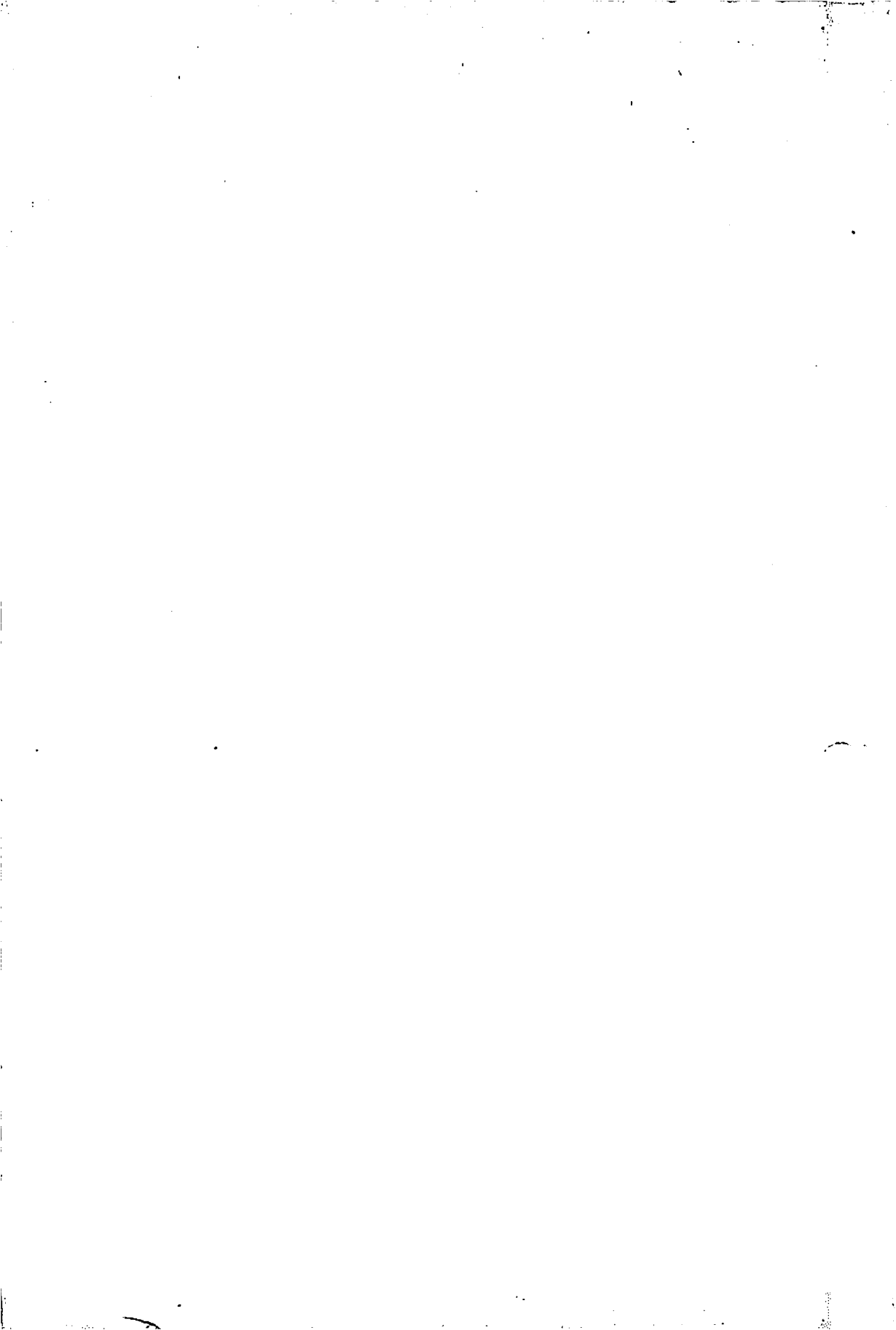


MINGAU DESIDRATADO DE MILHO E SOJA

GERALDO GONÇALVES BORGES

1998



GERALDO GONÇALVES BORGES

MINGAU DESIDRATADO DE MILHO E SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, área de concentração: Química e Bioquímica de Alimentos, para a obtenção do título de "Mestre"

Orientadora

Profª Drª. Sin-Huei Wang

DED-UFRRJ

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1998

Ficha Catalográfica preparada pela seleção de Classificação e catalogação
da Biblioteca Central da UFLA

Borges, Geraldo Gonçalves

Mingau desidratado de Milho e Soja /Geraldo Gonçalves Borges. -
Lavras: UFLA, 1998. 90 p.: il.

Orientador: Sin - Huei Wang.
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1.Milho. 2.Soja. 3. Mingau. 4.Mingau desidratado.
5. Propriedade Funcional. 6. Propriedade Reológica. 7. Composição
Química. 8. Análise Sensorial. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título

CDD - 664.62

GERALDO GONÇALVES BORGES

MINGAU DESIDRATADO DE MILHO E SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, área de concentração: Química e Bioquímica de Alimentos, para a obtenção do título de "Mestre"

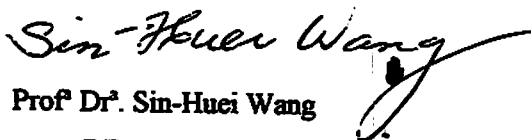
APROVADA em 20 de agosto de 1998

Dr.^a Vânia Déa de Carvalho

UFLA

Dr. Lair Chaves Cabral

EMBRAPA-CTAA



Prof^a Dr.^a Sin-Huei Wang

DED-UFRRJ

(Orientadora)

Lembre-se de que colheremos, infalivelmente, aquilo que
houvermos semeado.

Se estamos sofrendo, é porque estamos colhendo os frutos
amargos das sementeiras errôneas do passado.

Fique alerta quanto ao momento presente !

Plante apenas sementes de otimismo e de amor, para
colher amanhã os frutos doces da alegria e da felicidade.

Cada um colhe, exatamente, aquilo que plantou.

“Pastorino”

Aos meus pais: Antônio Thomaz Borges e
Tereza Gonçalves Borges
Aos meus irmãos e amigos

DEDICO

A minha noiva Célia, pelo
companheirismo, amor e carinho

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, Energia C3smica Universal, que habita dentro de mim e de tudo que existe ao meu redor, dando-me vida e for7a para executar as atividades do dia-a-dia.

À Coordena73o de Aperfei7oamento de N3vel Superior (CAPES) pela concess3o da bolsa de estudo durante o curso de mestrado.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), especialmente ao Departamento de Ci3ncia dos Alimentos (DCA), pela oportunidade concedida para realiza73o do curso.

À professora Dr^a. Sin-Huei Wang, pela orienta73o, bem como pela amizade, dedica73o e pelo incentivo no decorrer do curso.

Ao pesquisador Dr. Lair Chaves Cabral (CTAA-EMBRAPA), pela co-orienta73o e por permitir o uso dos laborat3rios.

A Luciana Helena Maia e Fl3via Batista de Araujo, pela ajuda nas an3lises f3sico-qu3micas.

A S3rgio Pontes e Fernando Cascardo, pela ajuda no processamento e nas an3lises reol3gicas.

Ao prof^o Luiz Henrique de Aquino pela orienta73o nas an3lises estatísticas.

Aos amigos Pedro Tom3, Elis3ngela Santos, Jorge Eduardo, Rog3rio, Joelma, V3nia D3a, Josiane Aparecida, Jo3o Tom3s, Adimilson Chitarra, Raimundo Pereira e Simone Fernandes pelo apoio e amizade.

Enfim, a todos os professores e funcion3rios do DCA (UFLA) e da EMBRAPA- CTAA e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realiza73o deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Propriedades funcionais de milho ou/e soja	3
2.2 Propriedades reológicas da soja	8
2.3 Características sensoriais da mistura de milho e soja	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Material	13
3.2 Métodos	14
3.2.1 Composição centesimal aproximada da canjiquinha e dos grãos de soja integral e decorticada	14
3.2.2 Obtenção do mingau desidratado	14
3.2.3 Classificação granulométrica do mingau desidratado	15
3.2.4 Determinação química do mingau desidratado	15
3.2.5 Determinação da atividade do inibidor de tripsina do mingau desidratado	15
3.2.6 Propriedades funcionais do mingau desidratado	16
3.2.6.1 Viscosidade de pasta	16
3.2.6.2 Absorção de água (AA)	17
3.2.6.3 Absorção de gordura (AG)	17
3.2.6.4 Índice de solubilidade na água (ISA)	17
3.2.6.5 Índice de solubilidade de nitrogênio (ISN)	17
3.2.6.6 Índice de dispersibilidade de proteína (IDP)	18
3.2.6.7 Propriedades emulsificantes	18

3.2.6.8 Propriedades espumantes	18
3.2.7 Preparo do mingau reconstituído	19
3.2.8 Composição química do mingau reconstituído	19
3.2.9 Propriedades reológicas do mingau reconstituído	19
3.2.10 Avaliação sensorial do mingau reconstituído e formulado	20
3.2.11 Análise estatística	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Composição centesimal aproximada da canjiquinha e dos grãos de soja integral e decorticada	23
4.2 Distribuição do tamanho de partícula do mingau desidratado	24
4.3 Caracterização química do mingau desidratado	24
4.4 Atividade do inibidor de tripsina do mingau desidratado	37
4.5 Propriedades funcionais do mingau desidratado	37
4.6 Composição química e comportamento reológico do mingau reconstituído	61
4.7 Características sensoriais do mingau reconstituído e formulado	67
5 CONCLUSÕES	70
6 RECOMENDAÇÕES	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	81

RESUMO

BORGES, Geraldo Gonçalves. **Mingau desidratado de canjiquinha e soja.** Lavras, UFLA, 1998. 90p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos) .

O presente trabalho foi realizado no CTAA-Embrapa (RJ, Brasil) e no DED-UFRRJ (Brasil). Com o objetivo de se obter um mingau desidratado de canjiquinha e soja com melhores propriedades funcionais, e que apresentasse boas propriedades reológicas e sensoriais quando reconstituído em água, foram misturadas canjiquinha e soja nas proporções de 100:0; 90:10; 80:20; 70:30; 60:40 e 50:50%, respectivamente. O processo utilizado para sua obtenção envolveu as seguintes etapas: decorticagem dos grãos de soja, branqueamento, desintegração e homogeneização da canjiquinha e soja, bem como secagem por atomização. Através das análises químicas e de propriedades funcionais realizadas, foi verificado que o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados de canjiquinha e soja resultou, num aumento dos conteúdos de proteína, extrato etéreo, cinzas, fibra bruta, fósforo, cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, cobre, cobalto, zinco, cromo, selênio, molibdênio e alumínio, da temperatura de viscosidade máxima, do nitrogênio solúvel na água, do índice de solubilidade de nitrogênio, da proteína dispersível na água, do índice de dispersibilidade de proteína, da expansão de espuma e do volume de espuma, bem como numa diminuição no percentual de carboidrato, da viscosidade máxima, da viscosidade mínima à temperatura constante, da viscosidade final no ciclo de resfriamento, da absorção de água, da absorção de gordura, do índice de solubilidade na água, da atividade emulsificante, da estabilidade de emulsão e da sinérese. Os mesmos mingaus desidratados foram reconstituídos na forma líquida em água, na proporção de 1:10 de mistura:água e posteriormente, verificadas suas composição e propriedades reológicas. Exceto para o controle (0% de soja), os demais mingaus reconstituídos foram submetidos às avaliações sensoriais de aparência, consistência e sabor. Os resultados obtidos indicaram que todos os mingaus reconstituídos, contendo de 0 a 50% de soja, apresentaram comportamento pseudoplástico, enquanto que aqueles nas respectivas proporções de 90:10; 80:20; 70:30 e 60:40% de canjiquinha:soja, mostraram melhores aparência, consistência e sabor, sendo estes formulados com açúcar (6%) e sal (0,2%) e submetidos à avaliação de preferência. O teste de preferência indicou que os mingaus reconstituídos e formulados contendo 20 e 30% de soja, foram os mais preferidos, tendo

* Comitê Orientador: Sin-Huei Wang - UFRRJ (Orientadora), Vânia Déa de Carvalho - UFLA e Lair Chaves Cabral - CTAA-Embrapa.

viscosidade aparente de 206,8 e 152,8 cp, respectivamente. Baseado nas características funcionais, recomendam-se os mingaus desidratados contendo respectivamente 0 e 10% de soja para o uso em bolo e pães, enquanto que aqueles com respectivamente 20; 30; 40 e 50% de soja, são recomendados para o uso em produtos cárneos, extensores de carne, queijos processados, maioneses, cremes, sopas, molhos, bebidas, produtos de confeitaria, de chocolataria e de panificação.

ABSTRACT

BORGES, Geraldo Gonçalves. Dehydrated Corn-Soybean Porridges. Lavras, UFLA, 1998. 90p. (Dissertation - Master of Food Science)*.

The experiment was undertaken in CTAA-Embrapa (RJ, Brazil) and in DED-UFRRJ (Brazil). The objective of this study was to obtain dehydrated corn-soybean porridges with good functional properties, which would present good rheological and sensory properties when reconstituted. Corn grits and soybeans were mixed at different ratios, 100:00; 90:10; 80:20; 70:30; 60:40 and 50:50, respectively. The process steps included: soybean seeds dehulling and disintegration of blanched corn grits and soybean, homogenization and spray drying. Chemical analysis and functional properties of the dehydrated porridges showed that an increase of the proportion of soybean in the mixture (0 to 50%) resulted in an increase in the contents of protein, oil, ash, crude fiber, phosphorus, calcium, potassium, sodium, magnesium, iron, copper, cobalt, zinc, chromium, selenium, molybdenum and aluminum. It also resulted in an increase of the maximum viscosity temperature, the water soluble nitrogen, the nitrogen solubility index, the water dispersible protein, the protein dispersibility index and the expansion and volume of foam. It was observed a decrease in the percentage of carbohydrates, maximum viscosity, minimum viscosity at constant temperature, final viscosity during the cooling cycle, water absorption, fat absorption, water solubility index, emulsifying properties and foam syneresis. These dehydrated porridges were reconstituted in water (1:10) and their composition and rheological properties verified. With the exception of the control (0% soybean), all reconstituted porridges were submitted to sensory evaluation regarding their appearance, consistency and flavor. The results obtained indicated that all reconstituted porridges (0-50% soybean) presented pseudoplastic behavior. Porridges containing 10, 20, 30 and 40% soybean showed better appearance, consistency and flavor. These porridge were then formulated with sugar (6%) and salt (0.2%) and submitted to sensory evaluation of preference. The results indicated that the formulated porridges containing 20 and 30% soybean, were the most preferred, presenting an apparent viscosity of 206.8 and 152.8 cp respectively. Through the obtained results, the dehydrated porridges containing 0 and 10% soybean are recommended for use in cakes and breads, whereas those containing 20, 30, 40 and 50% soybean are considered more important for use in meat products, processed cheeses, mayonnaise,

* Guidance Committee: Sin-Huei Wang - UFRRJ (Major Professor), Vânia Déa de Carvalho - UFLA and Lair Chaves Cabral - CTAA-Embrapa.

creams, soups, sauces, beverages, confectionary products, chocolate products and bakery products.

1 INTRODUÇÃO

A falta de proteínas de boa qualidade e calorias numa dieta pode resultar numa má nutrição generalizada. Muitas crianças pré-escolares e escolares pertencentes a famílias de baixo poder aquisitivo sofrem de má nutrição. Os prejuízos causados nessas faixas etárias não são apenas físicos, mas também mentais e são, muitas vezes, irreversíveis.

A mistura em proporções adequadas de milho e soja apresenta um efeito complementar mútuo no que diz respeito à qualidade de proteínas. Além do valor nutricional, as propriedades funcionais desta mistura podem também contribuir para o êxito de seu uso em sistemas alimentares.

As propriedades funcionais são definidas como propriedades tecnológicas específicas que influenciam na aparência física e no comportamento de um produto alimentar de uma maneira característica. Elas resultam da natureza intrínseca físico-química da matéria-prima protéica, sendo também afetadas por componentes não protéicos.

As propriedades funcionais da soja têm sido reconhecidas como excelentes. Entretanto, o seu uso como ingrediente na obtenção de produtos alimentícios tem sido limitado pelo seu sabor de feijão cru (*beany flavor*), o qual é causado pela atividade da lipoxigenase durante o rompimento do grão de soja.

Numerosas tentativas têm sido feitas para a melhoria de sabor dos produtos de soja, dentre estas, um processo baseado no branqueamento do grão de soja e posterior desintegração com água e homogeneização à alta pressão tem mostrado sucesso na obtenção do leite de soja com sabor suave e boa solubilidade. O branqueamento do grão de soja favorece a inativação da lipoxigenase e do inibidor de tripsina, enquanto que a homogeneização à alta pressão maximiza a solubilização de proteína.

Considerando-se que o Brasil é um importante produtor de soja e de milho e que poucos dados são disponíveis sobre a suplementação de milho com soja no preparo de alimentos, foi realizado o presente trabalho com os seguintes objetivos:

Objetivo geral

- Desenvolver um processo para obtenção de um mingau desidratado de canjiquinha e soja com melhores propriedades funcionais e que apresente boas propriedades reológicas e sensoriais quando reconstituído.

Objetivos específicos

- Estudar a composição química e as propriedades funcionais dos mingaus desidratados de canjiquinha e soja.
- Verificar as propriedades reológicas e sensoriais destes mingaus, quando reconstituídos, estudando-se as suas correlações.
- Recomendar as possibilidades de seus usos em produtos alimentícios, através das propriedades funcionais obtidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Propriedades funcionais de milho ou/e soja

Segundo Hidalgo (1977) e Borderías e Montero (1988), a propriedade funcional pode ser definida como uma propriedade tecnológica específica que influencia na aparência física e no comportamento de um produto alimentar de uma maneira característica e que resulta da natureza intrínseca físico-química da matéria-prima protéica. As propriedades funcionais dependem muito do peso molecular, composição de aminoácidos, estrutura e reatividade da proteína. Em muitos casos, os componentes não protéicos afetam também as propriedades funcionais. Muitos dos aspectos físico-químicos para determinar funcionalidade da proteína são confusos em decorrência das complexidades da matéria-prima protéica e do sistema alimentar. A maior dificuldade para o estudo da funcionalidade de uma proteína é a incapacidade que se tem atualmente de prever como uma troca química ou estrutural na molécula pode afetar a propriedade funcional que se quer estudar.

Matthews, Sharpe e Clark (1970) verificaram que as farinhas de milho processadas tiveram maiores valores de absorção do que a farinha de milho crua, quando foram misturadas com a farinha de trigo. A substituição de 5 e 15% da farinha de trigo por farinha de milho nas massas mostrou que a farinha de milho de menor grau de gelatinização teve melhor tolerância de mistura no farinógrafo do que a farinha de milho de maior grau de gelatinização. O mesmo resultado não ocorreu com as massas com 25% de substituição.

Estudando misturas de farinhas de milho cruas e pré-gelatinizadas de diferentes granulometrias em diversas percentagens, Bär (1984) observou que os valores de viscosidade aumentaram com o aumento gradual da percentagem de partículas menores na amostra, tanto mais quanto mais elevada foi a percentagem

de farinha de milho crua adicionada à farinha pré-gelatinizada. Do mesmo modo, o poder de absorção de água aumentou gradualmente, à medida que aumentou a percentagem das partículas menores e, numa determinada granulometria, aumentou com o aumento da percentagem da farinha de milho pré-gelatinizada na mistura.

A gelatinização do amido, da farinha (fina e grossa) e da canjica de milho, foi estudada por Navickis e Bagley (1986), os quais relataram que as diferentes curvas mostradas pelo amilograma poderiam ser devido ao tamanho da partícula e à força no comportamento de entumescimento, os quais tenham sido provavelmente afetados pela proteína nativa nos produtos de milho moído. Acima de 10% de concentração, os géis formados por canjica e por farinha grossa autoclavadas foram significativamente mais firmes do que os géis formados de apenas amido de milho. A farinha fina proporcionou géis com as mesmas propriedades dos géis de amido com até 30% de concentração, acima da qual os géis formados com farinha fina tornaram-se mais firmes do que os géis de amido e iguais aos géis formados por farinha grossa e por canjica de milho.

Fleming et al. (1974) observaram que a absorção de água e as características da viscosidade aparente (Brookfield) de pasta de farinha e de concentrado de soja foram menores do que aquelas de isolado de soja. No entanto, a absorção de água foi geralmente menor e a viscosidade aparente maior nas pastas sujeitas a uma mistura por tempo mais longo do que por tempo mais curto. Ambas, absorção de água e viscosidade aparente, aumentaram com o aumento da concentração de proteína no produto.

Hutton e Campbell (1977a) concluíram que os efeitos de pH e temperatura sobre a absorção de água e o índice de solubilidade de nitrogênio de concentrado e isolado protéico de soja foram interdependentes, embora a absorção de água e o índice de solubilidade de nitrogênio tendessem a aumentar com a elevação do pH (5,0 a 7,0) e da temperatura (25 a 90°C) da dispersão. O

concentrado foi menos solúvel e menos afetado pelas mudanças de pH e temperatura do que o isolado.

Boderías e Montero (1988) relataram que a absorção de água normalmente é aumentada quando ocorre um aumento na concentração de proteína. A viscosidade de suspensões protéicas depende da forma e da concentração das partículas suspensas e da força de interação entre estas partículas.

Wagner e Añon (1990) constataram que a absorção de água e a solubilidade do isolado protéico de soja foram afetadas diferentemente, em consequência da modificação dos seguintes parâmetros: a) grau de desnaturação de proteína, b) hidrofobicidade na superfície e c) grupos de sulfidril.

Hutton e Campbell (1977b) verificaram que a absorção de gordura foi dependente do conteúdo de proteína das amostras de soja (isolado ou concentrado). Os efeitos do pH e da temperatura na estabilidade de emulsão e na viscosidade aparente foram interdependentes.

Gwiazda, Rutkowski e Kocon (1979) constataram que o concentrado protéico de soja apresenta boas propriedades lipofílicas, tendo alta absorção de gordura, o que se deve à estrutura específica da superfície de proteína de soja.

Kinsella e Melachouris (1976) estudaram as propriedades funcionais dos produtos de soja e concluíram que os altos valores de absorção de gordura são importantes para a produção de produtos cárneos, bem como sopas, massas, queijos processados, devido à capacidade de melhorar a textura desses produtos.

Segundo Wolf (1970), a solubilidade é uma das propriedades físicas mais importantes da proteína de soja. A maior parte das proteínas são globulinas que são solúveis na água ou nas soluções salinas diluídas em pHs acima ou abaixo do seu ponto isoelétrico. São proteínas hidrofílicas. O mesmo autor constatou ainda que as proteínas de soja são boas para a confecção de bolos e produtos de forno, pois elas aumentam a capacidade de absorção de água. As

proteínas de soja ainda são indicadas para molhos, sopas, bebidas e cremes, já que elas melhoram a textura e ajudam na formação de gel.

Aminlari, Ferrier e Nelson (1977) concluíram que o índice de dispersibilidade de proteína do leite de soja em pó aumentou, quando o conteúdo de soja desintegrado era homogeneizado a altas pressões (≥ 3.500 psi) e quando bissulfito de sódio era adicionado antes de sua secagem. A homogeneização causou um aumento na estabilidade das partículas sólidas devido à diminuição de seus tamanhos, o que as tornou mais facilmente dispersas.

McWatters e Holmes (1979) demonstraram que tanto a solubilidade de nitrogênio como as propriedades emulsificantes da farinha de soja foram reduzidas, à medida que o tempo de aquecimento úmido aumentava. Contudo, altos níveis da solubilidade de nitrogênio não foram necessariamente associados com a máxima capacidade emulsificante.

Voutsinas, Cheung e Nakai (1983) concluíram que o aquecimento até a desnaturação não é sempre acompanhado pela perda das propriedades emulsificantes, mas ao contrário, em alguns casos, resulta em grande melhoria. A solubilidade da proteína diminui com o aumento do tempo de aquecimento devido à desnaturação, e a hidrofobicidade usualmente aumenta devido à exposição gradual dos aminoácidos hidrofóbicos da proteína.

Wall (1979) constatou que uma proteína pode servir como agente hidratante e como emulsificante de gordura. Esta versatilidade reflete o fato de que 21 aminoácidos com diferentes cadeias laterais podem estar ligadas em seqüências e quantidades variadas, logo uma proteína pode conter grupos que formam associações com substâncias polares e grupos não polares.

Conforme Sanderson (1981), a capacidade de polissacarídeos de serem usados em alimentos processados como agentes para espessar, estabilizar, gelificar e, em alguns casos, como emulsificantes, é governada pelas suas propriedades funcionais na solução. Porém, na maioria dos casos,

polissacarídeos não funcionam como emulsificantes, mas são usados para fornecer a estabilidade da emulsão.

Yasumatsu et al. (1972) verificaram que as propriedades emulsificantes de produtos de soja foram positivamente correlacionadas com os níveis de proteína e negativamente com os conteúdos de fibra. Por outro lado, as propriedades espumantes se correlacionaram com o nitrogênio solúvel na água, e as espumas resultantes foram estáveis, quando as proteínas dissolvidas foram nativas.

Visser e Thomas (1987) constataram que existe uma correlação entre propriedades emulsificantes e solubilidade em preparações de soja, sendo que esta correlação é mais importante em emulsões de baixa viscosidade do que em emulsões viscosas. Em carnes moídas, a proteína de soja com 50% de solubilidade já mostra a capacidade e a estabilidade de emulsão sem a separação de gordura.

Ayemor e Steinberg (1977) prepararam uma massa de milho fortificada com soja e verificaram que a farinha de soja conferiu um efeito plasticizante indesejável sobre a massa de milho pré-gelatinizada. Segundo os mesmos autores, este efeito foi invertido, quando era adicionado o amido de mandioca pré-gelatinizado, o qual atuou como agente elasticizante. Conseqüentemente, uma mistura de farinha de milho:farinha de soja:amido de mandioca na proporção de 60:30:10 produziu uma massa com propriedades reológicas semelhantes àquelas de uma massa contendo somente farinha de milho.

Adeyemi, Komolafe e Akindele (1989) avaliaram a habilidade de reconstituição e capacidade de hidratação da farinha de milho pré-gelatinizada (produzida com grãos cozidos a vapor) e fortificada com 30% da farinha de soja e verificaram que esta mistura se reconstituiu facilmente ao misturar com a água quente, tendo capacidade de hidratação de 1,05 ml/g. Desta forma, concluiu-se

que o branqueamento poderia ser aplicável no preparo de farinha de milho pré-gelatinizada para a elaboração de alimentos infantis instantâneos.

Wanink, Vliet e Nout (1994) investigaram o efeito de tostagem (tratamento com ar quente estacionário) e fermentação (com inóculo de cultura natural e pura) sobre a viscosidade de mingaus de milho-sorgo-soja e observaram que a tostagem resultou em mingaus com viscosidade significativamente maior quando esfriado a 40°C. Por outro lado, os mingaus feitos com ingredientes individuais (milho, sorgo ou soja) não mostraram este comportamento.

Wang e Zoia (1994) estudaram as propriedades funcionais de misturas cruas de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada em diferentes proporções (90:10; 80:20; 70:30; 60:40 e 50:50) e verificaram que, com o aumento dos níveis de farinha de soja desengordurada, a viscosidade máxima, a viscosidade mínima à temperatura constante, a viscosidade final no ciclo de resfriamento e a sinérese de espuma diminuíram, enquanto que a absorção de água, a absorção de gordura, o índice de solubilidade de nitrogênio, as propriedades emulsificantes, bem como a expansão e o volume de espuma aumentaram.

2.2 Propriedades reológicas da soja

Circle, Meyer e Whitney (1964) verificaram que, na ausência do calor, a viscosidade da dispersão aquosa do isolado protéico de soja aumentou exponencialmente com o aumento da concentração. Nas concentrações acima de 7%, o aquecimento causou espessamento e logo gelatinização. Nas concentrações de 8 a 14%, os géis foram formados dentre 10 a 30 minutos a 70-100°C. Acima de 16 a 17%, os géis foram firmes e elásticos.

Forster e Ferrier (1979) estudaram as características viscométricas do leite de soja integral, concluindo que: a) o índice de consistência do leite de soja

diminuiu com o aumento de temperatura, mas o índice de comportamento do fluxo foi inalterado a temperaturas maiores, b) o comportamento do fluxo apresentado foi pseudoplástico e ligeiramente tixotrópico e c) a viscosidade aparente e o grau de pseudoplasticidade do leite de soja aumentaram em níveis maiores de sólidos.

Urbanski et al. (1982) constataram que, a uma dada concentração, os índices de consistência foram altos para os constituintes da parede celular e da proteína de soja, porém baixos para os carboidratos solúveis. A remoção de parede celular da farinha de soja integral diminuiu significativamente o índice de consistência, enquanto que não há efeito significativo para a farinha de soja desengordurada. O comportamento de fluxo pseudoplástico aumentou com o aumento da concentração para todas as frações estudadas, exceto para os carboidratos solúveis, os quais mostraram comportamento Newtoniano indiferente à concentração.

2.3 Características sensoriais da mistura de milho e soja

Estudando as características de misturas de farinha de milho degerminada e farinha de soja, na confecção de "chapaties", Bookwalter et al. (1971) concluíram que: a) com adição de até 20% de farinha de soja desengordurada e tostada, não houve diferenças significativas na preferência e na aceitabilidade do produto final; b) a adição de até 50% de soja resultou num leve aumento do volume, seguido por diminuição.

Maga e Lorenz (1978) verificaram que os produtos de uma mistura de milho:soja (70:30), extrudados a alta temperatura, apresentaram uma coloração mais escura, mas com sabor agradável. Estes produtos mostraram um aumento na viscosidade a frio, porém uma diminuição na viscosidade a quente.

Usando farinha de soja desengordurada e fubá de milho, Martyn et al. (1980) formularam uma sopa pré-cozida por extrusão e a avaliaram sensorialmente. Segundo os mesmos autores, foram obtidas as seguintes conclusões: 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 C.S.M.(corn-soy-milk).

O estudo feito por Travaglini et al. (1980) sobre farinha composta à base de farinha de milho e de resíduo do extrato de soja na proporção de 70:30 em matéria seca, tratada tanto por extrusão como por cozimento seguido por secagem em par de cilindros rotativos, mostrou que ambas as técnicas de processamento podem produzir farinhas mistas com qualidades organolépticas muito boas, quando usadas nas formulações de misturas secas do tipo sopa e polenta.

Plahar e Leung (1983) fortificaram uma massa de milho fermentada, usando-se farinha de soja desengordurada a 5, 10, 15 e 20% em dois produtos alimentares tradicionais (Akasa, produto líquido; Banku, produto semi-sólido). Testes triangulares de sabor indicaram uma diferença significativa entre o controle e a amostra fortificada com 10% ou mais de farinha de soja. Baseado no teste de preferência, produtos de massa de milho fermentada com adição de até 10% de farinha de soja foram aceitos pela população de Gana.

Plahar, Leung e Coon (1983) fortificaram a farinha de milho fermentada seca ao ar com a farinha de soja desengordurada nos níveis de 0, 10 e 20%, e observaram que a secagem ao ar diminuiu ligeiramente a preferência da farinha. A fortificação com 10% de soja aumentou a preferência sensorial que é

semelhante à da farinha de milho recém-fermentada sem fortificação. Já 20% de fortificação com a soja mostrou baixos escores sensoriais.

Stauss (1984) produziu um alimento extrudado à base de milho e soja e fortificado com vitaminas e minerais em quantidade excessiva aos requerimentos diários recomendados. Segundo o mesmo autor, o produto mostrou ter bom sabor, boa flexibilidade de formar massa, podendo ser consumido em várias formas como petisco, cereal matinal, massa de pão e mingau.

Ashraf e Bwembya (1988) prepararam, convencionalmente ou com vários níveis de coalho de soja seco (DSC), dois alimentos tradicionais Zambianos à base de milho: mingau e nshima (uma farinha de milho cozida indígena). Segundo os mesmos autores, mingaus de milho/DSC foram também feitos com pequenos suplementos de tapioca ou amendoim moído. Os mesmos autores verificaram que o uso de DSC melhorou significativamente os teores de proteína, cinzas e gordura, porém reduziu os conteúdos de carboidrato dos produtos. À medida que o nível de DSC aumentava, a aceitabilidade do produto por painel de provadores diminuiu, embora em mingaus, este efeito tenha sido algo recompensado pela inclusão de tapioca; amendoim moído não foi tão eficaz quanto tapioca em níveis maiores de DSC.

Almeida-Dominguez et al. (1990) formularam três tipos de petiscos fritos à base de milho, grão-de-bico, soja e metionina e verificaram que os produtos experimentais obtidos mostraram maiores conteúdos de proteína (18,11; 15,69 e 13,16%) do que aquele feito com 100% de milho (7,4% controle). Quanto ao odor, sabor, textura e aceitabilidade, foi verificado que não houve diferenças significativas entre dois dos produtos formulados (15,69 e 13,16% de proteína) e o controle.

Zoia, Wang e Sgarbieri (1997) constataram que a fortificação de 10, 20 e 30% de farinha de soja desengordurada (FSD) melhorou o sabor de angu, mas não modificou a sua aparência e textura. Os angus fortificados com 10, 20 e 30%

de FSD foram igualmente preferidos pela equipe massal de provadores não treinados, porém os dois primeiros diferiram e o último não diferiu do angu não fortificado (controle).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

As matérias-primas utilizadas para os estudos foram canjiquinha e grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, cultivar Br-16, safra de 1996), ambos adquiridos do comércio e da Embrapa-SPSB, (Ponta Grossa, PR), respectivamente.

Para o preparo do mingau reconstituído foram usados, além do mingau desidratado, açúcar (União) e sal refinado (Cisne), ambos adquiridos do comércio.

Para as análises químicas foram empregados reagentes de grau analítico, de diversas procedências (Merck, Ecibra, etc.). Para as análises da atividade do inibidor de tripsina, foi usada a tripsina de pâncreas bovino (Merck) e o substrato caseína analítica (Merck).

Para a execução das análises químicas, físicas e da atividade do inibidor de tripsina, além da vidraria, aparelhos e utensílios indispensáveis a um laboratório, utilizaram-se os seguintes equipamentos específicos:

- Agitador de peneiras RO-TAP modelo RX-29-10, equipado com um conjunto de 7 peneiras arredondadas, cujas medidas foram de 20 a 200 mesh;
- Atomizador centrífugo Spray Dryer Niro Atomizer 8.114;
- Banho termostático Rheotherm 115;
- Espectrofotômetro de emissão de plasma ICP spectroflama;
- Espectrofotômetro Shimadzu UV-190;
- Homogeneizador APV Gaulin, modelo 1515MR-8TBA;
- Programador Rheoscan 100;
- Registrador gráfico Rikadenki;

- Reômetro de cilindros concêntricos Contraves Rheomat-30;
- Viscoamilógrafo Brabender 801.302, equipado com cabeçote de 700 cmg.

3.2 Métodos

A obtenção do mingau desidratado e todas as análises químicas, físicas e da atividade do inibidor de tripsina, que se seguem, foram feitas em triplicata.

3.2.1 Composição centesimal aproximada da canjiquinha e dos grãos de soja integral e decortificada

Realizaram-se as seguintes determinações: umidade, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas, segundo AACC (1969), e fibra bruta, conforme Van de Kamer e Van Ginkel (1952).

3.2.2 Obtenção do mingau desidratado

Os grãos de soja foram decorticados, usando-se um descascador mecânico para grãos. Os grãos de soja decorticados e a canjiquinha foram, separadamente, branqueados com água em ebulição na proporção de matéria-prima:água de 1:5 e 1:8, durante 20 e 10 min, respectivamente. Em seguida, a água de branqueamento da soja foi drenada, porém utilizada a da canjiquinha. A canjiquinha e os grãos de soja decorticados, ambos branqueados, foram misturados nas respectivas proporções de 100:0; 90:10; 80:20; 70:30; 60:40 e 50:50% (base seca), correspondendo, respectivamente, ao controle e às fórmulas I, II, III, IV e V, sendo desintegrados com água em ebulição, num moinho de facas e martelo, com peneira de 0,5 mm, obtendo-se, uma mistura com

aproximadamente 6-8% de sólidos. Esta mistura foi homogeneizada a 70°C e 5.000 psi, obtendo-se, então, o mingau líquido. O controle e as cinco fórmulas de mingau líquido assim obtidos foram secos por atomização com temperatura de entrada e saída de 200 e 90°C, respectivamente, tendo como produtos finais mingaus desidratados controle, I, II, III, IV e V.

3.2.3 Classificação granulométrica do mingau desidratado

60 g de mingau desidratado foram peneiradas, durante 15 min, num conjunto de sete peneiras arredondadas, vibratórias, com as aberturas das malhas variando de 20 mesh (0,84 mm) a 200 mesh (0,074 mm). Logo após, as quantidades retidas em cada peneira foram pesadas e expressas em percentagens.

3.2.4 Determinação química do mingau desidratado

Foram feitas as seguintes determinações: composição centesimal aproximada, de acordo com os métodos do item 3.2.1; fósforo, cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, cobre, cobalto, zinco, cromo, selênio, manganês, molibdênio e alumínio, segundo os métodos da AACC (1969).

3.2.5 Determinação da atividade do inibidor de tripsina do mingau desidratado

Foi determinada segundo o método original de Kunitz, conforme descrito por Kakade, Simons e Liener (1969), consistindo na digestão da caseína pela enzima tripsina, onde se determinou sua atividade pela introdução do inibidor dos mingaus submetidos ou não, à fervura.

Considerando-se a definição de unidade de tripsina (UT) como sendo o aumento de 0,01 unidade de absorbância a 280 nm nas condições do teste, calcularam-se as unidades de tripsina inibida (UTI) pela diferença entre as unidades de tripsina totais (UT) da atividade máxima e as da amostra contendo o inibidor.

3.2.6 Propriedades funcionais do mingau desidratado

3.2.6.1 Viscosidade de pasta

A viscosidade de pasta foi determinada num viscoamilógrafo Brabender, seguindo-se basicamente, a metodologia de Mazurs, Schoch e Kite (1957). Foram utilizadas suspensões de mingau em pó a 20% (base seca) em água destilada e os resultados obtidos foram expressos em unidades amilográficas (U.A.).

A temperatura inicial de 25°C foi aumentada gradualmente a 1,5°C/min, até a temperatura final de 95°C, permanecendo constante por 15 min. O resfriamento foi feito também gradualmente a 1,5°C/min, até atingir a temperatura final de 50°C.

Para a interpretação dos amilogramas, foram utilizados os seguintes parâmetros:

- a) Temperatura da viscosidade máxima: é a temperatura em °C, calculada em base do tempo de funcionamento do viscoamilógrafo, correspondente ao ponto mais alto da curva do amilograma durante o ciclo de aquecimento;
- b) Viscosidade máxima: é o valor da viscosidade no ponto máximo da curva, no aquecimento, expresso em U.A.;

c) Viscosidade mínima à temperatura constante: é o menor valor da viscosidade em U.A., obtido durante os 15 min à temperatura constante de 95°C;

d) Viscosidade final no ciclo de resfriamento (50°C): é o valor da viscosidade em U.A., após ter atingido a temperatura de 50°C no ciclo de resfriamento.

3.2.6.2 Absorção de água (AA)

A absorção de água foi determinada segundo o método descrito por Sosulski (1962).

3.2.6.3 Absorção de gordura (AG)

Determinou-se a absorção de gordura, de acordo com o método de Dench, Rivas e Caygill (1981).

3.2.6.4 Índice de solubilidade na água (ISA)

O índice de solubilidade na água foi determinado, conforme o método descrito por Anderson et al. (1969).

3.2.6.5 Índice de solubilidade de nitrogênio (ISN)

Determinou-se o índice de solubilidade de nitrogênio, segundo o método descrito na AACC 46-23 (1969). O ISN foi calculado pela relação:

$$\% \text{ ISN} = \frac{\% \text{ Nitrogênio solúvel na água}}{\% \text{ Nitrogênio total}} \times 100$$

3.2.6.6 Índice de dispersibilidade de proteína (IDP)

O índice de dispersibilidade de proteína foi determinado, conforme o método da AOCS Ba 10-65 (1980).

3.2.6.7 Propriedades emulsificantes

As propriedades emulsificantes abrangem a atividade emulsificante (AE) e a estabilidade de emulsão (EE), sendo ambas determinadas segundo o método de Dench, Rivas e Caygill (1981). Para o cálculo da AE e da EE, foram utilizadas as respectivas relações:

$$\% \text{ AE} = \frac{\text{Altura da camada emulsificada}}{\text{Altura total do fluido}} \times 100$$

$$\% \text{ EE} = \frac{\text{Altura da camada emulsificada após aquecimento}}{\text{Altura total do fluido}} \times 100$$

3.2.6.8 Propriedades espumantes

A expansão de espuma e a estabilidade de espuma foram determinadas, de acordo com Wang, Caballero-Córdoba e Sgarbieri (1992). O cálculo da

expansão de espuma, expresso em percentagem, foi feito conforme o método descrito por Lawhon, Cater e Matil (1972). O volume de espuma foi calculado, considerando-se como 100% o volume de espuma no tempo zero. A percentagem de sinérese, que é o inverso da estabilidade de espuma, foi calculada segundo o método descrito por Satterlee, Bembers e Kendrick (1975).

$$\text{Sinérese} = \frac{\text{Vol. líquido liberado da espuma após certo tempo}}{\text{Vol. líquido inicial} - \text{vol. líquido após agitação}} \times 100$$

3.2.7 Preparo do mingau reconstituído

Os seis respectivos mingaus desidratados foram reconstituídos na sua forma líquida em água, na proporção de 1:10 de mistura:água.

3.2.8 Composição química do mingau reconstituído

Realizaram-se as seguintes análises químicas: sólidos totais, segundo AOAC (1960), procedimento 15.014; proteína bruta e cinzas, conforme AACC (1969); matéria-graxa, de acordo com Bligh e Dyer (1959), e fibra bruta, segundo Van de Kamer e Van Ginkel (1952).

3.2.9 Propriedades reológicas do mingau reconstituído

As medidas reológicas foram efetuadas em reômetro de cilindros concêntricos, acoplado ao programador e registrador gráfico, tendo banho termostático com temperatura controlada. Os sistemas de medidas selecionados

foram o DIN25 para o controle e todas as fórmulas I, II, III, IV e V com 0; 10, 20, 30, 40 e 50% de soja, respectivamente. As amostras foram submetidas a uma rampa de taxa de deformação, que variava linearmente de 6 a 452 s⁻¹ com taxas de deformação crescentes durante 4 min (tempo de rampa), e taxas de deformação decrescentes em mais 4 min, com objetivo de verificar se havia existência de tixotropismo, onde a maior concentração de pontos no reograma situa-se na faixa de baixa taxa de deformação.

Os parâmetros reológicos foram determinados à temperatura de 15°C. Com os dados experimentais da tensão de cisalhamento (τ) e a taxa de deformação ($\dot{\gamma}$), foi testado o modelo de "Lei de Potência" $\tau = Kow \cdot \dot{\gamma}^n$, onde Kow é o índice de consistência do fluido e n é o índice de comportamento do fluxo. Determinou-se a melhor representação matemática para o comportamento de fluxo dos mingaus reconstituídos, segundo Skriver, Roemer e Qvist (1993).

3.2.10 Avaliação sensorial do mingau reconstituído e formulado

Exceto o controle, os cinco respectivos mingaus desidratados (I, II, III, IV e V) foram reconstituídos, segundo o método do item 3.2.7, sendo estes submetidos ao teste sensorial de qualidade (aparência, consistência e sabor), utilizando-se a Escala Estruturada de 9 pontos (1 = extremamente ruim; 9 = excelente). Os critérios observados para a aparência foram: cor e separação de fases; para a consistência: viscosidade, adesividade, recobrimento e sensação na boca, e para o sabor: sabor de feijão cru, adstringência e amargor. Nesta avaliação, foi usada uma equipe de 10 provadores treinados de ambos os sexos.

Das amostras avaliadas, selecionaram-se quatro mingaus reconstituídos que apresentaram melhor aparência, consistência e sabor, sendo os mesmos formulados com açúcar (6%) e sal (0,2%) e, posteriormente, submetidos ao teste de preferência, usando-se a Escala Hedônica de 9 pontos (1 = desgostei

[REDACTED]

muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo) e uma equipe de 130 provadores não treinados.

3.2.11 Análise estatística

Para os resultados de composição centesimal aproximada, composição em minerais e propriedades funcionais dos mingaus desidratados, foram feitas análises estatísticas quantitativas, através de equações de regressão a 95% de confiabilidade com base nos coeficientes de determinação (R^2) apresentados.

Foram determinados os coeficientes de correlação entre os parâmetros relacionados nas análises de propriedades funcionais.

Para os resultados da composição química e propriedades reológicas dos mingaus reconstituídos, usou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde foram feitas análises de variância, com posterior comparação das diferenças entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a viscosidade aparente e a tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação, bem como a viscosidade aparente em função da proporção de soja, foram feitas análises estatísticas quantitativas, determinando-se as equações de regressão a 95% de confiabilidade com base nos coeficientes de determinação (R^2) apresentados.

Utilizou-se o Delineamento em Blocos Incompletos (DBI), com seis repetições (plan 11.1a), para os testes sensoriais de qualidade (aparência, consistência e sabor) em cinco amostras, e o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) para os testes sensoriais de preferência com quatro amostras. As diferenças estatísticas entre as amostras foram verificadas através de análises de variância com posterior comparação entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Todas as análises estatísticas foram realizadas, segundo os métodos descritos por Pimentel Gomes (1982) e Cochran e Cox (1957).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição centesimal aproximada da canjiquinha e dos grãos de soja integral e decorticada

A Tabela 1 apresenta, em base seca, a composição centesimal aproximada da canjiquinha e dos grãos de soja integral e decorticada.

TABELA 1. Composição centesimal aproximada (% base seca) da canjiquinha e dos grãos de soja integral e decorticada.

Composição	Canjiquinha	Soja integral	Soja decorticada
Proteína (%)	8,74	40,03	42,41
Extrato etéreo (%)	0,88	22,93	25,03
Cinzas (%)	0,43	5,24	4,80
Fibra bruta (%)	1,05	5,85	1,83
Carboidratos ¹ (%)	88,90	25,95	25,93

¹ Calculado por diferença (100 - proteína - extrato etéreo - cinzas - fibra bruta).

Através desta Tabela, observa-se que a soja mostrou teores de proteína, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta superiores aos da canjiquinha, enquanto que na canjiquinha o maior conteúdo foi de carboidrato. A soja decorticada apresentou teores de proteína e extrato etéreo maiores do que aqueles da soja integral, mostrando que a casca de soja contém maiores teores de cinzas e fibra bruta.

4.2 Distribuição do tamanho de partícula do mingau desidratado

Utilizando-se canjiquinha e soja em diferentes proporções, foram obtidos diferentes mingaus desidratados, tendo suas distribuições do tamanho de partícula ilustradas na Tabela 2. Observa-se, através dos dados apresentados, que para os mingaus desidratados controle, I e II, contendo respectivamente 0; 10 e 20% de soja, 98-99% das partículas foram retidos nas peneiras de 40 e 60 mesh. Entretanto, para os mingaus desidratados III, IV e V, correspondentes a 30; 40 e 50% de soja respectivamente, o mesmo percentual foi verificado nas peneiras de 20 a 60 mesh. Isto indica que os mingaus desidratados III, IV e V apresentaram um tamanho de partículas um pouco maior que os mingaus controle, I e II.

TABELA 2. Distribuição do tamanho de partícula dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Mesh (tyler)	Abertura (mm)	Mingau desidratado					
		Controle	I	II	III	IV	V
20	0,84	0,26	0,80	0,58	3,46	2,84	5,28
40	0,37	97,44	96,73	95,01	91,47	94,61	90,96
60	0,25	2,18	2,10	3,15	4,29	2,00	3,27
80	0,177	0,05	0,15	0,72	0,67	0,48	0,47
100	0,149	0,04	0,10	0,33	0,10	0,07	0,02
150	0,105	0,03	0,07	0,20	0,02	0	0
200	0,074	0	0,03	0	0	0	0
Fundo < 200		0	0,02	0	0	0	0

4.3 Caracterização química do mingau desidratado

A Tabela 3 e a Figura 1 mostram, em base seca, a composição centesimal aproximada dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e

soja em diferentes proporções. Verifica-se que os teores de proteína, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta aumentaram com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados, sendo que o aumento foi mais notável nos teores de proteína. A adição de 10; 20; 30; 40 e 50% de soja aumentou teores de proteína (% base seca) de 8,66 para 12,22; 16,53; 19,94; 25,53 e 27,23%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Bressani, Murillo e Elías (1974) e Nyotu, Alli e Paquette (1986).

TABELA 3. Composição centesimal aproximada (% base seca) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Mingau desidratado	Proteína (%)	Extrato etéreo (%)	Cinzas (%)	Fibra bruta (%)	Carboidratos ¹ (%)
Controle	8,66	0,29	0,44	1,75	88,86
I	12,22	1,87	0,84	2,51	82,56
II	16,53	3,16	1,21	2,58	76,52
III	19,94	4,56	1,44	2,65	71,41
IV	25,53	6,23	1,88	2,70	63,66
V	27,23	7,37	2,11	2,68	60,61

¹ Calculado pela diferença (100 - proteína - extrato etéreo - cinzas - fibra bruta).

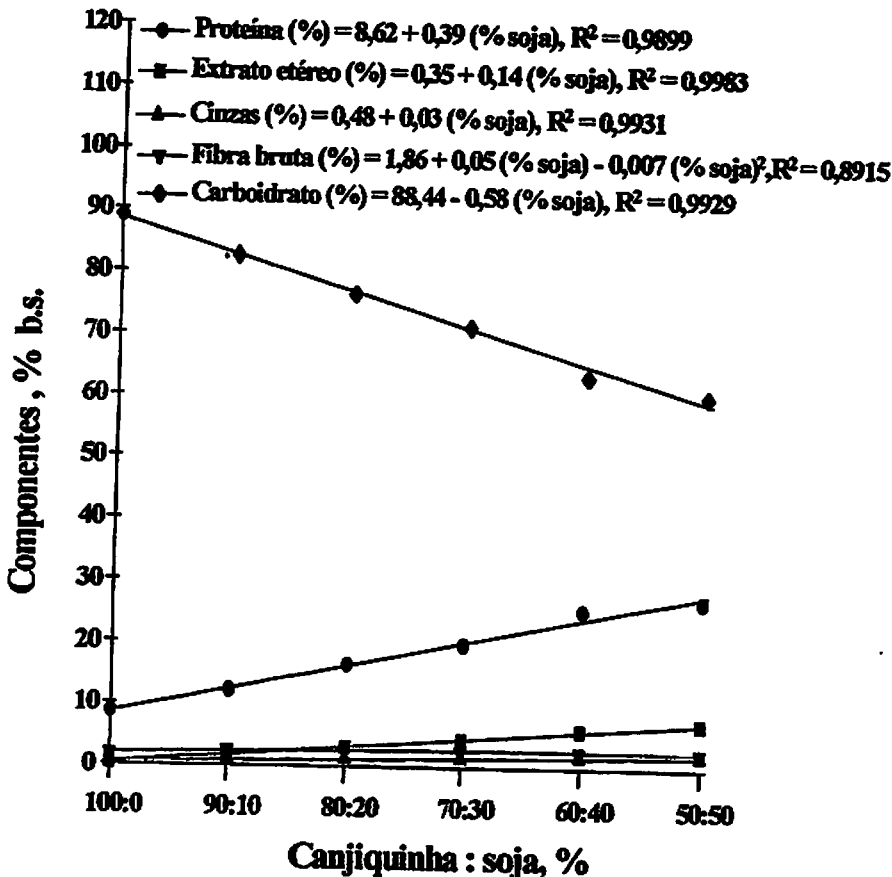


FIGURA 1. Composição centesimal aproximada dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

A Tabela 4 e as Figuras de 2 a 8 apresentam a composição em minerais (mg/100 g, base seca) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções. Os minerais fósforo, cálcio, potássio, sódio e magnésio foram os que tiveram maiores teores, enquanto que os demais minerais mostraram-se em pequenas quantidades ou apenas em traços.

TABELA 4. Composição de minerais (mg/100g, base seca) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Mineral	Mingau desidratado					
	Controle	I	II	III	IV	V
Fósforo	67,03	118,19	164,76	222,35	272,72	332,23
Cálcio	21,76	23,84	42,27	56,23	65,43	84,00
Potássio	136,00	240,66	320,67	415,60	491,50	613,77
Sódio	32,77	33,22	33,37	33,53	34,11	34,84
Magnésio	25,73	44,51	60,91	78,47	92,43	116,00
Ferro	0,22	0,52	0,77	0,88	1,33	1,43
Cobre	0,09	0,21	0,32	0,45	0,55	0,72
Cobalto	0,43	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47
Zinco	0,86	1,11	1,34	1,64	1,94	2,00
Cromo	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10
Selênio	4,08	4,13	4,17	4,17	4,17	4,27
Manganês	0,095	0,095	0,095	0,096	0,096	0,097
Molibdênio	0,28	0,30	0,34	0,36	0,41	0,41
Alumínio	4,34	4,58	4,67	5,99	6,37	7,69

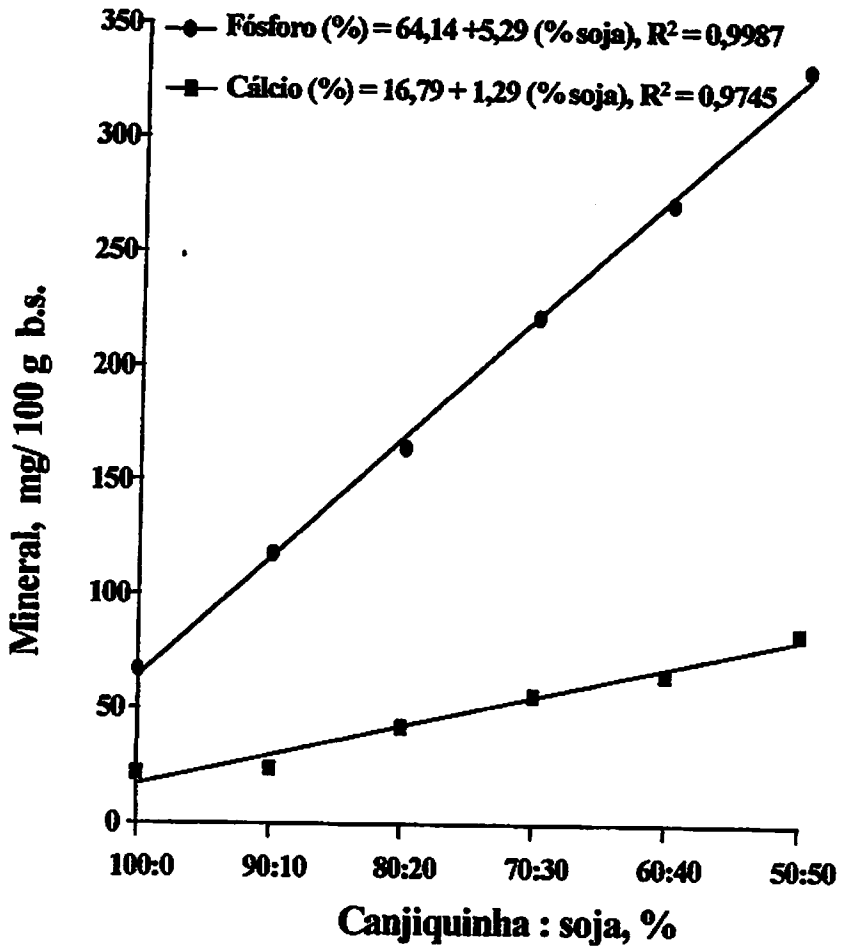


FIGURA 2. Fósforo e cálcio dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

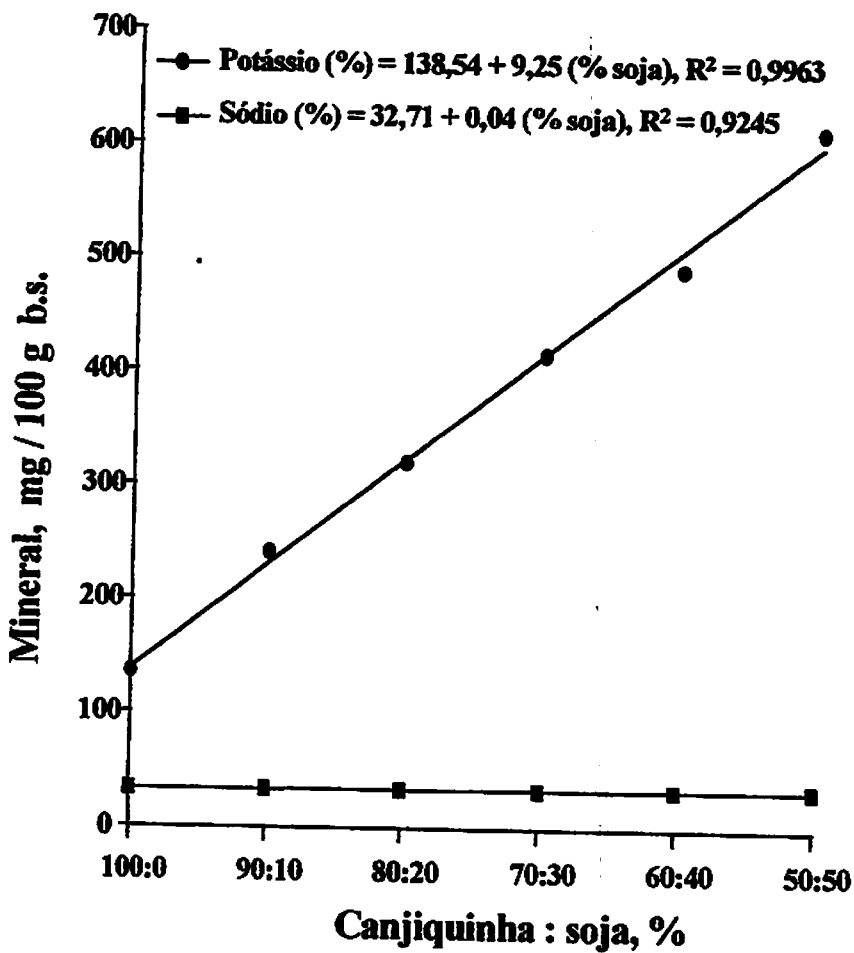


FIGURA 3. Potássio e sódio dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

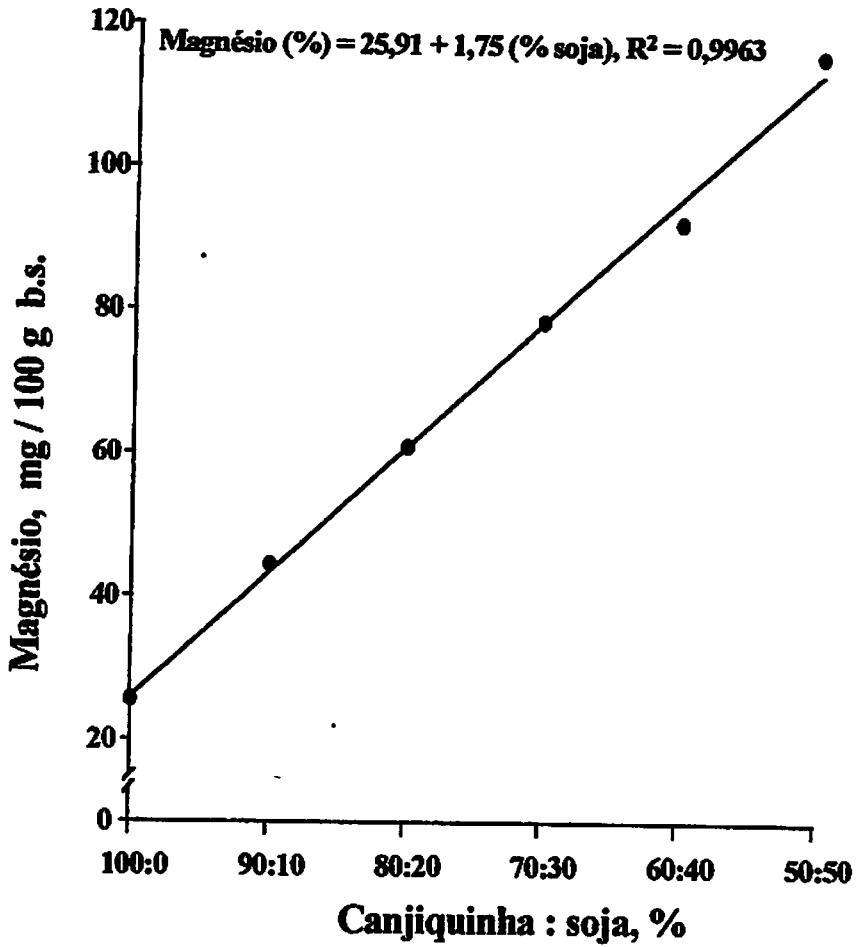


FIGURA 4. Magnésio dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

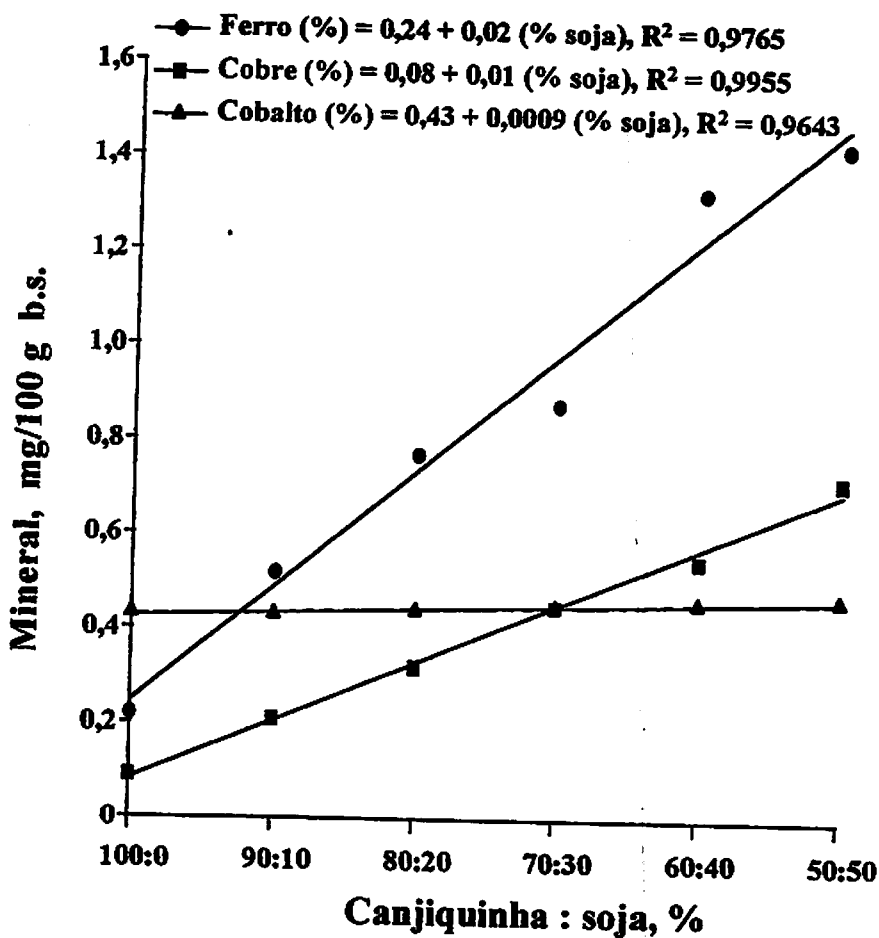


FIGURA 5. Ferro, cobre e cobalto dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

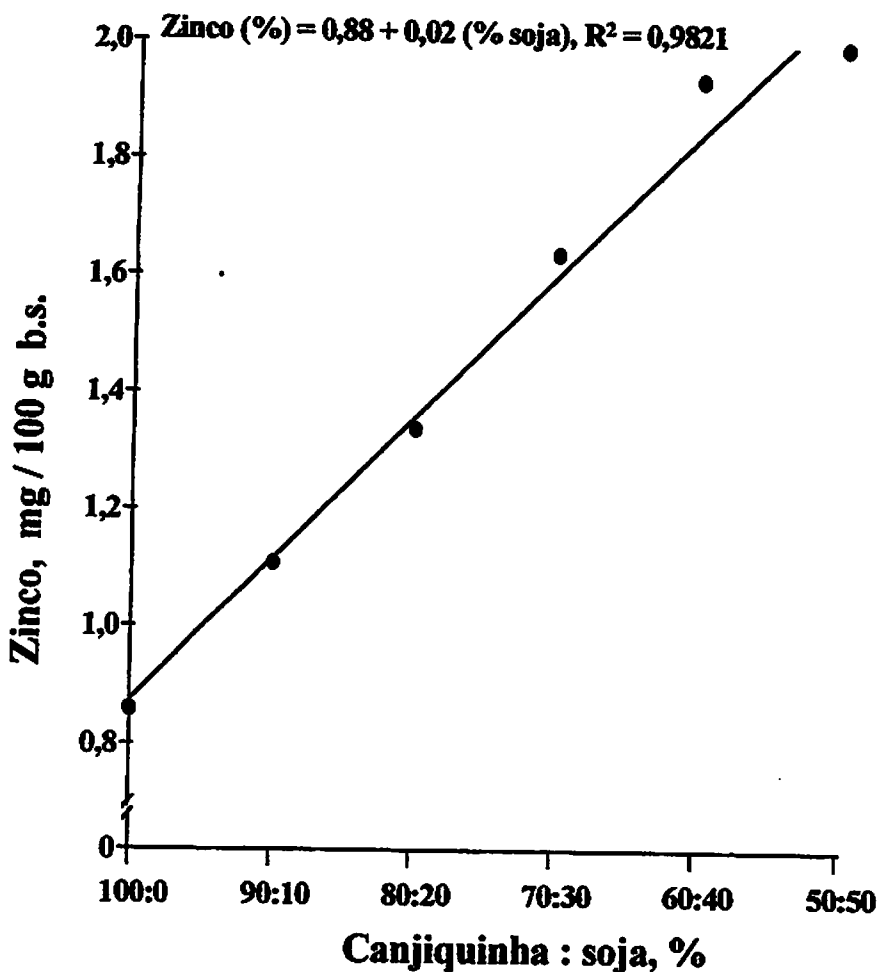


FIGURA 6. Zinco dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

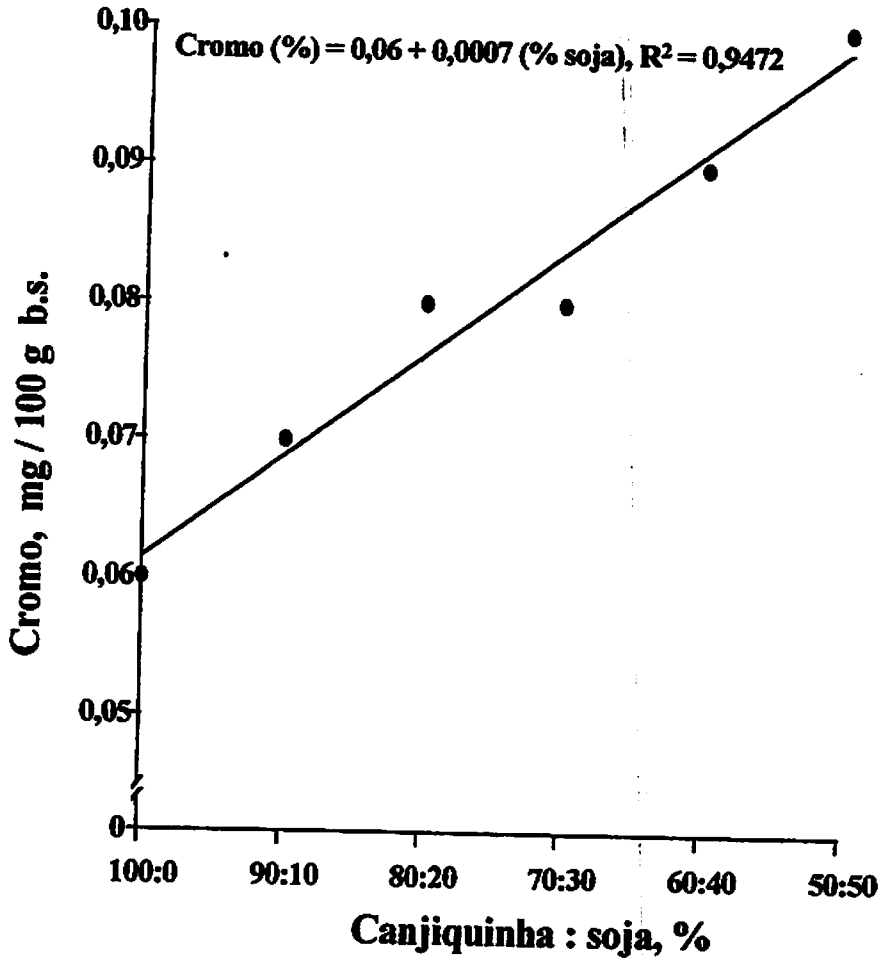


FIGURA 7. Cromo dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

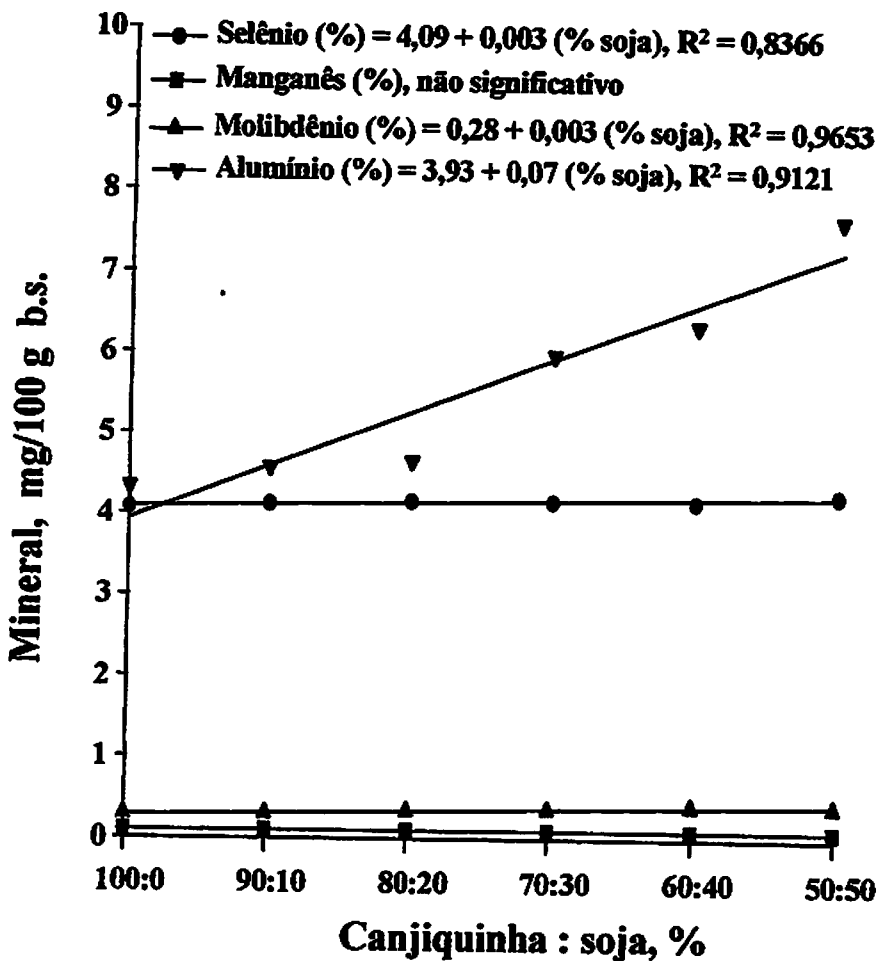


FIGURA 8. Selênio, manganês, molibdênio e alumínio dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

Verifica-se pela Tabela 4 e Figura 2 que houve um aumento linear nos teores de fósforo (67,03 a 332,23 mg/100 g) e cálcio (21,76 a 84,00 mg/100 g) com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados. Os teores de fósforo foram altos, principalmente, quando se referiu àqueles IV e V, contendo respectivamente, 40 (272,72 mg/100 g) e 50% (332,23 mg/100 g) de

soja. Ambos os mingaus desidratados podem atender 100% da recomendação diária pela RDA (1989) para os lactentes de 0 a 6 meses. Por outro lado, os teores de cálcio nos mingaus desidratados não foram tão notáveis, embora tenha tido um aumento crescente nos valores com o aumento das proporções de soja. Resultado semelhante foi observado por Eka (1978) em alimentos infantis (papas e mingaus) à base de milho e soja.

Conforme Krause e Mahan (1994) e Willians (1997), o fósforo e o cálcio são elementos que se encontram lado a lado em muitos compostos do organismo. Eles possuem inúmeras funções corporais, sendo a principal estrutural. Proporções adequadas desses minerais na dieta evitam patologias tais como raquitismo, osteoporose, osteomalácia, hipercalciúria reabsorviva, tetania, entre outras.

Na Tabela 4 e Figura 3 são encontrados os teores de potássio e sódio. Observa-se que os teores de potássio (136,00 a 613,77 g/100 g) e sódio (32,77 a 34,84 g/100 g) aumentaram linearmente com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados. Resultado semelhante de potássio e resultado diferente de sódio foram encontrados por Eka (1978), o qual não mostrou a diferença significativa de sódio entre os alimentos infantis elaborados com o milho fortificado ou não com a soja.

Os teores de potássio nos mingaus desidratados foram altos, principalmente aqueles IV e V, correspondentes a 40 (491,50 mg/100 g) e 50% (613,77 mg/100 g) de soja, podem suprir respectivamente, 98 e 100% da recomendação diária pela RDA (1989) para os lactentes (500 mg) e, quanto aos teores de sódio nos mingaus desidratados, nota-se que apesar deles terem apresentado valores crescentes, não houve nenhuma significância.

De acordo com Mitchell et al. (1978) e Willians (1997), o potássio é encontrado sobretudo no líquido intracelular onde ele desempenha um papel importante como catalizador no metabolismo energético, síntese de glicogênio,

proteína, e regula junto com o sódio e o cálcio, a estimulação neuromuscular, a transmissão de impulsos eletroquímicos e a concentração das fibras musculares. A deficiência de potássio e sódio ocasiona doenças gastrointestinais, diarreia, desequilíbrio hídrico e ácido-básico, entre outras.

A Tabela 4 e a Figura 4 apresentam os teores de magnésio dos mingaus desidratados. Verifica-se que, à medida que se incrementava a proporção de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados, houve um aumento significativo nos conteúdos de magnésio (25,73 a 116,00 mg/100 g). Com apenas 10% de soja no mingau desidratado (44,51 mg/100 g) já se pode atender 100% da recomendação diária pela RDA (1989) para os lactentes (40 mg). Os mingaus desidratados IV e V, contendo 40 e 50% de soja, apresentaram teores de magnésio igual a 92,43 e 116,00 mg/100 g, respectivamente, podendo atender 100% da recomendação diária pela RDA (1989) para as crianças de 1 a 10 anos (80 mg).

A Tabela 4 e a Figura 5 ilustram os teores de ferro, cobre e cobalto. Nota-se que, com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados, houve um aumento linear nos teores de ferro (0,22 a 1,43 mg/100 g), cobre (0,09 a 0,72 mg/100 g) e cobalto (0,43 a 0,47 mg/100 g). Os resultados obtidos para o ferro e cobre foram comparáveis aos encontrados por Eka (1978) em alimentos infantis à base de milho e soja.

Krause e Mahan (1994) e Willians (1997) relataram que o ferro desempenha um papel essencial na síntese da hemoglobina, no transporte de oxigênio e na oxidação celular, ao passo que o cobre associado ao ferro, atuam nos sistemas de enzimas, síntese da hemoglobina. Já o cobalto é o constituinte da vitamina B₁₂, mantendo as células vermelhas do sangue.

Os níveis diários recomendados pela RDA (1989) para os lactentes estão em torno de 8 mg para o ferro, 0,5 mg para o cobre e traços para o cobalto, e para as crianças de 1 a 10 anos, 10 mg de ferro, 0,8 mg de cobre e traços de cobalto. Desta forma, de acordo com as recomendações diárias pela RDA

(1989), sugere-se que os mingaus desidratados IV e V, contendo respectivamente 40 e 50% de soja, podem suprir todas as necessidades diárias de cobre para os lactentes, e as de cobalto para os lactentes e as crianças de 1 a 10 anos.

Os outros minerais traços essenciais são zinco, cromo, selênio, manganês, molibdênio e alumínio, cujos teores são apresentados na Tabela 4 e nas Figuras 6, 7, e 8. Os teores de zinco (0,86 a 2,00 mg/100 g), cromo (0,06 a 0,10 mg/100 g), selênio (4,08 a 4,27 mg/100 g), molibdênio (0,28 a 0,41 mg/100 g) e alumínio (4,34 a 7,69 mg/100 g), aumentaram com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados. Por outro lado, os conteúdos de manganês não se diferenciaram entre as diferentes amostras.

4.4 Atividade do inibidor de tripsina do mingau desidratado

Não houve nenhuma atividade residual do inibidor de tripsina nos mingaus desidratados estudados, indicando que o branqueamento de soja na água fervente por 20 min antes de sua desintegração foi o suficiente para inativar completamente o inibidor de tripsina. Resultado semelhante foi verificado por Soetrisno, Holmes e Miller (1982).

4.5 Propriedades funcionais do mingau desidratado

A Tabela 5 e as Figuras 9 e 10 apresentam os resultados das características de viscosidade da pasta dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções. Observa-se que a temperatura da viscosidade máxima aumentou, enquanto que a viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante e viscosidade final no ciclo de resfriamento

diminuíram com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados, sendo todas elas representadas pelas equações lineares.

TABELA 5. Características de viscosidade da pasta dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Mingau desidratado	Temperatura da viscosidade máxima (°C)	Viscosidade máxima (U.A.)	Viscosidade mínima à temperatura constante (U.A.)	Viscosidade final no ciclo de resfriamento (U.A.)
Controle	44,5	770	195	728
I	44,5	905	173	655
II	46,0	720	120	445
III	46,0	475	100	330
IV	48,3	380	80	223
V	55,4	310	73	155

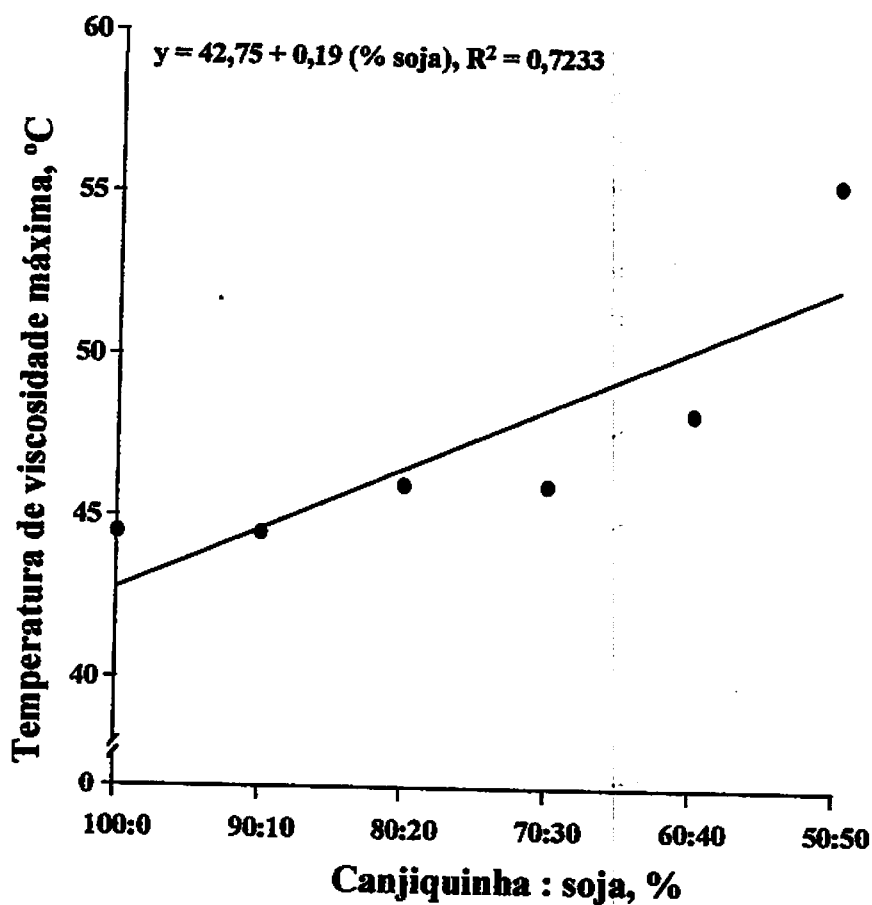


FIGURA 9. Temperatura de viscosidade máxima dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

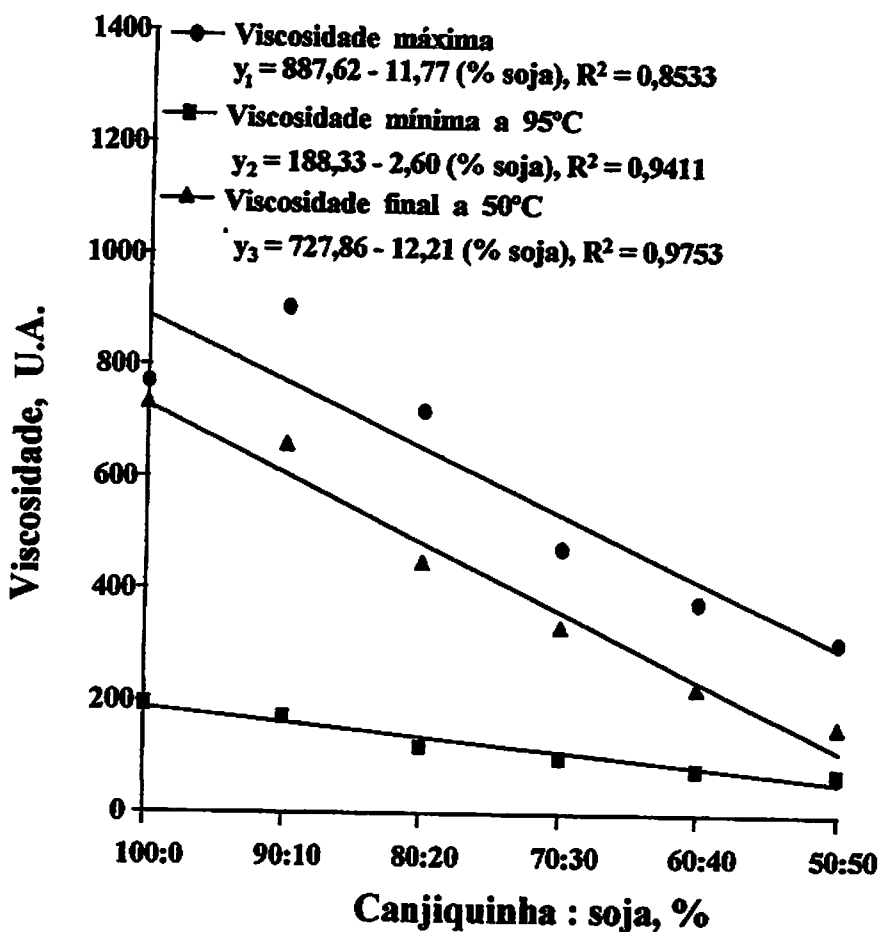


FIGURA 10. Viscosidade máxima, viscosidade mínima a 95°C e viscosidade final a 50°C dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

De acordo com Vijayagopal et al. (1988), o número de grânulos submetidos à gelatinização, diminui com a diminuição da concentração de amido, conduzindo a um decréscimo de viscosidade na mesma temperatura de aquecimento, pois a presença de amidos solúveis, bem como a interação entre os

grânulos intumescidos, causam a viscosidade de uma suspensão de amido gelatinizado.

Desta forma, sugere-se que a diminuição no teor de amido, por causa do aumento das proporções de soja nos mingaus desidratados tenha justificado os resultados encontrados. Acredita-se que tenha ocorrido o fenômeno de retrogradação do amido, pois os valores numéricos de viscosidade final no ciclo de resfriamento foram maiores que aqueles da viscosidade mínima à temperatura constante (Tabela 5). Verifica-se, ainda pela mesma Tabela, que os mingaus desidratados com até 30% de soja mostraram valores relativamente altos de viscosidade máxima (maiores que 450 U.A.), indicando, portanto, a possibilidade da utilização destes como alimentos infantis ou ingredientes para seus preparos.

Os efeitos do aumento das proporções de soja sobre a absorção de água (AA) e absorção de gordura (AG) dos mingaus desidratados de canjiquinha e soja estão ilustrados na Tabela 6 e na Figura 11. Observa-se que a AA e a AG diminuíram, de forma linear, com o incremento das proporções de soja (0 a 50%).

TABELA 6. Absorção de água (AA), absorção de gordura (AG), índice de solubilidade na água (ISA), nitrogênio solúvel na água (NSA), índice de solubilidade de nitrogênio (ISN), proteína dispersível na água (PDA), índice de dispersibilidade de proteína (IDP), atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Mingau desidratado	AA (% b.s.)	AG (% b.s.)	ISA (%)	NSA (% b.s.)	ISN (%)	PDA (% b.s.)	IDP (%)	AE (% b.s.)	EE (% b.s.)
Controle	523,92	125,78	50,02	0,11	7,87	0,84	9,77	81,93	81,93
I	491,97	114,61	44,43	0,18	9,39	1,93	15,85	81,84	81,84
II	488,15	105,57	40,15	0,29	10,82	3,53	21,37	81,14	81,14
III	470,76	97,88	38,75	0,44	13,64	5,73	28,71	80,33	80,33
IV	459,61	91,61	36,13	0,72	17,52	8,14	32,90	79,71	79,71
V	444,87	87,11	33,94	0,86	19,63	11,02	40,86	78,13	78,13

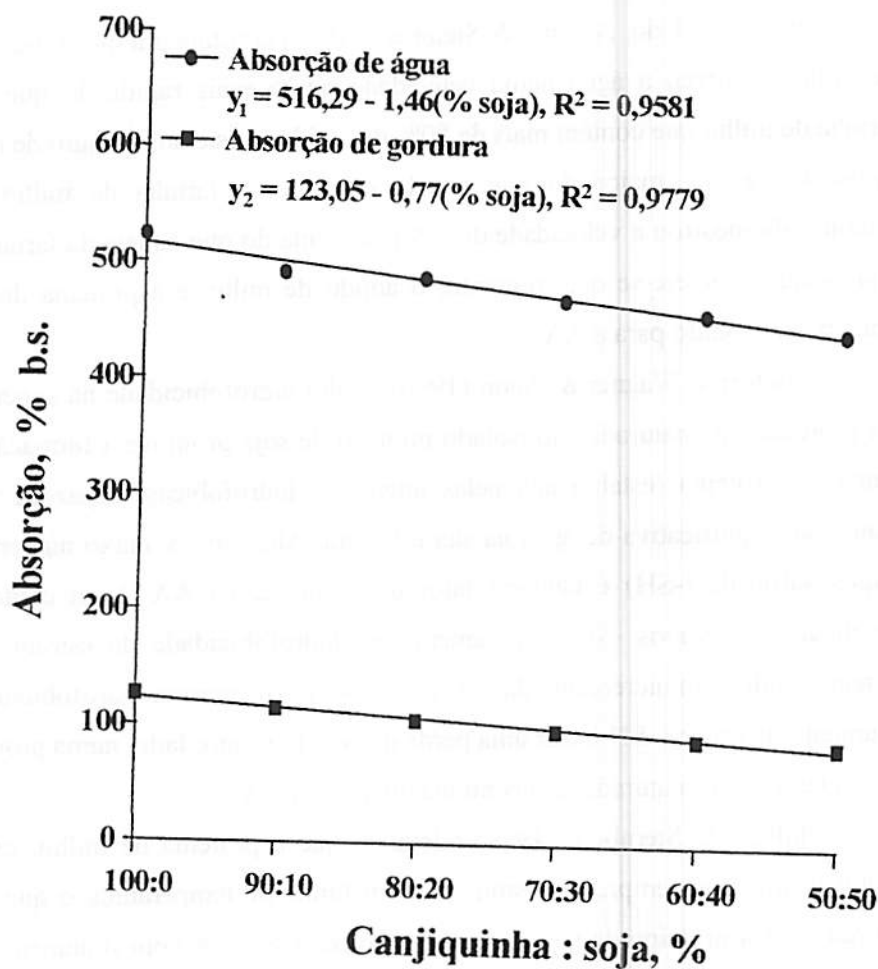


FIGURA 11. Absorção de água e absorção de gordura dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

Em relação à AA, de acordo com Dench, Rivas e Caygill (1981), a estrutura da proteína deve ser o fator que mais determina a AA. Hsu et al. (1982) e Lin, Humbert e Sosulski (1974) afirmaram que a proteína de soja, por ter uma boa hidrofilicidade, tem maior poder de absorver a água do que as proteínas de outras leguminosas.

[REDACTED]

Por outro lado, Ayernor & Steinberg (1977) constataram que amido puro de milho absorveu a água numa velocidade muito mais rápida do que a da farinha de milho que contém mais de 80% de amido, e este amido puro de milho apresentou a AA maior do que aquela da soja. A farinha de milho pré-gelatinizada mostrou a velocidade de AA mais lenta do que aquela da farinha de soja integral. Sugere-se que, portanto, o amido de milho e a proteína de soja tenham contribuído para a AA.

Conforme Wagner & Añon (1990), a alta hidrofobicidade na superfície das proteínas desnaturadas do isolado protéico de soja promove a formação da matriz de proteína (estabilizada pelas interações hidrofóbicas) capaz de reter quantidade significativa de água na sua estrutura. Além disso, baixo número de grupos sulfidril (-SH) é também fator determinante da AA. Num conteúdo semelhante de grupos -SH, um aumento na hidrofobicidade da estrutura de proteína produz um incremento da AA, enquanto que na mesma hidrofobicidade, o aumento de grupos -SH induz uma perda da AA. Por outro lado, numa proteína completamente desnaturada, é encontrada uma baixa AA.

Phillips & Sternberg (1979) relataram que a proteína de milho, quase insolúvel, mostrou sempre a mesma AA num limite de temperatura, o que não ocorreu com a proteína de soja, a qual melhorou a sua AA com o aumento da temperatura (25 a 121°C).

Desta maneira, sugere-se que, no presente trabalho, o efeito de amido de canjiquinha sobre AA seja mais importante do que o da proteína de soja, pois a diminuição de amido nos mingaus desidratados com o aumento das proporções de soja resultou na redução de AA.

O aumento dos teores de extrato etéreo (0,29 a 7,37%) com o aumento das proporções de soja (Tabela 3) pode diminuir também a AA, uma vez que, Schaffner e Beuchat (1986) constataram que o conteúdo alto de lipídio pode

reduzir a AA do leite de amendoim em pó liofilizado, por não ter afinidade com a água.

Bär (1984) relatou que AA está relacionada com a granulometria das farinhas, ou seja, quanto mais fina é a granulometria, maior é a AA. Como já observado no presente trabalho (Tabela 2), os mingaus desidratados III, IV e V, contendo respectivamente 30; 40 e 50% de soja, mostraram a granulometria menos fina do que aqueles contendo respectivamente 0; 10 e 20% de soja, portanto, é de se esperar que isso também contribua para a diminuição dos valores de AA com o aumento das proporções de soja.

Adeyemi, Komolafe e Akindele (1989) verificaram que a mistura elaborada com farinhas de milho pré-gelatinizada (produzida com grãos cozidos a vapor) e soja (70:30%) reconstituiu-se facilmente ao misturar com a água quente, mostrando que o branqueamento poderia ser aplicável no preparo de farinha de milho pré-gelatinizada para a elaboração de alimentos infantis instantâneos.

Segundo James e Sloan (1984), a AA é uma propriedade relevante para aplicações em pães e bolos. Desta forma, os valores mais altos da AA encontrados nos mingaus desidratados de canjiquinha e soja são considerados bastante desejáveis na utilização destes nos produtos de panificação, pois permite a adição de mais água à massa, melhorando suas características de manuseio.

Quanto à AG, segundo Dench, Rivas e Caygill (1981), a AG varia em função do número de grupos lipofílicos da proteína expostos, e Lin, Humbert e Sosulski (1974) sugeriram que, provavelmente, as cadeias laterais não polares da proteína, que têm afinidade com as cadeias parafínicas da gordura, contribuam para a AG.

Phillips & Sternberg (1979) constataram que o concentrado protéico de milho apresentou AG um tanto maior do que aquela do concentrado protéico de

soja. Esta diferença foi atribuída, provavelmente, à maior hidrofobicidade encontrada na proteína de milho.

Efeito de aquecimento sobre AG foi verificado por Voutsinas, Cheung e Nakai (1983), os quais mostraram que AG do isolado proteico de soja foi diminuída por aquecimento. Portanto, é de se esperar que no presente trabalho, a proteína da soja, especialmente após branqueamento e atomização, apresente uma hidrofobicidade pouco menor que aquela da proteína de canjiquinha, justificando os resultados encontrados.

De acordo com Kinsella e Melachouris (1976), altos valores de AG são desejáveis em produtos como extensores de carne para melhorar a sua sensação na boca, assim como em produtos viscosos como sopas, queijos processados e massas.

Pode-se notar, também, na Tabela 6, que os valores numéricos da AG foram bem inferiores aos da AA. Dench, Rivas e Caygill (1981) e Lin, Humbert e Sosulski (1974) apresentaram resultados com esta mesma tendência para a farinha de soja desengordurada e Phillips & Sternberg (1979) para o concentrado protéico de milho.

AG dos mingaus desidratados se correlacionou positivamente com a AA, apresentando coeficiente de correlação igual a 0,9720, significativo ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A). Sugere-se, portanto, que a proteína de canjiquinha seja mais responsável de que aquela de soja pela AG, em consequência do branqueamento e da atomização aplicados em ambas. Por outro lado, o amido de canjiquinha pré-gelatinizado por branqueamento deve provavelmente, contribuir mais do que as proteínas de canjiquinha e soja para a AA. Portanto, a diminuição das proporções de canjiquinha resultou na diminuição tanto da AG como da AA.

A Tabela 6 e a Figura 12 apresentam os resultados do índice de solubilidade na água (ISA) dos mingaus desidratados elaborados com

canjiquinha e soja. Verifica-se que o ISA diminuiu linearmente com o aumento das proporções de soja (0 a 50%). Esta diminuição no ISA pode ser atribuída à ocorrência de desnaturação da proteína de soja em função do branqueamento e atomização.

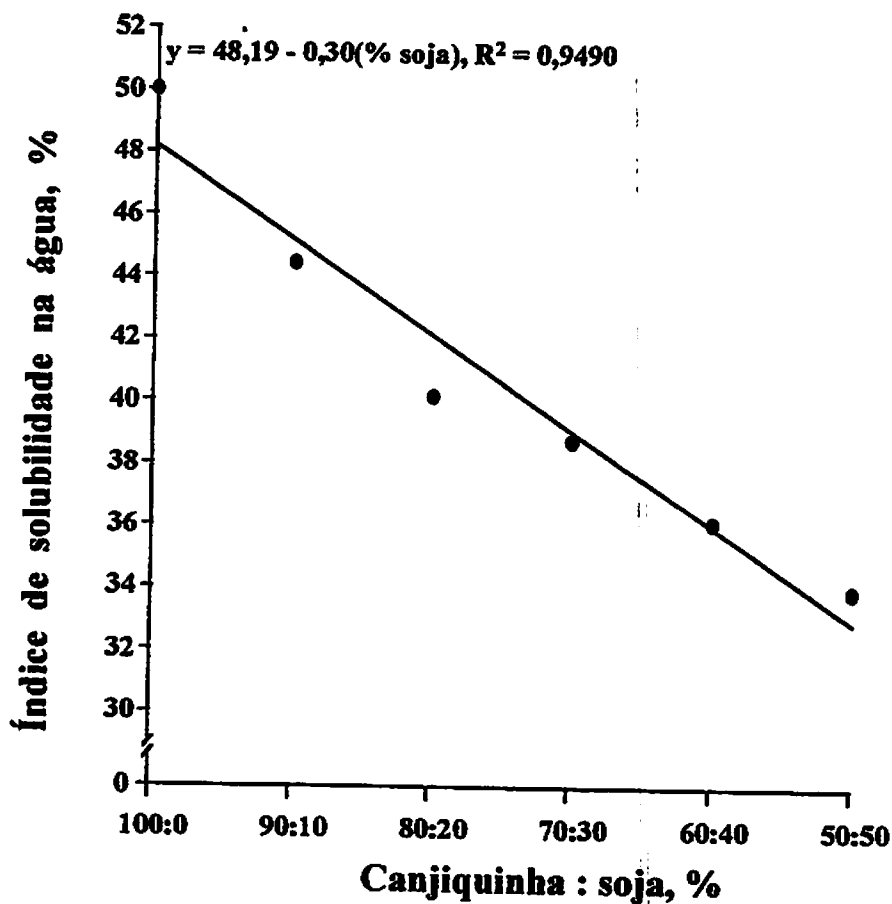


FIGURA 12. Índice de solubilidade na água dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

Os resultados do nitrogênio solúvel na água (NSA), do índice de solubilidade de nitrogênio (ISN), da proteína dispersível na água (PDA) e do índice de dispersibilidade de proteína (IDP) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja estão apresentados na Tabela 6 e Figuras 13 e 14.

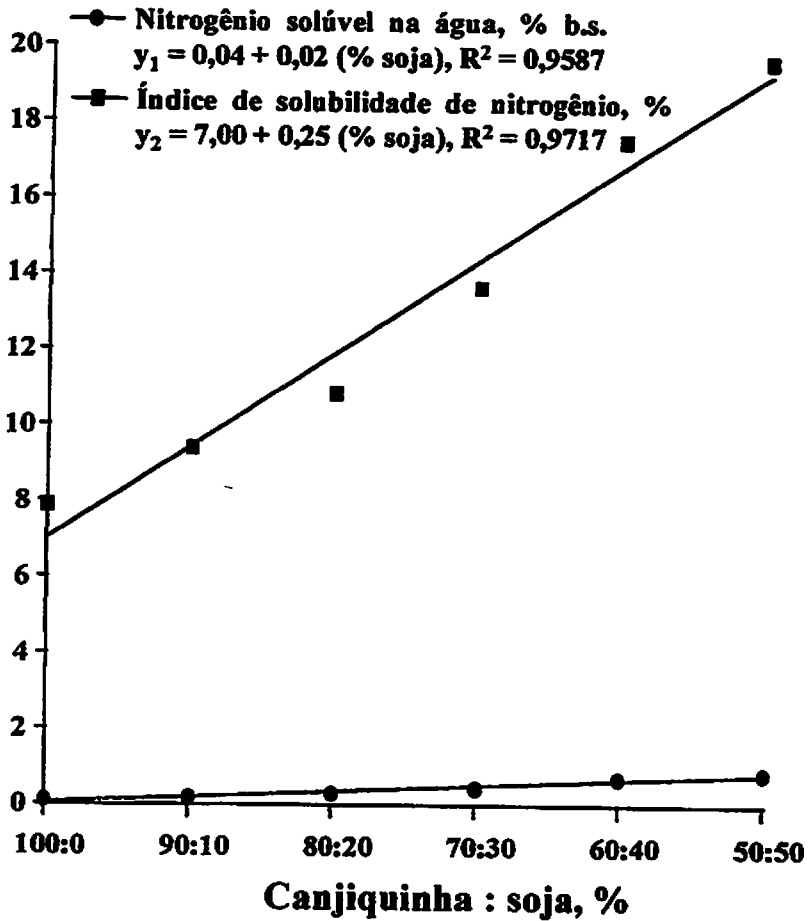


FIGURA 13. Nitrogênio solúvel na água e índice de solubilidade de nitrogênio dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

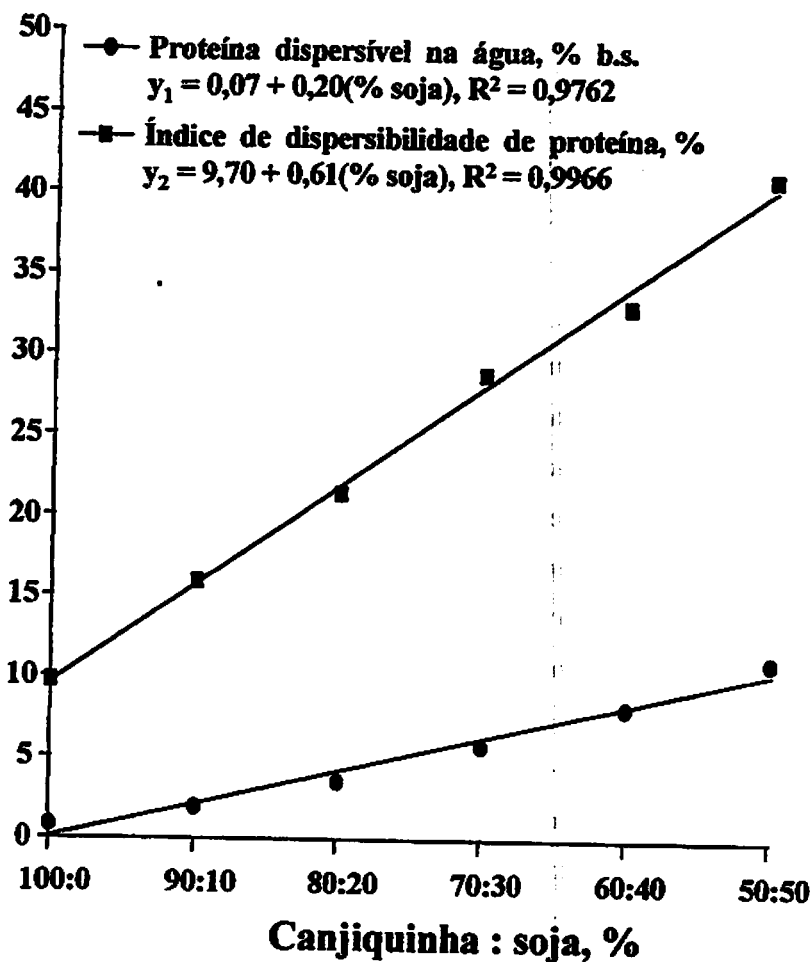


FIGURA 14. Proteína dispersível na água e índice de dispersibilidade de proteína dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

Visser e Thomas (1987) relataram que o ISN e o IDP são usados para determinar a solubilidade de proteínas de alimentos. Estes dois índices são indicações grosseiras para o grau de desnaturação da proteína sofrida através das condições de processamento. Quanto maior for a solubilidade, menor será o grau

de desnaturação, embora a solubilidade e a desnaturação nem sempre se correlacionem entre si. Valores altos de solubilidade são, às vezes, obtidos a partir de proteínas completamente desnaturadas.

Borderías e Montero (1988) constataram que a solubilidade da proteína depende diretamente da proporção de grupos hidrofóbicos e hidrofílicos, localizados no centro e na superfície da molécula, respectivamente.

Analisando-se a Tabela 6 e as Figuras 13 e 14, verifica-se que o NSA, o ISN, a PDA e o IDP aumentaram linearmente, com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados. NSA teve correlação positiva com o ISN, apresentando coeficiente de correlação igual a 0,9973, significativo ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A), indicando que o NSA aumentou com o aumento do ISN. Portanto, sugere-se que o aumento do NSA encontrado nos mingaus desidratados pode ter sido atribuído ao aumento dos teores de proteína (8,66 a 27,23%), em função do aumento das proporções de soja (Tabela 3), uma vez que a proteína de soja é mais hidrofílica. O mesmo comportamento foi observado entre a PDA e o IDP, apresentando coeficiente de correlação igual a 0,9876, significativo ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A).

Segundo McWatters e Holmes (1979), o nível da solubilidade de nitrogênio da farinha de soja foi diminuído pela aplicação de calor úmido, sendo que a maior redução de solubilidade ocorreu durante os primeiros 10 min de aquecimento. Desta forma, era de se esperar que, no presente trabalho, o branqueamento da soja diminuísse a sua solubilidade. Porém, isso não ocorreu, pois o aumento das proporções de soja aumentou o NSA, o ISN, a PDA e o IDP, o que é explicado pelo efeito de homogeneização aplicada durante o preparo de mingau desidratado. A homogeneização, de acordo com Cheftel, Cuq e Lorient (1989), pode provocar uma fragmentação dos agregados protéicos em partículas pequenas, melhorando a sua solubilidade.

Phillips e Sternberg (1979) constataram que as proteínas (prolaminas e glutelinas) de milho apresentam baixa solubilidade sob condições nas quais se encontram nos alimentos. Desta forma, explica-se também o aumento de NSA, ISN, PDA e IDP com a diminuição das proporções de canjiquinha nos mingaus desidratados estudados no presente trabalho.

NSA, ISN, PDA e IDP dos mingaus desidratados correlacionaram negativamente com o ISA, apresentando coeficientes de correlação respectivamente iguais a -0,8816, -0,8838, -0,9039 e -0,9415, significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A). De acordo com Hutton e Campbell (1977a), além da proteína, a solubilidade na água pode ser afetada também pela porção não protéica, que pode competir com a proteína pela água disponível, resultando em menor solubilidade. Este fato pode explicar as correlações encontradas entre NSA x ISA, ISN x ISA, PDA x ISA e IDP x ISA.

ISA dos mingaus desidratados se correlacionou positivamente com a AA, apresentando coeficiente de correlação igual a 0,9476, significativo ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A). Por outro lado, foi verificada uma correlação negativa entre NSA x AA, ISN x AA, PDA x AA e IDP x AA, apresentando coeficientes de correlação respectivamente iguais a -0,9341, -0,9436, -0,9464 e -0,9735, significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A).

De acordo com Hutton e Campbell (1977a), a solubilidade e a AA podem ser relacionadas até certo ponto, talvez até a máxima hidratação, além da qual a solubilidade pode continuar a aumentar, mas a hidratação não. Pode também ocorrer o contrário, Cheftel, Cuq e Lorient (1989) afirmaram que a AA aumenta com a diminuição de solubilidade.

Wagner e Añon (1990) afirmaram que a AA e a solubilidade envolvem diferentes mecanismos que dependem de diversos fatores. De acordo com Hayakawa e Nakai (1985), não é só a hidrofobicidade que determina a

solubilidade da proteína, mas também os grupos -SH estão relacionados com a insolubilização de proteínas de soja. Quanto à AA, Wagner e Afion (1990) relataram que a alta hidrofobicidade superficial combinada com o baixo número de grupos - SH na estrutura, contribuem para a alta AA.

Houve uma correlação positiva entre NSA x PDA e ISN x IDP, nos mingaus desidratados, apresentando coeficientes de correlação respectivamente iguais a 0,9916 e 0,9756, significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A). Entretanto, acredita-se que nem sempre a PDA contribui para a NSA, ou seja, uma proteína pode ser dispersível na água, mas ela não é obrigatoriamente solúvel na água. Porém, o IDP e o ISN são intimamente relacionados, o que é demonstrado por Volkert e Klein (1979) num estudo de IDP e por Hutton e Campbell (1977a) num estudo de ISN em diferentes produtos de soja (isolado, concentrado e flocos). Os resultados obtidos com IDP foram semelhantes àqueles encontrados com ISN.

De acordo com Visser e Thomas (1987), o ISN e o IDP são sempre usados como guia prático para saber a funcionalidade da proteína. Sem dúvida, valores altos de ISN e IDP são bastantes úteis para formar uma emulsão real em produtos cárneos. No entanto, os produtos com baixos valores de ISN e IDP podem ser ainda muito funcionais, apresentando boas AA e AG, as quais mostram efeito consideravelmente positivo na estabilidade do sistema cárneo.

Foram verificadas correlações negativas entre ISN x AG e IDP x AG, apresentando coeficientes de correlação respectivamente iguais a -0,9448 e -0,9716, significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A), mostrando que a AG diminuiu com o aumento do ISN e do IDP nos mingaus desidratados. Resultado semelhante foi encontrado por Visser e Thomas (1987), os quais relataram que os produtos protéicos de soja com baixos valores de ISN mostraram alta capacidade de AG.

As propriedades emulsificantes abrangem a atividade emulsificante (AE) e a estabilidade de emulsão (EE), sendo mostradas nas Tabela 6 e Figura 15, em função das diferentes proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja. Verifica-se que quanto maior a proporção de soja nos mingaus desidratados, menores foram os valores da AE e EE, sendo que a equação linear é a que mais se ajusta aos dados.

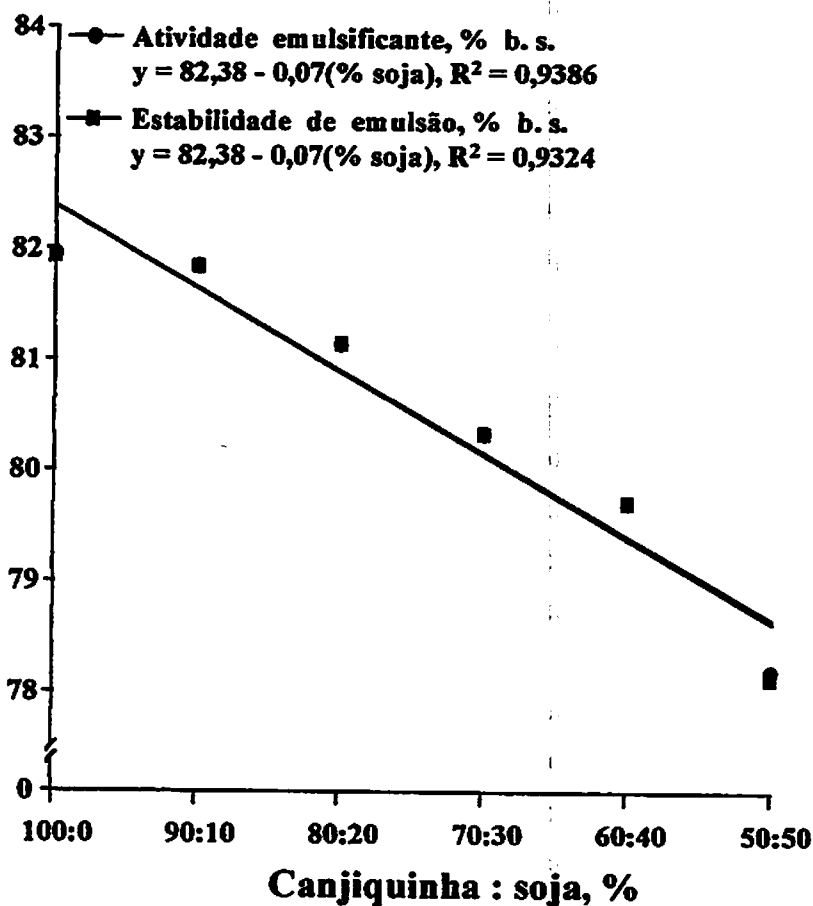


FIGURA 15. Atividade emulsificante e estabilidade de emulsão dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

De acordo com vários autores (Yasumatsu et al., 1972; Dench, Rivas e Caygill, 1981; Nath e Rao, 1981), as propriedades emulsificantes (AE e EE) da proteína de soja têm sido intimamente relacionadas com o seu conteúdo de proteína ou nitrogênio solúvel. Conforme Borderías e Montero (1988) e Cheftel, Cuq e Lorient (1989), a solubilidade de proteína na água contribui para a diminuição da tensão interfacial entre os componentes hidrofóbicos e hidrofílicos, aumentando as propriedades emulsificantes. Esta redução na tensão interfacial causada pelas proteínas pode evitar, segundo Hidalgo (1977), a sedimentação de proteínas de baixa solubilidade.

Estes fatos são contrários aos resultados obtidos no presente trabalho, no qual foi verificada uma correlação negativa entre as propriedades emulsificantes (AE e EE) e solubilidade de proteína (NSA, ISN, PDA e IDP), apresentando coeficientes de correlação iguais a -0,7881, -0,7770, -0,8285, -0,8174, -0,7901, -0,7789, -0,8307 e -0,8183, para AE x NSA, AE x ISN, AE x PDA, AE x IDP, EE x NSA, EE x ISN, EE x PDA e EE x IDP, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A). Em contraposição, AE e EE foram positivamente correlacionadas entre si, apresentando coeficiente de correlação igual a 0,9995, significativo ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A).

Acredita-se que o aumento dos teores de fibra bruta (1,75 a 2,68%), bem como dos conteúdos de extrato etéreo (0,29 a 7,37%) com o aumento das proporções de soja (Tabela 3), tenha diminuído as propriedades emulsificantes (AE e EE), uma vez que, segundo Yasumatsu et al. (1972), as propriedades emulsificantes correlacionam negativamente com o conteúdo de fibra bruta, e Volkert e Klein constataram que alto conteúdo de gordura de floco de soja pode reduzir a sua habilidade como agente emulsificante.

Por outro lado, Visser e Thomas (1987) relataram que a proteína de soja encapsula as gotículas de gordura e forma uma rede contínua de proteína-gel através da fase aquosa, desempenhando desta forma, a sua função emulsificante.

Este fato está confirmado pelos resultados obtidos no presente trabalho, no qual foi verificada uma correlação positiva entre AE x AG e EE x AG, apresentando coeficientes de correlação respectivamente iguais a 0,7292 e 0,7284, significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A), indicando que as propriedades emulsificantes (AE e EE) diminuíram com a diminuição de AG nos mingaus desidratados.

Além de correlacionarem positivamente com a AG, as propriedades emulsificantes (AE e EE) dos mingaus desidratados se correlacionaram também positivamente com a AA, apresentando coeficientes de correlação iguais a 0,7612 e 0,7601, para AE x AA e EE x AA, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A). De acordo com Cheftel, Cuq e Lorient (1989), as proteínas se adsorvem na interfase entre as gotículas de óleo dispersas e a fase aquosa contínua, facilitando a formação de emulsão (AE) e contribuindo para EE. Sugere-se portanto, no presente trabalho, uma correlação íntima entre as propriedades emulsificantes (AE e EE), AG e AA.

Não houve diferença significativa entre EE e AE, pois a equação de regressão da EE foi igual àquela da AE. Acredita-se que, no presente trabalho, o branqueamento aplicado para a canjiquinha e a soja tenha aumentado a hidrofobicidade na superfície de proteína, de modo que, tanto a AE como a EE tenham atingido os seus máximos valores, pois Matsudomi et al. (1985) atribuíram os aumentos de AE e EE, obtidos após o tratamento térmico a 95 °C por 30 min, ao aumento de hidrofobicidade na superfície de proteína.

Segundo Yasumatsu et al. (1972), as propriedades espumantes podem ser representadas pela expansão e estabilidade de espuma. O volume e a sinérese de espuma são usados, conforme Dench, Rivas e Caygill (1981), como índices da estabilidade de espuma, sendo que a sinérese é o inverso da estabilidade. O aumento na sinérese de espuma nem sempre é acompanhado pela correspondente diminuição no volume de espuma devido à aderência de espuma na superfície do

vasilhame usado na determinação. Portanto, para James e Sloan (1984), a sinérese de espuma é uma medida mais precisa do que o volume de espuma para verificar a estabilidade de espuma.

A Tabela 7 e as Figuras 16, 17 e 18 mostram os resultados das propriedades espumantes dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja. Nota-se que houve um aumento na expansão de espuma (Exp. Esp.) quando se aumentaram as proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados, sendo melhor representada por uma equação linear (Figura 16). Comportamento semelhante foi observado para o volume de espuma (Vol. Esp.) após 30 e 60 min, respectivamente (Figura 17). Verifica-se que a sinérese diminuiu com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados nos tempos de 30 e 60 min, respectivamente (Figura 18), sendo representadas pelas equações lineares.

TABELA 7. Propriedades espumantes (% base seca) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Mingau desidratado	Expansão de espuma (%)	Volume de espuma (%) após		Sinérese (%) após	
		30 min	60 min	30 min	60 min
Controle	1,93	0	0	100,00	100,00
I	3,95	0	0	100,00	100,00
II	5,27	9,26	3,70	72,33	90,00
III	5,84	12,96	5,55	69,67	80,00
IV	7,78	20,00	7,41	50,00	75,00
V	10,86	26,39	11,11	50,00	72,33

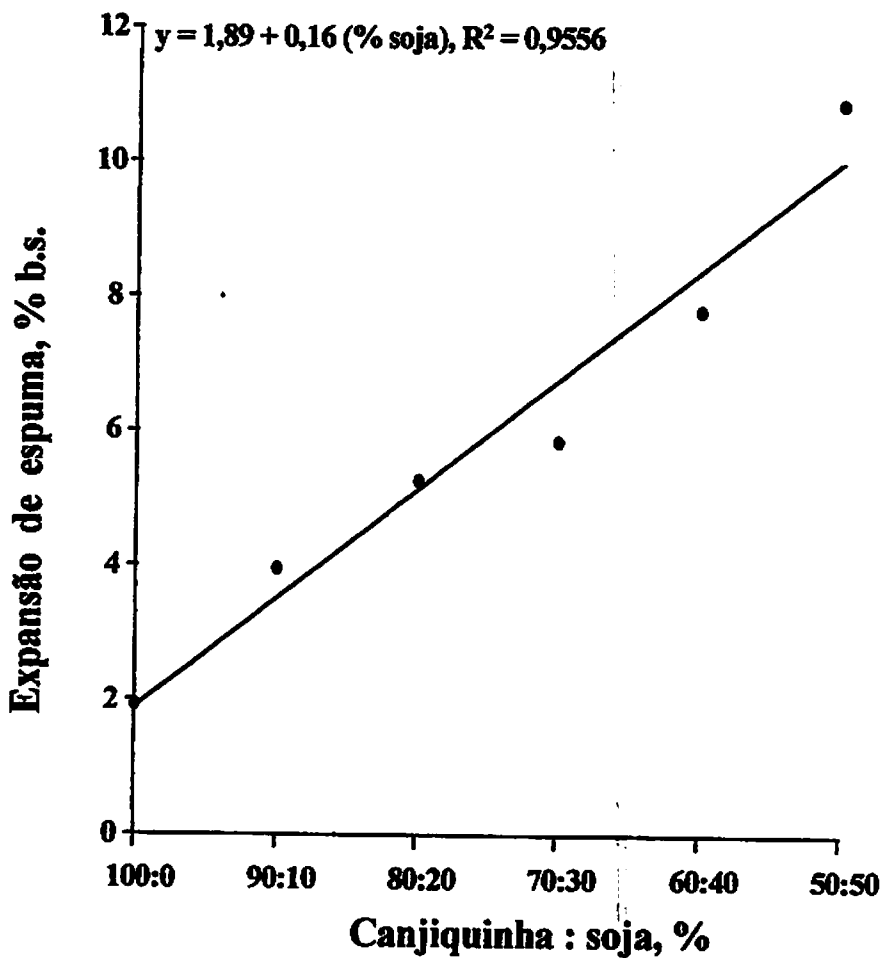


FIGURA 16. Expansão de espuma dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

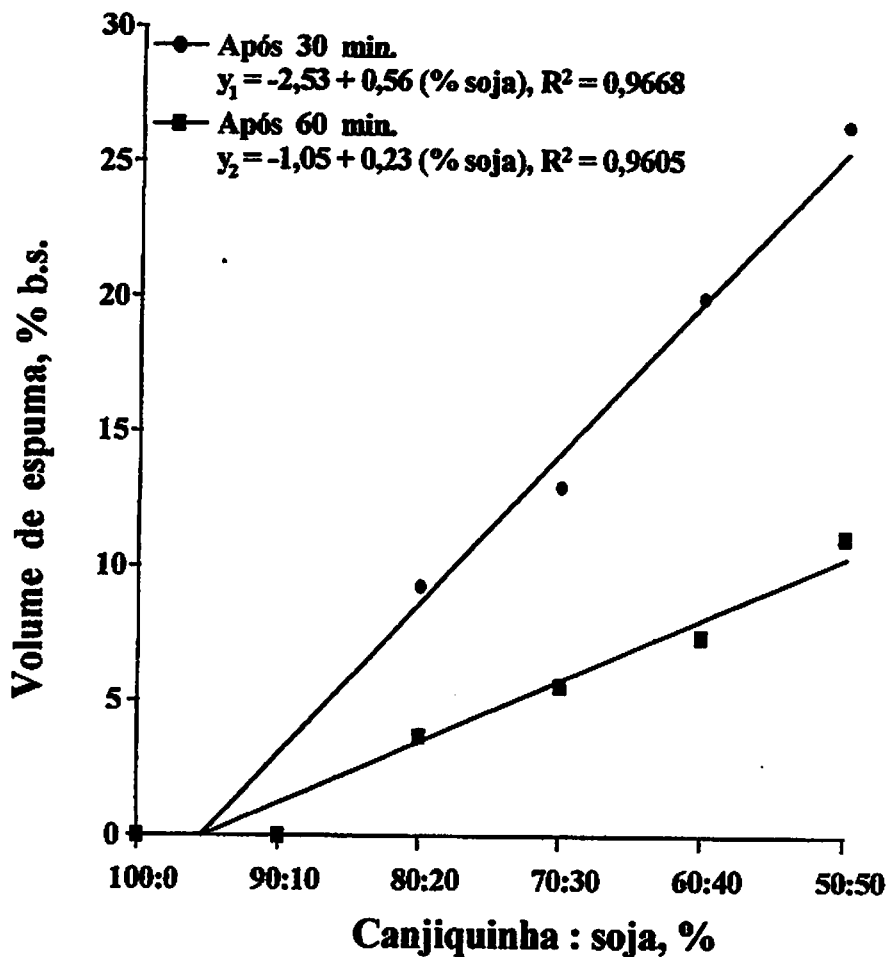


FIGURA 17. Volume de espuma após 30 e 60 min dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

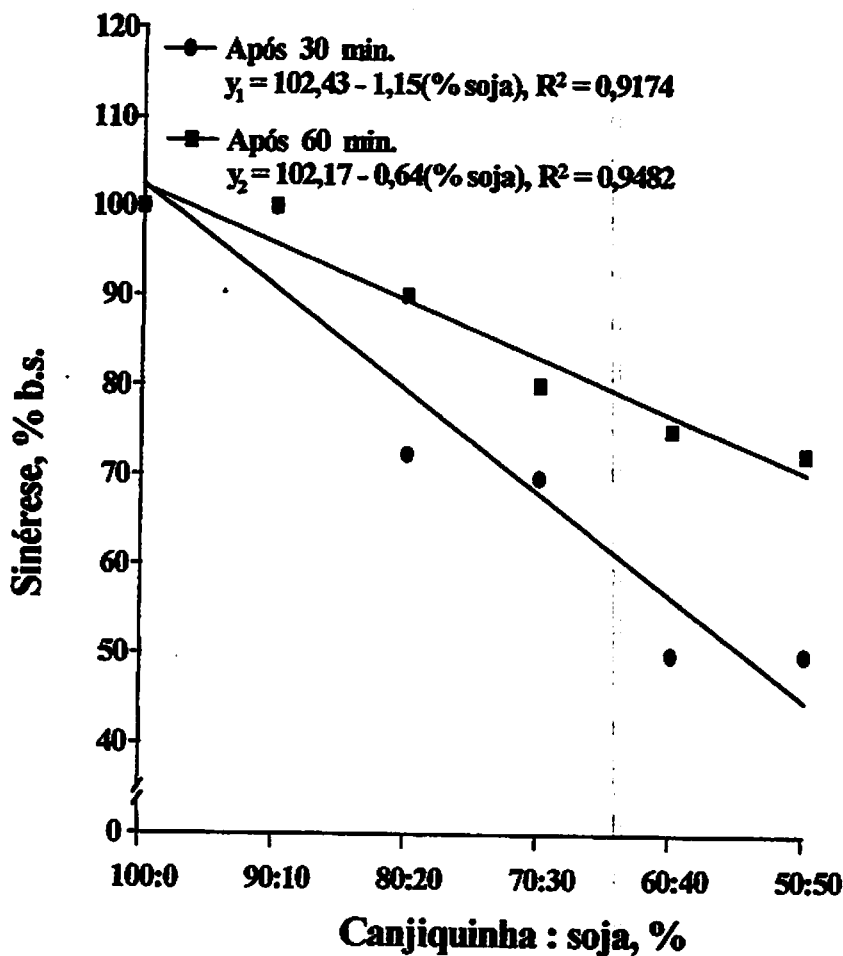


FIGURA 18. Sinérese após 30 e 60 min dos mingaus desidratados em função da proporção de canjiquinha e soja utilizada em seus preparos.

De acordo com Yasumatsu et al. (1972), produz-se a alta expansão de espuma com a alta dispersibilidade de proteína e nitrogênio, o que está confirmado pelos resultados obtidos no presente trabalho, no qual foi observada uma correlação positiva para Exp. Esp. x NSA, Exp. Esp. x ISN, Exp. Esp. x PDA e Exp. Esp. x IDP, apresentando coeficientes de correlação respectivamente

iguais a 0,8888, 0,8879, 0,9042 e 0,9018, significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A).

Exp. Esp. dos mingaus desidratados teve correlação positiva com o Vol. Esp., apresentando coeficientes de correlação iguais a 0,9010 (após 30 min) e 0,8993 (após 60 min), significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A). No entanto, foi verificada uma correlação negativa entre a expansão e a sinérese de espuma, mostrando os coeficientes de correlação iguais a -0,8461 (após 30 min) e -0,8035 (após 60 min), significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11A). Desta forma, sugere-se que a estabilidade de espuma esteja positivamente relacionada com a Exp. Esp. nos mingaus desidratados estudados.

Entretanto, segundo Yasumatsu et al. (1972), a estabilidade de espuma nem sempre se correlacionou com a Exp. Esp. Alguns produtos de soja apresentaram baixa estabilidade, apesar de ter alta Exp. Esp., enquanto que os outros mostraram a estabilidade proporcional à Exp. Esp. A estabilidade de espuma se correlacionou altamente com o grau de desnaturação da proteína.

Segundo Cheftel, Cuq e Lorient (1989), a Exp. Esp. está muito relacionada com a concentração de proteína, sendo necessárias proteínas de cadeias flexíveis, pobres em estruturas secundárias e terciárias que se adaptam rapidamente na interfase ar-líquido. Além disso, é preciso que estas proteínas tenham, na sua superfície, a possibilidade de formar ligações hidrofóbicas. A estabilidade de espuma se relaciona com a qualidade da proteína, havendo a necessidade de formação de películas coesivas, elásticas, contínuas e impermeáveis ao ar. Portanto, acredita-se que, no presente trabalho, o uso do branqueamento, da homogeneização e da atomização tenha resultado na modificação da estrutura de proteína, interferindo na sua expansão e estabilidade de espuma.

Satterlee e Bembers (1975) constataram que a estabilidade de espuma de globulinas foi aumentada após o aquecimento a 85 °C, enquanto que para albuminas, a temperatura foi de 70 °C. Desta forma, sugere-se que, no presente trabalho, os processos de branqueamento e de atomização usados para o preparo de mingau desidratado, tenham causado num aumento de estabilidade de espuma da proteína de soja. Conseqüentemente, a estabilidade de espuma aumentou com o aumento das proporções de soja nos mingaus desidratados.

De acordo com James e Sloan (1984), a Exp. Esp. e a estabilidade de espuma são importantes em produtos de forno, merengues e coberturas de bolos, por ajudarem na incorporação de ar nestes produtos.

Dentre os mingaus desidratados estudados, aquele contendo 50% de soja foi o que mostrou as melhores propriedades espumantes (Tabela 7), embora os seus valores numéricos não tenham sido relevantes. Acredita-se que os valores baixos encontrados tenham sido atribuídos à homogeneização usada no preparo de mingau desidratado.

4.6 Composição química e comportamento reológico do mingau reconstituído

A composição química dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções está apresentada na Tabela 8. Exceto para sólidos totais, os teores de proteína, matéria graxa, cinzas e fibra bruta aumentaram, enquanto que o conteúdo de carboidratos diminuiu com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus reconstituídos.

TABELA 8. Composição química (g/100 ml) dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções¹.

Mingau reconstituído	Sólidos totais (%)	Proteína bruta (%)	Matéria graxa (%)	Cinzas (%)	Fibra bruta (%)	Carboidratos ² (%)
Controle	8,72	0,76 f	0,03 d	0,04 f	0,15 c	7,74 a
I	8,71	1,04 e	0,16 c	0,07 e	0,21 b	7,23 b
II	8,71	1,41 d	0,27 c	0,10 d	0,22 ab	6,71 c
III	8,71	1,72 c	0,39 b	0,12 c	0,23 ab	6,25 d
IV	8,71	2,21 b	0,54 a	0,16 b	0,23 a	5,57 e
V	8,73	2,39 a	0,65 a	0,19 a	0,23 a	5,26 f
D.M.S.	—	0,05	0,11	0,01	0,02	0,03
C.V. (%)	0,06	1,08	12,27	3,58	3,35	0,18

¹ As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² Calculado por diferença (sólidos totais - proteína - matéria graxa - cinzas - fibra bruta).

As propriedades reológicas e o comportamento do fluido dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja estão ilustrados na Tabela 9, e nas Figuras 19, 20 e 21, respectivamente. Verifica-se que o índice de consistência (Kow) diminuiu com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus reconstituídos. O controle, não contendo a soja, apresentou Kow superior aos demais mingaus reconstituídos contendo a soja (Tabela 9). Por outro lado, o resultado inverso foi verificado no índice de comportamento do fluxo (n) (Tabela 9). A tensão de cisalhamento aumentou com o aumento da taxa de deformação (Figura 19). A viscosidade aparente, numa dada faixa de taxa de deformação, mostrou o comportamento inverso (Figura 20). Pode-se observar que a baixas taxas de deformação, o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus reconstituídos resultou numa redução em suas viscosidades aparentes. À medida que aumentava a taxa de deformação,

as viscosidades aparentes dos mingaus reconstituídos (0 a 50% de soja) decresceram e se aproximaram entre si, mostrando comportamento fortemente pseudoplástico ($0,52 \leq n \leq 0,81$, Tabela 9).

TABELA 9. Propriedades reológicas (a 15°C), segundo o modelo de "Lei de Potência", de mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções¹.

Mingau reconstituído	Índice de consistência (Kow)	Índice de comportamento do fluxo (n)	Caracterização do fluido
Controle	3.538,00 a	0,52 f	pseudoplástico
I	2.108,90 b	0,56 e	pseudoplástico
II	1.022,00 c	0,65 d	pseudoplástico
III	645,20 d	0,69 c	pseudoplástico
IV	325,40 e	0,77 b	pseudoplástico
V	172,50 e	0,81 a	pseudoplástico
D.M.S.	305,57	0,02	
C.V. (%)	8,56	0,86	

¹ As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

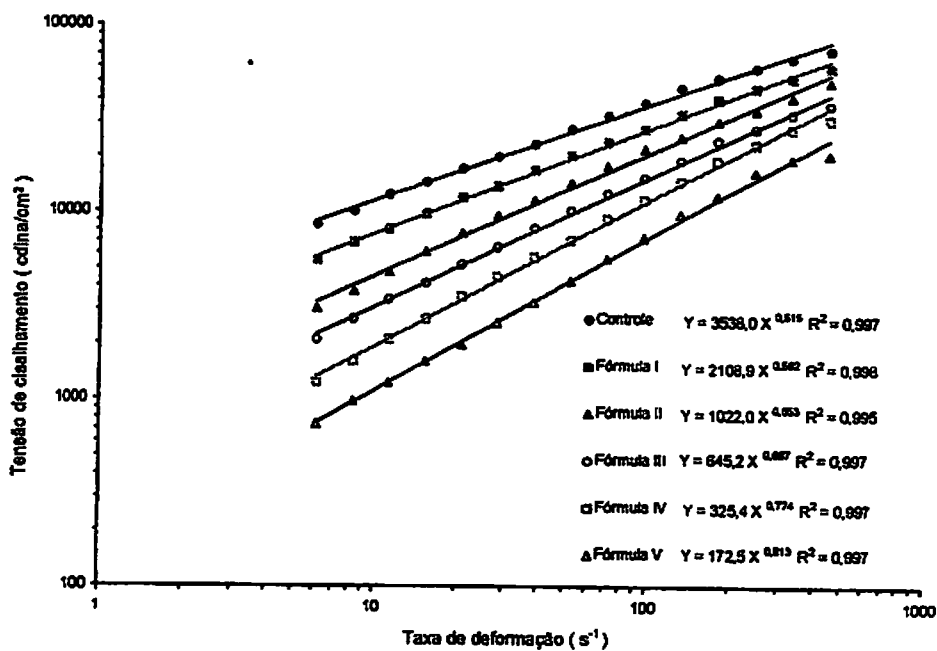


FIGURA 19. Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções, a 15°C.

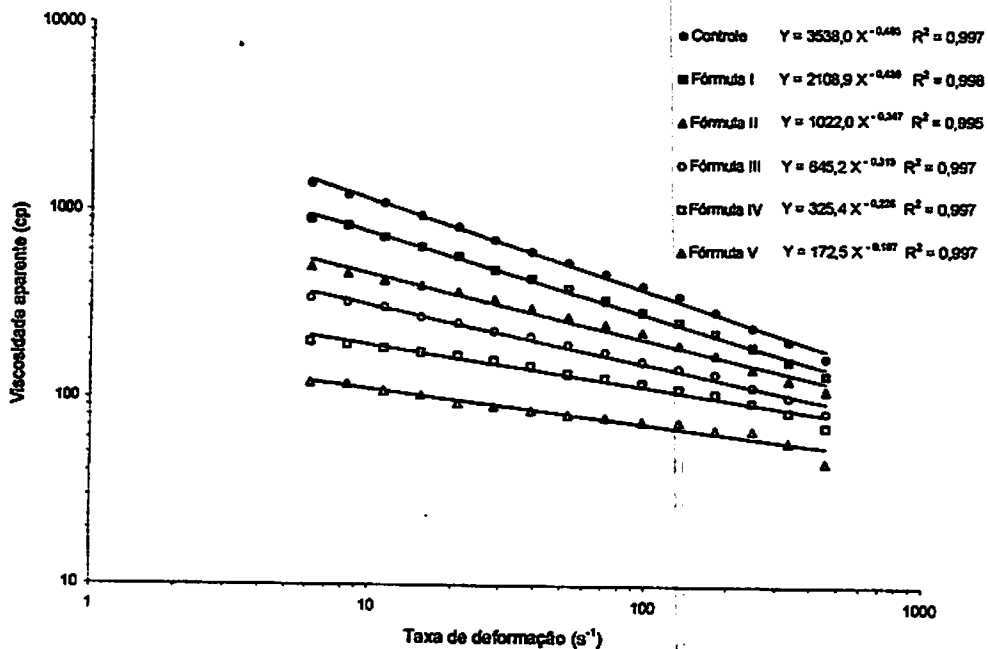


FIGURA 20. Relação entre viscosidade aparente e taxa de deformação dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.

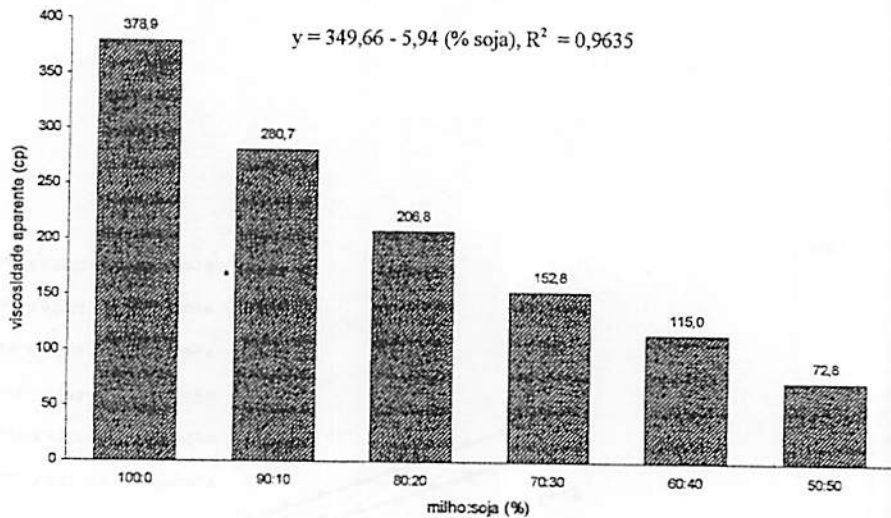


FIGURA 21. Viscosidade aparente ($T = 15^{\circ}\text{C}$; $\gamma = 100 \text{ s}^{-1}$) dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Segundo Forster e Ferrier (1979), o comportamento pseudoplástico poderia facilitar o bombeamento da bebida por ter exigido menos força para bombear a bebida numa maior velocidade, que é devido à redução da viscosidade da bebida em maiores taxas de deformação.

A viscosidade aparente dos mingaus reconstituídos, a taxa de deformação de 100 s^{-1} e a 15°C é mostrada na Figura 21. A viscosidade aparente variou de 378,9 a 72,8, para o controle (0% de soja) e o mingau reconstituído V (50% de soja), respectivamente.

De acordo com Oguntunde e Akintoye (1991), a viscosidade é dependente do teor de sólidos totais e da composição de proteína, lipídio, carboidrato, fibra bruta e cinzas. Kahn et al. (1990) e Forster e Ferrier (1979)

afirmaram que o comportamento do fluxo de alimentos é alterado pelas mudanças na temperatura.

Contudo, no presente trabalho, considerando-se que o conteúdo de sólidos totais seja próximo para todos os mingaus estudados, bem como usada a mesma temperatura (15°C) nas análises reológicas, sugere-se que o aumento nos teores de proteína, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta, e a diminuição de carboidratos, especialmente amido, com o aumento das proporções de soja nos mingaus reconstituídos tenham explicado os resultados encontrados.

4.7 Características sensoriais do mingau reconstituído e formulado

No estudo e desenvolvimento de mingaus desidratados, as propriedades sensoriais devem ser consideradas como requisitos de suma importância na sua elaboração e/ou aceitação, por parte dos consumidores.

A Tabela 10 mostra os resultados dos escores obtidos na avaliação sensorial de aparência, consistência e sabor dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções. Observa-se que os mingaus reconstituídos I, II e III, contendo respectivamente 10; 20 e 30% de soja, não apresentaram diferenças significativas entre si para os atributos sensoriais de aparência e consistência, tendo escores superiores àqueles contendo 40 e 50% de soja. Quanto ao atributo de sabor, não houve diferenças significativas entre os mingaus reconstituídos II e III, contendo respectivamente 20 e 30% de soja, sendo superiores aos demais. O mingau reconstituído V, contendo 50% de soja, foi o que apresentou os menores escores em todos os atributos estudados.

TABELA 10. Escores da avaliação sensorial de aparência, consistência e sabor para mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções¹.

Mingau reconstituído	Aparência	Consistência	Sabor
I	8,96 a	8,72 a	8,37 b
II	8,97 a	8,64 a	8,92 a
III	8,68 a	8,61 a	8,82 a
IV	8,33 b	8,28 b	8,24 b
V	7,93 c	7,81 c	7,71 c
D.M.S.	0,31	0,25	0,26
C.V. (%)	1,90	1,56	1,62

¹ As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se ainda pela mesma Tabela, que houve a melhoria no sabor dos mingaus reconstituídos com até 30% de soja, além do qual, ocorreu um decréscimo nos escores. Contudo, os escores para a aparência e a consistência diminuíram com o aumento das proporções de soja. Resultados semelhantes foram encontrados por Zoia, Wang e Sgarbieri (1997) em angus fortificados com farinha de soja desengordurada nos níveis de 0 a 50%.

Na Tabela 11 são apresentados os escores obtidos no teste de preferência pelos mingaus reconstituídos e formulados à base de mingau desidratado de canjiquinha e soja em diferentes proporções. Nota-se que os mingaus reconstituídos e formulados II e III, correspondentes respectivamente a 20 e 30% de soja, foram mais preferidos do que os demais pela equipe massal de provadores, apresentando maiores escores (acima de 8 = gostei muito).

TABELA 11. Preferência pelos mingaus reconstituídos e formulados à base de mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções¹.

Mingau reconstituído e formulado	Preferência
I	7,86 b
II	8,22 a
III	8,08 a
IV	7,35 c
D.M.S.	0,21
C.V. (%)	8,37

¹ As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultado semelhante foi verificado por Travaglini et al. (1980), os quais mostraram que a farinha composta à base de farinha de milho e de resíduo do extrato de soja na proporção de 70:30 (base seca) apresentou boa aceitabilidade, quando usada na formulação de misturas secas destinadas para sopas, polentas e mingaus.

Por outro lado, Plahar, Leung e Coon (1983) observaram que a fortificação com 10% de farinha de soja desengordurada na massa de milho fermentada aumentou a preferência do produto obtido, mas a fortificação em nível de 20% mostrou baixos escores sensoriais.

Desta maneira, acredita-se que, no presente trabalho, a preferência de provadores pelos mingaus reconstituídos e formulados tenha sido mais relacionada com o sabor do que com a aparência e a consistência (Tabela 10 e 11). A preferência de provadores pelos produtos à base de milho e soja pode variar conforme o tipo de produto.

5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais utilizadas na realização deste trabalho e de acordo com os resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

- Com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados de canjiquinha e soja, houve um aumento nos teores de proteína, extrato etéreo, cinzas, fibra bruta, fósforo, cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, cobre, cobalto, zinco, cromo, selênio, molibdênio e alumínio. Porém ocorreu uma diminuição nos teores de carboidrato. O teor de manganês não foi alterado.

- Os teores (mg/100g) de fósforo, potássio, magnésio, cobre e cobalto foram altos em alguns mingaus desidratados estudados, sendo semelhantes ao recomendado diário pela RDA.

- O aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados de canjiquinha e soja resultou num aumento da temperatura de viscosidade máxima de sua pasta. Contudo, a viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante e viscosidade final no ciclo de resfriamento diminuíram com o aumento das proporções de soja (0 a 50%).

- Houve um aumento no nitrogênio solúvel na água, no índice de solubilidade de nitrogênio, na proteína dispersível na água, no índice de dispersibilidade de proteína, na expansão de espuma e no volume de espuma, porém uma diminuição na absorção de água, na absorção de gordura, no índice de solubilidade na água, na atividade emulsificante, na estabilidade de emulsão e na sinérese, com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus desidratados de canjiquinha e soja.

- Os mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja nas respectivas proporções de 100:0; 90:10; 80:20; 70:30; 60:40 e 50:50%, mostraram comportamento pseudoplástico. A viscosidade

aparente diminuiu com o aumento das proporções de soja (0 a 50%) nos mingaus estudados.

- Os mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja nas proporções de 90:10; 80:20; 70:30 e 60:40% respectivamente, mostraram melhores aparência, consistência e sabor, sendo que aqueles com 20 e 30% de soja foram os mais preferidos pela equipe massal de provadores, tendo viscosidade aparente de 206,8 e 152,8 cp, respectivamente.

6 RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se os mingaus desidratados elaborados respectivamente com 100:0 e 90:10% de canjiquinha:soja para o uso em bolos e pães, enquanto que aqueles contendo respectivamente 80:20; 70:30; 60:40 e 50:50% de canjiquinha:soja, são recomendados para o uso em produtos cárneos, extensores de carne, queijos processados, maioneses, cremes, sopas, molhos, bebidas, produtos de confeitaria, de chocolataria e de panificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEYEMI, I.A.; KOMOLAFE, A.; AKINDELE, A.O. Properties of steam blanched maize flour as a constituent of weaning food. *Journal of Food Processing and Preservation*, Trumbull, v.13, n.2, p.133-144, Mar. 1989.
- ALMEIDA-DOMÍNGUEZ, N.G.; VALENCIA, M.E.; HIGUERA-CIAPARA, I. Formulation of corn-based snacks with high nutritive value; biological and sensory evaluation. *Journal of Food Science*, Chicago, v.55, n.1, p.228-231, Jan./Feb. 1990.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 7.ed. St. Paul:AACC, 1969. 2v.
- AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. *Official and tentative methods of the American Oil Chemist's Society*. 3.ed. Champaign:AOCS, 1980.
- AMINLARI, M.; FERRIER, L.K.; NELSON, A.I. Protein Dispersibility of spray-dried whole soybean milk base: effect of processing variables. *Journal of Food Science*, Chicago, v.42, n.4, p.985-988, July/Aug. 1977.
- ANDERSON, R.A.; CONWAY, H.F.; PFEIFER, V.F.; GRIFFIN JR. E.L. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. *Cereal Science Today*, St. Paul, v.14, n.1, p.4-12, Jan. 1969.
- ASHAF, H.R.L.; BWEMBYA, P.A. Supplementation of the tradicional Zambian diet with soybean products. *Nutrition Reports International*, v.38, n.4, p. 719-727, 1988. In: FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS, v.21, n.3, p.59, Mar. 1989. (Abst. 3GE).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Agriculture Chemists*. 9.ed. Washington, 1960. p.188.
- AYERNOR, G.S.; STEINBERG, M.P. Hydration and rheology of soy-fortified pregelged corn flours. *Journal of Food Science*, Chicago, v.42, n.1, p.65-69, Jan./Feb. 1977.

- BÄR, W.H. Efeito da granulometria na viscosidade e absorção de água de amostras de farinha de milho. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v.21, n.1, p.109-114, jan./mar. 1984.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J.A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, Ottawa*, v.37, n.8, p.911-917, Aug. 1959.
- BOOKWALTER, G.N.; KWOLEK, W.F.; BLACK, L.T. & GRIFFIN JR., E.L. Corn meal/soy flour blends: characteristics and food applications. *Journal of Food Science, Chicago*, v.36, n.6, p.1026-1032, nov./dec. 1971.
- BORDERÍAS, A.J.; MONTERO, P. Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas en alimentos. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valencia*, v.28, n.2, p.159-169, jun./ago. 1988.
- BRESSANI, R.; MURILLO, B.; ELÍAS, 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 1974.
- CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. *Proteínas alimentarias*. Zaragoza: Acirbia, 1989. 346 p.
- CIRCLE, S.J.; MEYER, E.W.; WHITNEY, R.W. Rheology of soy protein dispersions; effect of heat and other factors on gelation. *Cereal Chemistry, St. Paul*, v.41, n.3, p.157-172, May 1964.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. *Experimental designs*. 2.ed. New York: John Wiley, 1957. 611p.
- DENCH, J.E.; RIVAS, R.N.; CAYGILL, J.C. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) flour and two protein isolates. *Journal of the Science of Food and Agriculture, London*, v.32, n.6, p.557-564, June 1981.
- EKA, O.U. Chemical evaluation of nutritive value of soya paps and porridges, the Nigerian weaning foods. *Food Chemistry, Essex*, v.3, n.3, p.199-206, July 1978.
- FLEMING, S. E.; SOSULSKI, F. W.; KILARA, A.; HUMBERT, E. S. Viscosity and water absorption characteristics of slurries of sunflower and soybean flours, concentrates and isolates. *Journal of Food Science, Chicago*, v.39, n.1, p.188-191, Jan./Feb. 1974.

- FORSTER, L.L.; FERRIER, L.K. Viscometric characteristics of whole soybean milk. *Journal of Food Science*, Chicago, v.44, n.2, p.583-585, Mar./Apr. 1979.
- GWIAZDA, S.; RUTKOWSKI, A.; KOCON, J. Some functional properties of pea and soy bean protein preparations. *Nahrung*, Berlin, v.23, n.7, p.681-686, July 1979.
- HAYAKAWA, S.; NAKAI, S. Relationships of hydrophobicity and net charge to the solubility of milk and soy proteins. *Journal of Food Science*, Chicago, v.50, n.2, p.486-491, Mar./Apr. 1985.
- HIDALGO, J. Functional properties of food proteins from a biophysical point of view: *Biochemical Aspects of New Protein Food*. Copenhagen, FEBS, 1977. v.44, p.89-98 (Symposium A3).
- HSU, D.L.; LEUNG, H.K.; MORAD, M.M.; FINNEY, P.L.; LEUNG, C.T. Effect of germination on electrophoretic, functional and bread-baking properties of yellow pea, lentil and faba bean protein isolates. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v.59, n.5, p.344-350, Sept./Oct. 1982.
- HUTTON, C.W.; CAMPBELL, A.M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems; nitrogen solubility index and water absorption. *Journal of Food Science*, Chicago, v.42, n.2, p.454-456, Mar./Apr. 1977a.
- HUTTON, C.W.; CAMPBELL, A.M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems and in a food system; emulsion properties, thickening function and fat absorption. *Journal of Food Science*, Chicago, v.42, n.2, p.457-460, Mar./Apr. 1977b.
- JAMES, C.; SLOAN, S. Functional properties of edible rice bran in model systems. *Journal of Food Science*, Chicago, v.49, n.1, p.310-311, Jan./Feb. 1984.
- KAHN, R.; STEHLI, D.; WEIL, L.S.; STEINBERG, M.P.; YAMASHITA, N. Activity and mobility of water in sweetened concentrated desludged soy beverages and their rheological properties. *Journal of Food Science*, Chicago, v.55, n.2, p.537-542, Mar./Apr. 1990.
- KAKADE, M.L.; SIMONS, N.R.; LIENER, I.E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v.46, n.5, p.518-526, Sept. 1969.

- KINSELLA, J.E.; MELACHOURIS, N. Functional properties of proteins in foods; a survey. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v.7, n.3, p.219-280, Apr. 1976.
- KRAUSE, M.V.; MAHAN, L.K. Minerais. In: **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 8.ed. São Paulo: Roca, 1994, p.129-163.
- LAWHON, J.T.; CATER, C.M.; MATIL, K.F. A comparative study of the whipping potential of an extract from several oil seed flours. **Cereal Science Today**, St. Paul, v.17, n.4, p.240-294, Apr. 1972.
- LIN, M.J.Y.; HUMBERT, E.S.; SOSULSKI, F.W. Certain functional properties of sunflower meal products. **Journal of Food Science**, Chicago, v.39, n.2, p.368-370, Mar./Apr. 1974.
- MAGA, J. A.; LORENZ, K. Sensory and functional properties of extruded corn-soy blends. **Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie**, Zurich, v.11, p.185-187, 1978.
- MARTIN, M.E.L.; COELHO, D.T.; ANDRADE, N.J.; CHAVES, J.B.P. 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.
- MATSUDOMI, N.; SASAKI, T.; KATO, A.; KOBAYASHI, K. Conformational Changes and Functional Properties of Acid modified Soy Protein. **Agricultural of Biological Chemistry**, Tokyo, v.49, n.5, p.1251-1256, May 1985.
- MATTHEWS, R.H.; SHARPE, E.J.; CLARK, W.M. Some functional properties of processed corn meal as related to use in bread, beverages and porridges. **Cereal Science Today**, St. Paul, v.15, n.7, p.208-210, July 1970.
- MAZURS, E.G.; SCHOCH, T.J.; KITE F.E. Grafical analysis of the Brabender viscosity curves of various starches. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.34, n.3, p.141-153, May 1957.
- McWATTERS, K.H.; HOLMES, M.R. Influence of moist heat on solubility and emulsification properties of soy and peanut flours. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, n.3, p.774-776, May/June 1979.
- MITCHELL, H.S.; RYNBERGEN, H.J.; ANDERSON, L. E DIBBLE, M.V. Metabolismo Hídrico e Mineral. In: **Nutrição**. 17 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978, p.47-71.

- NATH, J.P.; RAO, M.S.N. Functional Properties of Guar Proteins. *Journal of Food Science*, Chicago, v.46, n.4, p.1255-1259, Jul./Aug. 1981.
- NAVICKIS, L.L.; BAGLEY, E.B. A comparison between corn starch and dry milled corn products in their dispersion properties. *Starch/Starke*, Deerfield-Beach, v.38, n.7, p.217-220, 1986.
- NYOTU, H.G.; ALLI, I.; PAQUETTE, G. Soy supplementation of a maize based kenyan food (ugali). *Journal of Food Science*, Chicago, v.51, n.5, p.1204-1207, Sept./Oct. 1986.
- OGUNTUNDE, A.O.; AKINTOYE, O.A. Measurement and comparison of density, specific heat and viscosity of cow's milk and soymilk. *Journal of Food Engineering*, Essex, v.13, n.3, p.221-230, Mar. 1991.
- PHILLIPS, R.D.; STERNBERG, M. Corn protein concentrate; functional and nutritional properties. *Journal of Food Science*, Chicago, v.44, n.4, p.1152-1161, July/Aug. 1979.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 10.ed. São Paulo: Nobel, 1982. 430p.
- PLAHAR, W.A.; LEUNG, H.K. Composition of Ghanaian fermented maize meal and the effect of soya fortification on sensory properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.34, n.1, p.407-411, Jan. 1983.
- PLAHAR, W.A.; LEUNG, H.K.; COON, C.N. Effects of dehydration and soy fortification on physicochemical, nutritional and sensory properties of Ghanaian fermented maize meal. *Journal of Food Science*, Chicago, v.48, n.4, p.1255-1259, July/Aug. 1983.
- RDA - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Recommended dietary allowances*. 10.ed. Washington: National Academy Press, 1989. 284p.
- SANDERSON, G.R. Polysaccharides in foods. *Food Technology*, Chicago, v.35, n.7, p.50-57 and 83, July 1981.
- SATTERLEE, L.D.; BEMBERS, M.; KENDRICK, J.G. Functional properties of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris*) protein isolate. *Journal of Food Science*, Chicago, v.40, n.1, p.81-84, Jan./Feb. 1975.

- SCHAFFNER, D.W.; BEUCHAT, L.R. Functional properties of freeze-dried powders of unfermented and fermented aqueous extracts of legume seeds. *Journal of Food Science*, Chicago, v.51, n.3, p.629-636, Apr./May 1986.
- SKRIVER, A.; ROEMER, H.; QVIST, K.B. Rheological characterization of stirred yoghurt; viscometry. *Journal of Texture Studies*. Westport, v.24, n.2, p.185-198, Mar./Apr. 1993.
- SOETRISNO, U.; HOLMES, Z.A.; MILLER, L.T. Effect of heating times of soybean on vitamin B-6 and folacin retention, trypsin inhibitor activity, and microstructure changes. *Journal of Food Science*, Chicago, v.47, n.2, p.530-537, Mar./Apr. 1982.
- SOSULSKI, F. W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v.39, n.4, p.344-350, July 1962.
- STAUSS, K.B. Process of making shelf stable, nutrient fortified cereal based food. United States patent US 4 478 857, 1984. In: FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS, v.17, n.7, p.127, July 1985. (Abst. 7M26).
- TRAVAGLINI, D.A.; SILVEIRA, E.T.F.; TRAVAGLINI, M.M.E.; VITTI, P.; PEREIRA, L.; AGUIRRE, J.M. de; CAMPOS, S.D.S. de; GERALDINI, A.M.; FIGUEIREDO, I.B. Processamento de farinha composta de residuo do extrato de soja e milho. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.17, n.3, p.275-296, jul./set. 1980.
- URBANSKI, G.E.; WEI, L.S.; NELSON, A.I; STEINBERG, M.P. Rheology and water imbibing of major fractions of soybean beverage. *Journal of Food Science*, Chicago, v.47, n.3, p.1021-1022, May/June 1982.
- VAN DE KAMER, J.H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v.29, n.4, p.239-251, July/Aug. 1952.
- VIJAYAGOPAL, K.; BALAGOPALAN, C.; MOORTHY, S.N.; TRIVANDRUM; KERALA. Gelatinization and liquefaction of Cassava flour; effect of temperature, substrate and enzyme concentrations. *Starch/Starke*, New York, v.40, n.8, p.300-302, Aug. 1988.
- VISSER, A.; THOMAS, A. Review: Soya protein products - their processing, functionality, and application aspects. *Food Reviews International*, New York, v.3, n.1-2, p.1-32, Jan./Feb. 1987.

- VOLKERT, M.A.; KLEIN, B.P. Protein dispersibility and emulsion characteristics of four soy products. *Journal of Food Science*, Chicago, v.44, n.1, p.93-96, Jan./Feb. 1979.
- VOUTSINAS, L.P.; CHEUNG, E.; NAKAI, S. Relationships of hidrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. *Journal of Food Science*, Chicago, v.48, n.1, p.26-32, Jan./Feb. 1983.
- WAGNER, J.R.; AÑON, M.C. Influence of desnaturacion, hidrophobicity and sulphhydryl content on solubility and water absorbing capacity of soy protein isolates. *Journal of Food Science*, Chicago, v.55, n.3, p.765-770, Mar./Apr. 1990.
- WALL, J.S. Properties of protein contributing to functionality of cereal foods. *Cereal Foods World*, Peoria, v.24, n.7, p.288-292, July 1979.
- WANG, S.H.; CABALLERO-CORDOBA, G.M.; SGARBIERI, V.C. Propriedades funcionais de misturas de farinhas de trigo e soja desengordurada, pré-tratadas por microondas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.12, n.1, p.14-25, jan./jun. 1992.
- WANG, S.H.; ZOIA, W.F. Propriedades funcionais de misturas de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.12, p.1979-1985, dez. 1994.
- WANINK, J.F.; VLIET, T. van; NOUT, M.J.R. Effect of roasting and fermentation on viscosity of cereal-legume based food formulas. *Plant Foods for Human Nutrition*, v.46, n.2, p.117-126, Feb. 1994.
- WILLIAMS, S.R. Minerais. In: *Fundamentos de nutrição e dietoterapia*. 6.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. p.144-173.
- WOLF, W.J. Soybean proteins; their functional, chemical and physical properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.18, n.6, p.969-976, June 1970.
- YASUMATSU, K.; SAWADA, K.; MORITAKA, S.; MISAKI, M.; TODA, J.; WADA, T.; ISHII, K. Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry*, Tokyo, v.36, n.5, p.719-727, May 1972.

ZOIA, W.F.; WANG, S.H.; SGARBIERI, V.C. Características sensoriais e nutricionais de angus fortificados com diferentes níveis de farinha de soja desengordurada. Alimentos e Nutrição, São Paulo, v.8, p.49-56, 1997.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A Resumo das análises de variância relativas à composição centesimal (% base seca) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.	83
TABELA 2A Resumo das análises de variância relativas à composição em minerais (mg/100g, b.s.) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.	84
TABELA 3A Resumo das análises de variância relativas às propriedades de viscosidade de pasta dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.	85
TABELA 4A Resumo das análises de variância relativas às absorções de água (AA) e de gordura (AG), índice de solubilidade na água (ISA), nitrogênio solúvel na água (NSA), índice de solubilidade de nitrogênio (ISN), proteína dispersível na água (PDA), índice de dispersibilidade de proteína (IDP), atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.	86
TABELA 5A Resumo das análises de variância relativas à expansão de espuma (Exp.esp.), volume de espuma (V. Esp.) e Sinérese (S) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.	87
TABELA 6A Resumo das análises de variância relativas à composição química (g/100ml) dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.	87

ANEXO A

Página

TABELA 7A	Resumo das análises de variância relativas ao índice de consistência (K_{ow}) e índice de comportamento do fluxo (n) dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.	88
TABELA 8A	Resumo das análises de variância relativas à viscosidade aparente ($T = 15^{\circ}\text{C}$; $\gamma = 100 \text{ s}^{-1}$) dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.	88
TABELA 9A	Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, consistência e sabor dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.	89
TABELA 10A	Resumo da análise de variância relativa à preferência dos mingaus reconstituídos e formulados à base de mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.	89
TABELA 11A	Resumo da correlação entre as propriedades funcionais.	90

TABELA 1A. Resumo das análises de variância relativas à composição centesimal (% base seca) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G. L.	Quadrado médio				
		Proteína	Extrato etéreo	Cinzas	Fibra bruta	Carboidrato
Regressão linear	1	794,3575*	106,6149*	5,8834*	1,1933*	1.766,3320*
Regressão quadrática	1	0,6230*	0,0143	0,0112*	0,5743*	3,1423*
Regressão cúbica	1	3,2001*	0,0083	0,0005	0,1510*	2,1609*
Resíduo	12	0,0391	0,2281	0,0012	0,0076	0,1941

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2A. Resumo das análises de variância relativas à composição em minerais (mg/100g, b.s.) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G. L.	Quadrado médio					
		Fósforo	Cálcio	Potássio	Sódio	Magnésio	Ferro
Regressão linear	1	14.762,6263*	8.675,2289*	448.870,1867*	7,3510*	16.087,0512*	3,1623*
Regressão quadrática	1	129,7168*	74,0892*	183,1426*	0,3665*	7,1913*	0,0014*
Regressão cúbica	1	4,9766*	21,3448*	1.068,9260*	0,1923*	34,7625*	0,00006
Resíduo	12	0,7300	0,0100	0,1751	0,0008	0,0098	0,0001

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

84

Continuação da TABELA 2A

Causa de variação	G. L.	Quadrado médio							
		Cobre	Cobalto	Zinco	Cromo	Selênio	Manganês	Molibdênio	Alumínio
Regressão linear	1	0,7986*	0,0039*	3,0891*	0,0027*	0,0491*	0	0,0429*	23,5472*
Regressão quadrática	1	0,0014*	0	0,0160*	0	0,0003*	0	0	1,5369*
Regressão cúbica	1	0,0012*	0	0,0286*	0	0,0075*	0	0	0,0187*
Resíduo	12	0,0004	0	0,0006	0	0,0005	0	0	0,0040

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3A. Resumo das análises de variância relativas às propriedades de viscosidade de pasta dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G. L.	Quadrado médio			
		tº de viscosidade máxima	Viscosidade máxima	Viscosidade mínima à tº constante	Viscosidade final no ciclo de resfriamento
Regressão linear	1	184,6172*	727.474,2857*	35.490,0000*	783.241,0714*
Regressão quadrática	1	53,3048*	15.793,7500*	1.500,8929*	6.758,0357*
Regressão cúbica	1	13,1914*	92.433,7500*	220,4167*	6.510,4167*
Resíduo	12	0,1172	41,6667	14,5833	64,5833

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4A. Resumo das análises de variância relativas às absorções de água (AA) e de gordura (AG), índice de solubilidade na água (ISA), nitrogênio solúvel na água (NSA), índice de solubilidade de nitrogênio (ISN), proteína dispersível na água (PDA), índice de dispersibilidade de proteína (IDP), atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio				
		AA	AG	ISA	NSA	ISN
Regressão linear	1	11.133,8868*	3.125,5973*	487,8019*	1,2856*	317,3401*
Regressão quadrática	1	114,9120*	70,4269*	19,9814*	0,0383*	5,7967*
Regressão cúbica	1	164,1099*	0,0395	4,6407*	0,0058*	1,4622*
Resíduo	12	6,7065	5,1878	2,8705	0,0001	0,1864

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Continuação da TABELA 4A

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio			
		PDA	IDP	AE	EE
Regressão linear	1	220,4878*	1.925,0813*	28,9417*	29,4263*
Regressão quadrática	1	5,3186*	0,1545	1,6032*	1,8088*
Regressão cúbica	1	0,0307*	0,3745*	0,0064	0,0117
Resíduo	12	0,0291	0,4954	1,2798	1,2778

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 5A. Resumo das análises de variância relativas à expansão de espuma (Exp.esp.), volume de espuma (V. Esp.) e Sinérese (S) dos mingaus desidratados elaborados com canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio				
		Exp.Esp.	V.Esp. 30 min	V.Esp. 60 min	S 30min	S 60min
Regressão linear	1	137,7810*	1.639,1839*	271,2087*	6.948,8762*	2.137,6190*
Regressão quadrática	1	2,1525*	19,0740*	4,4640*	36,5714*	1,5873
Regressão cúbica	1	4,0128*	8,6868*	0,2282	204,1185*	97,9630*
Resíduo	12	2,3123	0,9661	1,1408	7,1111	7,7222

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

87

TABELA 6A. Resumo das análises de variância relativas à composição química (g/100ml) dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio					
		Sólidos totais	Proteína	Extrato etéreo	Cinzas	Fibra bruta	Carboidrato
Fórmula	5	0,0021*	1,2444*	0,1644*	0,0089*	0,0029*	2,8113*
Resíduo	12	0,00004	0,0003	0,0017	0,00002	0,00005	0,0016

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 7A. Resumo das análises de variância relativas ao índice de consistência (Kow) e índice de comportamento do fluxo (n) dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio	
		Índice de consistência (Kow)	Índice de comportamento do fluxo (n)
Fórmula	5	5.017.063,9272*	0,0405*
Resíduo	12	12.405,4954	0

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 8A. Resumo das análises de variância relativas à viscosidade aparente ($T = 15^{\circ}\text{C}$; $\gamma = 100 \text{ s}^{-1}$) dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio
		Viscosidade aparente
Regressão linear	1	185.185,4439*
Regressão quadrática	1	6.562,1722*
Regressão cúbica	1	410,5550*
Resíduo	12	29,3417

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 9A. Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, consistência e sabor dos mingaus reconstituídos elaborados com mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio		
		Aparência	Consistência	Sabor
Bloco (ajustado)	9	0,0330*	0,0081	0,0345*
Fórmula (não ajustada)	4	0,9892*	0,7040*	1,1797*
Resíduo	16	0,0227	0,0148	0,0155

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 10A. Resumo da análise de variância relativa à preferência dos mingaus reconstituídos e formulados à base de mingaus desidratados de canjiquinha e soja em diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio
		Preferência
Bloco	129	0,3576
Fórmula	3	18,9147*
Resíduo	387	0,4341

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 11A. Resumo da correlação entre as propriedades funcionais.

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)
AG X AA	0,9720*
NSA X ISN	0,9973*
PDA X IDP	0,9876*
NSA X ISA	-0,8816*
ISN X ISA	-0,8838*
PDA X ISA	-0,9039*
IDP X ISA	-0,9415*
ISA X AA	0,9476*
NSA X AA	-0,9341*
ISN X AA	-0,9436*
PDA X AA	-0,9464*
IDP X AA	-0,9735*
NSA X PDA	0,9916*
ISN X IDP	0,9756*
ISN X AG	-0,9448*
IDP X AG	-0,9716*
AE X NSA	-0,7881*
AE X ISN	-0,7770*
AE X PDA	-0,8285*
AE X IDP	-0,8174*
EE X NSA	-0,7901*
EE X ISN	-0,7789*
EE X PDA	-0,8307*
EE X IDP	-0,8183*
AE X EE	0,9995*
AE X AG	0,7292*
EE X AG	0,7284*
AE X AA	0,7612*
EE X AA	0,7601*
Exp.Esp. X NSA	0,8888*
Exp.Esp. X ISN	0,8879*
Exp.Esp. X PDA	0,9042*
Exp.Esp. X IDP	0,9018*
Exp.Esp. X Vol. Esp. após 30 min	0,9010*
Exp.Esp. X Vol. Esp. após 60 min	0,8993*
Exp.Esp. X Sinérese após 30 min	-0,8461*
Exp.Esp. X Sinérese após 60 min	-0,8035*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.