara) proporciona proteínas de boa qualidade nutricional num padrão adequado para o consumo humano, o que implica num melhor aproveitamento de proteínas de origem vegetal (Genta et al, 2002).

2.3 Associação de leguminosas e cereais para consumo humano

Ao lado das fontes de proteína animal, classicamente consideradas como de alto valor biológico, as misturas de vegetais, um cereal com uma leguminosa, também resultam em misturas protéicas de alto valor biológico (Chavez & Pellett, 1976; Torun, 1988). No Brasil, a principal fonte protéica da alimentação é derivada da ingestão de arroz e feijão (Santos et al., 1979). Essa mistura mostra-se adequada em teor nitrogenado, pois supre os aminoácidos essenciais e possui digestibilidade ao redor de 80% (Vannucchi et al., 1981).

Toda proteína de origem vegetal, quando comparada à proteína de origem animal, apresenta um ou mais aminoácidos limitantes. O efeito benéfico de combinar as leguminosas com os cereais, a exemplo não só do arroz e feijão, mas também da soja e milho, é reconhecido há mais tempo, devido ao fato de ocorrer uma complementação entre os aminoácidos da mistura (Rakosky ,1974).

No Brasil, as fontes protéicas abundantemente consumidas são as de origem vegetal, como o milho, feijão, trigo, arroz, soja e amendoim (Sgarbieri, 1977), visto que o milho e o trigo encontram-se entre os cereais mais importantes, contribuindo com cerca de 50% das proteínas vegetais disponíveis no mundo (Costa, 1972).

Segundo Sgarbieri (1987), as proteínas dos cereais ainda que contenham apreciáveis quantidades de metionina e cistina, possuem pouca lisina, enquanto as leguminosas possuem lisina em quantidade bastante elevada. Em estudos de Dimler (1967), Milner (1969) e Sena (1978), sobre a composição de aminoácidos das proteínas da soja e do milho, verificou-se serem os aminoácidos sulfurados limitantes na mistura milho-soja.

Muitos estudos estabelecem a importância da boa qualidade nas dietas infantis, particularmente após o desmame e até a fase escolar. Num estudo de suplementação alimentar conduzido com crianças na idade pré-escolar (Bookwalter et al.; 1971), observou-se o melhoramento na qualidade da proteína resultante da utilização da soja. Neste estudo, foi fornecida às crianças proteína proveniente de milho e de milho suplementado com soja. Verificou-se, pelo balanço de nitrogênio que tanto o absorvido como o retido eram maiores na mistura milho mais soja.

Ao estudar os efeitos da combinação soja-cereal, em crianças normais e convalescentes de “Kwashiorkor marasmático”, Graham & Baertel (1974), observaram que entre as misturas estudadas, soja-aveia; soja-milho com e sem nata de leite; soja-trigo e macarrão de milho-soja-trigo; a combinação soja-milho apresentou retenção média de nitrogênio semelhante à caseína, sendo a mais adequada ao crescimento de crianças saudáveis e auxílio na convalescência das mal nutridas.

Por meio de balanços nitrogenados em crianças normais e subnutridas, Dutra de Oliveira & Souza (1967), observaram que, quando misturas de

soja/fubá, 59,9% de soja e 39,0% de fubá e 1,1% de sais substituíam parte da dieta infantil, a absorção e a retenção de nitrogênio eram comparáveis à de crianças alimentadas com leite de vaca.

Em misturas de soja e milho, a soja contribui, principalmente com a proteína e o milho, com calorias. Apesar disso, não se pode superestimar a soja como fonte calórica, nem o milho como fonte protéica, já que a mistura de alto valor protéico é obtida com 25% de soja e 75% de milho (Dilmer, 1967).

Misturas milho:soja e arroz:soja preparadas na proporção de aproximadamente a metade da proteína vinda a partir do cereal e a outra metade a partir da soja, resultam em alimento com proteína de alta qualidade (Tejerina et al., 1977).

Tejerina et al (1976) e Bressani et al (1978) citam que a melhor proporção milho e soja é da ordem de 70/30, respectivamente, acrescentando que, nesta proporção, obtém-se um valor protéico relativamente alto, devido aos aminoácidos da soja e milho se completarem entre si.

Na combinação de milho, soja e amendoim, em proporções predeterminadas é possível encontrar uma mistura de sabor agradável que satisfaça aos requerimentos de nutrientes e energia para crianças em desmame, já que a combinação de cereais e leguminosas em proporções adequadas possibilita a complementação de aminoácidos limitantes nos mesmos (Wilmot et al., (2001).

Ao utilizar farinha de soja desengordurada e fubá de milho, Martin et al (1980) formularam uma sopa pré-cozida por extrusão e a avaliaram sensorialmente. Os mesmos autores concluíram que: a) as misturas de soja e milho, na proporção de até 50% de soja, forneceram um produto de boa aceitação do ponto de vista sensorial; b) as misturas com mais de 50% de soja, por sua vez, tiveram aceitações mais baixas; c) dentre as formulações que apresentaram melhores aceitações (com 30%,40% e 50% de soja), a que continha 50% de soja e 50% de milho apresentou teor de proteína superior ao do produto comercial

(*corn-soy-milk*).

Um tipo de farinha especial misturada à água, conhecida como pão forte educacional, preparada com a mistura de arroz, soja, fubá, farinha de trigo, óleo de soja, ferro, açúcar, amendoim, sal e um complemento de vitaminas A e B12, é oferecida às crianças carentes do Vale do Jequitinhonha no combate à desnutrição infantil (Werneck , 2005).

2.4 Amendoim na alimentação humana

O amendoim (*Arachis hipogea*) é uma leguminosa oleaginosa consumida mundialmente, com produção brasileira, na safra 2004/2005, da ordem de 301,7 milhões de toneladas. Cerca de 8 milhões de toneladas anuais de grãos são destinadas ao consumo humano “in natura” ou industrializado, e 15 a 18 milhões são esmagados para fabricação de óleo comestível.

Suas inigualáveis qualidades de sabor e aroma o colocam como um dos principais produtos de confeitaria, para consumo de grãos torrados, fritos ou cozidos, ou como ingrediente na elaboração de doces, balas, paçocas, bombons e pastas. Além de sua atratividade para consumo, o amendoim tem importância como alimento pelo seu valor energético e nutricional. Cada 100 gramas fornecem 580 calorias e seu óleo contém altos níveis de ácidos graxos insaturados. O amendoim é, ainda, uma rica fonte de proteínas e vitamina E, além de conter vitaminas do complexo B, ácido fólico e minerais, como cálcio, fósforo, potássio e zinco (CONAB, 2004).

Os derivados de amendoim são todos os alimentos que contenham o amendoim *in natura* como uma das matérias-primas básicas, tais como amendoim confeitado, amendoim japonês, doce de amendoim, paçoca, pé-de-moleque, torrão de amendoim e similares (ANVISA, 2005).

Um dos problemas ligados à produção e à comercialização dos derivados de amendoim está relacionado à sua contaminação com fungos, especialmente o

Aspergillus flavus, produtor de aflatoxinas em alimentos, reportado no mundo todo. Além do amendoim, quantidades de fungos podem estar presentes em milho, nozes, frutas secas, temperos, figo, óleos vegetais, cacau, arroz e algodão (Brasil, 1996).

2.4.1 Proteína do amendoim

O amendoim contém cerca de 26% de proteínas no grão. De 9,1% do nitrogênio encontrado no amendoim, 8,74% ocorrem nas substâncias albuminosas, incluindo às albuminas, gluteminas e globulinas. Duas globulinas foram isoladas, 23,8% de araquina e 8,7% de conaraquina. Aproximadamente um quarto das proteínas é constituído pela conaraquina, que é mais solúvel do que a araquina. Brown (1941) estabeleceu que a araquina é constituída de 1,51% de cistina e 0,67% de metionina, sendo deficiente em triptofano, metionina e possivelmente isoleucina. A conaraquina de 2,92% de cistina e 2,12% de metionina.

Segundo Milner (1962), as proteínas do amendoim apresentam metionina como aminoácido limitante primário e a treonina, a lisina e o triptofano como aminoácidos limitantes secundários podendo ser também conforme Mc Osker (1962), deficiente em isoleucina.

A Tabela 3 apresenta a composição de aminoácidos da proteína do amendoim – FAO, 1970

TABELA 3. Composição de aminoácidos da proteína do amendoim.

Aminoácidos da proteína do amendoim	g de aminoácido/100g de proteína
Isoleucina	3,87
Leucina	7,33
Lisina	4,05
Metionina	1,32
Cistina	1,43
Fenilalanina	5,70
Tirosina	4,47
Treonina	2,98
Triptofano	1,19
Valina	4,78
Arginina	12,77
Histidina	2,71
Alanina	4,45
Ácido aspártico	13,04
Ácido glutâmico	20,90
Glicina	6,39
Prolina	4,98
Serina	5,48

FONTE: *Amino Acid Contento of Foods* – FAO, 1970

Vários pesquisadores desenvolveram trabalhos sobre a determinação de aminoácidos limitantes do amendoim, em ensaios biológicos realizados com ratos. Miller & Young (1977) concluíram que os aminoácidos lisina, metionina e treonina são igualmente limitantes para a proteína do amendoim, enquanto Carpenter e Anantharaman (1968) citam apenas lisina e metionina.

2.5 Milho na alimentação humana

Botanicamente, o grão de milho (*Zea mays L.*) é denominado cariópsis sendo composto de endosperma (82%), germe (12%), pericarpo (5%) e ápice (1%), contendo ao redor de 11% a 14% de proteínas distribuídas em todas as partes do grão porém, a maior quantidade encontrada no endosperma. A composição química do milho varia de acordo com o tipo de semente, de solo, a qualidade do fertilizante utilizado, as condições climáticas e o estágio de maturação (Sgarbieri, 1987).

No Brasil, a produção de milho, na safra 2004/2005, conforme dados da CONAB (2005), foi da ordem de 35 milhões de toneladas. Apesar de não ser o cereal-base da alimentação da maioria dos brasileiros, constitui-se um alimento de grande importância para a nossa cultura e culinária, por ser tradicionalmente utilizado em uma enorme variedade de pratos salgados e doces (Naves et al., 2004) que incluem o fubá ou farinha de milho integral, farinha de milho degerminado e o óleo (Sgarbieri, 1987). Destacam-se, além dos alimentos produzidos domesticamente, as farinhas para o preparo de sopas, panificação, massa e outros produtos (Maffia, 1980).

Conforme Guilherme & Jokl (2005), farinhas mistas à base de farinha de trigo com substituição parcial por isolado protéico de soja, soro de leite em pó e três tipos de fubá (mimoso ou de cultivar BR451 e BR121) foram preparados para melhorar a qualidade protéica da farinha de trigo para a produção de biscoitos. Minim (2003) avaliou a adição de diferentes variedades de milho nas características de aparência, aroma, sabor e textura de bolo de fubá.

O milho é moído por meio de dois sistemas gerais – não degerminação e com degerminação. O sistema não degerminado moe o milho inteiro produzindo uma farinha integral, denominada popularmente no Brasil de fubá comum. Na moagem do milho degerminado produz-se o fubá de canjica, também

denominado fubá mimoso. É um produto mais fino porque não estão presentes a casca e o germe. O tempo de conservação é maior, reduzindo a tendência ao ranço, uma vez que a maior parte da fração oleosa é eliminada, sendo, do ponto de vista nutricional, mais pobre em óleo, fibras, vitaminas e minerais (Pereira et al., 2003).

2.5.1 Proteína do milho

O milho contém de 7 a 13g de proteína/100g de proteína em matéria seca, considerada proteína de baixa qualidade devido à deficiência nos aminoácidos essenciais: lisina e triptofano (Cuevas-Rodríguez et al., 2004).

No endosperma do grão, as proteínas distribuídas entre albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas se distribuem na matriz do endosperma e em corpúsculos protéicos contendo, principalmente, a zeína.

Assim, as proteínas do germe com predominância para as glutelinas são consideradas mais nutritivas que as do endosperma, com predominância para as prolaminas (zeína). Mais de 75% das proteínas do milho se encontram no endosperma, embora a concentração de proteína no germe seja aproximadamente o dobro da do endosperma (Sgarbieri, 1996).

A Tabela 4 apresenta a composição de aminoácidos essenciais do germe e do endosperma dos grãos de milho.

TABELA 4 Composição de aminoácidos essenciais do germe e do endosperma

do milho comum (mg/100g proteína).

Aminoácido	Germe	Endosperma (fubá)
mg/100g de proteína		
Lisina	6,1	2,0
Histidina	2,9	2,8
Treonina	3,9	3,5
Valina	5,3	4,7
Cisteína	1,0	1,8
Metionina	1,7	2,8
Isoleucina	3,1	3,8
Leucina	6,5	14,3
Fenilalanina	4,1	5,3
Tirosina	2,9	5,3
Triptofano	1,3	0,5

FONTE: Sgarbieri (1996).

2.6 Melado de cana

O melado de cana, é definido como um líquido xaroposo obtido pela concentração do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) ou a partir da rapadura derretida (ANVISA, 2004).

É um produto alimentar de cor clara, semelhante ao mel de abelha e de sabor bastante agradável ao paladar, familiarizando-se com os principais derivados da cana-de-açúcar. Seu uso é muito variado, constituindo tradição e costume de cada região. No Nordeste é usado em mistura com queijo ralado ou farinha; em outras regiões, é mais apreciado para a confecção de produtos de confeitaria, bebidas, balas e até mesmo substituto do xarope, líquido de

acondicionamento para alguns tipos de conservas (Bayma, 1978).

Os componentes de natureza orgânica da cana-de-açúcar como a sacarose, glicose, frutose e outros, são extraídos, pelas moendas, em proporções superiores a 80%. Já os minerais, de modo geral, são extraídos em quantidades variadas de 50% a 80%, o que resta poucos componentes no bagaço. A tecnologia empregada na elaboração do açúcar mascavo do melado e da rapadura preserva, nesses produtos, os componentes extraídos, conferindo-lhe altas características nutricionais, sendo bastante superiores ao açúcar cristal branco ou de refinaria, que se caracteriza apenas pelo seu poder adoçante e energético.

De acordo com Franco (2000), em 100 gramas de melado são encontrados 347 kcal, 591mg de cálcio, 123 mg de fósforo e 22,32mg de ferro enquanto o açúcar granulado (cristal) oferece apenas poder adoçante (99,50 mg) e energético (398 kcal).

Do ponto de vista nutricional, a rapadura, o açúcar mascavo e o melado levam vantagens em relação aos produtos similares, por possuírem em sua composição muitos minerais e vitaminas, e quantidades consideráveis de ferro que contribuem na prevenção ou até mesmo no tratamento da anemia (Andrade & Camargo,1984; Almeida et al., 2002).

As qualidades nutricionais da rapadura e do açúcar mascavo proporcionam a utilização destes como complemento da alimentação humana, levando muitos países, como a Índia, Paquistão, Colômbia e alguns países asiáticos, a desenvolverem programas de produção para o consumo nas populações carentes.

Para o Brasil, seria importante o desenvolvimento de programas sociais com vistas à adição da rapadura e do açúcar mascavo nas cestas básicas de alimentação e na merenda escolar, iniciativa esta que vem sendo tomada, embora timidamente (Delgado & Delgado, 1999).

2.7 Biodisponibilidade de ferro

O ferro está presente em todas as células do organismo como constituinte da hemoglobina e mioglobina e de muitas enzimas (envolvidas em reação de oxidação-redução). Em indivíduos normais, o ferro contido na hemoglobina e mioglobina, nas enzimas e a quantidade de ferro estocados são aproximadamente 67,5%, 3,5%, 0,2% e 27%, respectivamente, do ferro total contido no corpo (Fairbanks, 1994).

Define-se biodisponibilidade, ou disponibilidade biológica como a proporção do nutriente nos alimentos que é efetivamente absorvida e utilizada. Tal conceito engloba o processo de assimilação, transporte e conversão de um nutriente para suas formas biologicamente ativas. Biodisponibilidade, portanto, não é propriedade de dieta ou alimento por si, mas, do indivíduo em relação ao alimento ou dieta (Cozzolino & Pedrosa, 1995).

O termo biodisponibilidade, relacionado ao ferro, é a medida adequada daquela fração do ferro alimentar capaz de ser absorvida pelo trato digestório e, subsequentemente, armazenada e incorporada ao heme (Bianchini et al., 1992).

A biodisponibilidade do ferro é influenciada por diversos fatores. Exemplo disso são os muitos alimentos que são, aparentemente, boas fontes de ferro, mas são limitados pela sua disponibilidade biológica, que se dá em função de sua forma química e da presença de itens alimentares que promovam ou inibam sua absorção. Ainda é influenciada por fatores como as necessidades nutricionais individuais, a adequação das secreções intestinais, a integridade e o bom funcionamento de todo o trato digestório, os estados fisiológicos, como o crescimento e gravidez e doenças nutricionais (De Angelis, 1999).

A absorção de ferro é influenciada por uma variedade de fatores, entre eles a concentração e a forma química do ferro ingerido, a presença de fatores na dieta que promovam ou inibam a absorção de ferro e o estado de ferro no organismo (Hallberg, 1981).

Apesar de o ferro dos alimentos de origem animal ser melhor absorvido que o ferro de alimentos de origem vegetal, são estes últimos que contribuem com 90% da ingestão dietética deste mineral nos países desenvolvidos e com até 100% nos países em desenvolvimento. Os alimentos de origem animal são caros e não estão acessíveis à maioria da população, representando apenas de 5% a 10% do ferro total de uma refeição, principalmente em populações pobres (Bianchi, Silva e Oliveira, 1992).

Entre os produtos de origem vegetal, de acordo com Franco (2000) em 100 gramas de alimento, a quantidade de ferro encontrada na soja é de 9 a 13mg; do fubá de milho em torno de 0,90 mg, do amendoim de 1,60mg e do melado de cana de 22,32mg. Layrisse et al. (1969), comparando a absorção de ferro de vários alimentos vegetais em pessoas normais e deficientes, observaram uma variação da absorção de 1% no arroz, de 3% no milho e no feijão preto, de 4% no alface, de 5% no trigo e de 6% na soja.

O processo de absorção envolve a retirada de nutrientes no lúmen intestinal, transferência do nutriente através da célula da mucosa e transporte das células para outros tecidos e órgãos. Para absorção, a ingestão de alimento contendo ferro pode ocorrer na forma solúvel, ocupando as células da mucosa diretamente, ou formar complexos solúveis com outros componentes convertidos no meio intestinal para absorção. O mecanismo de absorção do ferro da dieta, através das células da mucosa gastrointestinal, é dependente das formas principais de ferro, denominadas ferro não-heme e ferro heme (Larsen, 1992).

O ferro heme apresenta-se na forma iônica reduzida Fe^{+2} (ferroso), representando 40% a 55% do ferro presente na carne bovina, aves ou peixes, formando parte das moléculas de hemoglobina e mioglobina, sendo altamente disponível. Esse tipo de ferro entra diretamente nas células da mucosa na forma de complexo ferro-porfirina e sua absorção é determinada, principalmente, pelo nível de ferro corporal e, em pequena parte, por fatores dietéticos, possivelmente

o cálcio. O ferro não-heme, predominante na forma iônica oxidada Fe^{+3} (férico), é menos solúvel no organismo e encontra-se nos cereais, leguminosas e verduras. A biodisponibilidade de ferro não-heme é menor em relação ao ferro heme, sendo influenciada por fatores dietéticos, além do nível do ferro corpóreo. O ferro não-heme, em meio ácido, é transportado quelado, aumentando a absorção na membrana do duodeno, facilitando a transferência do ferro através das microvilosidades da membrana (Halberg et al., 1993).

Em relação aos fatores químicos (estado de oxidação, solubilidade e pH) que afetam a biodisponibilidade do ferro não heme, sabe-se que o estado de oxidação do ferro varia dependendo do ambiente químico. Na água, bem como nos alimentos, observam-se os estados de oxidação do ferro: Fe^{2+} (ferroso) e Fe^{3+} (férico), que são os mais estáveis nestes meios. A maior solubilidade dos sais ferrosos (Fe^{2+}) sobre os sais férricos (Fe^{3+}) é, em parte, responsável pela maior biodisponibilidade dos íons ferrosos no trato digestório que os íons férricos.

No meio ácido, os íons ferrosos e férricos ocorrem em estado livre e são hidratados, respectivamente para $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ e $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$. Com o aumento do pH, as moléculas de água doam prótons para formar hidróxidos insolúveis de ferro: o $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ forma $\text{Fe}(\text{OH})_3$ e o $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ forma $\text{Fe}(\text{OH})_2$. No pH=1, do estômago, o ferro é solúvel e está na forma hidratada. Quando o pH aumenta, o ferro torna-se um hidróxido insolúvel e, como a solubilidade é pré-requisito para a sua captação pelo intestino, a insolubilidade do ferro é o fator que, neste caso, dificulta sua absorção. Íons férricos no meio alcalino intestinal precipitam-se irreversivelmente e as macromoléculas resultantes de hidróxido férrico são muito grandes para serem absorvidas (Bianchini et al., 1992).

2.8 Escore químico

O valor protéico de um alimento é determinado pela sua composição em aminoácidos essenciais e o aproveitamento biológico dos aminoácidos

(biodisponibilidade) depende também da digestibilidade da proteína. Assim, o perfil aminoacídico fornece boa indicação da qualidade de proteínas alimentares (Young & Pellett, 1994). Para se avaliar a composição de proteínas em aminoácidos, a Organização Mundial da Saúde preconiza, como padrão de referência, as necessidades de aminoácidos essenciais de crianças em idade pré-escolar (dois a cinco anos). O metabolismo protéico de crianças menores requer uma quantidade relativamente maior de determinados aminoácidos, entre os quais lisina e triptofano, quando comparado ao de escolares (crianças de seis a doze anos de idade). Esses, por sua vez, possuem maior demanda relativa desses aminoácidos que os adultos (OMS, 1985).

As leguminosas foram descritas como boas fontes de proteínas disponíveis, quando comparadas com produtos de origem animal, porém com a necessidade de avaliação química e biológica para recomendar o seu uso. Pellett & Young (1980) salientaram a importância da qualidade da proteína e não apenas de sua quantidade ao afirmarem que a qualidade da proteína dependia do padrão de aminoácidos presentes na proteína alimentar e de sua disponibilidade. Do ponto de vista da funcionalidade nutricional, um dos fatores que determina a qualidade biológica da proteína é sua composição de aminoácidos.

Um dos métodos tradicionais para avaliar a qualidade da proteína da dieta é por meio do cômputo ou escore químico (Henley et al., 1993), isto é, a relação da quantidade do mesmo aminoácido de uma fonte protéica padrão, multiplicada por 100.

Segundo Sgarbieri (1987), o cômputo ou escore químico indicará: a ordem dos aminoácidos limitantes na proteína em estudo, em relação à referência ou proteína padrão e o valor encontrado por o aminoácido mais limitante é uma estimativa do valor biológico ou nutritivo da proteína em estudo em relação à referência ou proteína padrão.

A utilização biológica de aminoácidos depende, inicialmente, da natureza

das ligações da molécula protéica. Os aminoácidos essenciais são aqueles que não podem ser sintetizados pelo organismo e, portanto, devem ser fornecidos por meio da dieta rica em proteínas de elevado valor nutricional. Os requerimentos nutricionais humanos para consumo diário de proteínas são alvo de intensas investigações nos últimos anos. Em virtude da grande complexidade de fatores envolvidos, observa-se uma série de controvérsias acerca da quantidade de proteína que deve ser consumida diariamente (Lutz, & Przytulski, 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultivar convencional BRS Garantia safra 2004/2005 foi cedida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) de Uberaba, MG e o amendoim, fubá de milho mimoso e o melado de cana foram adquiridos no comércio de Lavras, MG.

3.1 Obtenção do resíduo do extrato de soja (RES)

O extrato de soja foi preparado conforme a metodologia com adaptações de Nelson et al. (1979), em proporção soja:água 1:10, em que os grãos foram escolhidos, pesados, lavados e submetidos ao processo de branqueamento (colocados em 500 mL de água em ebulição à temperatura de 98°C em água potável por 5 minutos e, em seguida, resfriados).

Após o branqueamento, os grãos foram submetidos à maceração por 8 horas, em temperatura ambiente. Em seguida, os grãos foram triturados com adição de água (proporção de soja:água 1:10) por 3 minutos. Após a trituração foram submetidos a ebulição por 10 minutos, filtrados e o resíduo foi prensado e reservado para secagem.

O fluxograma dos passos para a obtenção do resíduo do extrato de soja está apresentado na Figura 1.

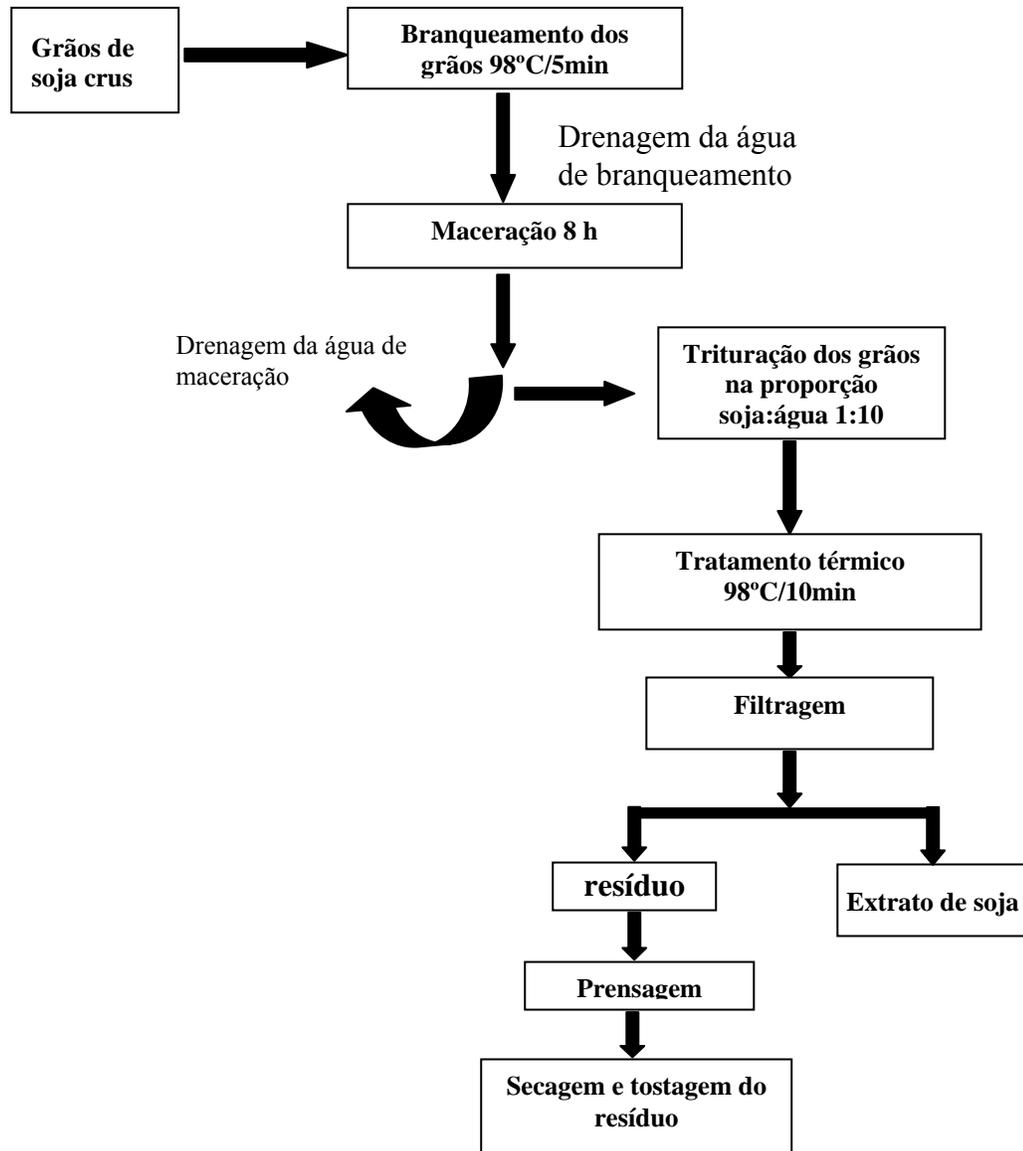


FIGURA 1 Fluxograma dos passos para a obtenção do resíduo do extrato de soja.

3.1.1 Rendimento do resíduo obtido após fabricação do extrato de soja

Pesou-se o grão antes da fabricação do leite de soja e, logo após, pesou-se o resíduo obtido. O resultado foi expresso em porcentagem de resíduo na base seca e base úmida.

3.1.2 Preparo dos ingredientes dos produtos tipo paçoca: secagem e tostagem

A secagem e a tostagem foram realizadas em recipientes inoxidáveis com o uso de fogo direto e movimentação constante até que os produtos ficassem ligeiramente dourados.

Após a obtenção do resíduo do extrato de soja, foi realizada a secagem e torragem do mesmo em temperatura de 110°C, por 1 hora. O fubá de milho mimoso foi levemente torrado por 7 minutos e o amendoim foi adquirido no comércio local moído e torrado.

3.1.3 Preparo dos produtos tipo paçoca.

Os ingredientes utilizados para a obtenção dos produtos tipo paçoca foram substituídos na seguinte ordem: amendoim (A), fubá de milho mimoso torrado (F), resíduo do extrato de soja (RES) torrado, sal (S) e, por último o melado de cana (M), os quais foram misturados nas proporções conforme a Figura 2.

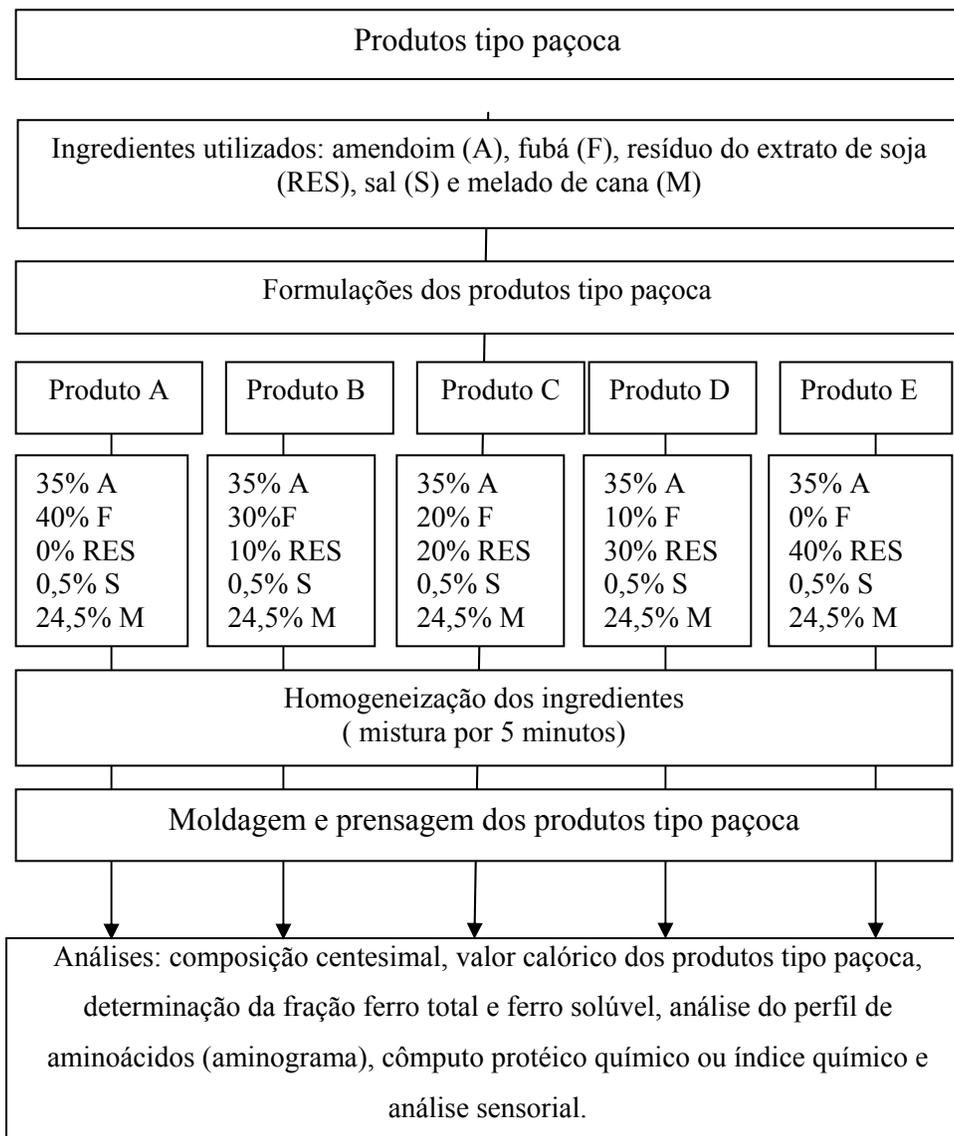


FIGURA 2 Fluxograma da obtenção dos produtos tipo paçoca.

3.2 Composição centesimal

Foram realizadas análises de composição centesimal no grão de soja, no resíduo do extrato de soja (RES) e dos produtos tipo paçoca sem adição de RES e com adição em diferentes concentrações de RES 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, foi utilizado 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 proteína bruta foi determinada pelo método de “Kjeldahl” por meio da determinação do nitrogênio do alimento, multiplicando-se pelo fator 6,25. A fração fibra foi determinada segundo o método gravimétrico, após hidrólise em meio ácido, segundo metodologia descrita por Van de Kamer & Van Ginkel (1952). O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado pela incineração da amostra em mufla à 550°C, segundo AOAC (1990), e a fração glicídica foi obtida pelo cálculo da diferença.

3.3 Valor calórico das paçocas

Com base na composição do produto tipo paçoca, utilizaram-se os fatores de conversão de Atawater: 4kcal/g (proteínas), 4kcal/g (carboidratos) e 9 kcal/g (lipídios), conforme Osborne & Voogt (1978).

3.4 Determinação da fração de ferro total e ferro solúvel

O ferro total foi determinado submetendo as amostras a uma digestão, em blocos digestores com controle de temperatura, com solução nitro-perclórica (2:1). Após a digestão das amostras foram transferidas para frascos de vidro tendo o seu peso aferido para posterior cálculo de concentração (peso/peso). Para a determinação do teor de ferro total, utilizou-se o método de espectrofotometria

de absorção atômica, com as leituras feitas em aparelho da marca Varian, Spectr AA, 100; de acordo com as técnicas descritas na AOAC (1990).

A concentração de ferro solúvel foi estimada utilizando-se um método *in vitro*, adaptado de Plitz e Clydesdale (1988) e Slatkavitz e Clydesdale (1988), citados por Nkuzimana et al.(1996). O método baseia-se em submeter uma quantidade conhecida de amostra a uma digestão péptica, seguida de digestão pancreática, em condições controladas de tempo, temperatura e pH. Todos os reagentes para análise foram preparados com água ultrapura.

A pepsina foi submetida a 25 mL de HCl 0,1N. A pancreatina purificada e o extrato de bile foram dissolvidos em 250 ml de solução tampão de Tyrode, que continha os seguintes reagentes: 2g de NaCl, 0,05g de KCl, 0,065g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,25g de glucose, 0,25g de $NaHCO_3$, 0,066g de $CaCl_2$, 0,05g de NaN_3 . Este tampão foi ajustado para pH 5, com HCl 6N.

As respectivas quantidades de pepsina, pancreatina e bile foram determinadas de acordo com o conteúdo de proteína dos produtos tipo paçoca, previamente determinadas pelo método de Kijeldhal ($N \times 6,25$).

A razão pepsina para proteína foi de 1:50, a de pancreatina para a proteína de 1:30 e a de bile para a proteína 1:19,2.

A digestão foi realizada em incubadora a 37°C, por 2horas, em pH=2, para simular as condições gástricas. A cada 35 minutos o pH foi ajustado com NaOH 1N. Após a digestão péptica, o pH foi aumentado para 5, com NaOH 3N e a mistura de pancreatina e extrato de bile foi adicionada. A incubação continuou por mais 2 horas. Ao final da incubação, o digerido foi centrifugado em tubos de 250mL a 10.000g por 20 minutos, a 4°C e o sobrenadante filtrado em papel de filtro Whatman #41. O ferro solúvel foi, então, determinado por espectrofotometria de absorção atômica e as concentrações de ferro foram lidas diretamente a 248nm, segundo AOAC (1990).

3.5 Análise do perfil de aminoácidos (aminograma)

As amostras dos produtos tipo paçoca e seus ingredientes (fubá, amendoim e resíduo do extrato de soja) foram secas em estufa com ventilação a 65°C.

Os aminogramas foram obtidos após hidrólises das amostras. Empregou-se a hidrólise ácida para quantificar alguns aminoácidos (lisina, histidina, arginina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina, cisteína, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina e fenilalanina) com HCl 6N, por 22 horas a 110°C ± 1°C, de acordo com Spackman et al., (1958). Para a determinação do triptofano, empregou-se LiOH 4N por 24 horas a 110°C ± 1°C, segundo técnica descrita por Lucas & Sotelo (1980), por cromatografia líquida em colunas de resina de troca catiônica em analisador de aminoácidos Nicolas V.

3.5.1 Escore químico

Para a verificação dos aminoácidos limitantes existentes nas proteínas em estudo, foi realizado o escore químico (EQ), conforme Pellet & Young, (1980), tomando como referência o padrão teórico da FAO/WHO (1990)

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

3.6 Análise sensorial

As cinco amostras de produtos tipo paçoca (produto A, B, C, D e E) com peso de 10g foram apresentadas aos provadores à temperatura ambiente em código de 3 dígitos de forma aleatória. A avaliação sensorial (Teste de Aceitabilidade) foi realizada por uma equipe de 32 provadores não treinados,

entre funcionários, professores e estudantes da Universidade Federal de Lavras, de ambos os sexos e idade entre 20 e 45 anos.

O procedimento foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos, em cabines individuais, sob luz branca equivalente à luz do dia. O Teste de Aceitabilidade dos produtos tipo paçoca em função de suas características sensoriais percebidas por meio da aparência, cor, sabor, textura e impressão global foi aplicado utilizando-se fichas com Escala Hedônica não estruturada, de 9 cm entre as âncoras “desgostei extremamente” e “gostei extremamente” conforme Meilgaard et al., (1991), citados por Ferreira (2000b) (Anexo C).

A classificação dos julgadores foi transformada em valores numéricos para análise dos resultados, pela análise de variância (ANAVA) e Teste F com comparação de médias pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$), ambos segundo técnicas usuais do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2000a).

3.7 Análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições para análises laboratoriais e nas análises sensoriais utilizou-se o delineamento em blocos casualizados.

As análises estatísticas foram realizadas segundo técnicas usuais do *software* SISVAR (Ferreira, 2000). Quando ocorreu efeito significativo entre os tratamentos, foi utilizada a análise de regressão para avaliar o comportamento das características avaliadas em função das porcentagens de adição do resíduo do extrato de soja. Os modelos de regressão foram selecionados com base na significância do teste F de certo modelo testado e pela magnitude das estimativas do coeficiente de determinação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Obtenção do resíduo do extrato de soja (RES) e proporção grão de soja : resíduo obtido

A proporção encontrada “grão de soja”: “resíduo obtido” foi de 1:2,5 (base úmida) e 1: 0,4 (base seca) com um rendimento de 40,68%, .O total de 40% de resíduo obtido é uma quantidade considerada para estar associado a algum outro alimento com maior ou menor teor de nutrientes para utilização na alimentação humana, a exemplo da merenda escolar e não só na alimentação animal, como sempre foi feito. A proporção grão de soja:resíduo encontrada neste trabalho foi maior que a citada por Tashima et al., (2003) com proporção de 1:0,1, (Travaglini et al., 1980a) com proporção de 1:0,2 e a citada por Travaglini e t al., (1980b) com proporção de 1:0,11, todos com a proporção soja:água de 1:10.

Quanto à quantidade de resíduos gerados na fabricação do extrato de soja, observa-se que o rendimento e a composição química apresentam variabilidade de acordo com o cultivar da soja utilizada (Smith et al., 1946), com o método de extração, além de outros, como a proporção soja:água utilizada.

4.2 Composição química

4.2.1 Composição centesimal do resíduo do extrato de soja

Os valores médios da composição química do grão e do resíduo do extrato de soja após a secagem encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 Valores médios da composição centesimal do grão e do resíduo do extrato de soja, após secagem, da cultivar convencional BRS Garantia

Amostras	Umidade (%)	Extrato etéreo	Proteína ¹	Fibra	Cinza	E.N.N ²
Grão de soja	9,43	18,66	44,83	11,00	1,62	23,89
Resíduo do extrato de soja após secagem	3,09	17,58	35,79	12,04	1,64	32,95

¹Proteína=N x 6,25

²ENN = extrato não nitrogenado (obtido por diferença)

Observa-se, na Tabela 5, que os teores de extrato etéreo, proteínas e cinzas do grão de soja da variedade BRS Garantia são superiores aos do resíduo do extrato de soja. Provavelmente, esta redução se deve ao fato de que na obtenção do extrato de soja, ocorre repasse de substâncias para o leite e, conseqüentemente, para o resíduo. Vale salientar a elevada porcentagem que ainda permanece desses componentes no resíduo, ou seja, na porção que geralmente é descartada ao se fabricar o leite de soja. Os conteúdos de fibra e ENN, por sua vez, são aumentados no resíduo do extrato de soja.

Quanto à composição química de grãos de soja cultivados no Brasil, conforme Castro et al., (1973), verificou-se que o conteúdo de proteína variou de 29% a 57,9% e o de extrato etéreo, de 14,7% a 28,4%.

A composição do grão de soja é influenciada por uma série de fatores, tais como ambientais e genótipo, locação e safra de produção, causando alterações no rendimento do extrato de soja e, conseqüentemente, no resíduo do extrato de soja (Bhardwaj et al., 1999).

Os valores para proteína, extrato etéreo e fibras do resíduo do extrato de soja deste trabalho (Tabela 5), quando comparados, respectivamente, aos de Ruiz

(1985), 34,64%, 17,73% e 7,70% e de Wang et al.(1999), 31,695%, 15,37% e 8,78%, apresentaram-se superiores para as proteínas e fibras e próximos aos acima citados para o extrato etéreo. Já Costa (1981), trabalhando na obtenção do resíduo do extrato de soja a partir de cinco variedades de soja, encontrou valores para proteína variando entre 28% a 38% e para o extrato etéreo, variando de 15% a 25%, enquanto para os valores de fibra o mesmo autor relatou variação de 10% a 13%. Os valores deste trabalho foram intermediários ao do referido autor. Para Travaglini et al. (1980a), os valores da Tabela 5 foram superiores para o teor de proteína (32,5%), inferiores para o teor de lipídeos (22,6%) e iguais para os teores de fibras (12,0%). Já para Diaz et al. (1987), os valores para proteína (36,52%) foram também superiores, e os valores para lipídeos (15,79%) e fibras(8,73%) foram inferiores aos dos autores. Esta variação na composição química do resíduo do extrato de soja é justificada por Lim et al. (1990) & Tashima et al. (2003) como resultado de diferenças na solubilidade, extrabilidade e coagulação das proteínas a partir de diferentes variedades de soja.

4.2.2 Composição centesimal do amendoim e do fubá de milho mimoso

Os valores médios da composição centesimal do amendoim e do fubá de milho mimoso encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 Valores médios da composição centesimal do amendoim e do fubá de milho mimoso

Amostras	Umidade	Extrato etéreo	Proteína ¹	Fibra	Cinza	E.N.N. ²
	(%)	(g/100g na matéria seca)				
Amendoim	1,56	46,66	31,01	3,74	2,21	16,38
Fubá de milho mimoso	12,23	2,8	7,94	5,39	0,39	83,48

¹Proteína=N x 6,25

²ENN = extrato não nitrogenado (obtido por diferença)

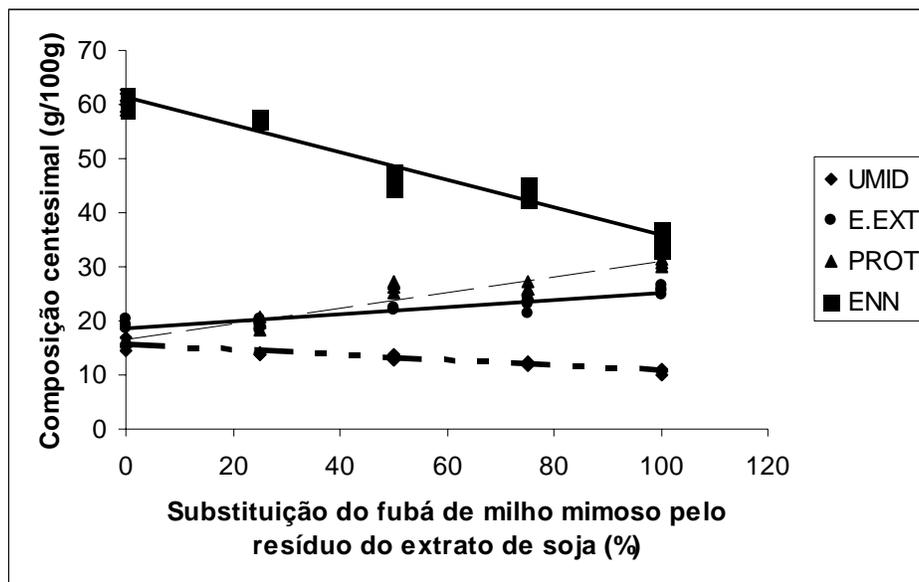
Observa-se pelos dados da Tabela 6, que o amendoim, uma leguminosa oleaginosa, apresenta teor elevado de proteínas e extrato etéreo em relação ao fubá de milho mimoso, enquanto o fubá apresenta teor de cinzas e extrato não nitrogenado superiores a este. Franco (2000) estabelece o teor de proteínas para o amendoim de 23,20g, enquanto que, para o fubá de milho mimoso, este teor é de 7,8g em 100 gramas de alimento.

Quanto à composição centesimal do amendoim, Hoffpauir (1953) estabelece variações de 21% a 36,4% para as proteínas, de 35,8% a 54,2% para o extrato etéreo, de 1,2% a 4,3% para a fibra bruta e de 1,8% a 3,1% para o teor de cinzas. Os valores encontrados neste trabalho, similares ao do referido autor.

Quanto ao fubá de milho mimoso, segundo IBGE (1985), o valor para a proteína encontra-se em torno de 9,6%, para o extrato etéreo de 1,5% e para as fibras, de 0,9%.

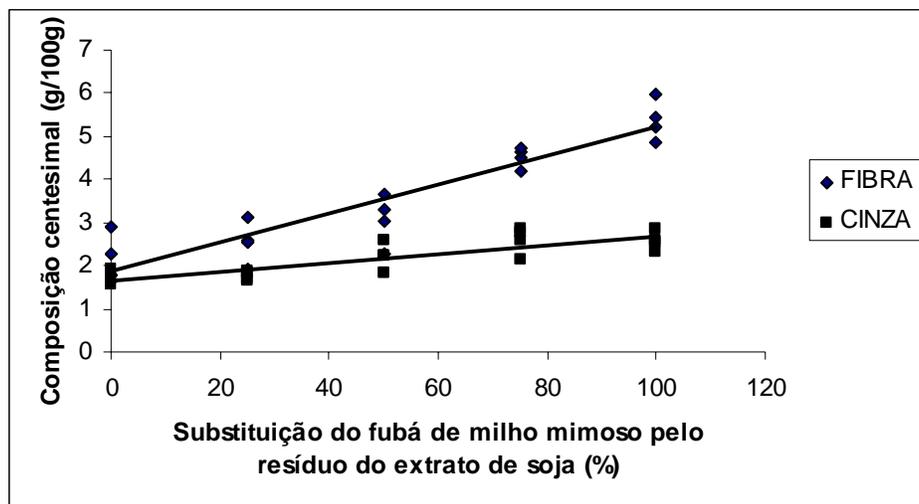
4.2.3 Composição centesimal dos produtos tipo paçoca

Os resultados da análise de regressão para os teores de umidade, extrato etéreo, proteína e ENN encontram-se na Figura 3 e os resultados da análise de regressão para os teores de fibra e cinzas, na Figura 4.



Equações de regressão: umidade = $15,47 - 0,04x$ $R^2 = 98,88\%$; extrato etéreo = $18,72 + 0,06x$ $R^2 = 93,39\%$; proteína = $16,69 + 0,14x$ $R^2 = 93,67\%$; ENN = $61,28 - 0,25x$ $R^2 = 96,48\%$

FIGURA 3 Representação gráfica dos teores de umidade, extrato etéreo, proteína e extrato não nitrogenado dos produtos tipo paçoca.



Equações de regressão: fibra = $1,85 + 0,03x$ $R^2 = 95,03\%$; cinza = $1,66 + 0,01x$ $R^2 = 91,50\%$

FIGURA 4 Representação gráfica dos teores de fibra e cinzas dos produtos tipo paçoca.

Pelo gráfico da Figura 3, verifica-se que os teores de proteína e extrato etéreo apresentaram um aumento linear com a substituição crescente do fubá de milho mimoso pelo resíduo do extrato de soja nas formulações dos produtos tipo paçoca. Foi possível uma variação de 16,69% a 31,09% para a proteína e 18,72% a 25,12% para o extrato etéreo. Neste caso, a cada uma unidade (1%) que se substitui de fubá, ocorre um aumento na ordem de 0,14 e 0,06 vezes respectivamente. Este resultado deve-se ao fato de que o resíduo do extrato de soja trazer alta quantidade de proteína e extrato etéreo na sua constituição.

Nos trabalhos de Wang et al. (1999) com paçocas formuladas à base de farinha de trigo, amendoim e resíduo do extrato de soja, verificou-se um decréscimo linear obtido para proteína e extrato etéreo com o aumento crescente da concentração de resíduo do extrato de soja, o que não verificado neste trabalho. Nos resultados de Branco (1988), houve um aumento no teor de proteína e um decréscimo no teor de extrato etéreo, com o aumento da

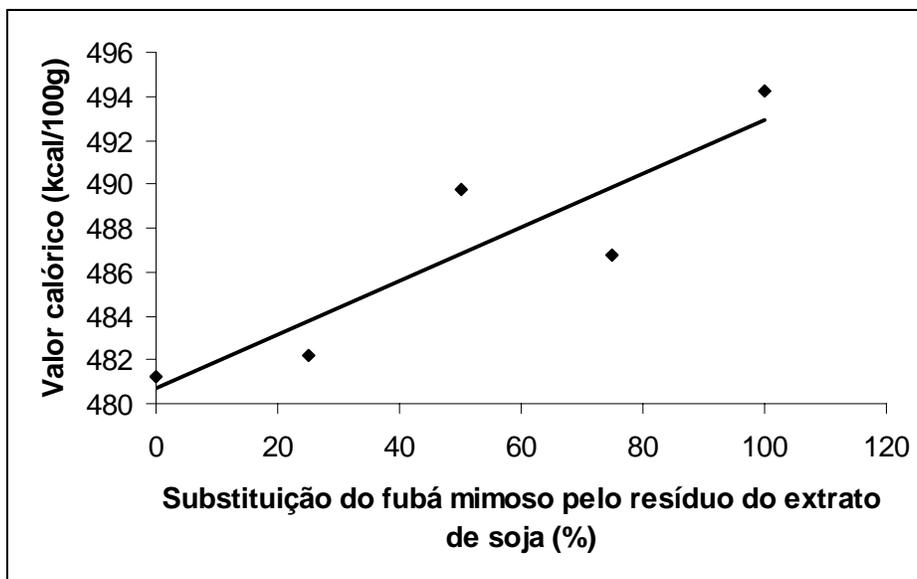
concentração de resíduo do extrato de soja na elaboração de produtos tipo paçoca com amendoim, fubá e farinha de soja desengordurada.

Quanto à umidade foi possível também encontrar uma variação linear decrescente de 15,47% a 10,67% com o aumento da concentração do resíduo do extrato de soja nos produtos tipo paçoca. Já quanto ao extrato não nitrogenado também verificou-se uma variação linear decrescente de 61,28% a 35,78%, devido ao aumento das outras frações.

Pelo gráfico da Figura 4 observa-se que o teor de fibra bruta e cinzas apresentou um aumento linear com a substituição crescente do fubá de milho mimoso pelo resíduo do extrato de soja nas formulações dos produtos tipo paçoca. Neste caso, houve uma variação no teor de fibras de 1,85% a 5,15% e, no teor de cinzas, de 1,66% a 2,66%.

4.3 Valor calórico dos produtos tipo paçoca

O valor calórico dos produtos tipo paçoca está representado no gráfico da Figura 5.



Equações de regressão: valor calórico = $480,75 + 0,3048x$ $R^2 = 0,8034$

FIGURA 5 Representação gráfica do valor calórico dos produtos tipo paçoca

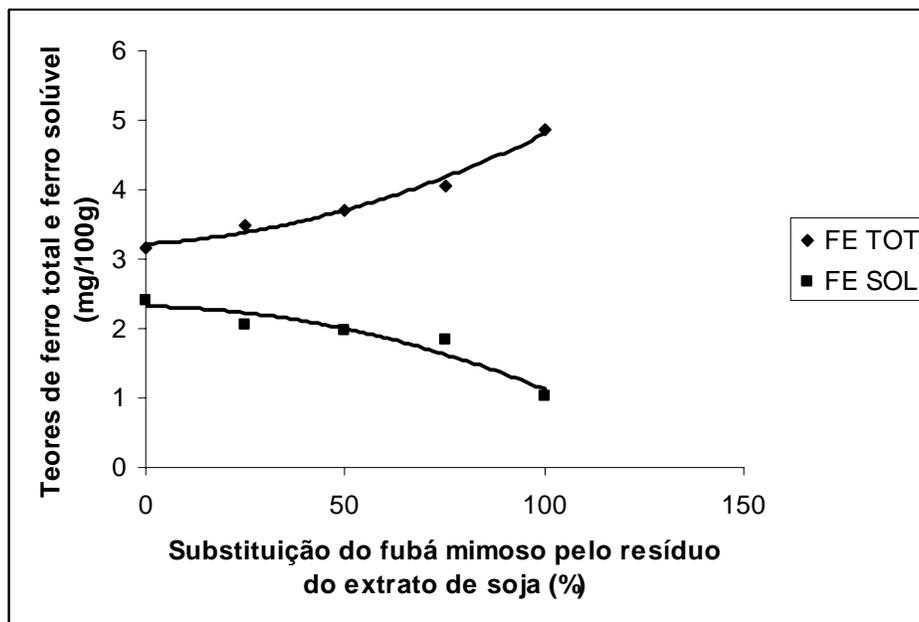
Verifica-se pelo gráfico da Figura 5, que ocorreu um aumento linear do valor calórico com a substituição do fubá mimoso pelo resíduo do extrato de soja. Isso pode ser explicado pelo fato da soja ser uma leguminosa oleaginosa e também rica em proteínas (nutrientes calóricos), embora o teor de carboidratos fornecedores de energia na soja seja reduzido.

É importante enfatizar que as paçocas comerciais elaboradas com amendoim, açúcar e sal, são comercializadas em unidades de 20g com 123kcal/unidade, conforme o rótulo comercial. O consumo da paçoca elaborada neste estudo, fornece mais especificamente, no caso do produto tipo paçoca E com 100% de substituição do fubá pelo resíduo do extrato de soja 98,8kcal / unidade de 20g. Assim a paçoca com maior proporção de resíduo do extrato de

soja além de ser mais protéica e rica em fibras, possui valor calórico inferior à paçoca comercial.

4.4 Teor de ferro total e ferro solúvel

Os valores médios referentes aos teores de ferro total e ferro solúvel encontrados nas paçocas com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja (RES) estão representados no gráfico da Figura 6.



Equações de regressão: Fe total = $3,21 + 0,0102x + 0,0007x^2$ $R^2 = 0,9794$

Fe solúvel = $2,29 + 0,0001x - 0,0007x^2$ $R^2 = 0,910$

FIGURA 6 Representação gráfica dos teores de ferro solúvel encontrados nos produtos tipo paçoca.

Pelo gráfico da Figura 6, verifica-se um aumento quadrático de ferro total e uma diminuição quadrática de ferro solúvel com a concentração crescente de resíduo do extrato de soja. A quantidade de ferro total nos produtos tipo paçoca analisados variou de 3,21 a 4,74 mg/100g. Isso pode ser justificado pelo fato da soja ser um alimento de origem vegetal com grandes quantidades de ferro. Segundo Martinez et al. (1999), a quantidade de ferro total em leguminosas é de 5,3 a 8,5 mg/100g, variação que pode ser decorrente de diferenças no clima, condições de solo, maturidade e variedades. Já para os teores de ferro solúvel, não foi observado o mesmo, pois, quanto maior a concentração de resíduo do extrato de soja, menor o teor de ferro solúvel variando numa concentração de 2,29% a 1,16%, ou seja, o ferro não-heme. Lynch (1997) confirmou que não é o maior teor de ferro total o responsável pela maior absorção deste mineral.

Provavelmente, a presença do melado de rapadura pode contribuir para o conteúdo de ferro das paçocas. Conforme Sizer et al. (2003), em média, 8 g de melado oferecem 3,6 mg de ferro, enquanto, para Franco (2000), em 100g de melado é possível encontrar 22,32mg de ferro, de modo que, se for usado frequentemente pode contribuir com esse nutriente.

O resíduo do extrato de soja é uma fonte de fibras e vários tipos de fibras dietéticas provenientes de diferentes fontes vegetais podem formar complexos com ferro em experimentos “in vitro” (Torre et al., 1991).

Alimentos de origem vegetal, como os cereais e as leguminosas, contêm quantidades elevadas de ferro não-heme, porém, a biodisponibilidade é influenciada por diversos fatores dietéticos e fatores antinutricionais, tais como fitatos e taninos presentes nos alimentos, reduzindo substancialmente a disponibilidade de ferro na dieta (Hallberg et al. 1993).

4.5 Análise do perfil de aminoácidos (aminograma)

O conteúdo e a quantidade de aminoácidos essenciais e não essenciais dos ingredientes utilizados na formulação dos produtos tipo paçoca encontram-se na Tabela 7 e, na Tabela 8, os índices químicos para os aminoácidos essenciais dos ingredientes utilizados na formulação dos produtos tipo paçoca.

TABELA 7 Conteúdo de aminoácidos dos ingredientes utilizados na formulação dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja (RES) em substituição crescente ao fubá.

Aminoácidos*	Teores médios de aminoácidos (mg aminoácido / g proteína)		
	Resíduo do extrato de soja após torragem	Fubá torrado	Amendoim torrado
Triptofano	23,7	7,9	16,3
Lisina	56,6	19,6	26,5
Histidina	27,5	27,3	21,9
Arginina	49,6	25,0	87,9
Ac. aspártico	107,9	54,6	100,2
Treonina	40,6	28,3	24,6
Serina	55,2	39,9	44,0
Ac. glutâmico	153,8	157,1	157,1
Prolina	47,4	78,0	38,4
Glicina	41,5	28,0	48,2
Alanina	43,3	58,8	34,4
½ Cistina	7,00	7,4	7,0
Valina	34,7	31,5	50,8
Metionina	11,2	13,9	8,9
Isoleucina	32,5	24,2	30,3
Leucina	62,1	89,5	49,9
Tirosina	27,0	22,5	29,1
Fenilalanina	43,0	33,0	41,6
Proteína (%MSD)	42,54	8,09	57,54

Aminoácidos em negrito são considerados essenciais.

*Valores obtidos por análise em laboratório, por CLAE.

TABELA 8 Escores químicos dos ingredientes utilizados na formulação dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja (RES) em substituição crescente ao fubá.

Aminoácidos essenciais	FAO/OMS ¹ (mg de aminoácido/ g de proteína)	Escore químico dos ingredientes (%)		
		Resíduo do extrato de soja	Fubá	Amendoim
Isoleucina	28	116,07	86,42	108,21
Leucina	66	94,09	135,60	75,60
Lisina	58	97,58	33,79	45,68
Metionina +cistina	25	72,8	85,2	63,6
Fenilalanina + tirosina	63	111,11	88,09	112,22
Treonina	34	119,41	83,23	72,35
Triptofano	11	215,45	71,81	148,18
Valina	35	99,14	90,00	145,14

¹ Recomendações para crianças com idade de 2 a 5 anos (FAO/WHO, 1990)

Por meio dos dados das Tabela 7 e 8, observa-se que os ingredientes utilizados na formulação das paçocas apresentaram todos os aminoácidos essenciais.

A proteína do resíduo do extrato de soja possui valores consideráveis de aminoácidos essenciais, alguns destes maiores que os encontrados no padrão teórico da FAO (1990). Portanto, não deve ser utilizado apenas como ração animal, mas, principalmente, como fonte enriquecedora de produtos destinados à alimentação humana, pois, além dos aminoácidos essenciais e não essenciais, outros nutrientes também são presentes no resíduo.

O resíduo do extrato de soja apresentou teor de lisina superior ao do fubá, o que foi comprovado por Bookwalter et al.(1975) quando este fator é o que distingue a proteína da soja da maioria das proteínas vegetais, principalmente quando usada em combinação com cereais.

O milho é um cereal energético, representando cerca de 9% do grão (Young et al., 1994). Na moagem do milho degerminado, produz-se o fubá, cuja proteína é deficiente em alguns aminoácidos essenciais, como a lisina e o triptofano, sendo estes limitantes (Sgarbieri, 1996).

Stehsel e Wildman (1950), citados por Quast (1966), defenderam que o baixo teor de triptofano no grão de milho é devido ao fato desse alimento ser uma fonte rica de auxinas (hormônios vegetais do crescimento) e que, durante o processo de maturação, parte do triptofano é transformada em auxinas, devido à ação de enzimas específicas.

O amendoim, uma leguminosa oleaginosa com cerca de 26% de proteína no grão (Basha & Cherry, 1976), apresenta teores baixos de metionina, sendo este, o aminoácido limitante.

O conteúdo e a quantidade de aminoácidos essenciais e não essenciais das paçocas encontram-se na Tabela 9 e na Tabela 10, são apresentados os índices químicos para os aminoácidos essenciais das paçocas.

TABELA 9 Conteúdo de aminoácidos dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja (RES) em substituição crescente ao fubá.

Aminoácidos	Produto tipo paçoca ⁽²⁾					Paçoca ⁽³⁾
	A (0%)	B (25%)	C (50%)	D (75%)	E (100%)	Comercial
	mg aminoácido / g proteína					mg/g proteína
Triptofano	12,7	13,4	16,2	17,0	18,0	12,1
Lisina	22,2	29,7	38,5	49,8	58,1	18,0
Histidina	21,7	22,8	23,3	23,7	26,7	17,1
Arginina	88,2	63,5	61,4	54,4	51,9	61,9
Ac. aspártico	87,3	93,7	106,3	112	127,5	86,4
Treonina	25,2	26,7	28,2	33,6	34,4	17,1
Serina	48,6	47,9	45,4	32,7	35,2	29,3
Ac. glutâmico	184,8	180,4	154,0	124,4	124,4	118,2
Prolina	49,0	*	47,4	42,3	36,3	28,9
Glicina	56,1	50,2	48,2	40,9	35,4	34,8
Alanina	45,9	45,9	48,8	43,8	32,7	24,8
½ Cistina	0,8	5,5	7,2	8,2	8,66	4,80
Valina	35,3	36,6	37,7	44,2	46,4	24,8
Metionina	18,8	12,5	11,1	11,1	10,8	5,40
Isoleucina	28,6	23,88	30,2	39,9	43,3	22,7
Leucina	66,5	69,9	71,2	72,1	73,9	38,5
Tirosina	30,9	34,3	34,5	36,5	43,0	19,0
Fenilalanina	38,5	42,0	47,5	57,8	63,2	30,4
Proteína (%MSD) ⁽¹⁾	21,46	24,13	30,74	32,88	40,39	28

⁽¹⁾MSD= matéria seca e desengordurada

* = amostra perdida

⁽²⁾ Produtos elaborados com porcentagens diferentes de RES (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) em substituição crescente ao fubá.

⁽³⁾ Ingredientes: amendoim, açúcar e sal.

Observando-se a composição de aminoácidos dos produtos tipo paçoca A, B, C, D, E e paçoca comercial, na Tabela 9 e os escores químicos de aminoácidos essenciais dos produtos tipo paçoca, na Tabela 10, verifica-se que as proteínas das paçocas contêm todos os aminoácidos essenciais. Os teores de triptofano em todas as paçocas encontram-se além dos valores desse aminoácido, comparados com os da proteína padrão (FAO, 1990). O aumento considerável nos teores de triptofano nas paçocas pode ter sido causado pelas proporções crescentes de resíduo do extrato de soja na formulação das mesmas. O mesmo não se verificou com o aminoácido sulfurado metionina que apresentou valores inferiores aos comparados com os da proteína padrão, limitando, assim, o valor nutritivo da proteína das paçocas.

O produto tipo paçoca A apresentou menores valores para os aminoácidos lisina e triptofano e maiores valores para os aminoácidos sulfurados (metionina +cistina), quando comparados ao padrão. Isso pode ser justificado pelo fato de possuir maior concentração de fubá, sendo este deficiente nos aminoácidos essenciais lisina e triptofano. Essas proporções diferem da paçoca E que, por possuir maior concentração de resíduo do extrato de soja, apresentou valor superior às demais paçocas para os aminoácidos lisina e triptofano e valor inferior para os aminoácidos sulfurados que são limitantes para a soja, quando comparados com o da proteína padrão (FAO, 1990).

Em relação aos produtos tipo paçoca formulados com fubá, amendoim e resíduo do extrato de soja, a paçoca comercial contendo apenas o amendoim como leguminosa e sem complementação com cereal, apresentou valores menores aos encontrados neste trabalho para os aminoácidos metionina, aminoácido limitante primário e a treonina, lisina e o triptofano aminoácidos limitantes secundários, limitantes em amendoim (Milner,1962). Este resultado está de acordo com o de Bookwalter et al. (1979) segundo os quais os níveis de

lisina e treonina são muito mais altos na proteína da soja do que na proteína do amendoim.

Na obtenção de seis diferentes formulações de paçoca combinando farinha de trigo, farinha de amendoim e resíduo do extrato de soja torrados, Wang et al. (1999) encontraram com o aumento das proporções do resíduo do extrato de soja um aumento nos teores de aminoácidos essenciais. Esse resultado foi possível encontrar neste trabalho, na formulação dos produtos tipo paçoca A, B, C, D e E, com proporções diferentes de fubá, amendoim e resíduo do extrato de soja. Vale salientar que não foi encontrado o aumento dos aminoácidos sulfurados metionina + cistina neste trabalho, devido ao fato de serem limitantes na proteína da soja

Por serem deficientes em um ou mais aminoácidos essenciais, não devem, nem o milho e nem a soja, ser utilizados como fonte única de proteína. Segundo Bressani et al. (1978), há necessidade de suplementação dos aminoácidos tidos como limitantes, quando comparados às necessidades a que se destinam. A suplementação resulta na melhoria da qualidade protéica do produto final, por meio da complementação da composição de aminoácidos e do aumento no teor de proteínas totais.

4.6 Análise sensorial

As notas para aceitação sensorial, relativas a aparência cor, sabor, textura e impressão global atribuídas, pelos consumidores aos produtos tipo paçoca elaborados à base de fubá, amendoim e resíduo do extrato de soja em diferentes proporções, estão apresentadas na Tabela 11.

TABELA 11 Valores médios das notas atribuídas pelos provadores, após análise sensorial dos produtos tipo paçocas com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja (RES) em substituição crescente ao fubá.

Produtos tipo paçoca ²	Valores médios dos atributos sensoriais das paçocas segundo teste de aceitação ¹				
	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Impressão global
A (0%)	6,35 a	6,52 a	5,20 b	4,78 b	5,70 b
B (25%)	6,70 a	6,58 a	5,92 a	5,72 a	6,27 a
C (50%)	5,55 b	5,71 b	4,81 b	4,80 b	5,34 b
D (75%)	5,16 b	5,03 b	4,67 b	4,88 b	5,32 b
E (100%)	6,10 a	6,13 a	6,49 a	6,28 a	6,51 a
C.V. (%)	25,83	25,14	30,26	30,80	26,54

¹Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si a 0,05 de significância (Teste de Scott-Knott).

² Produtos elaborados com porcentagens diferentes de RES em substituição crescente ao fubá.

Observa-se, pelos resultados apresentados na Tabela 11, que os produtos tipo paçoca C e D, contendo fubá, amendoim e resíduo do extrato de soja em diferentes proporções, apresentam aparência e cor inferiores às demais. Acredita-se que a aparência esteja relacionada com a cor das paçocas, pois, o aumento da proporção de resíduo do extrato de soja tende a aumentar a luminosidade da cor amarela do fubá. De acordo com Bookwalter et al. (1971), a cor amarela da farinha de milho degerminada é diminuída com a adição de farinha de soja desengordurada tostada, aumentando-se a luminosidade.

O produto tipo paçoca E formulado com uma concentração de 40% de resíduo do extrato de soja apresentou, de modo geral, boa aceitação sensorial de sabor e aspectos visuais de cor e aparência. A sensação de textura originada da

combinação dos ingredientes resíduo, fubá de milho e amendoim resultou em maiores médias de aceitação sensorial para este atributo. Segundo Wilmont et al. (2001), com a combinação de milho, soja e amendoim em proporções adequadas, é possível gerar um produto agradável de boa aceitabilidade. Já os produtos tipo paçoca A, C e D apresentam valores inferiores ao sabor em relação às paçocas B e E.

A aceitabilidade máxima foi observada com a adição de 40% do resíduo do extrato de soja, valor este superior ao encontrado por Bookwalter et al., (1971). Estes autores verificaram até que ponto o sabor da farinha de soja tostada seria mascarado pelo fubá, e encontraram a aceitabilidade máxima com a adição de 35% de soja; sendo que a partir daí já se conseguia detectar, pelo sabor, a sua presença, apesar dos bons resultados obtidos misturas com até 50% de soja. Já Aguirre et al. (1978) concluíram que é tecnicamente viável a adição de 40% de resíduo do extrato de soja, obtendo-se produtos de boa aceitação.

5 CONCLUSÕES

O resíduo do extrato de soja (RES) gerado após a fabricação do extrato de soja da variedade BRS Garantia, na proporção soja:água 1:10, apresentou rendimento de 40% da matéria-prima (grão de soja) inicial.

A quantidade de proteína, extrato etéreo e fibra é considerável no resíduo do extrato de soja, quando comparada às quantidades encontradas no grão de soja.

O teor de ferro solúvel dos produtos tipo paçoca não correspondeu ao aumento do teor de ferro total das mesmas.

A concentração crescente de resíduo do extrato de soja em substituição ao fubá nos produtos tipos paçoca amenizou a falta de lisina e refletiu o perfil de aminoácidos da soja

Os produtos tipo paçoca D e E (75% e 100% de RES em substituição ao fubá respectivamente) foram selecionadas neste estudo, dentre as demais, devido ao considerado teor protéico, à qualidade da proteína e ao destaque em relação aos atributos sensoriais estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, J.M. et al. Aproveitamento do resíduo do estrato protéico de soja em mistura com farinha de mandioca. **Boletim ITAL**, Campinas, v.56, p.129-156, 1978.

AGUIRRE, J.M. et al. Processamento do extrato de soja em pó. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.11, p.139-152, 1980.

AGUIRRE, J.M. et al. 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.

ALMEIDA, L.M.C.; NAVES, V.M.M. Biodisponibilidade de ferro em alimentos e refeições: aspectos atuais e recomendações alimentares. **Pediatria Moderna**, v.38, n.6, p.272-278, jun. 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Legislação**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento técnico de boas práticas de fabricação para estabelecimentos industrializadores de amendoins processados e derivados** Resolução RDC nº 172, de 04 de julho de 2003.

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

BAYMA, C. A cana na pequena indústria: mel de engenho. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.80, n.6, p.11-17, dez. 1978.

BARCELOS, M.F.P. Aproveitamento de resíduos agrícolas e industriais na alimentação humana. In: _____. **Manejo de resíduos da agroindústria**. 2001. Monografia (Especialização Lato Sensu em Gestão

e Manejo Ambiental na Agroindústria)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BASHA, S.M.; CHERRY, P. Composition, solubility, and gel electrophoretic properties of proteins isolated from florunner (*Arachis hypogea* L.) peanut seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.24, n.2, p.395-365, Mar./Apr. 1976.

BAYRAM, M.; KAYA, A.; ONER, 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.

BHARDWAJ, H.L. et al. Yield and quality of soymilk and tofu made from soybean genotypes grown at four locations. **Crop Science**, Madison, v.39, n.2, p.401-405, Mar./Apr. 1999.

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

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

BOOKWALTER, G.N. et al. Fortification of dry soybean: based foods with DL-methionine. **Journal of Food Science**, Chicago, v.40, n.2, p.266-270, Mar./Apr. 1975.

BOURNE, E.G.; CLEMENTE, M.G.; BANZON, J. Survey of suitability of thirty cultivars of soybean for manufacture. **Journal of Food Science**, Chicago, v.41, n.5, p.1204-1208, Sept./Oct. 1976.

BRANCO, N.S.D.C. **Aceitabilidade e valor nutricional de uma paçoca elaborada com amendoim, fubá e farinha de soja desengordurada**. 1988. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)–Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

BRASIL. Portaria MAARA Nº 183 de 21 de março de 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 mar. 1996. Seção I. p. 4929.

BRESSANI, R.; MURILLO, B.; ELIAS, L.G. Whole soybeans as a means of increasing protein and calories in maize-based diets. **Journal of Food Science**, Chicago, v.39, n.3, p.577-580, May/June 1978.

BROWN, W.L. The threonine, serine, cystine, and methionine content of peanut proteins. **Journal Biological Chemist's**, v.142, p.299-301, 1941.

CARPENTER, K.J.; ANANTHARAMAN, K. The nutritional value of poor proteins fed at high levels. **Br. Journal Nutr.**, v.22, p.183, 1968.

CASTRO, A.T.B.; MILLAN, A.; LAGO, R.C.A. **Contribuição ao estudo da soja no Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar, 1973. 28p. (Boletim Técnico, 10).

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica de produção Safra 2004/2005**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2005b.

COSTA, S.I. da. Considerações sobre a utilização da farinha de soja no enriquecimento protéico de alguns alimentos. **Boletim ITAL**, Campinas, v.32, p.23-38, 1972.

COSTA, S.I.; MORI, E.E.M. Principais formas de aproveitamento da soja na alimentação humana. **Boletim ITAL**, Campinas, v.56, p.27-49, 1976.

COSTA, S.I. da. Alimentos derivados de soja, em: a soja no Brasil. **Boletim ITAL**, p.857, 1981.

COZZOLINO, S.M.F.; PEDROSA, L.F.C. Grupo de trabalho: biodisponibilidade de nutrientes. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.1, p.53-56, jan./jun. 1995.

CUEVAS-RODRÍGUEZ, E.O. et al. Quality protein maize (*Zea mays* L.) tempeh flour through solid state fermentation process. **Lebensm Wiss. u. Technology**, v.37, p.59-67, 2004.

DE ANGELIS, R.C. **Fome oculta, impacto para a população do Brasil**. São Paulo: Atheneu, 1999. 236p.

DELGADO.A.A.; DELGADOP.A. **Produção do açúcar mascavo, rapadura e melado**. Piracicaba: SP 1999. 151p.

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.

DIMLER, R.J. Soybeans and corn join forces in food. **Soybean Digest**, Iowa, v.27, n.12, p.50-53, 1967.

DINTZIS, F.R. et al. Human gastrointestinal action on wheat, corn, and soy-hull bran – Preliminary findings. **Cereal Chemistry**, v.56, p.123-127, 1979.

DUTRA DE OLIVEIRA, J.E.; SOUZA, N. de. Metabólica studies with a corn and soya mixture for infant feeding. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Guatemala, INCAP, v.17, n.3, p.198-206, 1967.

FAIRBANKS, V.F. Iron in medicine and nutrition. In: SHILS, M.E.; OLSON, J.A; SHIKE, M. (Ed.). **Modern nutrition in health and disease**. Philadelphia: Lea and Febiger, 1994. p.185-213.

WHO FOOD POLICE AND FOOD SCIENCE SERVICE, NUTRITION DIVISION. **Anino-Acid content of foods and biological data on proteins**. Rome, 1970. 287p. (FAO, 24).

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

FAO/ WORLD HEALTH ORGANIZATION. Expert Committee on Food Additives [JECFA]. Safety evaluation of certain food additives and contaminants: aflatoxins. Geneva, 1998.

FERREIRA, C.L.L.F. **Prebióticos e probióticos**: atualização e prospecção. Viçosa: UFV, 2003. 206p.

FERRARI, R.A.; OLIVEIRA, V.S.; SCABIO, A. **Biodiesel de soja**: taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em geradores de energia. **Química Nova**, v.28, n.1, p.19-23, 2005.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA., 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

FERREIRA, P.V.L. **Análise sensorial**: testes discriminativos e afetivos. Campinas, SP: SBCTA, 2000. 127p. (Manual: Série Qualidade)

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2000. 307p.

FUFA, H.G. et al. Assesment of proteoim nutritional quality and effects of traditional processes: a comparasion between Ethiopian quality protein maize and five Ethiopian adaptadep normal maize cultivars. **Nahrung**, v.47, n.4, p.269-273, 2003.

GUERNELLI, O. Estudos sobre as possibilidades de enriquecimento da farinha de mandioca. **Arq. Bras. Nutr.**, v.9, n.3, p.205-240, 1953.

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

GUILHERME, P.F.F.; JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.63-71, jan./mar. 2005.

GENTA, H.D. et al. Production and acceptance of a soy candy. **Journal of Food Engineering**, v.53, p.199-202, 2002.

HACKLER, L.R. et al. A comparasion of the nutritional value of protein from several soybean fractions. **Journal Nutrition**, v.80, n.3, p.205-209, 1963.

HACKLER, L.R.; STILLINGS, B.R. Amino acids composition of heat-processed soymilk and its correlation with nutritive value. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.44, n.1, p.69-77, Jan. 1967.

HALLBERG, L. Bioavailability of dietary iron in man. **Annual Review Nutrition**, v.1, p.123-147, 1981.

HALLBERG, L.; ROSSANDER-HULTHEN, L. L.; BRUNE, M. Inhibition of haem-iron absorption in man. **British Journal of Nutrition**, v.69, n.2, p.533-540, 1993.

HAMANDA, J.S.; MARSHALL, W.E. Preparation and functional properties of enzymatically deamidated soy proteins. **Journal of Food Science**, v.54, p.598-601, 1989.

HENLEY EC, WAGGLE DH. Human requeriments and quality nutrition overview. **Protein Technologies International**, 1994.

HOFFPAUIR, C.L. Peanut composition; relation ti processing and utilization. **Agricultural Food Chemistry**, v.1, p.668, 1953.

HSIEH, O.A.L.; HUANG, A.S.; CHANG, S.S. Isolation and identification of objectionable volatile flavor compounds indefatted soybean flour. **Journal Food Science**, v.47, n.1, p.16-23, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA. Tabelas de composição de alimentos. 3.ed. Rio de Janeiro, 1985.

LAROSA, G. et al. Utilização da farinha de okara na elaboração de biscoito doce contendo isoflavonas. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: UNICAMP, 2003a.

LAROSA, G. et al. Avaliação sensorial de biscoitos doces elaborados com farinha de okara. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2003b.

LARSEN, T. Interactions between minerals: comparison between mineral absorption in rat and pig. In: JUNGVID H.; FORSHELL, L.P.; EGGUM B.O. (Ed.). **The rat as a model for man and pig in nutritional and physiological studies**. Tjele: National Institute of Animal Science, 1992. p.137-142.

LAYRISSE, M. et al. Food iron absorption: a comparison of vegetable and animal foods. **BLOOD**, v.33, n.3, p. 430-442, 1969.

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 Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.34, n.1, p.31-67, Jan. 1997.

LIM, B.T. et al. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics. Calcium sulfate coagulant. **Journal of Food Science**, v.55, n.4, p. 1088-1093, 1990.

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

LUTZ, C.A.; PRZYTULSKI, K.R. **Nutrition and diet therapy**. Philadelphia: F.a. Davis, 1994.

LYNCH, S.R. Interaction of iron with other nutrients. **Nutrition Research**, Tarrytown, v.55, n.4, p.102-110, 1997.

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

MAFFIA, L.M. Uso do milho na alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.72, p.72-75, dez. 1980.

MARTIN, M.E.L. et al. Formulação e avaliação sensorial de uma sopa de soja e milho pré-cozida por extrusão. **Revista Ceres**, Viçosa, v.27, n.152, p.379-384, jul./ago. 1980.

MARTINEZ, C.; ROS, G.; PERIAGO, M.J. Biodisponibilidad del hierro de los alimentos. **Archivos Latino Americanos de Nutrición**, v.49, n.2, p.106-113, 1999.

MILLER, J.; YOUNG, C.T. Protein nutritional quality of florumner peanut meal as measured by rat bioassay. **Journal Agricultural Food. Chem.**, v.25, p.653, 1977.

MILNER, M. Peanuts as protein resource in international feed programs. **Food Technology**, Chicago, v.16, n.7, p.46-53, 1962.

MILNER, M. Evaluation of quality supplement. In: _____. **Protein-enriched cereal foods for world needs**. Minnesota: The American Society of Cereal Chemist`s, 1969. p.3-24.

MINIM.A.L.; COIMBRA, R.S.J. Avaliação da influ~encia dos milhos QPM nas características sensoriais de bolo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p.129-134, maio/ago. 2003.

MORETTI, H.R. **A segunda geração da “Vaca Mecânica”**. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2003.

MORAIS, A.A.C. Usos da soja em medicina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE OS BENEFÍCIOS DA SOJA PARA A SAÚDE HUMANA, 1., 2001, 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.

NELSON, A.I.; WEI, L.S.; STEINBERG, M.P. Foods from whole soybeans. In: WORD SOYBEAN RESEARCH. CONFERENCE, 2., 1979, Boulder. **Proceedings...** Boulder, CO: Westview, 1979. p.745-761.

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

NKUNZIAMA, J. et al. Potential iron bioavailability in usual diets of the imbo region of burundi. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.44, p.3591-3594, 1996.

OLIVEIRA, L.F.de et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. FLAVICARPA) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.254-258, set./dez. 2002.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Necessidade de energia y de proteínas**. Ginebra: FAO/OMS/ONU, 1985. 220p. (Série de Informes Técnicos, 724).

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

PARK, T.K. et al. Biotransformação de isoflavonas de soja. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v.4, n.20, p.12-14, maio/jun. 2001.

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

PEREIRA, J. da S.W.; AZEVÊDO CAETANO, D. Manipulação e elaboração de produtos à base de farináceos. In: VILAS BOAS, E.V.B et al. **Noções básicas de tecnologia de alimentos e atributos de qualidade**. Lavras: FAEPE, 2003.

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

QUAST, D.G. Determinação e estudo da quantidade e qualidade da proteína do grão de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.1, p.225-232, 1966.

QUITAIN, A.T. et al. Recovery of oil components of okara by ethanol-modified supercritical carbon dioxide extraction. **Bioresource Technology**, Japan, 2005.

RACKIS, J.J. Biological and physiological factors in soybeans. **Journal of the American oil Chemists Society**, Champaign, v.51, n.1, p.161A-174A, 1974.

RAKOSKY, J.R. Soy grits, flour concentrates and isolates in meat products. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Chicago, v.51, n.1, p.123A-127A, 1974.

ROLIM, H.M.V. **Avaliação nutricional de proteína de soja texturizada por extrusão**. 1977. 55p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ROSENTHAL, A. et al. Effect of enzymatic treatment and filtration on sensory characteristics and physical stability of soymilk. **Food Control**, Oxford, v.14, n.3, p.187-192, Apr. 2003.

RUIZ, W.A. **Proteólise do resíduo do extrato hidrossolúvel de soja**. 1985. 198p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

SENA, E.N. **Misturas soja/fubá: aceitabilidade por crianças**. 1978. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

SGARBIERI, V.C. Tecnologia de alimentos e nutrição. In: ANGELIS, R.C. de. **Fisiologia da nutrição**. São Paulo: EDART, 1977. v.2, Cap.12, p.218-239.

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

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

SILVEIRA, E.L.da et al. Utilização da farinha de soja descortçada, extrato hidrossolúvel de soja e farinha de resíduo de soja em bolos. **Oikos**, Viçosa, v.6, n.2, p.24-27, 1990.

SILVEIRA, E.T.F. et al. Processamento de farinha composta de resíduo do extrato de soja e milho. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.17, n.3, p.275-296, 1980.

SILVEIRA, E.T.F. et al. 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.

SMITH, A.K.; CIRCLE, S.J. **Soybeans**: chemistry and tecnologia. Westport, Connecticut: The Avi, 1978. v.1, p.470.

SMITH, A.; BECKEL, A. Soybean or vegetable milk. **Chem. Eng. News**, v.24, n.1, p.54-56, 1946.

SIZER, F.; WHITNEY, E. **Nutrição**: conceitos e controvérsias. 8.ed. São Paulo: Manole, 2003. 567p.

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

TAI, Y.P.; YOUNG, C.T. Genetic studies of peanut proteins and oils. **Journal American Oil Chem. Society**, v.42, p.337, 1975.

TASHIMA, H.E.; CARDELLO, B.A.M.H. Perfil sensorial de extrato hidrossolúvel de soja (*Glicine Max* l. Merrill) comercial adotado com

sacarose e com sucralose. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.21, n.2, p.409-428, jul/dez. 2003.

TEJERINA, J. et al. Efecto de vários processos sobre calidad proteínica de um alimento a base de soya y de maiz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Guatemala, v.27, n.2, p.186-194, 1977.

TORRES, M.; RODRIGUEZ A.R.; SAURA-CALIXTO, F. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. **Critical Reviews Food Science and Nutrition**, v.30, n.1, p.1-22, 1991.

TORRES-PENARANDA, A.V.; REITMEIER, C.A. Sensory descriptive analysis of soymilk. **Journal of Food Science**, Chicago, v.66, n.2, p.352-356, Mar./Apr. 2001.

TORUN, B. Proteínas y aminoácidos, características y satisfacción de requerimientos con dietas latinoamericanas. **Archivos Latinoamericano. Nutr.**, v.38, p.483:505, 1988.

TRAVAGLINI, D.A. Extrato de soja em pó. In: _____. MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**. ITAL, 1981b. p: 986.

TRAVAGLINI, D.A.; VITTI, P. Soja em produtos derivados de preparo rápido. In: _____. MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**. ITAL, 1981a. p.872.

TRAVAGLINI, D.A. et al. 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.

TRAVAGLINI, D.A. et al. Processamento do extrato de soja em pó. **Coletânea do ITAL**, v.11, p.139-152, 1980.

VAN DE KAMER, J.H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.29, n.4, p. 239-251, July. 1952.

VANNUCCHI, H. et al. Nutritive value of a rice and bean based diet for agricultural migrant workers in Southern Brazil. **Nutr. Rep. Int.**, v.24, p.129-134, 1981.

VOSS, A. Atualidades dietéticas: ácidos graxos ômega-3. **Abbott**, v.1, n.1, jul. 1994.

YOUNG, V.R.; PELLETT, P.L. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. **American Journal Clin. Nutr**, v.59, p.1203S-1212S, 1994. Suppl.

W. -M. Chan, C.-Y.Ma*. Acid modification of proteins from soy milk residue (okara). **Food Research International**, Hong Kong, v.32, p.119-127, 1999.

WANG, H.L.; CALVINS, J.F. Yield and amino acid composition of fractions obtained during tofu production. **Cereal Chemistry**, v.66, p.359-361, 1989.

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

WANG, SHIN-HUEI.; CABRAL, L.C.; 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. 1999.

WERNECK, L. Pão forte combate desnutrição. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 20 mar. 2005.

WILMONT, Y.M.; PHILLIPS, R.D.; HARGROVE, J.L. Protein quality evaluation of cowpea-based extrusion cooked cereal/legume weaning mixtures. **Nutrition Research**, Georgia, v.21, p. 849-857, Febr. 2001.

WILMONT-MENSA, Y.; PHILLIPS, R.D.; HARGROVE, J.L. Protein quality evaluation of cowpea-based extrusion cooked cereal. **Legume Weaning Mixtures**, Georgia, v.21, p.849-857, 2001.

ANEXOS

ANEXO A	Ficha para o teste de aceitabilidade das paçocas.....	Página
TABELA 1	Concentração de aminoácidos essenciais da farinha desengordurada de soja, do concentrado protéico de soja e do isolado protéico de soja.....	6
TABELA 2	Composição centesimal do resíduo do extrato de soja (RS), da farinha desengordurada de soja (FDS) e do isolado protéico de soja (IPS).....	9
TABELA 3	Composição de aminoácidos da proteína do amendoim.....	17
TABELA 4	Composição de aminoácidos essenciais do germe e do endosperma do milho comum.....	20
TABELA 5	Valores médios da composição química do grão e do resíduo do extrato de soja após a secagem da cultivar convencional BRS Garantia.....	36
TABELA 6	Valores médios da composição centesimal do amendoim e do fubá de milho mimoso.....	38
TABELA 7	Conteúdo de aminoácidos dos ingredientes utilizados na formulação dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja em substituição crescente ao fubá.....	46
TABELA 8	Escores químicos dos ingredientes utilizados na formulação dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja (RES) em substituição crescente ao fubá.....	47
TABELA 9	Conteúdo de aminoácidos dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja (RES) em substituição crescente ao fubá.....	49

TABELA 10	Escores químicos dos produtos tipo paçoca formulados com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja (RES) em substituição crescente ao fubá.....	50
TABELA 11	Valores médios das notas atribuídas pelos provadores após análise sensorial dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja (RES) em substituição crescente ao fubá.....	53

ANEXO B

FIGURA 1	Fluxograma dos passos para a obtenção do resíduo do extrato de soja.....	28
FIGURA 2	Fluxograma da obtenção dos produtos tipo paçoca.....	30
FIGURA 3	Representação gráfica dos teores de umidade, extrato etéreo, proteína e do extrato não nitrogenado dos produtos tipo paçoca.....	39
FIGURA 4	Representação gráfica dos teores de fibra e cinzas dos produtos tipo paçoca.....	40
FIGURA 5	Representação gráfica do valor calórico dos produtos tipo paçoca.....	42
FIGURA 6	Representação gráfica dos teores de ferro total encontrados nos produtos tipo paçoca.....	43

ANEXO C

Provedor : _____

Data: _____

- Você está recebendo 5 amostras codificadas de um novo tipo de alimento. Por favor, avalie cuidadosamente cada um dos atributos sensoriais e assinale na escala correspondente, o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU da amostra.

AMOSTRA N° _____

Desgostei extremamente

Gostei extremamente

Em relação à aparência

[_____]

Em relação à cor

[_____]

Em relação ao sabor

[_____]

Em relação à textura

[_____]

Em relação à impressão global

[_____]

Comentários: _____

ANEXO D

TABELA 1D	Resumo das análises de variâncias (quadrado médio e significância) para os teores de umidade, proteína, extrato etéreo e extrato não nitrogenado (ENN) dos produtos tipo paçoca.....	73
TABELA 2D	Resumo das análises de variâncias (quadrado médio e significância) para os teores de fibra e cinzas dos produtos tipo paçoca.....	73
TABELA 3D	Resumo das análises de variância (quadrado médio e significância) para os teores de ferro total e ferro solúvel dos produtos tipo paçoca.....	74
TABELA 4D	Resumo da análise de variância (quadrado médio e significância) para o valor calórico dos produtos tipo paçoca.....	74
TABELA 5D	Resumo das análises de variâncias (quadrado médio e significância) para aparência, cor, textura e impressão global referentes aos produto tipo paçoca.....	75

ANEXO D

TABELA 1D Resumo das análises de variâncias para os teores de umidade, proteína, extrato etéreo e extrato não nitrogenado (ENN) dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações do resíduo do extrato de soja em substituição crescente ao fubá.

Causa de Variação	GL	Quadrado médio			
		Umidade	Proteína	E E	ENN
Tratamento	4	14,75*	139,86*	27,69*	421,4*
Resíduo	15	0,281	0,876	0,658	1,55
CV (%)		4,06	3,91	3,70	2,57
Média geral		13,06	23,93	21,93	48,53

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

EE = extrato etéreo (lipídeos)

ENN = extrato não-nitrogenado

TABELA 2D Resumo das análises de variâncias para os teores de fibra e cinzas dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja em substituição crescente ao fubá.

Causa de variação	GL	Quadrado médio	
		Fibra	Cinzas
Tratamento	4	7,406*	0,700*
Resíduo	15	0,232	0,056
CV (%)		13,67	10,94
Média geral		3,52	2,17

Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 3D Resumo das análises de variâncias para os teores de ferro total e ferro solúvel dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja em substituição crescente ao fubá.

Causa de variação	GL	Quadrado médio	
		Fe total	Fe solúvel
Tratamento	4	1,693*	6,304*
Resíduo	15	0,0011	0,0006
CV (%)		0,86	1,33
Média geral		3,86	1,86

Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 4D Resumo da análise de variância para o valor calórico dos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja em substituição crescente ao fubá.

Causa de variação	GL	Quadrado médio
		Valor calórico
Tratamento	4	115,70*
Resíduo	15	28,65
CV (%)		1,10
Média geral		486,85

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 5D Resumo das análises de variância para aparência, cor, sabor, textura e impressão global referentes aos produtos tipo paçoca com diferentes concentrações de resíduo do extrato de soja em substituição crescente ao fubá.

Causa de variação	GL	Quadrado médio				
		Aparência	Cor	Sabor	Textura	IG
Tratamento	4	12,272*	13,173*	19,091*	14,752*	9,398*
Bloco	31	5,1213	5,1241	8,4201	6,5785	6,0974
Resíduo	124	2,3850	2,2736	2,6926	2,6608	2,3994
CV (%)		25,83	25,14	30,26	30,80	26,54
Média geral		5,97	5,99	5,42	5,29	5,83

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

IG = impressão global