

GLENYS MABEL CABALLERO CÓRDOBA

OBTENÇÃO DE SOPA CREMOSA SEMI-INSTANTÂNEA À
BASE DE FARINHAS DE TRIGO E SOJA DESENGORDURADA

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como parte das
exigências do curso de mestrado em
Ciência dos Alimentos, para obtenção do
grau de MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1991

EMITIDA EM 20 DE ABRIL DE 1951

RECEITA DE SOJA CREMOSA SEMI-INSTANTANEA
BASE DE FARINHAS DE TRIGO E SOJA DEBENIGORADA

Este produto é destinado a ser usado
de acordo com as instruções
de uso que acompanham o produto.
Cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais,
Brasil, em 20 de Abril de 1951.

[REDACTED]

[REDACTED]

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1951

**OBTENÇÃO DE SOPA CREMOSA SEMI-INSTANTÂNEA
À BASE DE FARINHAS DE TRIGO E SOJA DESENGORDURADA**

APROVADA:

Sin-Huei Wang

**Dra. Sin-Huei Wang
Orientadora**

Lair C. Cabral

Dr. Lair Chaves Cabral

Evódio Vilela

Dr. Evódio Ribeiro Vilela

DEFENSA DE SÓA CRENSA SEMI-INSTANTEA
O BASE DE FARMAS DE TRIGO E SOJA DESTROKADA

Dr. Sui-tung Wong
Dr. Sui-tung Wong
Osteopata

Dr. Eric Ching Capra
Dr. Eric Ching Capra

Dr. Sueton Ribeiro Vieira
Dr. Sueton Ribeiro Vieira

*¡El genio ! .. Alguien ha dicho que era
una gran paciencia. Yo aseguro que el genio
es el premio de un gran trabajo.*

Benavente

A mis padres: José Irene y Elia Glenys

A mis hermanos: José y Venancio

A mis abuelos: Elías y Eutímia

*A mis tíos: Ernesto, Hermes, Rosita,
Edy, Yeya y Juana Rosa.*

*A mis primos: Lesbia, Jorgito, Monique,
Gina y Kumar.*

*A Armando Semedo Mendes
con amor y cariño*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar meus caminhos e ser o alimento da alma e do espírito.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo durante o curso de mestrado e de Auxílio Pesquisa para a realização da parte experimental da tese.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade concedida para a realização do curso.

À professora Dr^a Sin-Huei Wang, pela orientação deste trabalho e pela amizade e dedicação.

Ao professor Dr. Valdemiro C. Sgarbieri, pela orientação nos ensaios biológicos e pela permissão do uso de biotério do DEPAN-FEA-UNICAMP.

À professora Dr^a Maria Amélia C. Moraes, pela orientação nas análises sensoriais.

Aos professores: Paulo Roberto Clemente, Evódio Ribeiro Vilela , Admilson Bosco Chitarra, Maria Isabel F. Chitarra e Vânia Dea de Carvalho (EPAMIG), pela permissão do uso de laboratório.

Ao professor Joel Augusto Muniz, pela orientação nas análises estatísticas.

Aos amigos: Eliana Pinheiro de Carvalho, Arie Fitzgerald, Roberto Savelli, José Ignácio, Maria Teresa, Deborah S. Bonnas, Israel Calori, Júlia Cascardo, Marlene Vargas, Joaquín Patarroyo, Gicelda e Claudinha, pelo apoio e amizade.

Aos meus tios: Victor Manuel e Glória Barletta, pelo amor e suporte nos momentos difíceis.

A Cidinha e Cláudia, pela ajuda nos testes sensoriais.

À família Guevara, pela preocupação e carinho .

A todos os professores e funcionários do DCA, que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente para que este trabalho se concretize.

Aos colegas e funcionários do DEPAN-FEA-UNICAMP, pela ajuda e carinho demonstrados durante a realização dos ensaios biológicos.

Aos colegas e amigos da pós-graduação, que foram motivos de felicidade e sumos criadores das mais belas lembranças que um ser humano possa guardar na alma e no coração.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Propriedades funcionais de trigo e/ou soja	04
2.2. Características nutricionais e organolépticas dos produtos alimentares à base de trigo e soja..	10
2.3. Perdas nutricionais por aquecimento convencional.	17
2.4. Uso de microondas	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Material	23
3.2. Métodos	25
3.2.1. Classificação granulométrica	25
3.2.2. Composição centesimal aproximada	25
3.2.3. Preparo de farinha pré-cozida mista	26
3.2.3.1. Tratamento das farinhas de trigo e soja desengordurada com micro- ondas	26
3.2.3.2. Avaliação sensorial das farinhas pré-cozidas	26

3.2.3.3. Obtenção da farinha pré-cozida mista	26
3.2.4. Determinação das propriedades funcionais da farinha pré-cozida mista	27
3.2.4.1. Viscosidade de pasta	27
3.2.4.2. Absorção de água	29
3.2.4.3. Absorção de gordura	29
3.2.4.4. Índice de solubilidade de nitro- gênio	30
3.2.4.5. Propriedades emulsificantes	30
3.2.4.6. Propriedades espumantes	30
3.2.5. Caracterização nutricional da farinha pré-cozida mista	31
3.2.6. Preparo da sopa cremosa semi-instantânea...	37
3.2.7. Avaliação sensorial da sopa cremosa.....	38
3.2.8. Análise estatística.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1. Distribuição do tamanho de partícula das farinhas de trigo e soja desengordurada.....	40
4.2. Composição centesimal aproximada das farinhas de trigo e soja desengordurada.....	41
4.3. Avaliação sensorial das farinhas pré-cozidas.....	42
4.4. Propriedades funcionais da farinha pré-cozida mista.....	42

4.5. Aspectos nutricionais das farinhas pré-cozidas mistas	78
4.6. Características organolépticas da sopa cremosa ..	86
5. CONCLUSÕES	93
6. RESUMO	96
7. SUMMARY	98
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	100

LISTA DE QUADROS

QUADRO		PÁGINA
1	Formulação de farinha mista	27
2	Composição centesimal das dietas utilizadas nos ensaios biológicos	33
3	Composição centesimal da mistura salina utilizada nas dietas para os ensaios biológicos	33
4	Composição da mistura vitamínica (mg/kg) utilizada nas dietas para os ensaios biológicos	34
5	Distribuição de tamanho de partícula de farinhas de trigo e soja desengordurada	40
6	Composição centesimal aproximada (% base seca) das farinhas de trigo e soja desengordurada....	41

QUADRO

PÁGINA

7	Escores obtidos no teste de preferência através da Ordenação para sopas cremosas de trigo obtidas com farinha de trigo aquecida com microondas por vários tempos	43
8	Escores obtidos no teste de preferência através da Ordenação para sopas cremosas de soja obtidas com farinha de soja desengordurada aquecida com microondas por vários tempos.....	43
9	Características de viscosidade de pasta das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.....	44
10	Absorção de água e de gordura (% base seca) das farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções..	55
11	Nitrogênio solúvel na água e índice de solubilidade de nitrogênio (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções..	59

QUADRO

PÁGINA

12	Propriedades emulsificantes (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções	64
13	Propriedades espumantes (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções	71
14	Composição centesimal aproximada (% base úmida) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções	79
15	Balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções	80

QUADRO

PÁGINA

16	Quociente de eficiência protéica (PER) e eficiência alimentar (EA) das diferentes farinhas pré cozidas mistas, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.....	81
17	Escores obtidos na avaliação de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de cenoura, preparadas à base de farinhas de trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções	87
18	Escores obtidos na avaliação sensorial de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de chuchu, preparadas à base de farinhas de trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções	89
19	Escores obtidos no teste massal de preferência através da Ordenação das sopas cremosas com sabor de cenoura	91
20	Escores obtidos no teste massal de preferência através da Ordenação das sopas cremosas com sabor de chuchu	91

QUADRO

PÁGINA

21	Resumo das análises de variância relativas às propriedades de viscosidade de pasta.....	115
22	Resumo das análises de variância relativas às absorções de água (AA) e de gordura (AG), nitrogênio solúvel na água (NSA), índice de solubilidade de nitrogênio (ISN), atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE).....	115
23	Resumo das análises de variância relativas à expansão de espuma (Exp.Esp.), volume de espuma (V.Esp.) e sinérese (S).....	116
24	Resumo da correlação entre a proporção de soja desengordurada na farinha mista e a propriedade funcional	117
25	Resumo da correlação entre as propriedades funcionais	117
26	Resumo das análises de variância relativas à composição centesimal (% base úmida) das farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções..	118

QUADRO

PÁGINA

27	Resumo das análises de variância relativas ao balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente da proteína (NPU_a)..	119
28	Resumo das análises de variância do quociente de eficiência protéica (PER) e eficiência alimentar (EA)	119
29	Resumo da correlação entre análises nutricionais	120
30	Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de cenoura	121
31	Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de chuchu	122

LISTA DE FIGURAS

FIGURA

PÁGINA

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Amilogramas das farinhas pré-cozidas mistas I, II, III, IV, V e VI, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.... | 45 |
| 2 | Amilogramas das farinhas cruas mistas (controles) I, II, III, IV, V e VI, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções. | 46 |
| 3 | Amilogramas das farinhas pré-cozidas mista I e crua mista I (controle), elaboradas com 90% de trigo e 10% de soja desengordurada | 47 |
| 4 | Amilogramas das farinhas pré-cozidas mista II e crua mista II (controle), elaboradas com 80% de trigo e 20% de soja desengordurada | 48 |

FIGURA

5	Amilogramas das farinhas pré-cozida mista III e crua mista III (controle), elaboradas com 70% de trigo e 30% de soja desengordurada	49
6	Amilogramas das farinhas pré-cozidas mista IV e crua mista IV (controle), elaboradas com 60% de trigo e 40% de soja desengordurada	50
7	Amilogramas das farinhas pré-cozidas mista V e crua mista V (controle), elaboradas com 50% de trigo e 50% de soja desengordurada	51
8	Amilogramas das farinhas pré-cozida mista VI e crua mista VI (controle), elaboradas com 40% de trigo e 60% de soja desengordurada	52
9	Efeito da proporção de trigo e soja desengordurada nas absorções de água e de gordura das diferentes farinhas pré-cozidas mistas	56
10	Índice de solubilidade de nitrogênio das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de trigo e soja desengordurada	61

FIGURA

PÁGINA

11	Absorção de água das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, constituídas de trigo e soja desengordurada, em função do nitrogênio solúvel na água	62
12	Efeito da proporção de trigo e soja desengordurada na atividade emulsificante e estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas.....	65
13	Efeito do nitrogênio solúvel na água na atividade de emulsificante e estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas constituídas de trigo e soja desengordurada	67
14	Estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, constituídas de trigo e soja desengordurada, em função da atividade emulsificante.....	69
15	Expansão de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de trigo e soja desengordurada	72

FIGURA

PÁGINA

16	Volume de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de trigo e soja desengordurada	73
17	Sinérese de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de trigo e soja desengordurada	74
18	Expansão de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, constituídas de trigo e soja desengordurada, em função do nitrogênio solúvel na água	77
19	Crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos de PER das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, elaboradas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções	82

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil apresenta altos índices de desnutrição protéico-energética que limitam o desenvolvimento físico e mental da população. Por tais motivos, é de vital importância oferecer às classes de baixo poder aquisitivo alimentos alternativos, de fácil preparo e com alto valor biológico, que possam atender as necessidades nutricionais das mesmas.

O Brasil se apresenta como o segundo maior produtor mundial de soja, portanto, a soja constitui uma solução a curto, médio e longo prazo, para a formulação de produtos protéicos de baixo custo.

Adição da farinha de soja desengordurada à farinha de trigo resulta na melhoria da qualidade protéica, através da complementação de aminoácidos e do aumento no teor das proteínas totais, podendo vir a substituir parcial e/ou totalmente as proteínas de origem animal. Sendo assim, acredita-se que o desenvolvimento de uma sopa cremosa semi-instantânea à base de farinhas de trigo e soja desengordurada possa constituir em um alimento alternativo de baixo custo, com boa qualidade protéico-energética.

Um tratamento térmico com tempos variáveis é normalmente aplicado para os produtos à base de soja com finalidade de inativar fatores antinutricionais e melhorar a palatabilidade. A utilização do aquecimento por microondas na indústria de alimentos tem proporcionado a possibilidade de obter produtos com melhores características sensoriais e nutricionais em menor tempo, sem que haja apreciável alteração nas propriedades funcionais. Desta forma foi realizado o presente trabalho com os seguintes objetivos:

OBJETIVO GERAL

Desenvolver um processo para a elaboração de sopa cremosa semi-instantânea, usando-se basicamente farinhas de trigo e soja desengordurada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estabelecer isoladamente o tempo adequado de cozimento por microondas para farinhas de trigo e soja desengordurada.

Determinar algumas propriedades funcionais das diferentes formulações de farinha pre-cozida mista.

Determinar o valor nutricional das diferentes formulações de farinha pré-cozida mista.

- Avaliar as características organolépticas da sopa cremosa semi-instantânea.

2. REVISÃO DE LITERATURA

BRESSANI (10) afirmou que a soja tem contribuído nos sistemas alimentares, melhorando a qualidade protéico-calórica de misturas, devido ao alto valor biológico de suas proteínas. Além disso, os produtos protéicos de soja contribuem também, na maioria das vezes, para melhorar certas propriedades funcionais dos sistemas alimentares.

De acordo com FREITAS (26), a soja desempenha diversas funções nos sistemas alimentares, quer como fonte de proteína, quer como agente de retenção de umidade, como ligante, para mudar a textura, desenvolver a cor agradável, promover maior vida de prateleira, melhorar a aparência visual e outras, colaborando decisivamente para a melhoria dos produtos, não só em relação às características organolépticas, mas sobretudo, ao valor nutricional dos mesmos.

DUTRA DE OLIVEIRA & DOS SANTOS (22) constataram que os produtos da soja bem-processados são de boa qualidade para as crianças e adultos normais, quando os mesmos forem administrados

em quantidades suficientes que atendam as necessidades humanas . E sobre as condições de "sub-nutrição infantil", os produtos de soja, como leite de soja, têm contribuído para a recuperação de crianças, mostrando resultados similares àqueles obtidos com proteína de origem animal.

Conforme DEL VALLE (18), as proteínas da soja são combinadas com outras proteínas em três casos importantes: extensão, suplementação e mistura de diferentes proteínas vegetais. Sendo assim, a extensão envolve a adição de soja às proteínas de origem animal com o propósito de incrementar o rendimento e diminuir os custos de produtos acabados, mantendo o valor nutricional constante. A suplementação se refere à adição de proteína de soja aos cereais, com o propósito de melhorar seus valores nutricionais. Finalmente, a mistura de diferentes proteínas vegetais se refere à mistura de mandioca ou batata com soja que implica a complementação de aminoácidos, fazendo com que o balanço de aminoácidos seja superior àquele dos componentes individuais.

2.1. Propriedades funcionais de trigo e/ou soja

Segundo KINSELLA (40), as propriedades funcionais de uma proteína se referem às características físico-químicas e às interações de proteínas com outros componentes em alimentos que determinam o uso e êxito de ingredientes protéicos em sistemas alimentares. Estas propriedades são importantes, pois afetam o processamento, o preparo e os atributos da qualidade de alimentos.

KINSELLA (39), em outro estudo, constatou que a proteína de soja possui boas propriedades funcionais tais como: viscosidade, absorção de água e gordura, solubilidade, capacidade emulsificante e capacidade coesivo-adesiva, o que permite seu uso em sistemas alimentares como: fabricação de bebidas, hamburguers, molhos, sopas, salsichas e pães.

WALL (77) fez uma revisão de literatura sobre propriedades de proteína contribuindo à funcionalidade de alimentos cereais e chegou às seguintes conclusões: a) a solubilidade de proteínas alimentares depende de suas cargas positivas ou negativas líquidas que são devido aos aminoácidos ionizáveis; b) agregação da proteína através das interações de hidrogênio e hidrofóbicas, contribui para a viscosidade, coesão e propriedades ligantes para ingredientes de alimentos; c) os lipídios se ligam às proteínas principalmente através das associações com grupos hidrofóbicos, contribuindo para a coesão da proteína; d) as ligações dissulfídicas intermoleculares no glúten explicam melhor muitos aspectos da reologia da massa.

ONAYEMI & LORENZ (55) verificaram que a viscosidade amilográfica da mistura de trigo-produto de soja (concentrado ou isolado) foi substancialmente diminuída com o aumento do nível de substituição de soja, sendo que o isolado protéico de soja causou mais diminuição na viscosidade em todos os pontos de referência.

DESHPANDE et alii (20) determinaram as propriedades funcionais da farinha de trigo e suas misturas com seis tipos de leguminosa em três níveis de substituição (10, 20 e 30%) e constataram que as farinhas mistas apresentaram maiores valores de temperatura inicial de pasta, temperatura de viscosidade máxima, viscosidade mínima e retrogradação do amido, porém menor valor de viscosidade máxima, ao compararem com os da farinha de trigo. As absorções de água e de gordura, a atividade emulsificante e estabilidade de emulsão, bem como a capacidade espumante e estabilidade de espuma aumentaram com o aumento do nível de leguminosa na mistura.

CIRCLE, MEYER & WHITNEY (16) verificaram que na ausência de calor, a viscosidade da dispersão aquosa do isolado protéico de soja aumenta exponencialmente com o aumento da concentração. Nas concentrações acima de 7%, o aquecimento causa espessamento e logo gelatinização. Nas concentrações 8-14%, os géis são formados dentre 10 a 30 minutos a 70 - 100°C. Acima de 16 a 17%, os géis são firmes e elásticos.

De acordo com ANDRESS (2), a proteína modificada de soja pode ser usada para se ligar à gordura e em menor extensão à água, para aumentar a viscosidade e melhorar a textura de algumas formulações alimentares.

GONZALEZ-AGRAMON & SERNA-SALDIVAR (29) verificaram que a farinha de trigo absorveu 61,5% de água, enquanto que as farinhas

fortificadas com o isolado protéico de soja (5,6%) ou com a farinha de soja desengordurada (11,1%) absorveram 67 e 66,5% de água, respectivamente.

JEFFERS et alii (36) relataram que a absorção de água aumentou quase 1% para cada 5% da farinha de soja adicionada.

UNVER & McDONALD (72) constataram que a absorção de água da farinha de trigo foi positivamente correlacionada com os teores de proteína, glúten úmido e pentosanas solúveis em água. As cultivares do trigo comum de primavera mostraram maior absorção de água do que o trigo semi-anão de primavera, uma vez que os conteúdos de proteína, glúten úmido e pentosanas solúveis em água foram maiores nas cultivares comuns do que nas cultivares semi-anãs.

HORVÁTH & CZUKOR (33) verificaram que os grãos de soja com 10 e 20% de umidade, aquecidos dielétricamente (27,12 MHz) a temperaturas acima de 107 e 126°C, respectivamente, mostraram um aumento na absorção de água e um decréscimo na absorção de gordura, propriedades emulsificantes e no índice de solubilidade de nitrogênio.

WAGNER & AÑON (76) relataram que a absorção de água e a solubilidade foram afetadas diferentemente em consequência da modificação dos seguintes parâmetros: a) grau de desnaturação de proteína; b) hidrofobicidade de superfície e c) grupos de sulfidril.

Segundo WOLF (80), 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.

TSCHIMIROV et alii (69) observaram que as propriedades funcionais do glúten de trigo foram mudadas pela hidrólise enzimática parcial. A solubilidade na faixa isoelétrica, a absorção de óleo e a capacidade emulsificante aumentaram, porém a absorção de água diminuiu, quando 5 a 12% das ligações peptídicas da proteína foram quebradas pela ação da termitase. Entretanto, uma perda completa da atividade emulsificante e da estabilidade de emulsão ocorreram, quando mais de 10% das ligações peptídicas foram quebradas. Por outro lado, a capacidade espumante não mostrou mudança considerável e a estabilidade de espuma diminuiu devido à hidrólise enzimática.

HUTTON & CAMPBELL (35) verificaram que efeitos do pH e da temperatura na estabilidade de emulsão e na viscosidade aparente foram interdependentes. A absorção de gordura foi dependente do conteúdo de proteína das amostras de soja (isolado ou concentrado).

AOKI et alii (3) afirmaram que para utilizar mais efetivamente as propriedades funcionais do isolado protéico de soja, é necessário estudar o seu comportamento funcional em sistemas complexos, onde ocorre a interação com outros componentes (proteínas, gorduras, carboidratos, etc.).

VOUTSINAS, CHEUNG & NAKAI (75) estudaram o efeito do aquecimento sobre as propriedades emulsificantes de várias proteínas alimentares tanto de origem vegetal quanto animal e concluíram que o aquecimento até a desnaturação não é sempre acompanhado pela perda da propriedade emulsificante, 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.

McWATTERS & HOLMES (47) demonstraram que tanto a solubilidade de nitrogênio como a capacidade emulsificante da farinha de soja foram reduzidas, à medida que o tempo de aquecimento (úmido) aumentava. Altos níveis da solubilidade de nitrogênio não foram necessariamente associados com a máxima capacidade emulsificante.

YASUMATSU et alii (82) constataram que as propriedades emulsificantes de produtos de soja foram diretamente correlacionadas com os níveis de proteína e inversamente com os conteúdos de fibra. Por outro lado, as propriedades espumantes correlacionaram com o nitrogênio solúvel na água, e as espumas resultantes foram estáveis, quando as proteínas dissolvidas eram nativas .

Segundo KINSELLA (40), a espuma alimentar é formada de gás (ar), líquido (água) e agente ativo de superfície (proteína). A espuma à base de proteína depende das propriedades moleculares intrínsecas da proteína que está sendo usada. Portanto, a sequência

e a disposição de aminoácidos; o tamanho, a forma, a conformação e a flexibilidade da molécula; a polaridade, a carga e a hidrofobicidade da superfície, etc., todos eles influem no comportamento de espuma em sistemas alimentares. Para a formação de espuma, três passos seqüenciais são envolvidos: a) inicialmente, as proteínas globulares solúveis difundem para a interfase de ar-água, onde concentram e reduzem a tensão superficial; b) algum desdobramento de polipeptídeos ocorre na interfase com uma reorientação simultânea (grupo polar para a água) e c) finalmente, as interações polipeptídeos ocorrem para formar um filme contínuo. Algumas propriedades desejáveis para a formação rápida de espuma (flexibilidade molecular) não garantem a sua estabilidade, enquanto que as características moleculares que mostram a estabilidade (interações e coesividade intermoleculares) não são compatíveis com a formação rápida de espuma, isto é, a capacidade espumante é independente da estabilidade de espuma.

2.2. Características nutricionais e organolépticas dos produtos alimentares à base de trigo e soja

LORENZ (43); WARREN et alii (78) fizeram uma revisão de literatura sobre a fortificação de proteína de biscoitos, mostrando várias fontes de proteína para fortificar biscoitos, tais como: concentrado protéico ou farinha de soja, glúten de trigo, isolado ou concentrado protéico de soro, caseína, concentrado protéico de peixe, etc.

MORALES, BOURGES & CAMACHO (51) constataram a utilização da proteína de soja nos produtos altamente nutritivos e de baixo custo no México, dentre os quais, são mencionados: a) sopa instantânea à base de hidrolisado protéico de peixe e farinhas de trigo e arroz, enriquecida com 5% de farinha de soja desengordurada e b) puré infantil de umidade intermediária feito com mistura de farinha de trigo, leite desnatado e farinhas de soja integral e desengordurada com 20 e 60% de proteína.

FREITAS (26) listou os principais produtos à base de soja feitos no Brasil, comercializados ou testados na área institucional e restaurantes industriais, dentre os quais, são descritos: a) biscoito amanteigado carinhoso, elaborado com farinhas de trigo e soja, caseinato de cálcio, gordura hidrogenada, açúcar, malte e aromatizante; b) sopa de macarrão com legumes, feita com macarrão, farinhas de trigo e milho, proteína de soja texturizada, gordura hidrogenada, legumes desidratados e temperos e c) sopa de aveia com cenoura, preparada com farinhas de aveia, trigo e milho, proteína de soja texturizada, gordura hidrogenada, cenoura desidratada e temperos.

BRESSANI (10) avaliou biologicamente os efeitos da suplementação da farinha de trigo (FT) com farinha de soja (FS) e obteve os seguintes resultados: a) a FT apresentou o quociente de eficiência protéica (PER) de 0,70, quando comparada com a FT enriquecida com 10% de FS que mostrou PER de 2,01 e b) o trigo integral teve um PER de 1,32, enquanto que o trigo integral adicionado com 8% de FS apresentou um PER de 1,91.

BRESSANI et alii (11), em outro estudo, avaliaram a qualidade protéica do bife texturizado de soja (BTS) preparado à base de isolado proteico de soja, albumina de ovo e glúten de trigo e chegaram às seguintes conclusões: a) os PER_g de BTS, bife natural desidratado (BND) e caseína foram 2,3; 2,34 e 2,5, respectivamente; b) os valores da utilização líquida da proteína (NPU) foram 62,6 para a caseína e 59,1% para o BTS; c) estudos de crescimento e de balanço de nitrogênio feitos em cachorros mostraram que o BTS apresentou a mesma qualidade protéica do BND, pois a digestibilidade (D) e valor biológico (VB) foram 92,3 e 65,3%, respectivamente para o BTS, e 87,0 e 67,4% para o BND e d) estudos feitos em crianças indicaram que, com o consumo de proteína a nível de 28/kg/dia, não houve diferença na qualidade entre o leite desnatado e o BTS.

TRAVAGLINI, TRAVAGLINI & AGUIRRE (68) determinaram o PER de vários cereais processados em combinação com uma bebida em pó à base de extrato de soja (BBES) e constataram que a combinação de aveia, trigo e mandioca + BBES apresentou o $PER = 1,69$ ao comparar com o da caseína ($PER = 2,50$), correspondendo 68% do PER da caseína.

BUCK, WALKER & WATSON (12) incorporaram a farinha de glúten de milho (FGM com 68,4% de proteína) sozinha e em combinação com a farinha de soja (FS com 57,6% de proteína), em biscoitos doces, pães de forma, pastas e produtos extrudados. Os autores observaram que a adição de FGM e/ou FS nos quatros produtos mencio-

nados resultou numa digestibilidade in vitro maior do que 80% e os valores de PER de biscoitos, pães e produtos extrudados foram maiores do que aqueles encontrados nos produtos utilizando-se individualmente as farinhas iniciais e FGM. Quanto à avaliação sensorial, não houve diferenças significativas entre os produtos fortificados apenas com FS (10, 20 e 30%) e o controle (farinha de trigo) na aparência, aroma e sabor, e em alguns casos, ocorreu até melhoria com a adição de soja.

GONZALEZ-AGRAMON & SERNA-SALDIVAR (29) afirmaram que a tortilla fortificada com 11,1% de farinha de soja desengordurada (FSD) ou com 5,6% de isolado protéico de soja (IPS) teve 35% a mais de conteúdo protéico e dobro do conteúdo de lisina, em comparação com a tortilla feita com 100% de farinha de trigo (FT). No ensaio biológico, os ratos alimentados com a tortilla fortificada ganharam três vezes mais peso e duplicaram o PER, ao compararem com ratos alimentados com a tortilla de FT. A D_a da tortilla fortificada com IPS foi maior do que a da tortilla com 100% de FT e a da fortificada com FSD. O VB_a e NPU_a de ambas tortillas fortificadas foram semelhantes entre si, porém, maiores do que os da tortilla com FT sozinha. Resultados da avaliação sensorial indicaram que a tortilla fortificada com FSD teve melhor textura do que a tortilla feita com 100% de FT, embora ambas tiveram sabor e cor semelhantes.

MOLINA et alii (50) prepararam espaguete à base de semolina e de semolina substituída com 20, 40, 60 e 75% de farinha de milho integral e 8% de farinha de soja desengordurada (FSD) e veri

ficaram que a adição de FSD resultou num aumento significativo nos valores de PER das misturas (1,89 - 2,05) em relação ao do controle (só semolina com PER = 0,75). Os escores da avaliação organoléptica diminuíram, à medida que a percentagem da semolina em diferentes misturas diminuía; sendo que nas misturas suplementadas com 8% de FSD, até 48% da semolina poderiam ser substituídas sem que prejudicassem as qualidades organolépticas da espaguete.

ONAYEMI & LORENZ (55) constataram que a substituição de até 5% da farinha de trigo pelo concentrado ou isolado de soja melhorou as qualidades nutricional e sensorial do pão, no entanto, além de 5%, as características organolépticas do pão já foram afetadas.

SAMBUCETTI, SCICLI & SANAHUJA (61) demonstraram que os biscoitos elaborados com farinha de trigo (60%) e farinhas desengorduradas de soja (28%) e girassol (12%) apresentaram um teor protéico superior a 60% em relação ao de seu controle com 100% de farinha de trigo. O valor nutritivo destes biscoitos foi menor do que o calculado para a sua mistura crua, entretanto, os biscoitos alcançaram o maior valor de NPU (56,4%), ultrapassando o correspondente ao seu controle (33,3%). A aceitabilidade destes biscoitos foi boa, pois os mesmos apresentaram o gosto e a textura semelhantes aos dos biscoitos preparados com 100% de farinha de trigo.

SHEHATA et alii (64) elaboraram massas egípcias, usando diferentes combinações de farinha de trigo e concentrado protéico

de soja (CPS, 0, 2, 4, 6 e 8%). Segundo os autores, o ganho de peso pelos ratos aumentou com o aumento de percentagem do CPS, sendo que a adição de 6% de CPS resultou no máximo ganho de peso e nos valores máximos de PER. Os escores organolépticos mostraram diferenças significativas na clareza, aparência externa e interna, sabor e aroma, sendo que os maiores escores foram encontrados para a massa contendo 6% de CPS, exceto para a aparência interna que foi melhor para a massa contendo 8% de CPS.

YÁÑEZ et alii (81) verificaram que com o aumento do enriquecimento de farinha de trigo pela farinha de soja (FS, 2, 4, 6, 8, 10 e 12%), o conteúdo protéico do pão aumentou gradualmente de 13,4 a 18%. A qualidade biológica do pão medida como PER revelou um incremento significativo desde o nível de 2% de FS, obtendo-se o valor máximo com a adição de 6% (PER = 2,13). Os pães elaborados com FS apresentaram leve escurecimento, dando um escore de 71 para o pão feito com 12% de FS, sendo que a partir de 4% de FS ocorreu uma diminuição de volume do pão.

EL-DASH (24) afirmou que a adição de 6 e 7% de farinha de soja desengordurada à farinha de trigo na panificação não afetou as propriedades organolépticas do pão, quando comparado com o pão feito com 100% de farinha de trigo.

GANDHI, MISHRA & ALI (28) concluíram que a adição de farinha de soja integral em diferentes produtos tradicionais indianos

não ocasionou alterações significativas na qualidade organoléptica destes produtos, visto que os mesmos tiveram boa aceitabilidade pela equipe de provadores treinados.

GANDHI & BOURNE (27) constataram que os "chapatis" preparados com farinha de trigo suplementada com 10 a 20% de pasta de soja mostraram qualidade organoléptica aceitável, sendo que a adição de soja amaciava a textura dos chapatis, retardando o seu envelhecimento.

El-SAMAHY et alii (25) indicaram que as panquecas elaboradas com farinha de trigo suplementada com 15% de farinha de soja, 10% de farinha de amendoim ou 30% de farinha de batata doce foram as mais preferidas pelos consumidores. A adição de 15% de farinha de soja, amendoim ou batata doce à farinha de trigo não afetou o volume das panquecas.

SINGH, CHAUHAN & BAINS (65) verificaram que a absorção de água e o peso do talharim cozido aumentaram com o aumento do tempo de cozimento, porém diminuíram com a adição de sólidos de soja. Os sólidos de soja também diminuíram as perdas de nitrogênio e aumentaram as perdas de sólidos totais na água de cozimento. A avaliação sensorial demonstrou que o talharim feito da semolina de trigo-duro contendo 10% da farinha de soja desengordurada foi tão bom quanto o feito com semolina sozinha.

SOSULSKI & FLEMING (67) demonstraram que o pão preparado com farinhas de trigo, soja e concentrado protéico de glúten na proporção de 83:15:2%, respectivamente, obteve os melhores escores de sabor, textura e aceitabilidade, sendo o mais preferido ao compararem com os pães feitos com outras farinhas mistas (com ervilha, fava ou girassol).

TSEN (70) fez uma revisão de literatura sobre a fortificação protéica de biscoitos com farinhas compostas e afirmou que os biscoitos fortificados podem ser preparados à partir de farinhas compostas como farinha de trigo fortificada com farinhas de soja, algodão, amendoim ou germe de milho, porém, esta fortificação protéica pode reduzir drasticamente a expansão de biscoito e aumentar a sua densidade, sendo que ambos efeitos são progressivamente aumentados com o aumento de fortificação. Além disso, a massa de biscoito preparada com farinhas compostas exige mais água para a sua formação, o que torna a biscoito mais duro.

2.3. Perdas nutricionais por aquecimento convencional

Através das análises de aminoácidos e PER, BADENHOP & HACKLER (5) estudaram o efeito de tostagem seca na qualidade da proteína de soja e verificaram que houve perdas em triptofano, lisina total e disponível, cistina e histidina de 35, 31, 17, 15 e 6%, respectivamente. Os valores do índice de aminoácidos essenciais (EAAI) e do PER diminuíram com o aumento do grau de tostagem.

Com finalidade de verificar o efeito de cozimento por extrusão na lisina disponível, BJÖRCK et alii (8) mostraram que a retenção de lisina foi negativamente influenciada pelo aumento da temperatura do processo, porém positivamente afetada pelo aumento do teor de umidade na matéria-prima. Além de perda de lisina, ocorreu também o decréscimo de aminoácidos sulfurados, arginina e triptofano.

CHEN et alii (15) compararam os efeitos de dois tipos de tratamento térmico, o cozimento por microondas e por vapor através de autoclave convencional, sobre as características físicas; químicas e nutricionais da farinha de soja integral, e concluíram que o aquecimento por vapor destruiu não somente o inibidor de tripsina, mas também afetou as propriedades funcionais, em particular a solubilidade das proteínas. Por tais motivos, tornou-se vantajoso adotar o aquecimento por microondas para o preparo de produtos alimentícios à base de soja, com a finalidade de preservar qualidades nutricionais e funcionais dos mesmos.

Num estudo sobre as perdas nutricionais produzidas por aquecimentos tradicionais, SAMBUCETTI et alii (61) verificaram que biscoitos feitos com farinha de trigo enriquecida com farinhas de sengordurada de soja e de girassol, assados no forno tradicional de padaria tiveram uma diminuição de 54% da disponibilidade de lisina ao compararem com o conteúdo total desta na mistura crua, ao passo que os mesmos assados no forno elétrico tiveram apenas 40% de perdas. Portanto, a diminuição de disponibilidade de lisina por

efeito de aquecimento variou em diferentes graus conforme o processo de assadura.

TSEN REDDY & GEHRKE (71) constataram que o valor nutricional da proteína nos pães regulares e fortificados foi significativamente afetado por métodos de fornada. Testes de ratos demonstraram que os PER_g de pães foram significativamente melhorados por substituição da fornada convencional pelo cozimento a vapor ou através de microondas. A lisina e outros aminoácidos variaram pouco entre os pães assados por três tipos de processo. O PER significativamente baixo dos pães assados convencionalmente indicou que a lisina se tornou menos disponível nutricionalmente com a fornada convencional do que com microondas ou com vapor. Fortificação com a lisina ou com a soja poderia aumentar efetivamente o PER dos pães assados convencionalmente. Desta forma, o efeito de aquecimento na redução de valor nutricional de pães poderia ser grandemente minimizado pela substituição de fornada convencional por cozimento com microondas ou com vapor.

2.4. Uso de microondas

O termo "microondas" é usado para definir a radiação de energia eletromagnética, tendo frequência da ordem de 300 MHz a 300 GHz. Contudo, as frequências mais usadas são de 915 ± 13 MHz e 2450 ± 50 MHz, sendo que, a maior parte dos fornos de microondas utiliza 2450 MHz, PEI (57).

As microondas são geradas por meio de tubos de potências de rádio-freqüência, chamados magnetrons, Klystrons ou amplitrans (38, 45, 52). De acordo com MACLEOD (45), um aparelho típico de aquecimento de microondas consiste de: a) uma fonte de microondas (usualmente um magnetron); b) uma linha de transmissão para distribuir energia ao produto (usualmente um guia de ondas) e c) uma cavidade ressonante na qual o produto é aquecido (às vezes é o próprio guia de ondas). Portanto, a energia é radiada do magnetron, e, no forno de microondas, a cavidade ressonante é o próprio forno que tem paredes metálicas delineadas para refletir a radiação para trás e para frente.

Segundo LEONHART (42) e METHUEN (48), o forno de microondas possui um campo de energia que altera em direções positivas e negativas, causando assim um aquecimento por fricção. Partículas positivas presentes nas moléculas de alimentos são atraídas pelas partículas negativas de microondas e vice-versa. O contato das microondas sobre a umidade dos alimentos desencadeia um processo vibratório nas moléculas, o que provoca o "atrito", gerando então o calor. Essa agitação molecular proporciona portanto um cozimento rápido e eficiente.

CAMPAÑA, SEMPÉ & FILGUEIRA (13) estudaram o efeito da energia de microondas sobre a secagem do trigo e verificaram que o conteúdo de proteína total não foi afetado por aquecimento acima de 91°C , mas a germinação e conteúdo de glúten úmido foram progressivamente afetados pelas temperaturas acima de 60 e 61°C , respectivamente.

Antes da moagem de trigo, DOTY & BAKER (21) condicionaram o trigo num sistema fechado com até 450 segundos da aplicação de energia de microondas (625 watts), sendo que a temperatura variou de 22°C (0 segundo) a 105°C(450 segundos). Segundo os autores, as seguintes conclusões foram obtidas, quando o trigo foi condicionado com microondas após 270 segundos: a) diminuiu a extração; b) aumentou a cinza; c) aumentou a força de massa; d) diminuiu a atividade de β -amilase; e) aumentou a retrogradação do amido; f) aumentou a viscosidade da farinha; g) diminuiu o volume do pão e h) diminuíram as características internas e externas do pão. De modo geral, as qualidades da farinha e do pão foram altas, quando o trigo foi exposto por microondas após 90 segundos.

HAFEZ et alii (30) observaram que as percentagens de digestibilidade verdadeira foram 73, 84, 87 e 81 para a soja tratada por microondas durante 0, 9, 12 e 15 minutos, respectivamente, concluindo que o tempo de aquecimento ótimo por microondas para 1 kg de soja integral foi de 9-12 minutos para, melhorar o ganho de peso de ratos e aumentar a digestibilidade de proteína.

HOFFMAN & ZABIK (32) fizeram uma revisão de literatura sobre o efeito de cozimento por microondas nos nutrientes e sistemas alimentares e constataram que o aquecimento por microondas proporciona uma melhor retenção de nutrientes do que o aquecimento convencional .

SANCHEZ et alii (62) determinaram a qualidade proteica do grão de soja cozido por microondas e, verificaram que o grão de soja decortinado, seco e devidamente cozido com microondas apresentou um PER de $2,4 \pm 0,06$ e um ganho de peso semanal de $21,2 \pm 1,1g$, que foram equivalentes a $2,53 \pm 0,10$ e $18,3 \pm 1,0 g$ para a caseína, respectivamente.

WING & ALEXANDER (79) constataram que o aquecimento de grãos de soja integral (48% de umidade) por microondas, durante 2 e 3 minutos, resultou em grãos de alto valor nutricional com PER de 2,11, que são favoravelmente comparados a grãos autoclavados a $120^{\circ}C$ por 40 minutos (PER = 1,99).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram utilizadas as farinhas de trigo (SM, 14,03% de umidade) e soja desengordurada (Prosan-R, 8,66% de umidade) para a obtenção das farinhas mistas. A farinha de trigo foi adquirida do comércio e a farinha de soja desengordurada procedente da SANBRA.

Para a formulação da sopa cremosa foram usados, além da farinha mista, cenoura, chuchu, cebola, sal refinado (Cisne), glutamato de sódio (Ajinomoto) e margarina (Becel), adquiridos do comércio.

Nas dietas de ensaios biológicos, foram utilizados ingredientes comerciais ou quimicamente puros, listados a seguir : caseína M-90 (Berse), amido puro de milho (Maizena), óleo refinado de milho (Mazola), sacarose (açúcar refinado União), mistura salina (Merck, Ecibra), celulose (Merck) e vitaminas (Roche). Foram também utilizados ratos machos, albinos recém-desmamados e livres de patógenos, da linhagem Wistar,

com 21 dias de idade (35-71g), provenientes do Biotério Central da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo.

Para as análises químicas foram empregados reagentes de grau analítico, procedente de diversas firmas (Merck, Ecibra, etc).

Na realização das análises físicas, químicas e nos ensaios biológicos, além de vidraria, aparelhos e utensílios imprescindíveis para o trabalho laboratorial, utilizaram-se os equipamentos e aparelhos especificados a seguir:

- Agitador magnético Fanem 257;
- Aparelho Produtest, classificador granulométrico, equipado com um conjunto de 7 peneiras arredondadas Granutest, com malhas variando de 20 a 200 mesh de diâmetro;
- Balança analítica Mettler H35-R;
- Balança semi-analítica Marte A 1600;
- Banho-maria Fanem 102/2 e 120/3;
- Batedeira planetária Arno BPA-E;
- Centrífuga Fanem 204/N;
- Digestor e Destilador micro-Kjeldahl;
- Estufa de secagem e esterilização Fanem 315 SE;
- Extrator Soxhlet com chapa aquecedora Gerhardt;
- Forno de microondas Sanyo-Climax EM 9003B, com frequência de 2450MHz.
- Gaiolas metabólicas;
- Liquidificador Walita com 14 velocidades;

- Medidor de pH DMPH-2 Digimed 2895;
- Mix Walita HL3124;
- Mufla Lavoisier 400C;
- Multiprocessador triton Arno Pro DG;
- Viscoamilógrafo Brabender 801302.

3.2. Métodos

Foram determinados tamanho de partícula e composição centesimal aproximada das farinhas de trigo e soja desengordurada.

3.2.1. Classificação granulométrica

Foram pesadas 200 g de farinha de trigo e de soja desengordurada, respectivamente, e peneiradas, durante 15 minutos, num conjunto de sete peneiras arredondadas vibratórias com o diâmetro das malhas variando de 20 mesh (0,84mm) a 200 mesh(0,074 mm). Imediatamente após, as quantidades de farinha retidas em cada peneira foram pesadas e calculadas as percentagens.

3.2.2. Composição centesimal aproximada

Para cada farinha, foram realizadas as seguintes determinações: (a) umidade, AACC 44-31 (1); (b) extrato etéreo, AACC 30-25 (1); (c) proteína bruta, AACC 42-12 (1); (d) fibra bruta, VAN DE KAMER & VAN GINKEL (73); (e) cinza, AACC 08-16 (1).

3.2.3. Preparo da farinha pré-cozida mista

3.2.3.1. Tratamento das farinhas de trigo e soja desengordurada com microondas

Foram colocadas 20 g de farinha em placa de Petri (15 x 2 cm) e submetidas a microondas de 2450 MHz. As placas foram colocadas no centro da base interna do forno de microondas sem qualquer mudança de posição durante o experimento. Os tempos de cozimento foram de 7, 8, 9 e 10 minutos, para ambas farinhas.

3.2.3.2. Avaliação sensorial das farinhas pré-cozidas

As farinhas de trigo e soja desengordurada pré-cozidas com microondas por diferentes tempos, foram avaliadas, separadamente, através de teste de Ordenação pela preferência. Para a realização deste teste, foram utilizados 22 provadores de ambos os sexos. As farinhas (5 g) foram misturadas com sal (0,3g) e água (70 ml para a farinha de trigo e 40 ml para a farinha de soja desengordurada) e logo após, levadas ao fogo até fervura, sendo assim servidas quentes (aproximadamente a 50°C) aos provadores.

3.2.3.3. Obtenção da farinha pré-cozida mista

As farinhas de trigo e soja desengordurada, aquecidas por microondas nos tempos que obtiveram melhores escores na análise sensorial (item 3.2.3.2), foram misturadas nas proporções mostradas no QUADRO 1.

QUADRO 1 - Formulação de farinha mista.

Farinha de trigo (%)	Farinha de soja desengordurada (%)	Fórmula
90	10	I
80	20	II
70	30	III
60	40	IV
50	50	V
40	60	VI

Para a obtenção de uma farinha pré-cozida mista homogênea, as farinhas foram misturadas na batedeira planetária durante 10 minutos.

3.2.4. Determinação das propriedades funcionais da farinha pré-cozida mista

A farinha crua mista foi utilizada como controle para a determinação das seguintes propriedades funcionais:

3.2.4.1. Viscosidade de pasta

A viscosidade de pasta foi determinada num viscosímetro Brabender, seguindo basicamente a metodologia de MAZURS, SCHOCH & KITE (46).

As viscosidades de pasta das diferentes farinhas mistas, foram determinadas em suspensões de 12% (% base seca) em água destilada e os resultados obtidos foram expressos em Unidades Brabenders (U.B.).

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

Os parâmetros considerados para a interpretação dos amilogramas foram:

- a) Temperatura inicial da formação de pasta: é a temperatura em °C, calculada baseando-se no tempo de funcionamento do viscoamilógrafo (1,5°C/minuto), correspondente ao ponto onde se inicia a formação da curva (a viscosidade) no amilograma.
- b) Temperatura de 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 aquecimento.
- c) Viscosidade máxima: é o valor da viscosidade no ponto máximo da curva, no aquecimento, expresso em U.B.
- d) Viscosidade mínima à temperatura constante: é o menor valor da

viscosidade em U.B., obtido durante os 15 minutos à temperatura constante de 95°C.

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

3.2.4.2. Absorção de água (AA)

A determinação de absorção de água nas diferentes farinhas mistas foi feita conforme o método descrito por SOSULSKI (66).

A percentagem da água absorvida foi calculada, pela seguinte equação:

$$\% \text{ AA} = (X + Y - 5) 20$$

onde:

X = Aumento em peso da farinha, em g

Y = Pêso "as-is" da farinha usada, em g

3.2.4.3. Absorção de gordura (AG)

A absorção de gordura das diferentes farinhas mistas foi determinada, de acordo com o método de DENCH, RIVAS & CAY GILL (19).

3.2.4.4. Índice de solubilidade de nitrogênio (ISN)

O índice de solubilidade de nitrogênio das diferentes farinhas mistas foi determinado através do método descrito pela AACC 46-23 (1). O ISN foi calculado pela relação:

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

3.2.4.5. Propriedades emulsificantes

As propriedades emulsificantes abrangem a atividade emulsificante (AE) e a estabilidade de emulsão (EE), sendo ambas determinadas, segundo a metodologia descrita por DENCH et alii (19).

A AE e EE foram calculadas pela respectiva relação:

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

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

3.2.4.6. Propriedades espumantes

As propriedades espumantes das diferentes farinhas mistas foram determinadas, segundo o método descrito por HSU et alii (34), com pequenas modificações: 0,9 g da farinha foram sus-

pensas em 30 ml de água destilada e logo após, a suspensão foi agitada à máxima velocidade com Mix Walita durante 3,5 min. A mistura foi imediatamente transferida para uma proveta de 100 ml, sendo determinados os volumes de espuma e de líquido coletado no fundo da proveta, e diferentes tempos (0, 30, 60 e 120 min). A expansão de espuma expressa em percentagem foi calculada, conforme o método descrito por LAWHON, CATER & MATIL (41). O volume de espuma expresso em percentagem foi calculado, considerando-se como 100% o volume de espuma no tempo zero. A percentagem da sinérese, que é o inverso da estabilidade de espuma, foi calculada, de acordo com o método descrito por SATTERLEE, BEMBERS & KENDRICK (63).

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

3.2.5, Caracterização nutricional da farinha pré-cozida mista

As seis formulações de farinha pré-cozida mista foram submetidas à avaliação nutricional.

A composição centesimal aproximada foi determinada de acordo com os métodos mencionados no item 3.2.2.

Os ensaios biológicos com um total de 49 ratos, sendo distribuídos em sete grupos experimentais, foram realizados no biotério do Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição (DEPAN) da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Em todos os ensaios, a caseína foi usada como proteína-padrão na base de 10% da dieta.

Preparo das dietas - As dietas experimentais foram preparadas para conter os nutrientes como descritos no AOAC (4), com modificações no conteúdo de sais minerais e vitaminas, que foram de 4 e 2%, respectivamente. A composição centesimal das dietas é mostrada no QUADRO 2, sendo que nos QUADROS 3 e 4 estão apresentados os valores da composição das misturas salina e vitamínica usadas nas dietas.

As farinhas pré-cozidas mistas foram fornecidas como única fonte protéica das dietas, sendo imprescindível a adição de gordura (óleo de milho), sais minerais (QUADRO 3), vitaminas (QUADRO 4), fibra (celulose) e carboidrato (açúcar refinado comercial e amido puro de milho para completar), conforme a composição centesimal das dietas, apresentada no QUADRO 2.

Após o preparo das dietas, foram determinados os teores reais da proteína bruta nas mesmas, usando-se o método micro-Kjeldahl, segundo o descrito no item 3.2.2.

QUADRO 2 - Composição centesimal das dietas utilizadas nos ensaios biológicos.

Componentes	%
Proteína	10
Gordura	8
Sais minerais (QUADRO 3)	4
Vitaminas (QUADRO 4)	2
Fibra	1
Carboidrato *	para 100

* Composto de 25% de açúcar refinado comercial (sacarose) e 75% de maisena (amido puro de milho).

QUADRO 3 - Composição centesimal da mistura salina utilizada nas dietas para os ensaios biológicos.

Componentes	%
Molibdato de amônio	0,003
Carbonato de cálcio	29,290
Fosfato de cálcio	0,430
Sulfato cúprico	0,156
Citrato férrico	0,620
Sulfato de magnésio	9,980
Sulfato de manganês	0,121
Iodeto de potássio	0,0005
Fosfato de potássio	34,310
Cloreto de sódio	25,060
Selenito de sódio	0,002
Cloreto de zinco	0,020

FONTE: ROGERS & HARPER (60).



QUADRO 4 - Composição da mistura vitamínica (mg/kg) utilizada nas dietas para os ensaios biológicos

Componentes	mg
Vitamina A, concentrado (200.000 unidades/g)	4.500
Vitamina D, concentrado (400.000 unidades/g)	250
α - Tocoferol	5.000
Ácido Ascórbico	45.000
Inositol	5.000
Cloreto de Colina	75.000
Menadiona	2.250
Ácido p-aminobenzóico	5.000
Niacina	4.500
Riboflavina	1.000
Cloridrato de piridoxina	1.000
Cloridrato de tiamina	1.000
Pantotenato de cálcio	3.000
Biotina	20
Ácido fólico	90
Vitamina B ₁₂	1,35
Sacarose	para 1.000.000

FONTE: NBC (53).

Balanco de nitrogênio (BN) - No decorrer do experimento os animais foram mantidos em gaiolas galvanizadas individuais, onde receberam água e alimento ad libitum por um período de adaptação

de 5 dias. Ao terminar este período, foram transferidos para gaiolas metabólicas individuais, especialmente desenhadas para evitar a contaminação de fezes e urina por partículas de alimentos. A duração do teste foi de 5 dias.

O cálculo do BN é obtido pela diferença entre o nitrogênio ingerido e a soma do nitrogênio excretado nas fezes e na urina.

$$BN = NI - (NF + NU)$$

onde:

BN = balanço de nitrogênio

NI = nitrogênio ingerido

NF = nitrogênio fecal total

NU = nitrogênio urinário total

Digestibilidade aparente (D_a) - A D_a foi determinada através da quantificação do nitrogênio ingerido da dieta e do nitrogênio excretado nas fezes. Este experimento não contou com um grupo de animais recebendo dieta aprotéica e, portanto, a digestibilidade encontrada é considerada aparente, visto que, conforme PELLET & YOUNG (58) não foi corrigida a perda de nitrogênio fecal endógeno.

$$D_a = \frac{NI - NF}{NI} = \frac{NA}{NI} \times 100$$

onde:

D_a = digestibilidade aparente

NA = nitrogênio absorvido

Valor biológico aparente (VB_a) - O VB_a foi determinado com forme o método de MITCHELL (49), diferindo apenas na ausência do uso de um grupo de ratos alimentados com dieta aprotéica.

$$VB_a = \frac{NA - NU}{NI - NF} = \frac{NR}{NA} \times 100$$

onde:

NR = nitrogênio retido

Utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) - A NPU_a foi determinada segundo o método descrito por BENDER & MILLER (7), ex- cetuando-se o uso de um grupo de animais com dieta aprotéica.

$$NPU_a = VB_a \times D_a$$

ou

$$NPU_a = \frac{NR}{NI} \times 100$$

Quociente de eficiência protéica (PER) - O PER foi determi nado, utilizando-se, basicamente, o método descrito no AOAC , proce- dimentos 43.183-43.187 (4). Foram utilizados 49 ratos (7 ratos por formulação) que foram mantidos em gaiolas individuais de cre- scimento, onde receberam água e alimento ad libitum pelo período de 28 dias. Os animais foram pesados nos intervalos regulares de 7 dias. No término desse período, foram calculados os valores de PER, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$PER = \frac{\text{Ganho de peso do animal (em gramas)}}{\text{Proteína consumida (em gramas)}}$$

A proteína consumida foi calculada usando-se os teores reais de proteína encontrados nas diferentes dietas (média = $10,57 \pm 0,14$, coeficiente de variação = 1,31%).

Em função do PER, calcularam-se também: (a) Ganho de peso do rato por semana e (b) eficiência alimentar (EA), representada pelo quociente entre a dieta ingerida e o ganho de peso, segundo DUTRA DE OLIVEIRA & SCATENA (23).

3.2.6. Preparo da sopa cremosa semi-instantânea

Foram preparadas seis formulações com dois sabores de sopa cremosa semi-instantânea, utilizando-se basicamente, a farinha pré-cozida mista, contendo trigo e soja desengordurada conforme item 3.2.3.3. A fórmula empregada para a sopa cremosa semi-instantânea foi: farinha pré-cozida mista, cenoura ou chuchu desidratado, cebola desidratada, margarina, sal e glutamato de sódio nas proporções de 67:13:5:7:7:1%, respectivamente. A quantidade de água necessária para o preparo da sopa cremosa foi recomendada numa proporção de 1 parte de sopa cremosa semi-instantânea para 10 partes de água.

Cenoura, chuchu e cebola desidratados foram obtidos, fazendo-se uma moagem prévia com multiprocessador Arno e uma secagem posterior com microondas até que se obtenha 5% de umidade.

3.2.7. Avaliação sensorial da sopa cremosa

Para cada sabor (de cenoura ou de chuchu) da sopa cremosa, foram avaliados atributos sensoriais de aparência, odor, sabor e consistência, utilizando-se a Escala Estruturada de 9 pontos (1 = extremamente ruim; 9 = excelente). Na mesma ficha de avaliação foi avaliada também a preferência para as mesmas amostras, usando-se a Escala Hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo).

Dentre as três sopas cremosas mais preferidas, para cada sabor (de cenoura ou de chuchu), foi feito um teste massal de preferência através da Ordenação.

A sopa cremosa semi-instantânea (de cenoura ou de chuchu) foi misturada com a água e levada ao fogo até fervura, sendo assim servida quente aos provadores.

Uma equipe de 10 provadores treinados, de ambos os sexos, foi usada em todos os testes sensoriais, com exceção do teste massal que foi de 75 provadores não treinados.

3.2.8. Análise estatística

As determinações químicas e biológicas foram analisadas estatisticamente através de análise de variância, com posterior comparação das diferenças entre as médias pelo teste de Tukey.

Aos resultados obtidos nos testes de Ordenação, na seleção do melhor tempo de aquecimento da farinha de trigo e de soja desengordurada e do teste massal de preferência das três sopas cremosas (de cenoura ou de chuchu), foi aplicada a tabela preconizada por Kramer citada por KAHAN et alii (37).

O delineamento estatístico de Blocos Incompletos com 5 repetições foi utilizado para os testes de qualidade e preferência nas análises sensoriais de 6 amostras.

Foi feito ajuste das equações de regressão linear para o crescimento de ratos nos ensaios biológicos.

Foram determinados os coeficientes de correlação entre os parâmetros relacionados tanto nas análises das propriedades funcionais como nos ensaios biológicos.

Todas as análises estatísticas foram efetuadas segundo os métodos descritos em PIMENTEL GOMES (59) e COCHRAN & COX (17).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Distribuição do tamanho de partícula das farinhas de trigo e soja desengordurada

O QUADRO 5 mostra a classificação por tamanho de partícula, das farinhas de trigo e soja desengordurada.

QUADRO 5 - Distribuição de tamanho de partícula das farinhas de trigo e soja desengordurada.

Tamanho de partícula (mesh)	Farinha de trigo (%)	Farinha de soja desengordurada (%)
20 (0,84 mm)	0,14	0,18
35 (0,42 mm)	1,33	0,60
60 (0,25 mm)	0,87	0,30
80 (0,177 mm)	11,03	1,07
100 (0,149 mm)	8,95	3,77
150 (0,105 mm)	32,95	22,35
200 (0,074 mm)	32,92	44,36
Fundo < 200	11,81	27,37

Através dos dados apresentados no QUADRO 5, observa-se que 65,87% da farinha de trigo ficaram retidas nas peneiras de 150 e 200 mesh e 11,81% apresentaram partículas menores que 200 mesh. Já a farinha de soja desengordurada tiveram 94,08% das partículas menores que 100 mesh. Estes resultados indicam que tanto a farinha de trigo como a farinha de soja desengordurada apresentaram partículas de pequenos tamanhos, sugerindo-se portanto, a possibilidade do uso destas para a obtenção de farinhas mistas homogêneas, com a finalidade do preparo da sopa cremosa.

4.2. Composição centesimal aproximada das farinhas de trigo e soja desengordurada

O QUADRO 6 apresenta a composição centesimal aproximada, em base seca, das farinhas de trigo e soja desengordurada utilizadas neste trabalho.

QUADRO 6 - Composição centesimal aproximada (% base seca) das farinhas de trigo e soja desengordurada.

Composição	Farinha de trigo	Farinha de soja desengordurada
Proteína (%)	13,04	50,18
Extrato etéreo (%)	0,70	1,11
Cinza (%)	1,39	5,75
Fibra bruta (%)	0,46	2,69
Nifext (%) *	84,41	40,27

* Calculado por diferença.

Os resultados apresentados no QUADRO 6 são semelhantes aos encontrados por BEAN et alii (6) e YÁNĒS et alii (81). A farinha de soja desengordurada mostrou teores maiores de proteína, extrato e-téreo, cinza e fibra bruta do que os da farinha de trigo.

4.3. Avaliação sensorial das farinhas pré-cozidas

Os QUADROS 7 e 8 mostram os resultados dos escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para as farinhas de trigo e soja desengordurada, respectivamente, cozidas com microondas por diferentes tempos.

Nota-se, no QUADRO 7, que o melhor escore, na seleção de tempo de cozimento para a farinha de trigo, foi de 9 minutos. De forma semelhante, o QUADRO 8 indica que o tempo de cozimento mais adequado da farinha de soja desengordurada foi de 8 minutos.

4.4. Propriedades funcionais da farinha pré-cozida mista

Farinhas de trigo e soja desengordurada cozidas por 9 e 8 minutos, respectivamente, foram misturadas nas diferentes proporções e, submetidas à determinação de propriedades funcionais, usando-se farinhas cruas mistas nas mesmas proporções como controle.

Os dados correspondentes às características de viscosidade de pasta das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções estão mos -

QUADRO 7 - Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para farinha de trigo cozida com microondas por vários tempos.

Tempo de cozimento (minutos)	Escore da ordem de Ordenação				
	1	2	3	4	Total *
7	7	8	18	20	53
8	1	26	12	16	55
9	13	4	21	0	38
10	1	6	15	52	74
Soma de total					220

* Escores de Ordenação exigidos para 4 tratamentos e 22 provadores ao nível de 5% de probabilidade são: 43-67.

QUADRO 8 - Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para farinha de soja desengordurada cozida com microondas por vários tempos.

Tempo de cozimento (minutos)	Escore da ordem de Ordenação				
	1	2	3	4	Total *
7	7	18	12	8	45
8	13	6	18	0	37
9	2	18	30	4	54
10	0	2	6	76	84
Soma de total					220

* Escores de Ordenação exigidos para 4 tratamentos e 22 provadores ao nível de 5% de probabilidade são- 43-67.

QUADRO-9 - Características de viscosidade de pasta das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Parâmetros de viscosidade	Fórmula												DMS	CV (X)
	I	I Controle	II	II Controle	III	III Controle	IV	IV Controle	V	V Controle	VI	VI Controle		
Temperatura inicial da formação de pasta (°C)	63 g	65 fg	65 fg	70 e	67 f	72 de	71 e	73 cd	74 cd	75 bc	77 ab	79 a	2,42	0,86
Temperatura da viscosidade máxima (°C)	90 c	93 a	90 c	92 ab	89 c	90 bc	88 cd	89 c	86 d	89 c	86 d	88 cd	2,25	0,63
Viscosidade máxima (U.B.)	430 a	404 a	293 b	273 bc	205 cd	175 de	115 ef	131 def	104 ef	83 f	80 f	70 f	80,92	10,36
Viscosidade mínima à temperatura constante (U.B.)	357 a	305 a	284 ab	218 bc	206 cd	169 cde	131 ef	134 def	105 ef	93 f	85 f	81 f	74,19	10,34
Viscosidade final no ciclo de resfriamento (U.B.)	445 a	450 a	310 ab	314 ab	280 ab	271 ab	210 ab	195 ab	125 b	117 b	95 b	112 b	256,63	26,53

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

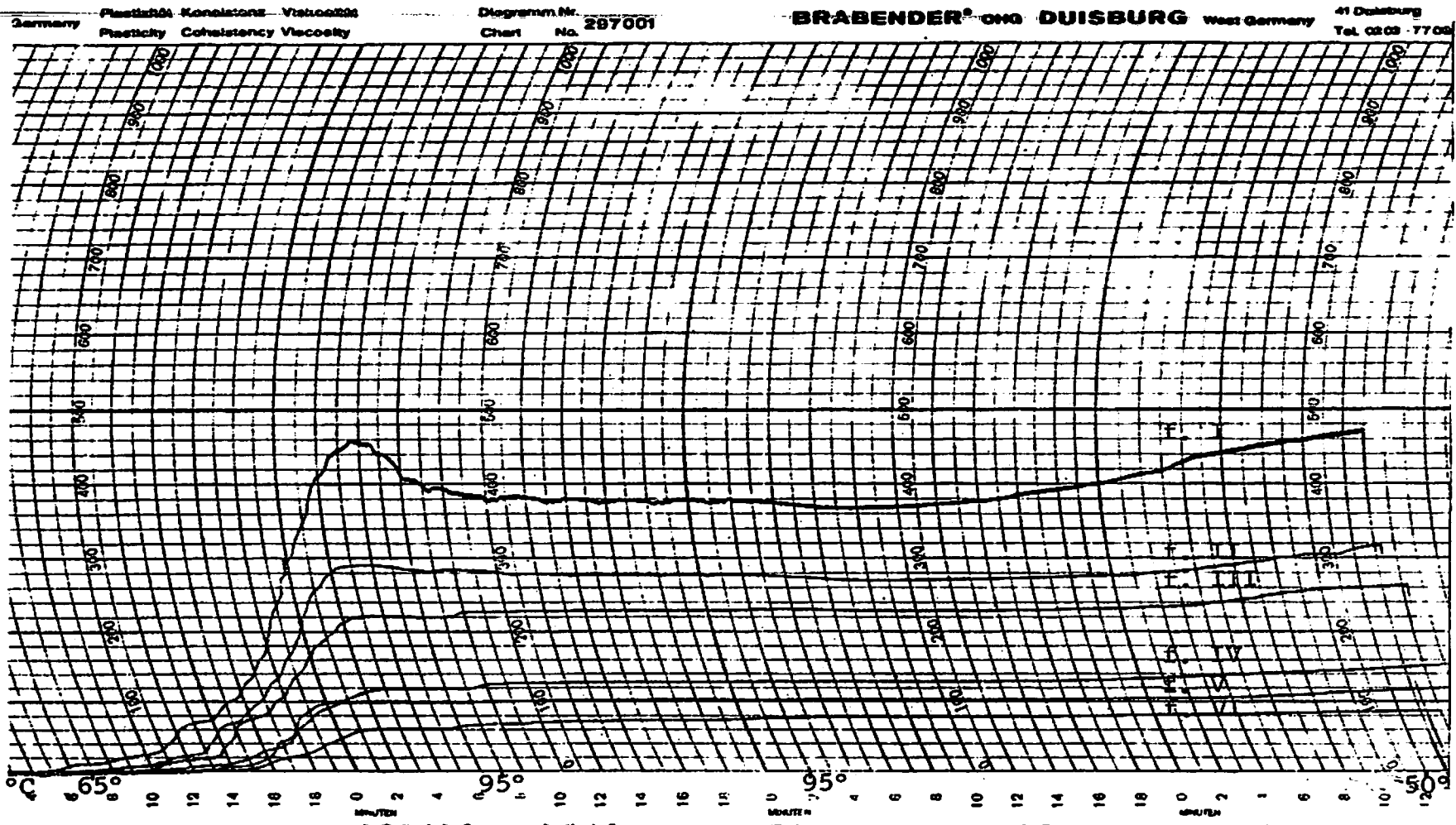


FIGURA 1 - Amilogramas das farinhas pré-cozidas mistas I, II, III, IV, V e VI, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

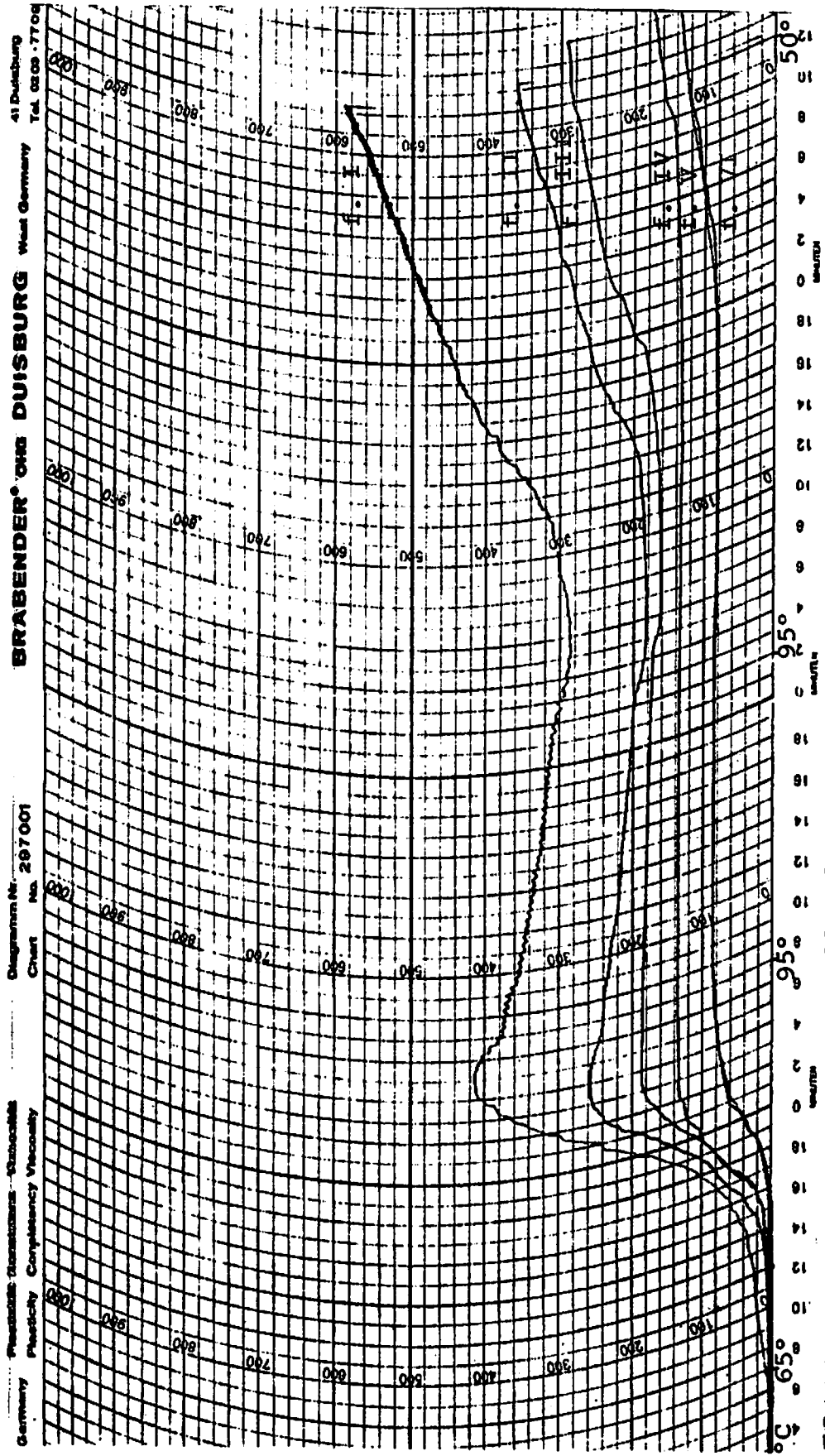


FIGURA 2 - Amilogramas das farinhas cruas mistas (controles) I, II, III, IV, V e VI, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

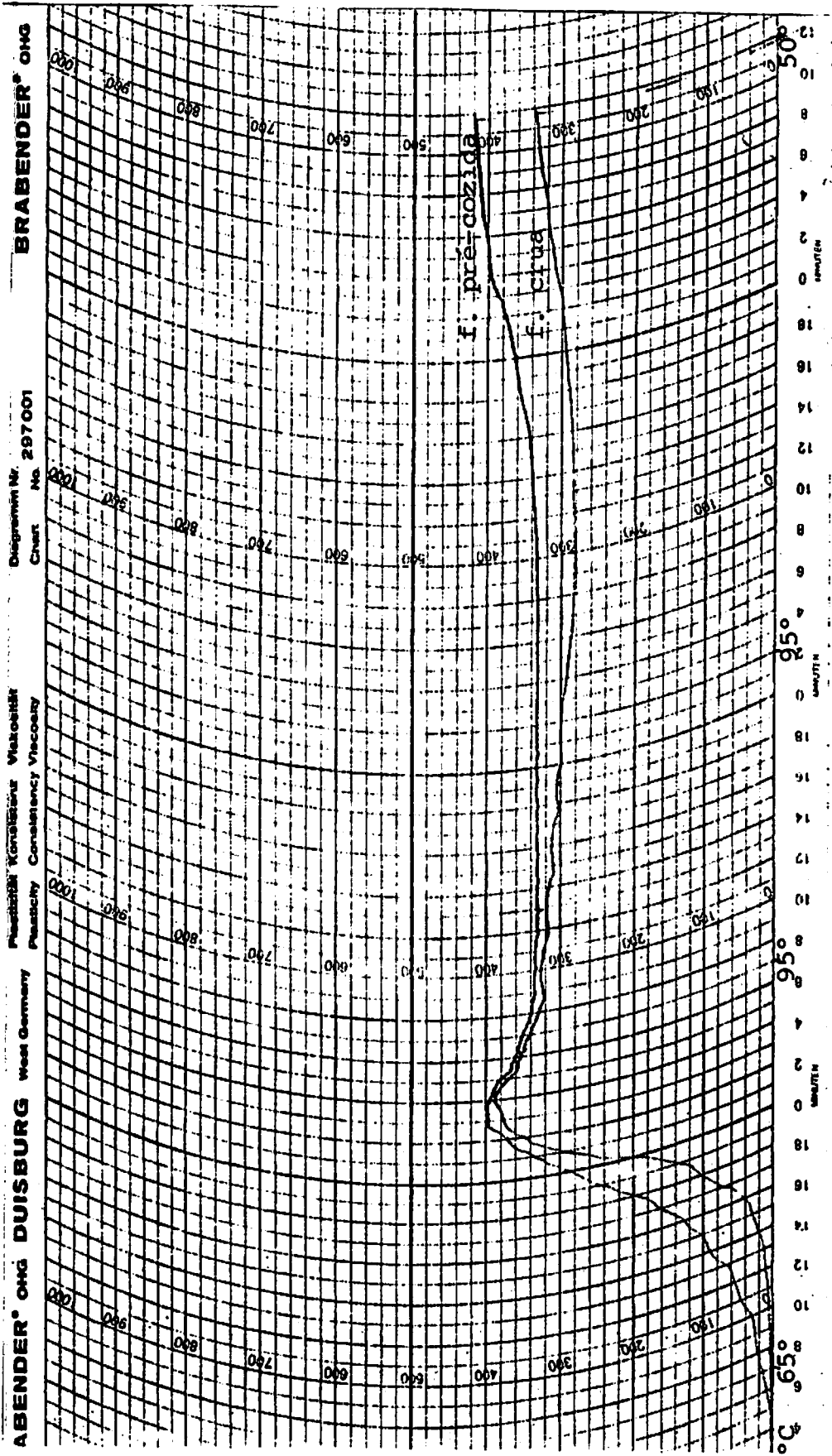


FIGURA 3 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista I e crua mista I (controle), elaboradas com 90% de trigo e 10% de soja desengordurada.

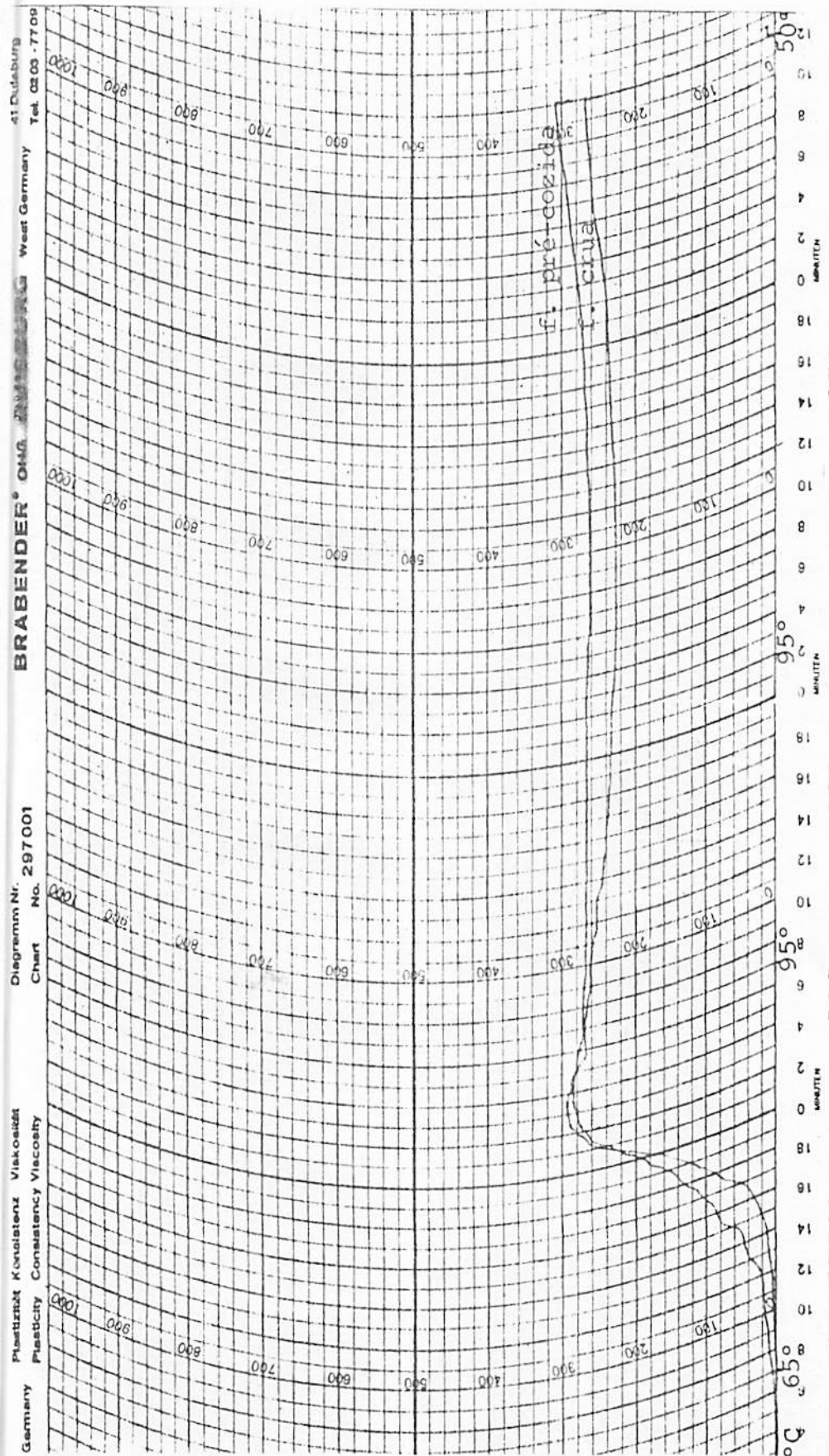


FIGURA 4 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista II e crua mista II (controle), elaboradas com 80% de trigo e 20% de soja desengordurada.

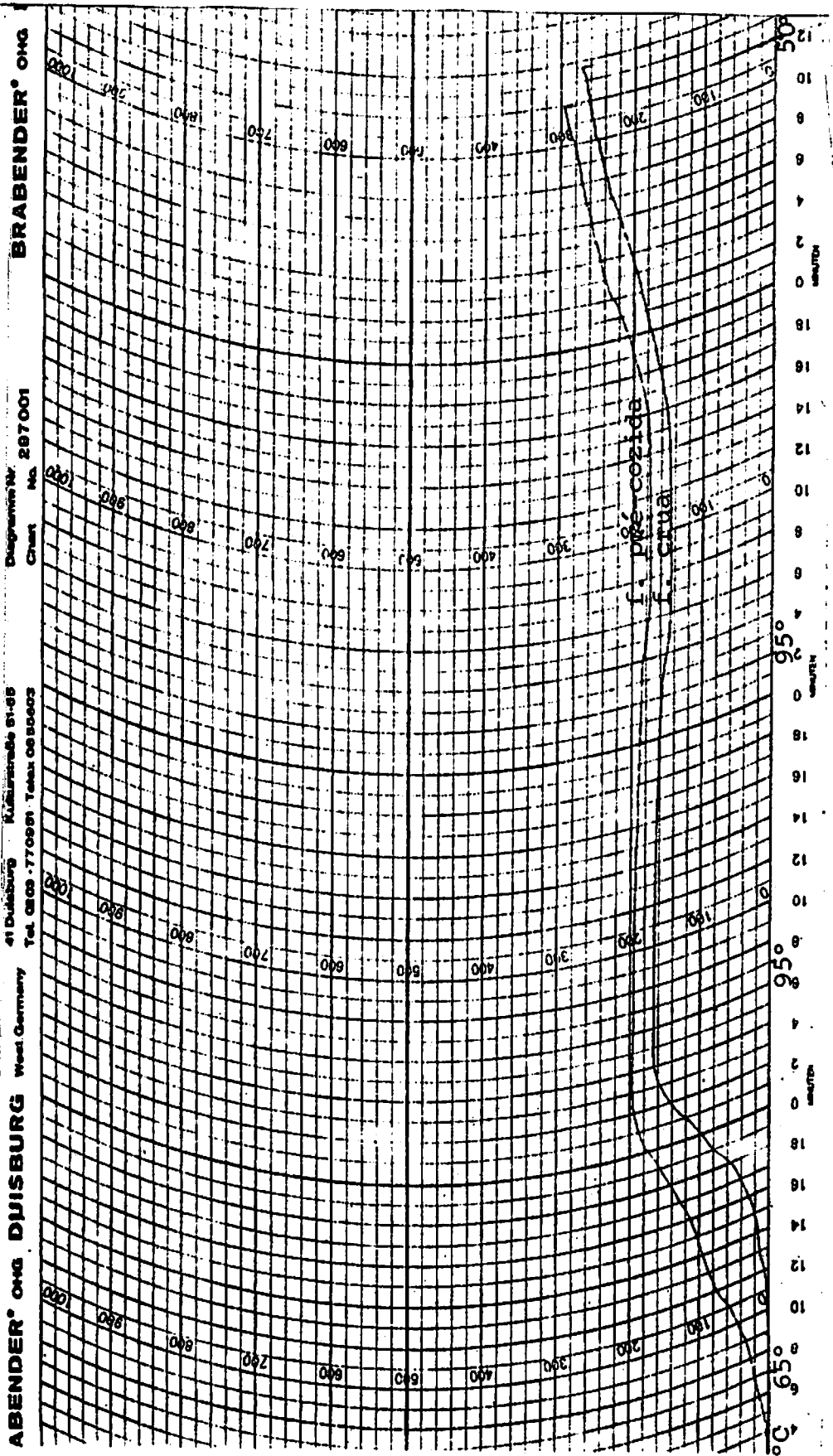


FIGURA 5 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista III e crua mista III (controle), elaboradas com 70% de trigo e 30% de soja desengordurada.

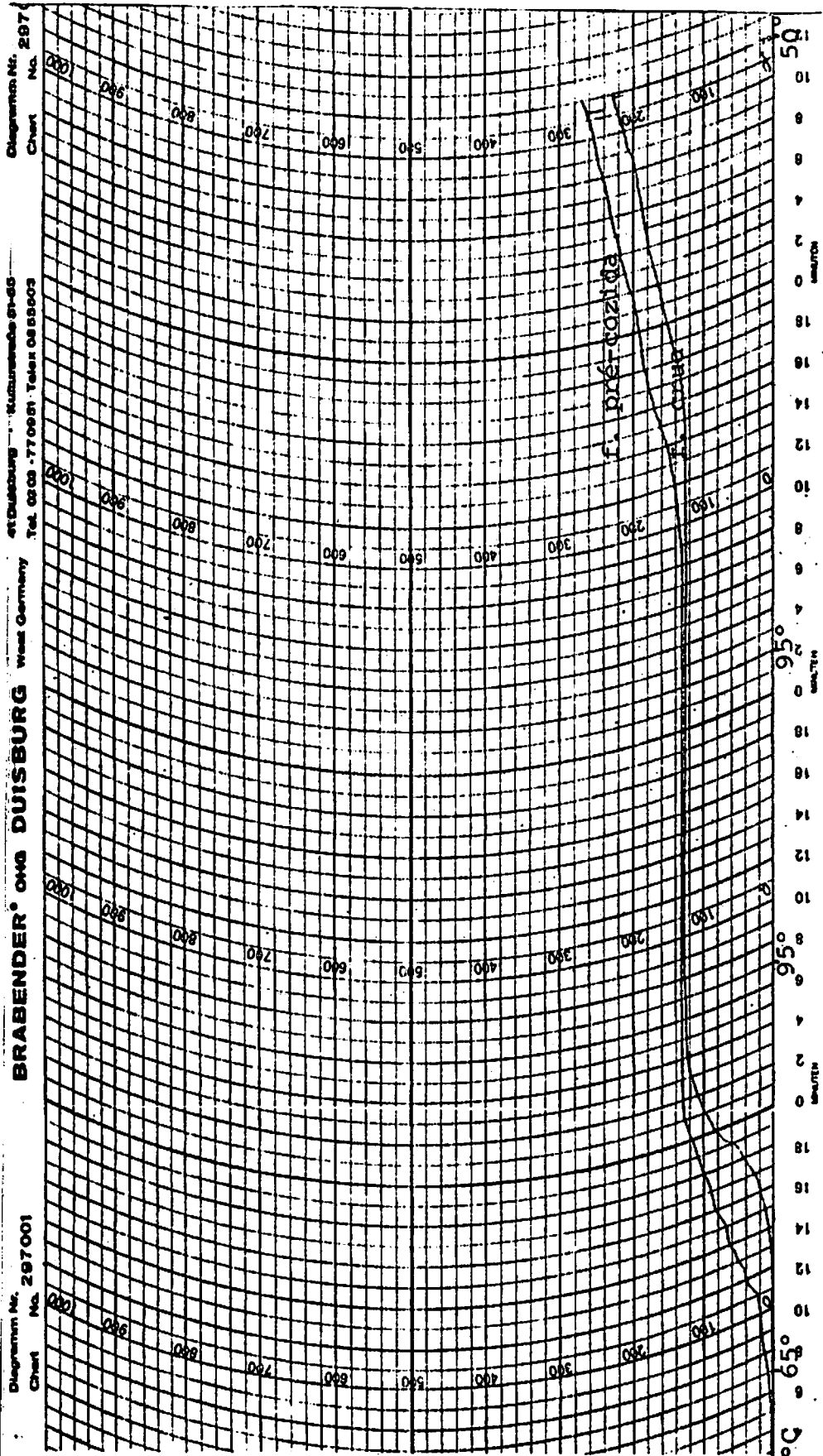


FIGURA 6 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista IV e crua mista IV (controle), elaborada das com 60% de trigo e 40% de soja desengordurada.

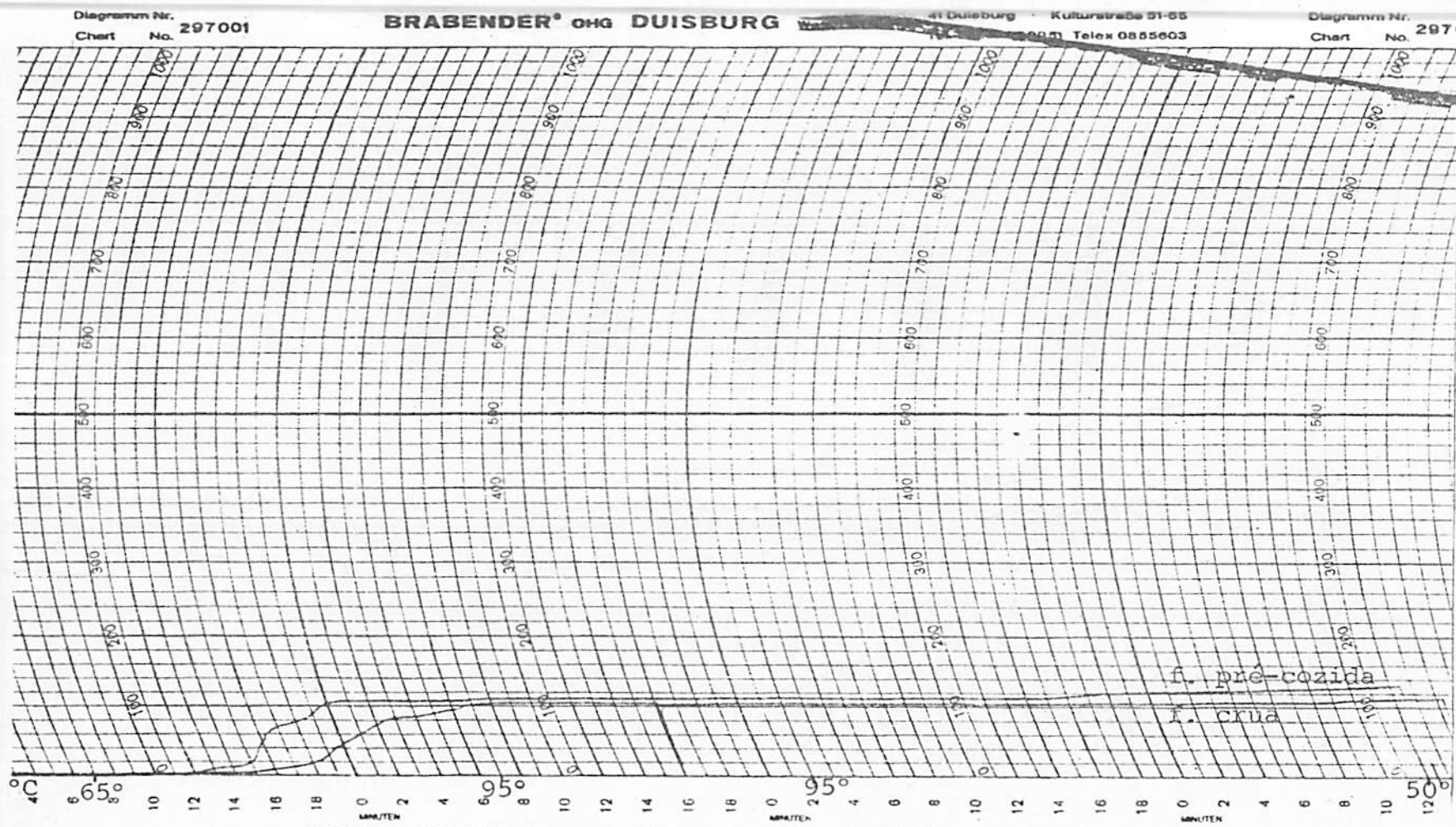


FIGURA 7 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista V e crua mista V (controle), elaboradas com 50% de trigo e 50% de soja desengordurada.

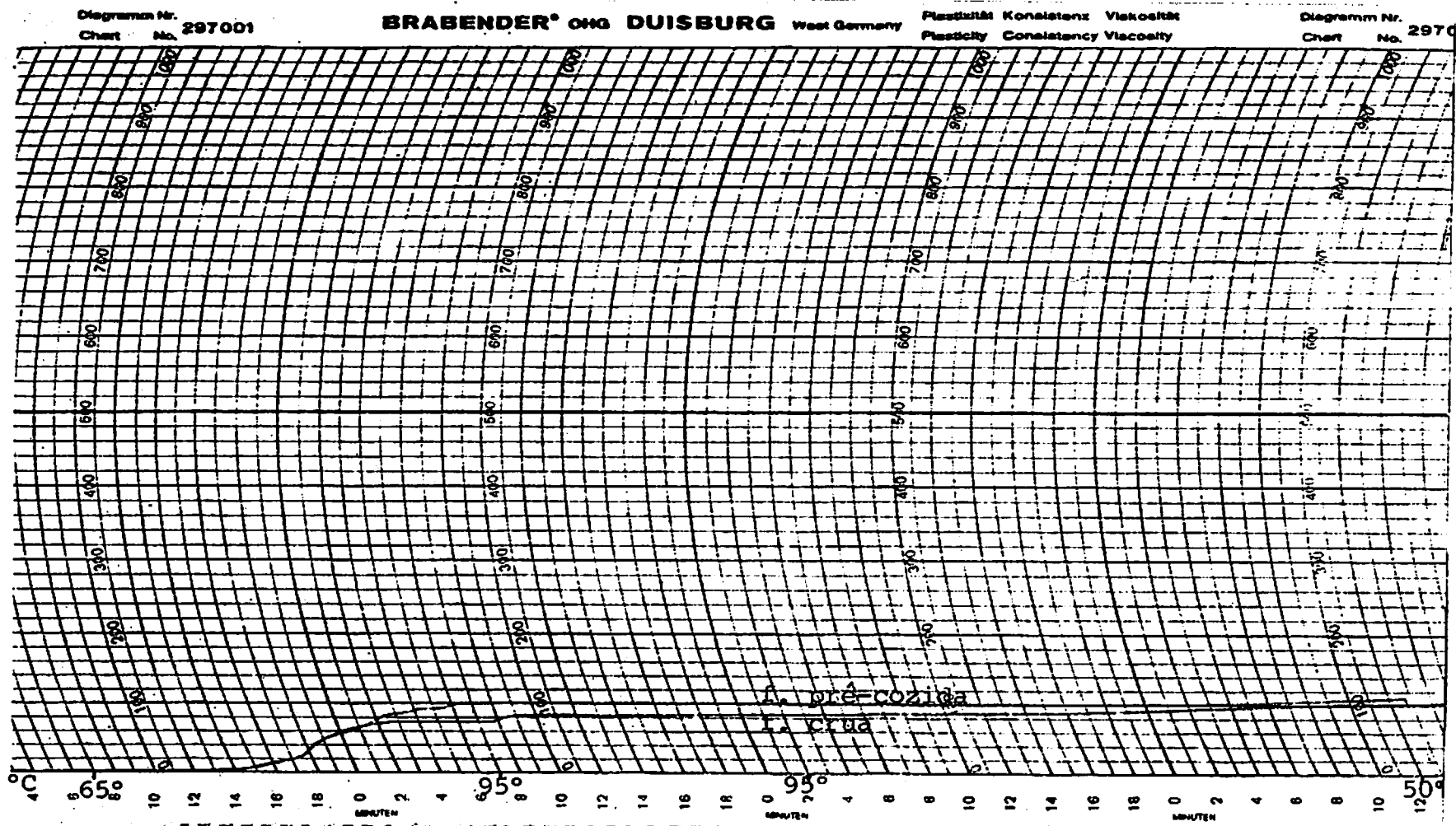


FIGURA 8 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista VI e crua mista VI (controle), elaboradas com 40% de trigo e 60% de soja desengordurada.

trados no QUADRO 9, e as FIGURAS de 1 a 8 ilustram os anilogramas das diferentes farinhas pré-cozidas mistas e suas respectivas farinhas cruas mistas (controles).

Analisando-se os QUADROS 1 e 9 e as FIGURAS de 1 a 8, verifica-se que as temperaturas de pasta das diferentes farinhas pré-cozidas mistas aumentaram com o aumento da proporção de soja desengordurada (10 a 60%), tendo uma variação de 63 a 77°C. As farinhas cruas mistas (controles) tiveram um comportamento semelhante, mostrando as temperaturas de pasta de 65 a 79°C, que foram ligeiramente superiores às das farinhas pré-cozidas mistas. Resultados semelhantes foram também encontrados por DESHPANDE et alii (20), que relataram que a adição de leguminosas (10, 20 a 30%) à farinha de trigo levou a um aumento da temperatura de pasta, e, por DOTY & BAKER (21), que verificaram que não houve diferença significativa nas temperaturas de pasta das farinhas de trigo tratado ou não por microondas.

Pode-se observar, também, nos QUADROS 1 e 9 e nas FIGURAS de 1 a 8, que o incremento do nível de soja desengordurada resultou numa diminuição nas temperaturas de viscosidade máxima de pasta das farinhas mistas, sendo que as pré-cozidas apresentaram os valores (de 90 a 86°C) pouco inferiores aos das cruas (de 93 a 88°C). Os valores das viscosidades máxima e mínima à temperatura constante, bem como a final no ciclo de resfriamento, diminuíram com o aumento da proporção de soja desengordurada nas farinhas mistas, que mostraram coeficientes de correlação de -0,7310, -0,3852

e 0,4794, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade. A viscosidade final no ciclo de resfriamento foi maior do que a viscosidade mínima de pasta à temperatura constante, indicando o fenômeno da retrogradação do amido. Estes resultados estão, em parte, de acordo com os obtidos por ONAYEMI & LORENZ (55), que constataram que a viscosidade máxima de pasta da farinha de trigo diminuiu, à medida que se aumentava o nível de substituição (1 a 12%) pelo concentrado ou isolado protéico de soja, porém ocorreu o inverso, quando a substituição era da farinha de soja desengordurada. Já a viscosidade mínima de pasta e a retrogradação do amido diminuíram com o incremento do conteúdo da farinha de soja desengordurada, do concentrado ou isolado protéico de soja.

Nota-se, ainda pelos mesmos QUADROS e pelas mesmas FIGURAS, que, em todos os níveis de soja desengordurada estudados, as farinhas pré-cozidas mistas apresentaram valores de viscosidade máxima e mínima de pasta e de retrogradação do amido superiores aos de seus respectivos controles (cruas). Acredita-se que este fato possa ser explicado por DOTY & BAKER (21), que verificaram que as viscosidades máxima e mínima de pasta da farinha de trigo aumentaram quase 30%, quando o trigo era previamente tratado com microondas por 9 minutos, indicando a falta de dextrinização e da ação de β -amilase nos amidos danificados. Os mesmos autores afirmaram ainda que a retrogradação do amido da farinha de trigo aumentou com o aumento do tempo de tratamento por microondas, sendo que o máximo aumento ocorreu entre 1,5 e 4,5 minutos.

QUADRO 10 - Absorção de água e de gordura (% base seca) das farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções

Fórmula	Absorção de água (%)	Absorção de gordura (%)
I	115,65 f	42,13 h
I (controle)	71,70 i	46,90 ef
II	125,69 e	43,28 gh
II (controle)	83,48 h	48,55 de
III	139,50 d	45,31 fg
III (controle)	98,06 g	49,88 cd
IV	154,04 c	48,30 de
VI (controle)	112,84 f	51,42 c
V	167,72 b	50,86 cd
V (controle)	126,73 e	54,80 b
VI	176,49 a	55,67 b
VI (controle)	143,82 d	59,55 a
D.M.S.	8,21	2,71
C.V. (%)	2,21	1,85

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

QUADRO 11 - Nitrogênio solúvel na água (% base seca) e índice de solubilidade de nitrogênio das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	Nitrogênio solúvel na água (%)	Índice de solubilidade de nitrogênio(%)
I	0,53 i	21,08 j
I (controle)	0,62 i	24,17 i
II	0,97 h	28,56 h
II (controle)	1,24 g	38,48 f
III	1,46 f	35,94 g
III (controle)	1,81 e	49,72 c
IV	2,09 d	40,92 e
IV (controle)	2,52 c	53,95 b
V	2,48 c	43,32 d
V (controle)	3,01 b	55,40 ab
VI	3,07 b	45,32 d
VI (controle)	3,57 a	52,24 a
D.M.S.	0,09	2,03
C.V. (%)	1,62	1,68

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

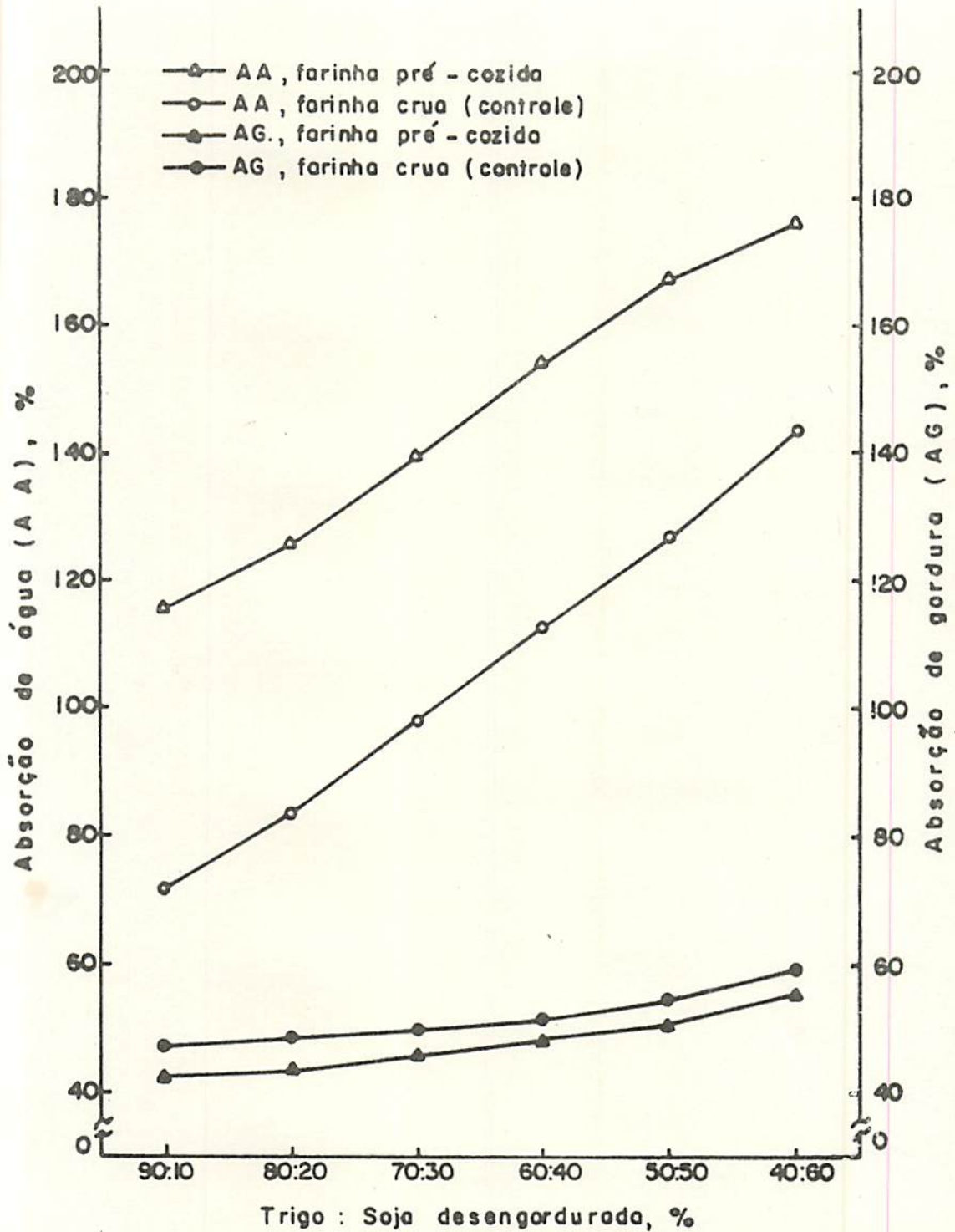


FIGURA 9 - Efeito da proporção de trigo e soja desengordurada nas absorções de água e de gordura das diferentes farinhas pré-cozidas mistas.

No QUADRO 10 e na FIGURA 9 estão apresentados os resultados referentes aos efeitos do aumento da proporção de soja desengordurada e do tratamento por microondas sobre as absorções de água e de gordura das farinhas mistas.

Verifica-se através dos QUADROS 1 e 10 e da FIGURA 9, que as absorções de água e de gordura aumentaram com o acréscimo dos conteúdos de soja desengordurada nas farinhas mistas, tendo coeficientes de correlação de 0,8369 e 0,7946, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade. As farinhas pré-cozidas tiveram maior absorção de água, porém menor absorção de gordura, quando comparadas com as das farinhas cruas mistas (controles).

O aumento das absorções de água e de gordura em função da adição de leguminosas nas farinhas mistas de trigo-leguminosa foi observado também por DESHPANDE et alii (20), os quais explicaram que aproximadamente 70-90% das proteínas de leguminosas são hidrossolúveis ao compararem com o glúten (80-90% das proteínas de trigo), que é insolúvel na água, e, desta forma, a maior absorção de água das farinhas mistas pode estar relacionada à alta absorção de água de leguminosas. No entanto, a maior absorção de gordura das farinhas mistas depende da predominância das proteínas hidrofóbicas do trigo e de leguminosas.

De acordo com WALL (77), uma proteína pode servir como agente hidratante e como emulsificante de gordura, ou seja, uma proteína pode conter grupos que formam associações com substâncias po-

A FIGURA 10 ilustra o ISN das diferentes farinhas pré-cozidas mistas e de seus respectivos controles em função da proporção de trigo e soja desengordurada.

Através dos QUADROS 1 e 11 e da FIGURA 10, observa-se que o NSA e o ISN aumentaram significativamente com o aumento da proporção de soja desengordurada nas farinhas mistas, tendo coeficientes de correlação de 0,9403 e 0,7482, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade. As farinhas pré-cozidas mistas apresentaram sempre valores inferiores em relação às usadas como controles, tanto para o NSA quanto para o ISN.

Embora as proteínas de soja sejam mais solúveis na água, elas são mais sensíveis ao calor do que as do trigo. Conforme vários autores (30, 33, 47, 75), o aquecimento seco, úmido ou por radiações dielétricas por microondas resulta na diminuição da solubilidade das proteínas da farinha de soja em consequência da desnaturação, o que é devido à exposição gradual dos resíduos de aminoácidos hidrofóbicos das proteínas.

A absorção de água das diferentes farinhas pré-cozidas mistas e de seus respectivos controles em função do NSA está ilustrada na FIGURA 11.

Nota-se, pela FIGURA 11, que o aumento do NSA resultou também no acréscimo da absorção de água das farinhas mistas, mostrando coeficiente de correlação igual a 0,6137, significativo ao ní-

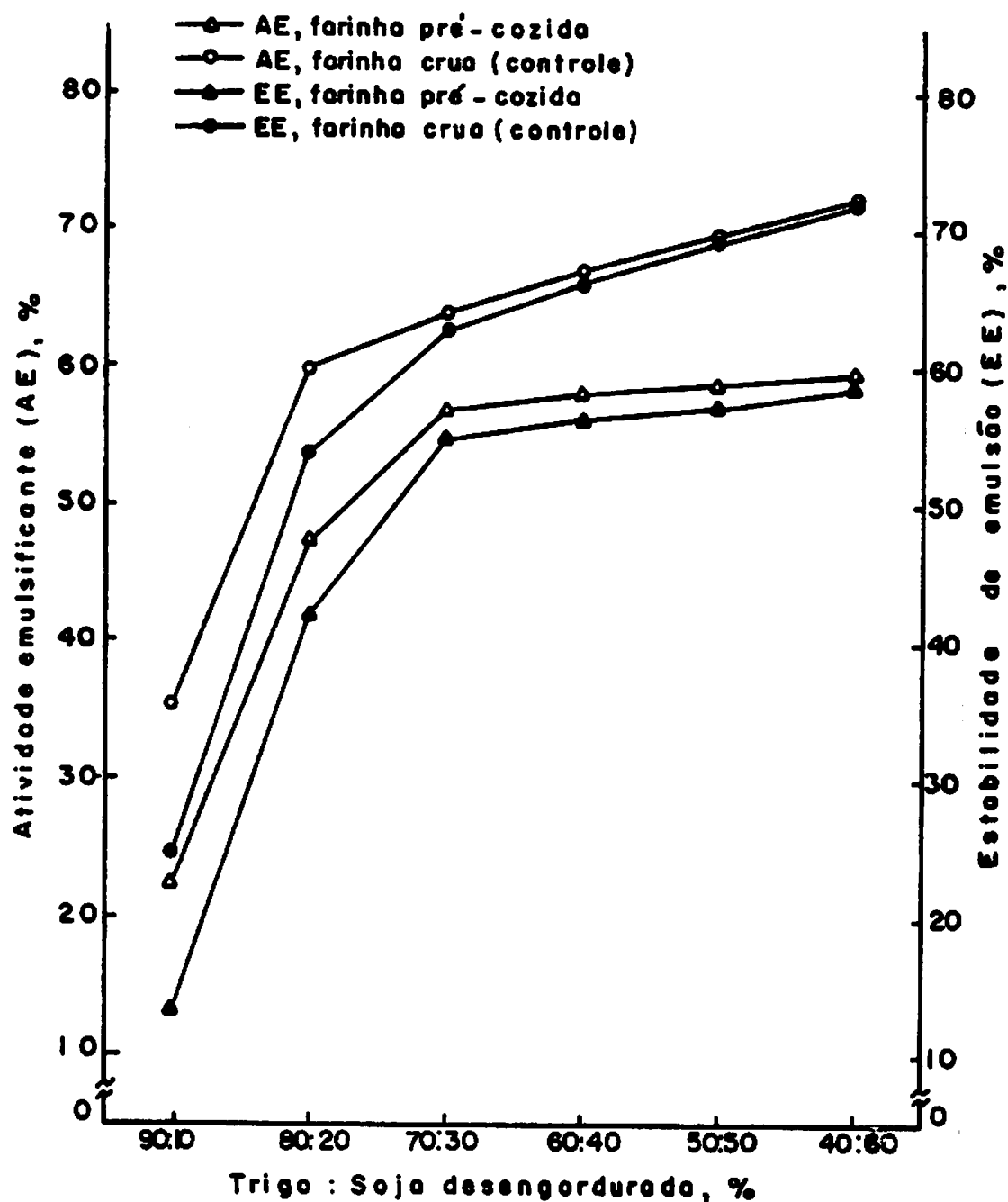


FIGURA 12 - Efeito da proporção de trigo e soja desengordurada na atividade emulsificante e estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas.

QUADRO 12 - Propriedades emulsificantes (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	Atividade emulsificante (%)	Estabilidade de emulsão (%)
I	22,42 k	13,27 g
I (controle)	35,46 j	24,65 f
II	47,38 i	41,95 e
II (controle)	59,94 e	53,31 d
III	56,94 h	55,46 d
III (controle)	63,90 d	62,59 abcd
IV	58,06 g	56,25 d
IV (controle)	66,90 c	66,16 abc
V	58,81 fg	57,14 cd
V (controle)	69,71 b	69,22 ab
VI	59,44 ef	58,64 cd
VI (controle)	72,46 a	72,05 a
D.M.S.	1,11	9,66
C.V. (%)	0,50	4,59

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

vel de 5% de probabilidade. Embora as farinhas pré-cozidas mistas tenham possuído menores valores de NSA, elas apresentaram maiores valores de absorção de água em relação às de seus respectivos controles.

De acordo com WAGNER & AÑON (76), ambas a absorção de água e a solubilidade envolvem diferentes mecanismos que dependem de diferentes fatores. É observado que, muitas vezes, as proteínas de soja, tendo maiores valores de absorção de água, possuem, no entanto, as baixas solubilidades, uma vez que, a desnaturação térmica das proteínas de soja afeta a interação com a água e promove fenômeno de agregação.

As propriedades emulsificantes incluem a atividade emulsificante (AE) e a estabilidade de emulsão (EE), sendo mostradas no QUADRO 12 e na FIGURA 12, em função das diferentes proporções de trigo e soja desengordurada nas farinhas pré-cozidas mistas e nas cruas mistas (controles).

Analisando-se os QUADROS 1 e 12 e a FIGURA 12, observa-se que quanto maior o conteúdo da soja desengordurada na farinha mista, maiores foram os valores da AE e EE (coeficientes de correlação = 0,7057 e 0,7392 para AE e EE, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade), sendo que o aumento foi menos acentuado nas farinhas pré-cozidas, contendo maiores proporções de soja (> 30%).

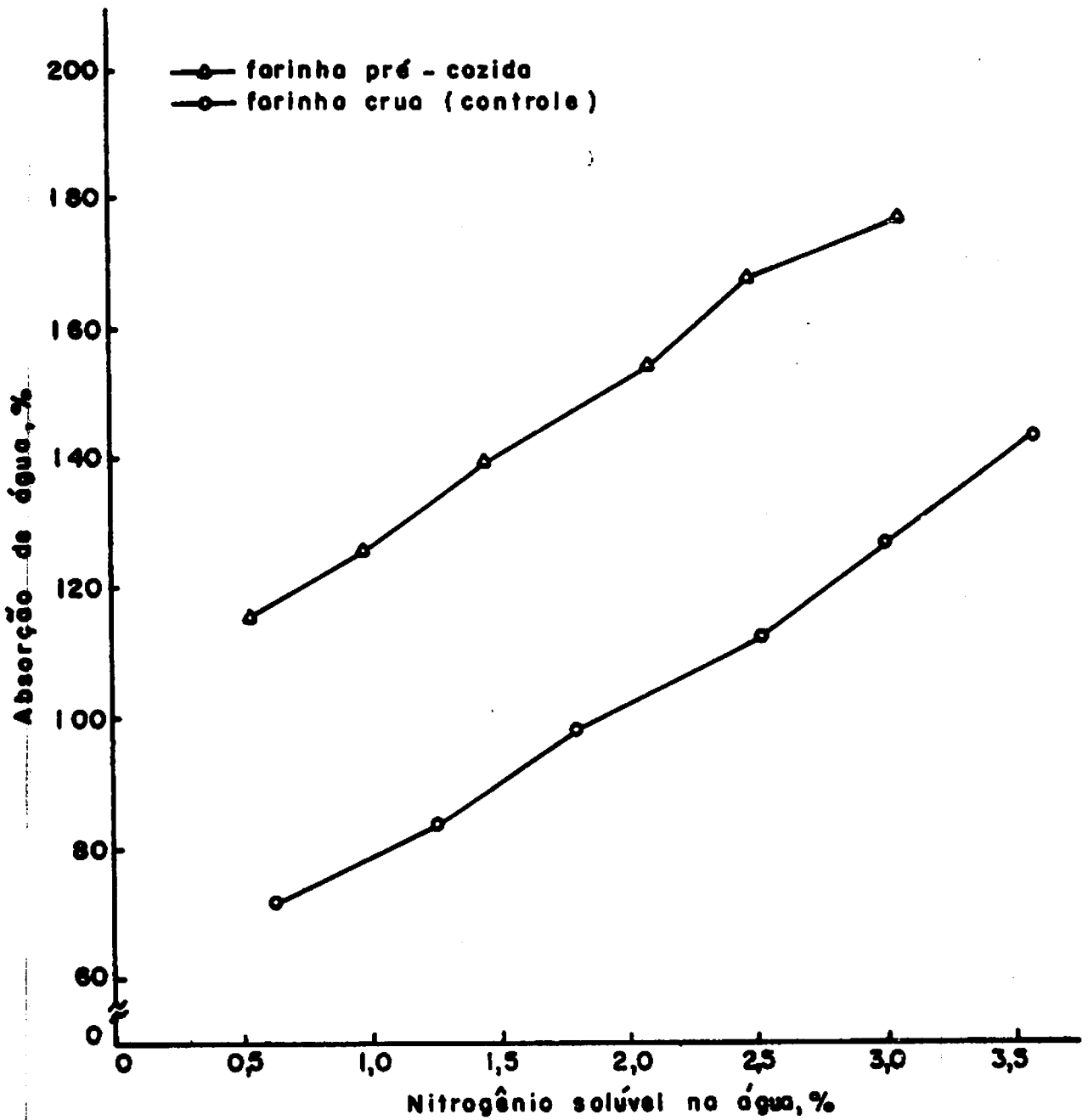


FIGURA 11 - Absorção de água das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, constituídas de trigo e soja desengordurada, em função do nitrogênio solúvel na água.

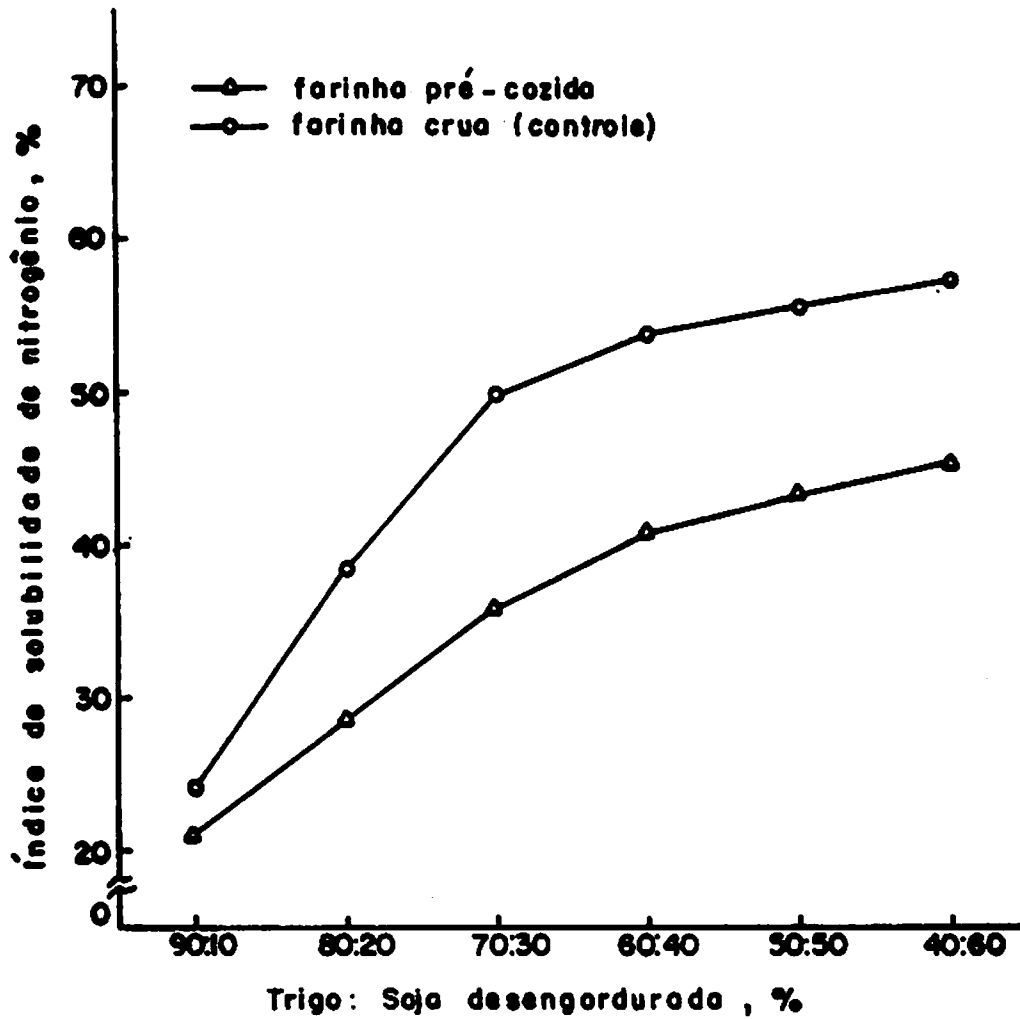


FIGURA 10 - Índice de solubilidade de nitrogênio das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de trigo e soja desengordurada.

lares e não polares. HSU et alii (34) e LIN, HUMBERT & SOSULSKI (44), afirmaram que a proteína de soja, devido à sua hidrofili-
dade, absorve mais água do que as proteínas de outras leguminosas.
Por outro lado, LIN et alii (44) sugeriram que provavelmente as
cadeias laterais não polares da proteína de soja contribuam para
a absorção de gordura e, a presença dos componentes não protéicos
da farinha poderia também influenciar nesta propriedade.

O fato de que as farinhas pré-cozidas mistas apresentaram
maiores valores de absorção de água e menores valores de absorção
de gordura do que os seus respectivos controles (QUADROS 1 e 10 e
FIGURA 9) pode ser comparável ao encontrado por HORVÁTH & CZUKOR
(33), que constataram que a farinha de soja aquecida dieletrica-
mente teve maior absorção de água e menor absorção de gordura do
que a de soja crua. Segundo os mesmos autores, o aumento da absor-
ção de água pode ser devido à dissociação das proteínas, à desna-
turação sem exposição dos resíduos não polares e às alterações
dos componentes de carboidratos solúveis e insolúveis durante o
aquecimento. Já a diminuição da absorção de gordura está relacio-
nada com a hidrofobicidade que é afetada pela desnaturação térmi-
ca.

O QUADRO 11 mostra os dados do nitrogênio solúvel na água
(NSA) e do índice de solubilidade de nitrogênio (ISN) das diferen-
tes farinhas pré-cozidas mistas e das cruas mistas.

A FIGURA 13 ilustra o efeito do NSA na AE e na EE das farinhas pré-cozidas mistas e das cruas mistas (controles).

Verifica-se, através da FIGURA 13, que o aumento de NSA resultou num aumento da AE (coeficiente de correlação = 0,8282, significativo ao nível de 5% de probabilidade) e da EE (coeficiente de correlação = 0,8286, significativo ao nível de 5% de probabilidade) até um ponto seja atingido e, acima deste, houve apenas ligeiro aumento da AE e da EE com o aumento de NSA.

De acordo com vários autores (35, 39, 40), as propriedades emulsificantes estão relacionadas com a solubilidade de proteínas na água, que por sua vez, contribui para a diminuição da tensão interfacial entre os componentes hidrofóbicos e hidrofílicos, e, quando a concentração de proteína se faz menor, existe uma maior disposição das moléculas em atuar como interfase na emulsão.

HIDALGO (31) relatou que os testes de AE têm indicado que a quantidade máxima de óleo que pode ser emulsificada sob as condições padrões aumenta com o aumento da concentração de proteína até que um máximo seja alcançado. Acima deste máximo, o aumento da concentração de proteína não causa nenhum aumento na AE. VOLKERT & KLEIN (74) afirmaram também que sob condições de emulsificação completa de óleo, não há aumento posterior na AE mesmo quando a solubilidade da proteína é aumentada.

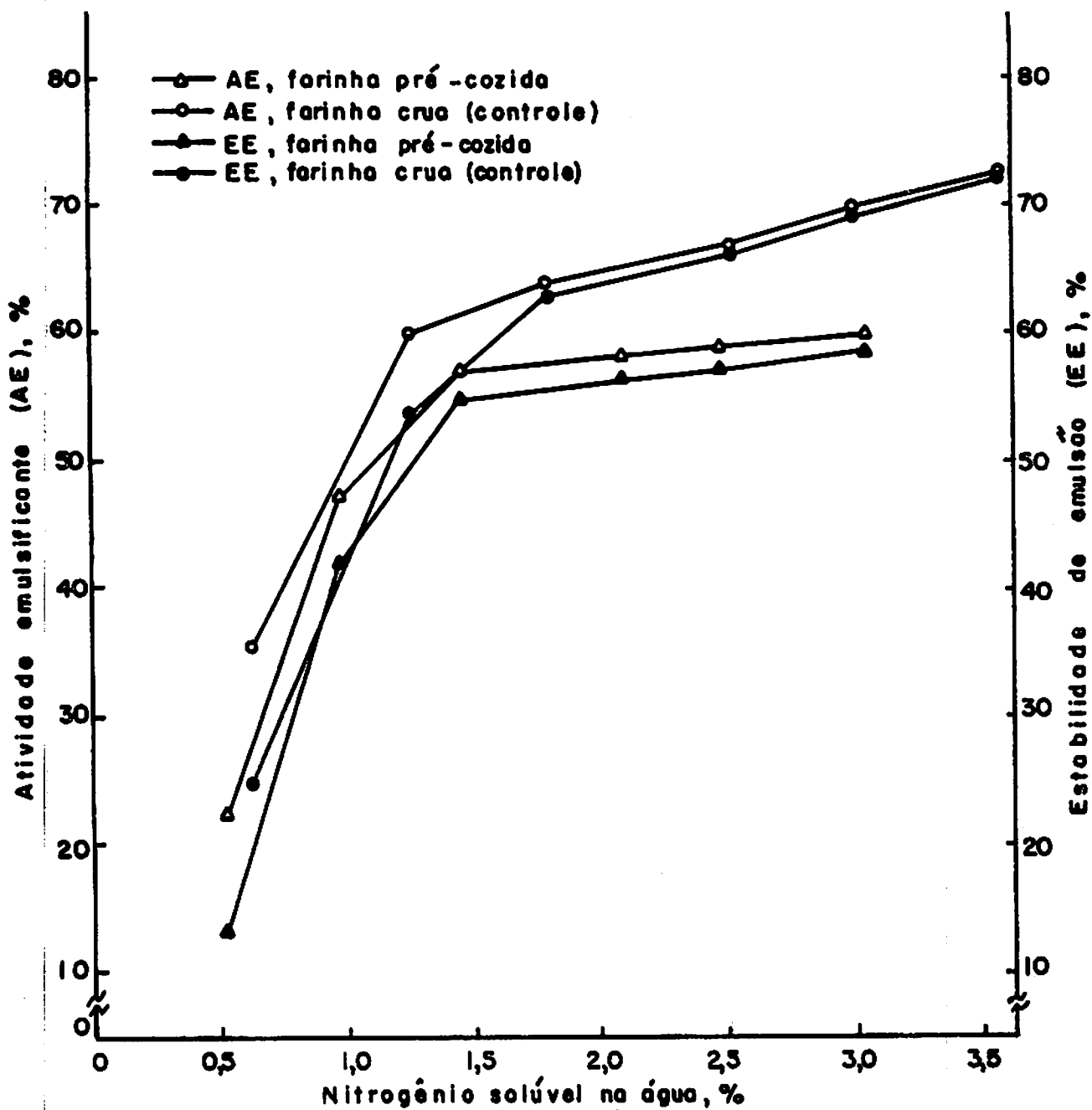


FIGURA 13 - Efeito do nitrogênio solúvel na água na atividade emulsificante e estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, constituídas de trigo e soja desengordurada.

O aumento da AE e da EE em função do aumento do nível de soja desengordurada na farinha mista pode ser explicado por DESHPANDE et alii (20), que constataram que as proteínas de leguminosas são na maioria, globulinas e, portanto, a adição desta melhora AE e EE da farinha de trigo.

Nota-se ainda pela FIGURA 13 que, as farinhas pré-cozidas mistas, além de terem valores inferiores de AE e EE, apresentaram menores valores de NSA em relação às farinhas cruas mistas (controles). Acredita-se que a diminuição da solubilidade de proteína, em consequência da desnaturação que ocorre durante o cozimento das farinhas por microondas, seja a principal causa da diminuição da AE e EE nas farinhas pré-cozidas mistas.

A FIGURA 14 mostra a EE das diferentes farinhas pré-cozidas mistas e cruas mistas em função da AE.

Verifica-se, pela FIGURA 14, que a AE e EE foram diretamente correlacionadas entre si, mostrando coeficiente de correlação igual a 0,9842, significativo ao nível de 5% de probabilidade. As farinhas pré-cozidas mistas apresentaram sempre menores valores de AE e EE em relação aos seus respectivos controles.

Segundo CHEFTEL, CUQ & LORIENT (14), os polissacarídeos e as proteínas são agentes emulsificantes que estabilizam a emulsão. Os polissacarídeos atuam como emulsificantes secundários, pois aumentam a viscosidade da fase contínua, enquanto que as proteínas

se adsorvem na interfase entre as gotículas de óleo dispersas e a fase aquosa contínua, desempenhando duas funções: a) facilitam a formação de emulsões, abaixando principalmente a tensão interfacial e b) contribuem para a estabilidade da emulsão, formando uma barreira física na interfase, no entanto, não existe uma correlação estrita entre estas duas funções.

As propriedades espumantes englobam expansão, volume e sisêrese de espuma.

O **QUADRO 13** mostra as propriedades espumantes das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções e as **FIGURAS 15, 16 e 17** ilustram a expansão, o volume e a sinêrese de espuma, respectivamente, das mesmas farinhas, tendo sempre as respectivas farinhas cruas mistas como controles.

Observa-se, nos **QUADROS 1 e 13** e na **FIGURA 15**, que o aumento do conteúdo de soja desengordurada na farinha mista resultou num aumento da expansão de espuma, tendo coeficiente de correlação igual a 0,7517, significativo ao nível de 5% de probabilidade. As farinhas pré-cozidas mistas mostraram menores valores da expansão de espuma em relação às farinhas cruas mistas (controles).

Pode-se verificar, através dos **QUADROS 1 e 13** e da **FIGURA 16**, que o volume de espuma aumentou com o aumento da proporção de soja desengordurada nas farinhas mistas (coeficientes de correla-

QUADRO 13 - Propriedades espumantes (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	Expansão de espuma (%)	Volume de espuma (%) após			Sinérese (%) após		
		(min)			(min)		
		30	60	120	30	60	120
I	43,39 k	46,87 j	25,00 i	18,75 j	50,00 ab	70,83 ab	83,33 ab
I (controle)	59,04 i	60,00 i	28,91 h	20,00 i	54,17 a	79,17 a	91,67 a
II	54,53 j	60,18 i	38,08 g	28,57 h	40,74 abc	55,56 bcde	71,61 bcd
II (controle)	65,95 h	66,55 h	41,41 f	31,82 g	46,67 abc	70,00 ab	83,33 ab
III	65,22 h	67,81 g	51,35 e	30,95 g	35,48 abc	48,92 cde	59,67 de
III (controle)	72,50 e	70,35 f	55,08 d	34,80 f	40,00 abc	63,33 abc	76,67 abc
IV	69,00 g	74,19 e	65,09 c	36,36 e	32,83 bc	42,78 cde	45,27 efg
IV (controle)	79,95 c	77,09 d	68,12 b	37,62 d	33,33 bc	57,41 bcd	69,45 bcd
V	71,21 f	81,60 c	75,45 a	48,63 c	30,82 bc	37,11 de	43,40 fg
V (controle)	86,33 b	83,88 b	76,50 a	50,00 b	30,77 c	51,28 bcde	64,10 cd
VI	73,80 d	81,82 c	75,91 a	57,09 a	27,86 c	35,32 e	40,29 g
VI (controle)	89,27 a	85,30 a	77,13 a	57,64 a	28,21 c	43,59 cde	56,41 def
D.M.S.	1,09	0,93	2,28	0,93	19,18	20,57	15,67
C.V. (%)	0,54	0,44	1,37	0,84	17,34	12,79	8,13

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

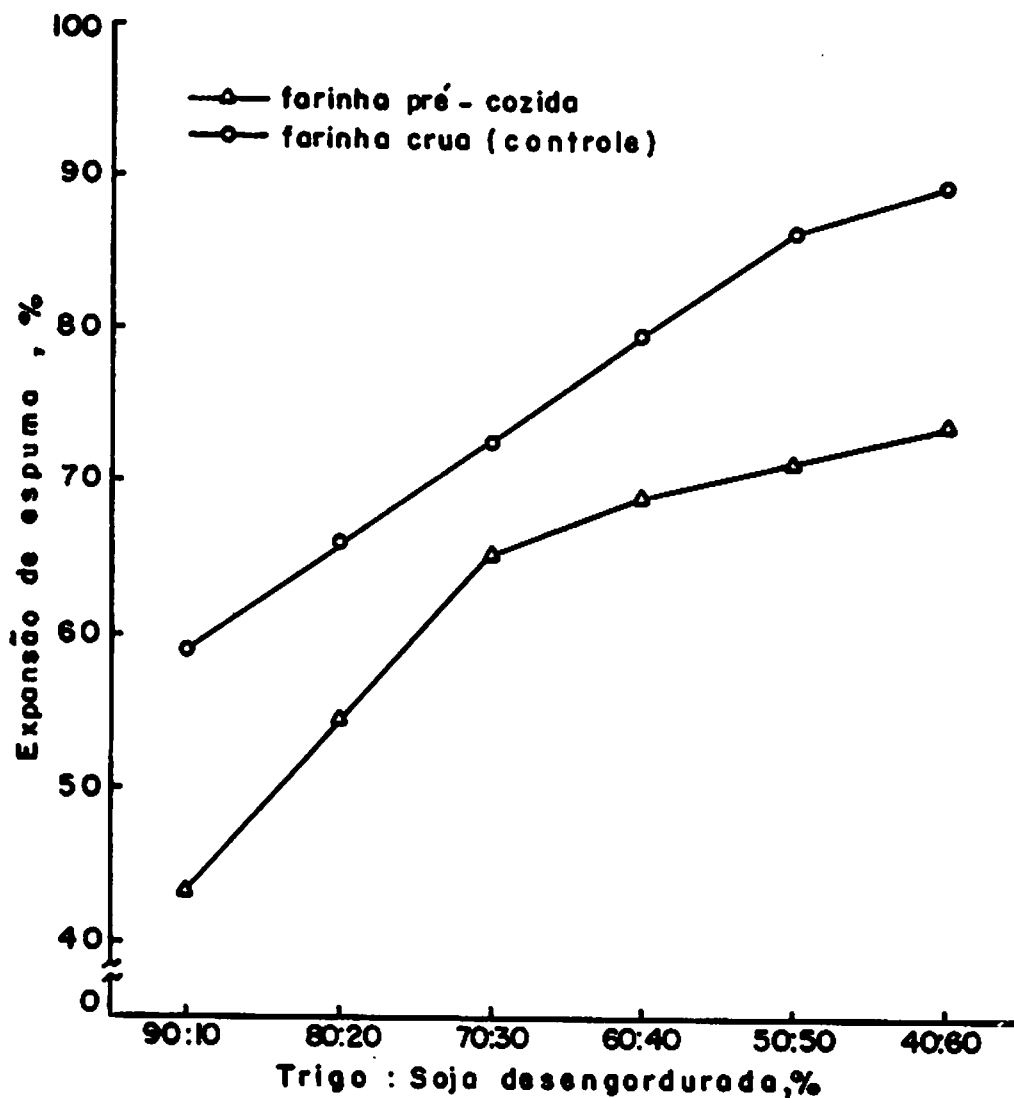


FIGURA 15 - Expansão de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de trigo e soja desengordurada.

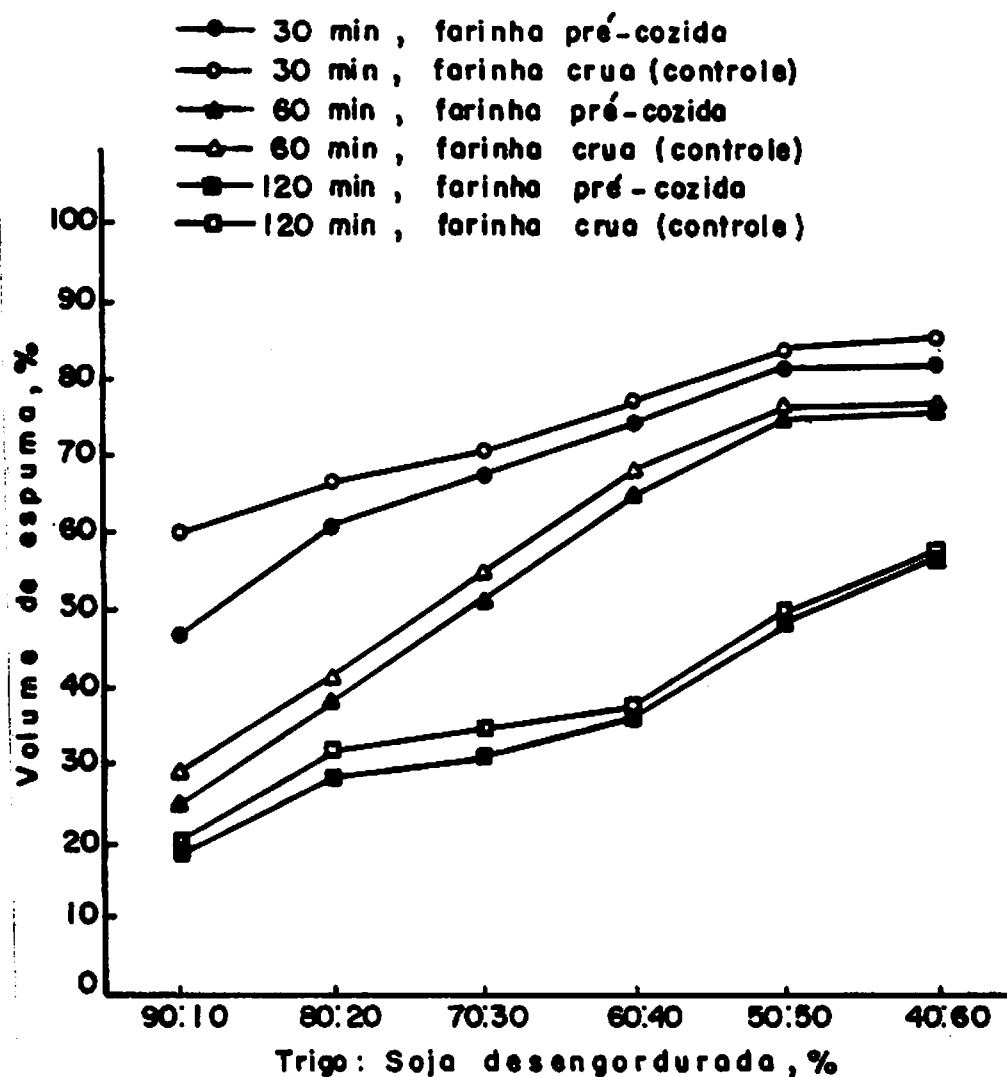


FIGURA 16 - Volume de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de trigo e soja desengordurada.

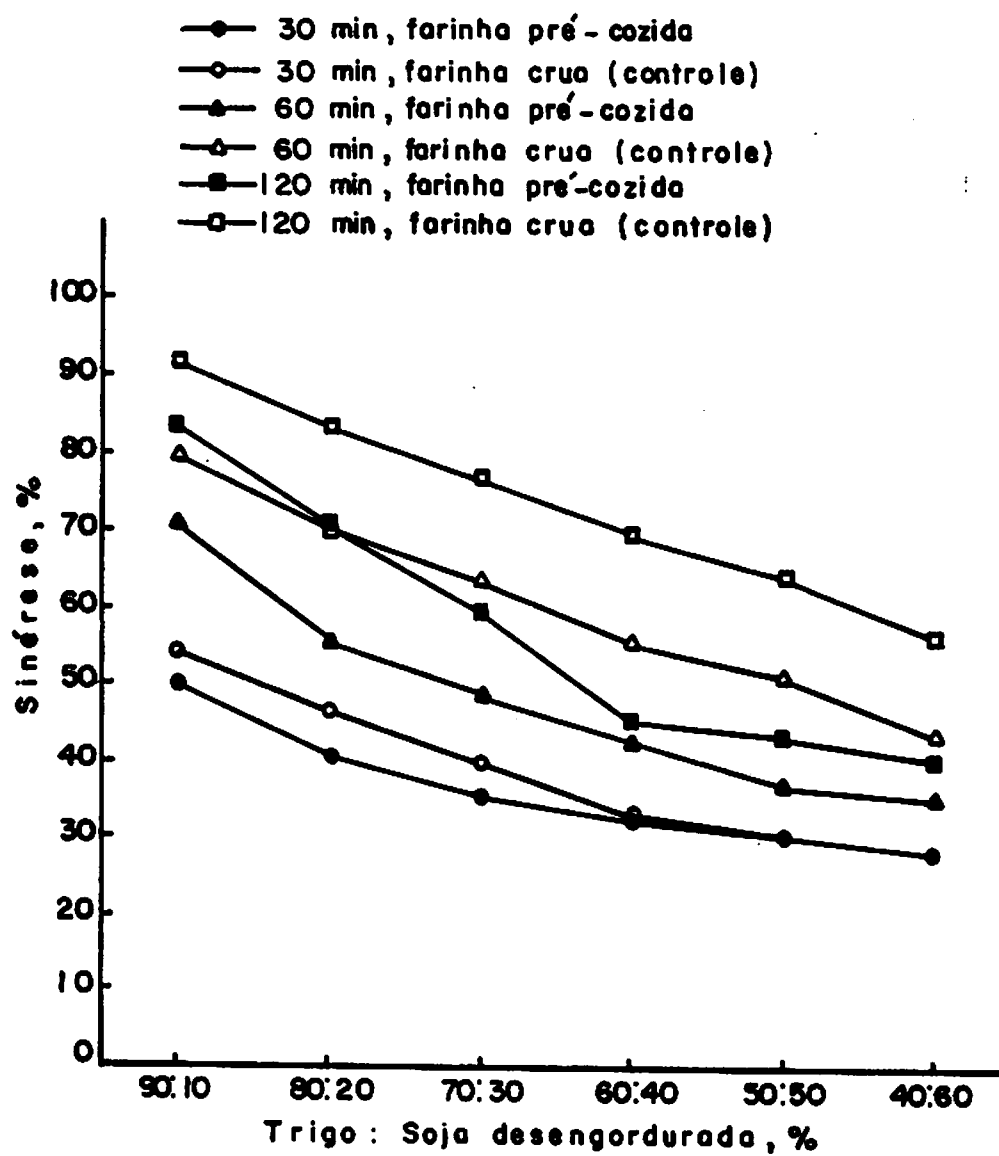


FIGURA 17 - Sinérese de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de trigo e soja desengordurada.

ção = 0,8150, 0,8466 e 0,8655 para 30, 60 e 120 minutos, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade). Embora as farinhas pré-cozidas tenham apresentado valores inferiores do volume de espuma ao compararem com os dos controles, nota-se que, nos tempos de 60 e 120 minutos, não houve diferenças significativas nas fórmulas que continham maiores proporções de soja (50 e 60% para 60 minutos e 60% para 120 minutos). Observa-se, ainda que, o volume de espuma das farinhas mistas diminuiu com o aumento do tempo de repouso.

Nota-se, nos QUADROS 1 e 13 e na FIGURA 17, que quanto mais soja desengordurada foi adicionada, obteve-se maior diminuição da sinérese (coeficientes de correlação = - 0,8132, -0,8528 e -0,8699 para 30, 60 e 120 minutos, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade), o que significa uma maior estabilidade de espuma. As farinhas pré-cozidas mistas tiveram menores valores de sinérese, ou seja, maior estabilidade de espuma, em relação aos seus respectivos controles, embora não tenha dado muita diferença significativa entre eles. Observa-se também, que a sinérese de espuma das farinhas mistas aumentou com o aumento do tempo de repouso.

A estabilidade de espuma é representada pelo volume e sinérese de espuma, sendo que a sinérese é o inverso da estabilidade. Entretanto, de acordo com DENCH, RIVAS & CAYGILL (19), o aumento na sinérese de espuma nem sempre é acompanhado pela correspondente diminuição no volume de espuma por causa da aderência de espuma

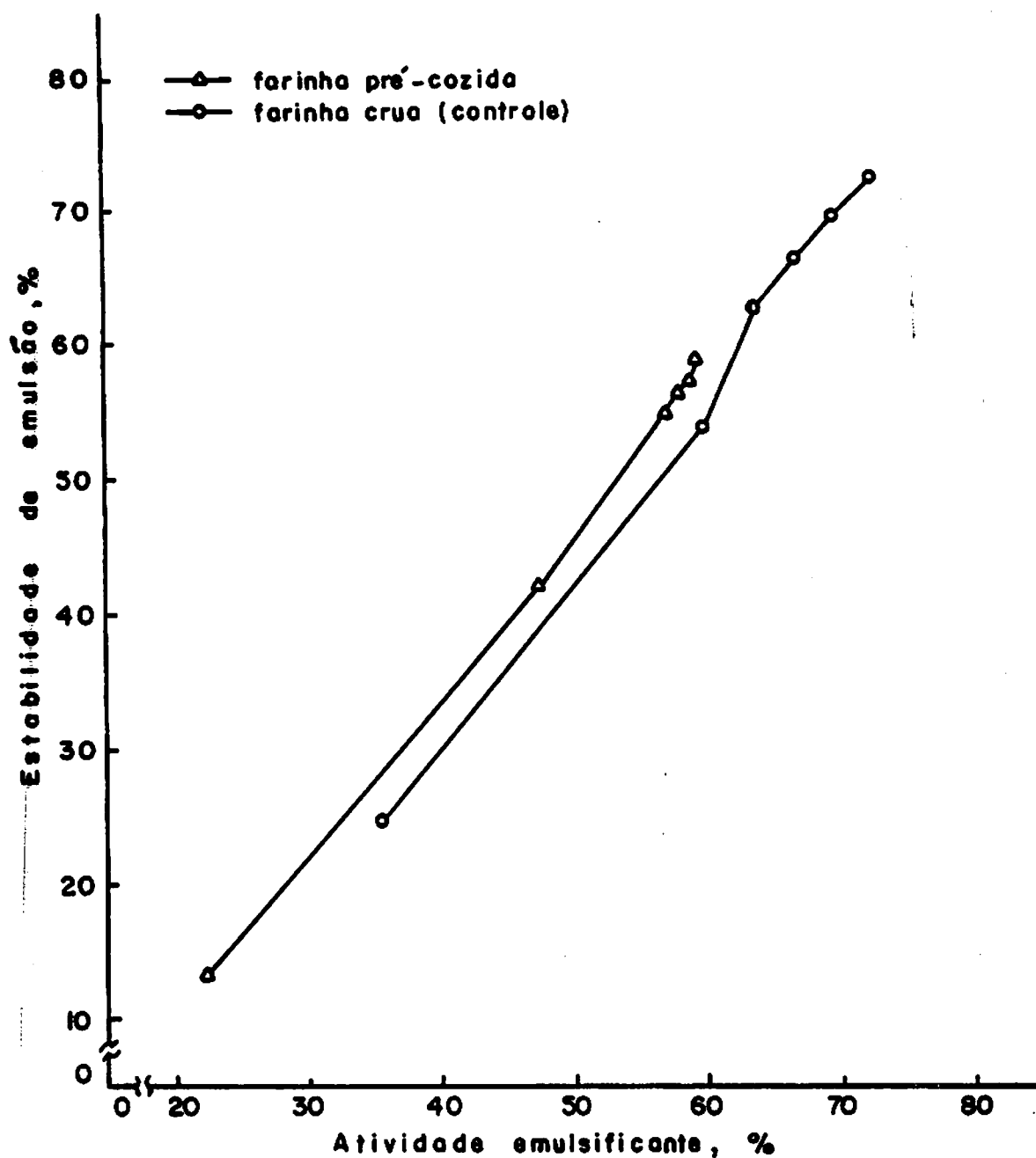


FIGURA 14 - Estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, constituídas de trigo e soja desengordurada, em função da atividade emulsificante.

nas paredes do vasilhame usado na determinação. CHEFTEL et alii (14) constataram que certos tratamentos térmicos moderados (70 - 80°C), realizados antes da formação de espuma, podem melhorar a estabilidade da espuma da proteína de soja. Desta forma, justifica-se a maior estabilidade de espuma encontrada nas farinhas pré-cozidas mistas estudadas no presente trabalho, ao compararem com os seus respectivos controles.

Conforme BORDERÍAS & MONTERO (9), para a expansão de espuma (poder espumante), são exigidas proteínas de moléculas 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 as ligações hidrofóbicas. No caso de estabilidade (volume e sinérese de espuma), é necessário, sobretudo, que se formem películas coesivas, elásticas, contínuas e impermeáveis ao ar.

A expansão de espuma em função do NSA está apresentada na FIGURA 18.

Verifica-se, na FIGURA 18, que a expansão de espuma correlacionou diretamente com o NSA, mostrando coeficiente de correlação igual a 0,9120, significativo ao nível de 5% de probabilidade. Este fato foi também confirmado por YASUMATSU et alii (82), que verificaram que, para se obter uma alta expansão de espuma, é neces-

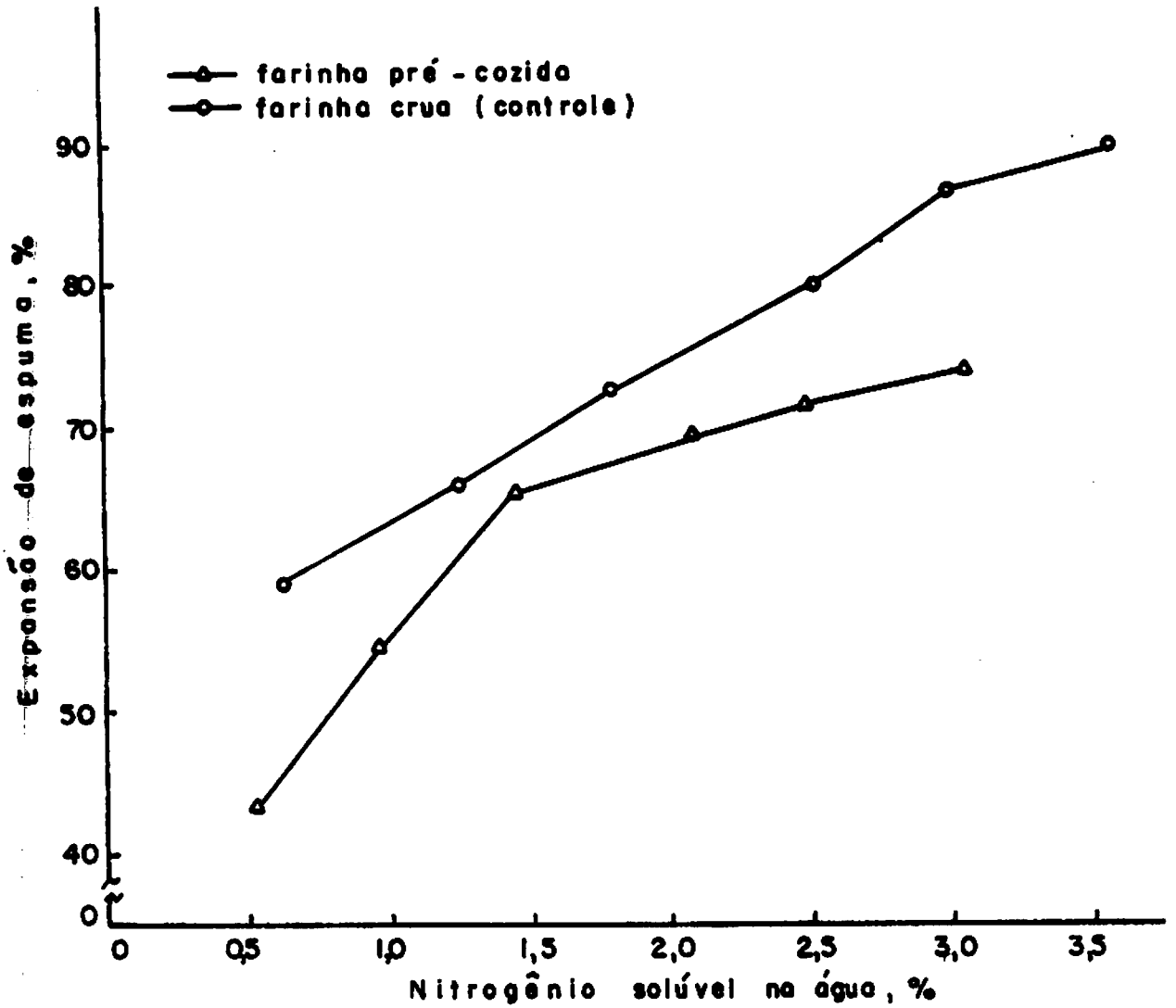


FIGURA 18 - Expansão de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, constituídas de trigo e soja desengordurada, em função do nitrogênio solúvel na água.

sário que tenha uma alta dispersibilidade de proteína ou alto valor de NSA.

O aumento do NSA em função do incremento do nível de soja desengordurada (QUADROS 1 e 11) levou, portanto, a um aumento da expansão de espuma (FIGURA 18). Resultados semelhantes foram verificados por DESHPANDE et alii (20), que afirmaram que as propriedades espumantes das farinhas mistas, contendo trigo e leguminosa, foram melhoradas devido ao acréscimo das albuminas e globulinas provenientes das leguminosas.

4.5. Aspectos nutricionais das farinhas pré-cozidas mistas

O QUADRO 14 mostra a composição centesimal aproximada, das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Analisando-se o QUADRO 14, nota-se um aumento de teores de proteína, cinza e fibra bruta nas farinhas pré-cozidas mistas com o incremento do nível da soja desengordurada. Estes dados são justificados pelos maiores teores de proteína, cinza e fibra crua encontrados na farinha de soja desengordurada do que na farinha de trigo (QUADRO 6). Resultados semelhantes foram também obtidos por GONZALEZ-AGRAMON & SERNA-SALDIVAR (29) e YÁÑEZ et alii (81).

Nos QUADROS 15 e 16 e na FIGURA 19 estão apresentados os dados referentes à avaliação biológica da qualidade protéica das

QUADRO 14 - Composição centesimal aproximada (% base úmida) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções

Fórmula	Umidade (%)	Proteína (%)	Extrato etéreo (%)	Cinza (%)	Fibra bruta (%)	Nifext*
I	2,70 c	15,56 f	0,71 d	1,77 f	0,65 f	78,61 a
II	2,20 d	20,01 e	0,75 d	2,08 e	0,87 e	74,09 b
III	2,90 bc	24,51 d	0,80 c	2,49 d	1,10 d	68,37 c
IV	3,40 a	27,27 c	0,85 b	3,03 c	1,31 c	64,13 d
V	1,70 e	30,80 b	0,90 a	3,51 b	1,53 b	61,57 e
VI	3,00 b	34,75 a	0,93 a	3,88 a	1,76 a	55,67 f
D.M.S.	0,30	0,12	0,04	0,04	0,03	0,49
C.V. (%)	4,08	0,17	1,81	0,53	0,96	0,27

* Calculado por diferença

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

--- **QUADRO 15** - Balanço de Nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	BN	D_a (%)	VB_a (%)	NPU_a (%)
I	0,41 b	76,45 b	71,67 b	54,49 b
II	0,67 a	76,91 b	79,72 ab	61,27 b
III	0,71 a	76,45 b	81,62 ab	62,66 b
IV	0,71 a	76,53 b	81,26 ab	61,98 b
V	0,71 a	76,18 b	83,17 ab	63,27 b
VI	0,71 a	76,45 b	86,62 a	64,13 b
Caseína	0,71 a	91,43 a	86,58 a	79,09 a
D.M.S.	0,18	12,00	11,79	13,26
C.V. (%)	16,28	9,22	8,78	12,55

* Caseína com 96,79% de pureza.

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

QUADRO.16 - Quociente de eficiência protéica (PER) e eficiência alimentar (EA) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	PER corregido	PER far.mista/PER caseína (%)	EA
I	1,82 b	72,80 b	3,90 a
II	2,26 ab	90,40 ab	3,14 ab
III	2,43 a	97,20 a	2,91 b
IV	2,49 a	99,60 a	2,89 b
V	2,51 a	100,40 a	2,86 b
VI	2,51 a	100,40 a	2,57 b
Caseína	2,50 a	-	2,88 b
D.M.S.	0,55	0,21	0,77
C.V. (%)	14,00	14,12	15,40

* Caseína com 96,79% de pureza.

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

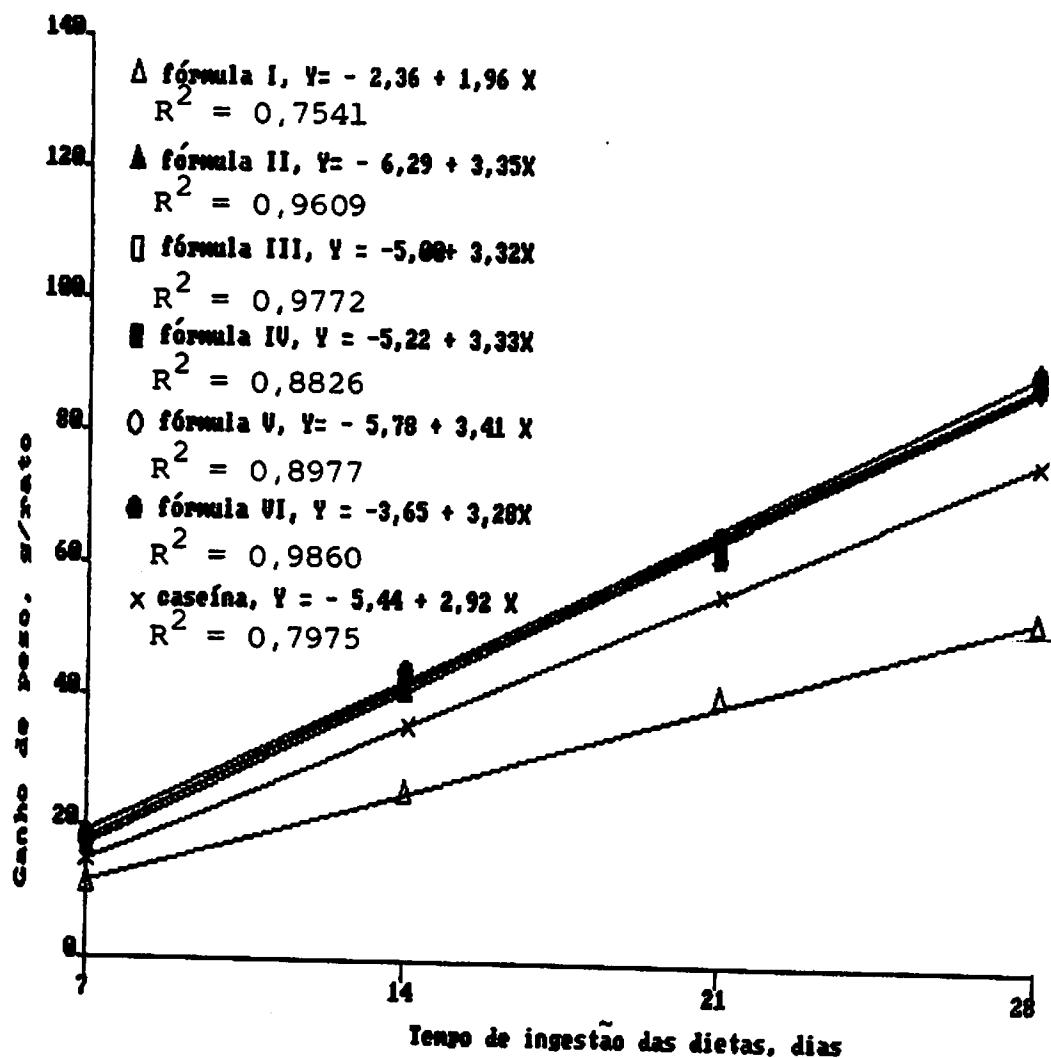


FIGURA 19 - Crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos de PER das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, elaboradas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

farinhas pré-cozidas mistas preparadas com trigo e soja desengordurada, em comparação com a da caseína (proteína-padrão).

O QUADRO 15 mostra os valores para o balanço de nitrogênio (BN), a digestibilidade aparente (D_a), o valor biológico aparente (VB_a) e a utilização líquida aparente da proteína (NPU_a).

Através dos QUADROS 1 e 15, observa-se que o aumento do conteúdo de soja desengordurada (> 10%) melhorou o BN e o VB_a das farinhas pré-cozidas mistas, porém não alterou os valores de D_a e NPU_a das mesmas farinhas, sendo estatisticamente iguais entre elas e menores do que os da caseína (padrão).

De acordo com BRESSANI et alii (11), o alimento texturizado à base de soja, ovo e trigo apresentou os valores de D e VB iguais a 92,3 e 65,3%, respectivamente, os quais eram comparáveis aos do bife desidratado, que mostrou 87,0 e 67,4% de D e VB, respectivamente. Nos testes feitos nas crianças, os mesmos autores indicaram que não houve diferença significativa na qualidade protéica para o alimento texturizado mencionado e o leite desnatado, quando o consumo diário de proteína era de 2g por kg de peso.

GONZALEZ-AGRAMON & SERNA-SALDIVAR (29) constataram que a fortificação da farinha de trigo pela farinha de soja desengordurada (11,1%) na obtenção de tortilla melhorou a composição de aminoáci

dos essenciais, de tal modo que os ratos alimentados com tortillas fortificadas retinham maiores quantidades de nitrogênio absorvido, tendo valores maiores de VB_a e NPU_a .

Com exceção da fórmula I, contendo 90:10% de trigo e soja desengordurada, respectivamente, as demais farinhas pré-cozidas mistas tiveram valores de NPU_a superiores a 60%, que é o nível recomendado pela PAG (56) para produtos baseados no leite e cereal. Portanto, pode-se concluir que as farinhas pré-cozidas mistas, contendo de 80 a 40% do trigo e de 20 a 60% da soja desengordurada, são adequadas para serem destinadas à alimentação suplementar, devido às suas boas qualidades proteicas em termos de NPU_a .

A NPU_a está diretamente relacionada com D_a e VB_a , mostrando coeficientes de correlação iguais a 0,7925 e 0,7169, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados referentes ao quociente de eficiência protéica (PER), bem como os de PER farinha mista/PER caseína e a eficiência alimentar (EA) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada, estão mostrados no QUADRO 16.

A FIGURA 19 ilustra as curvas de crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos (PER) correspondentes ao QUADRO 16.

Analisando-se os **QUADROS 1 e 16** e a **FIGURA 19**, verifica-se que os maiores valores de PER foram encontrados para as fórmulas III, IV, V e VI, obtidas com 70:30; 60:40; 50:50 e 40:60% de trigo e soja desengordurada, respectivamente, não havendo diferenças significativas entre elas e sendo estatisticamente iguais ao da caseína (padrão). Estes dados sugerem que a fortificação da farinha de trigo com até 30% de soja desengordurada melhora o PER das farinhas pré-cozidas mistas, entretanto, não será observada a melhoria do PER quando a fortificação com soja desengordurada for acima de 30%.

YÁÑEZ et alii(81) verificaram que com o aumento do enriquecimento da farinha de trigo pela farinha de soja, o PER do pão mostrou um incremento significativo desde o nível de 2% da farinha de soja, obtendo-se o valor máximo (PER = 2,13) com a adição de 6%.

GONZALEZ-AGRAMON & SERNA-SALDIVAR (29) constataram que os ratos alimentados com tortillas fortificadas com 11,1% da farinha de soja desengordurada ganharam mais pesos e tiveram maior valor de PER, quando comparados com ratos alimentados com tortillas não fortificadas, indicando que o nitrogênio retido é anabolizado principalmente em peso corporal.

Quanto à EA, as fórmulas I e II, contendo 90:10 e 80:20 % de trigo e soja desengordurada, respectivamente, apresentaram os valores superiores às demais fórmulas e à caseína.

Com base nos resultados apresentados em relação aos aspectos nutricionais das farinhas pré-cozidas mistas, pode-se concluir que a partir de 10% da adição de farinha de soja desengordurada à farinha de trigo, a qualidade protéica das farinhas pré-cozidas mistas foi melhorada, apresentando PER farinha mista/PER caseína acima de 90%. Já com a adição de mais de 30% da farinha de soja desengordurada, não foram alterados os valores de PER, indicando que os níveis adequados da adição de farinha de soja desengordurada à farinha de trigo foram de 20 a 30%.

4.6. Características organolépticas da sopa cremosa

Para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, é de vital importância a formulação dos mesmos que possuem, além de bons aspectos nutricionais, boas características organolépticas que os tornem aceitáveis por parte dos consumidores. Assim sendo, as boas propriedades organolépticas das sopas cremosas são consideradas como requisitos importantes na sua formulação.

Os escores obtidos na avaliação sensorial de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de cenoura, preparadas à base de farinhas de trigo e soja desengordurada, estão apresentados no QUADRO 17.

Nota-se, pelos QUADROS 1 e 17, que as sopas cremosas com sabor de cenoura I, II, III, IV e V, obtidas com 60,3:6,7; 53,6:13,4; 46,9:20,1; 40,2:26,8 e 33,5:33,5% de trigo e soja desengordurada,

QUADRO 17 - Escores obtidos na avaliação sensorial de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de cenoura, preparadas à base de farinhas de trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	Aparência	Odor	Sabor	Consistência	Preferência
I	8,38 a	8,31 a	7,71 ab	7,89 a	8,38 a
II	8,37 a	8,33 a	7,83 ab	7,90 a	8,40 a
III	8,60 a	8,33 a	7,97 a	7,95 a	8,49 a
IV	8,49 a	8,23 a	7,57 bc	7,79 a	8,17 ab
V	8,45 a	8,11 a	7,36 cd	7,76 a	7,91 bc
VI	8,15 b	8,06 a	7,10 d	7,38 b	7,72 c
D.M.S.	0,23	0,37	0,31	0,27	0,30
C.V. (%)	1,19	1,85	1,83	1,53	1,67

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

respectivamente, não mostraram diferenças significativas entre si na aparência e na consistência, tendo melhores escores do que os da VI, contendo 26,8% de trigo e 40,2% de soja desengordurada. O aumento da proporção de soja desengordurada na formulação não afetou o odor destas sopas cremosas, mostrando os valores estatisticamente iguais entre si. Por outro lado, as sopas cremosas tiveram os melhores escores do sabor com o aumento de até 20,1% de soja desengordurada, porém a partir desta percentagem, foi observada a diminuição nos escores. No que se refere à preferência, pode-se verificar que as sopas cremosas com sabor de cenoura I, II e III foram as que alcançaram os melhores escores, não havendo diferenças significativas entre elas.

No QUADRO 18, estão apresentados os resultados obtidos na avaliação sensorial de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de chuchu, preparadas à base de farinhas de trigo e soja desengordurada.

Observa-se, nos QUADROS 1 e 18, que o incremento do conteúdo de até 33,5% de soja desengordurada melhorou a aparência das sopas cremosas com sabor de chuchu. O odor e o sabor destas sopas cremosas foram melhorados com a adição de até 20,1% de soja desengordurada, mas acima desta percentagem, resultou em diminuição de escores. Todas as sopas cremosas com sabor de chuchu tiveram os mesmos escores de consistência. Quanto à preferência, as sopas cremosas com sabor de chuchu II, III e IV contendo 53,6:13,4; 46,9:20,1 e 40,2:26,8% de trigo e soja desengordurada, respectivamente, foram as mais preferidas.

QUADRO 18 - Escores obtidos na avaliação sensorial de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de chuchu, preparadas à base de farinhas de trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	Aparência	Odor	Sabor	Consistência	Preferência
I	8,02 d	8,27 ab	7,36 c	7,82 a	7,97 c
II	8,14 cd	8,28 ab	7,84 a	7,93 a	8,39 ab
III	8,27 bc	8,47 a	7,90 a	7,94 a	8,45 a
IV	8,22 bc	8,32 ab	7,76 ab	7,94 a	8,36 ab
V	8,53 a	8,26 ab	7,46 bc	7,87 a	8,17 bc
VI	8,37 ab	8,14 b	7,34 c	7,96 a	8,09 c
D.M.S.	0,22	0,26	0,37	0,34	0,23
C.V. (%)	1,09	1,42	2,06	2,02	1,24

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

Em todos os atributos sensoriais avaliados nas sopas cremosas tanto para o sabor de cenoura quanto para o de chuchu (QUADROS 1, 17 e 18), verifica-se que as sopas cremosas II e III, elaboradas com 53,6:13,4 e 46,9:20,1% de trigo e soja desengordurada, respectivamente, apresentaram os melhores sabores ao compararem com as demais sopas cremosas. Resultados semelhantes foram encontrados por SAMBUCETTI, SCICLI & SANAHUJA (61) e SOSULSKI & FLEMING (67) no estudo de biscoito e pão, respectivamente, usando a farinha composta de trigo e soja. Quanto à aparência e odor das sopas cremosas, acredita-se que a cenoura tenha influenciado mais do que o chuchu, pois não houve diferenças significativas entre as sopas cremosas com sabor de cenoura na avaliação da aparência e do odor, exceto para a sopa cremosa VI, contendo 26,8% de trigo e 40,2% de soja desengordurada. Já a consistência das sopas cremosas não foi afetada nem por cenoura nem por chuchu, mostrando praticamente a mesma. Parece que o atributo de sabor tenha influenciado na escolha das sopas cremosas mais preferidas, uma vez que as sopas cremosas mais preferidas pela equipe treinada foram as que tiveram os melhores sabores.

O QUADRO 19 mostra os escores obtidos no teste massal de preferência, através da Ordenação, das sopas cremosas com sabor de cenoura.

Observa-se, pelos QUADROS 1 e 19, que as sopas cremosas com sabor de cenoura I, II e III, obtidas com 60,3:6,7; 53,6:13,4 e 46,9:20,1% de trigo e soja desengordurada, respectivamente, foram igualmente preferidas pela equipe massal de provadores não treinados.

QUADRO 19 - Escores obtidos no teste massal de preferência através da Ordenação das sopas cremosas com sabor de cenoura

Fórmula	Escore da ordem de Ordenação			
	1	2	3	Total *
I	28	44	75	147
II	21	60	72	153
III	26	46	78	150
Soma de total				450

* Escores de Ordenação exigidos para 3 tratamentos e 75 provadores ao nível de 5% de probabilidade são: 135 - 165.

QUADRO 20 - Escores obtidos no teste massal de preferência através da Ordenação das sopas cremosas com sabor de chuchu.

Fórmula	Escore da ordem de Ordenação			
	1	2	3	Total *
II	21	44	96	161
III	34	60	33	127
IV	20	46	96	162
Soma de total				450

* Escores de Ordenação exigidos para 3 tratamentos e 75 provadores ao nível de 5% de probabilidade são: 135 - 165.

Os escores correspondentes ao teste massal de preferência, através da Ordenação, das sopas cremosas com sabor de chuchu estão apresentados no QUADRO 20.

Através dos QUADROS 1 e 20, verifica-se que a sopa cremosa com sabor de chuchu III, que contém 46,9% de trigo e 20,1% de soja desengordurada, foi a mais preferida pela equipe massal de provadores não treinados.

Baseando-se nos resultados apresentados em relação às características organolépticas da sopa cremosa, pode-se concluir que todas as sopas cremosas estudadas, no presente trabalho, mostraram aparência, odor, sabor e consistência agradáveis, tendo todas elas escores superiores a 7,0. As sopas cremosas com sabor de cenoura I, II e III, formulados pela incorporação de 60,3:6,7; 53,6:13,4 e 46,9:20,1% de trigo e soja desengordurada, respectivamente, foram as que apresentaram os melhores sabores e, portanto, as mais preferidas. Entretanto, os melhores escores do sabor foram verificados para as sopas cremosas com sabor de chuchu II, III e IV, que contêm as respectivas proporções de trigo e soja desengordurada de 53,6:13,4; 46,9:20,1 e 40,2:26,8%, sendo as mais preferidas.

Os resultados do teste massal de preferência indicam que a sopa cremosa III foi a mais preferida, que pode ser preparada com cenoura ou chuchu.

5. CONCLUSÕES

Diante das condições experimentais utilizadas na realização deste trabalho e conforme os resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

- Empregando-se microondas de 2450 MHz, os tempos de cozimento necessários para farinhas de trigo (14,03% de umidade) e soja desengordurada (8,66% de umidade) foram de 9 e 8 minutos, respectivamente.

- As temperaturas de pasta das farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada, foram crescentes com o aumento do nível de soja desengordurada (10 a 60%), sendo que variaram de 63 a 77 . O mesmo aumento das temperaturas de pasta foi encontrado para as farinhas cruas mistas (65 a 79°C), porém estas apresentaram os valores mais altos.

- O decréscimo da proporção de trigo (90 a 40%) nas farinhas pré-cozidas mistas, constituídas de trigo e soja desengordurada, resultou numa diminuição da viscosidade de pasta e da retrogradação do amido, sendo que as farinhas cruas mistas nas mesmas proporções apresentaram menores valores.

- O incremento do conteúdo de soja desengordurada (10 a 60%) nas farinhas pré-cozidas mistas, contendo trigo e soja desengordurada, resultou no aumento das absorções de água e de gordura, do índice de solubilidade de nitrogênio e da expansão e volume de espuma e na diminuição da sinérese de espuma, no entanto, as farinhas cruas mistas nas mesmas proporções mostraram valores mais elevados do que as pré-cozidas mistas, exceto para a absorção de água.

- O aumento do nível de soja desengordurada (10 a 60%) resultou num aumento das propriedades emulsificantes nas farinhas pré-cozidas mistas obtidas com trigo e soja desengordurada, sendo que este aumento é menos notável nas maiores proporções de soja desengordurada (40 a 60%). As farinhas cruas mistas apresentaram maiores propriedades emulsificantes do que as farinhas pré-cozidas mistas.

- As farinhas pré-cozidas mistas contendo diferentes proporções de trigo (90 a 40%) e soja desengordurada (10 a 60%), não apresentaram diferenças significativas entre si na digestibilidade aparente (D_a) e na utilização líquida aparente da proteína (NPU_a), porém, o aumento da proporção de soja desengordurada melhorou o balanço de nitrogênio (BN), o valor biológico aparente (VB_a) o quociente de eficiência protéica (PER), tendo a melhoria a partir de 20% de soja desengordurada com 80% de trigo.

- O incremento do nível de soja desengordurada de 6,7 a 33,5% nas sopas cremosas com sabor de cenoura não causou diferenças significativas entre elas na aparência, odor e consistência. Porém, o sabor melhorou com o aumento da proporção de até 20,1% de soja desengordurada e, acima desta percentagem, houve um decréscimo nos escores de sabor. As sopas cremosas com sabor de cenoura contendo 60,3:6,7; 53,6:13,4 e 46,9:20,1% de trigo e soja desengordurada, respectivamente, foram igualmente preferidas pela equipe massal de provadores.

- O aumento da proporção de soja desengordurada (6,7 a 40,2%) não teve efeito na consistência das sopas cremosas com sabor de chuchu, porém melhorou a aparência destas sopas cremosas, sendo que os melhores odores e sabores foram encontrados nas sopas cremosas contendo de 13,4 a 26,8% de soja desengordurada. A sopa cremosa com sabor de chuchu elaborada à base de 46,9% de trigo e 20,1% de soja desengordurada foi a mais preferida pela equipe massal de provadores.

- A sopa cremosa semi-instantânea, preparada à base de 46,9% de trigo e 20,1% de soja desengordurada, mostrou as melhores características nutricionais e organolépticas, e este pode ser saborizado com cenoura ou com chuchu.

6. RESUMO

Empregando-se microondas de 2450 MHz como meio de cozimento, as farinhas de trigo (14,03% de umidade) e soja desengordurada (8,66% de umidade) foram tratadas isoladamente em diferentes tempos e, submetidas à avaliação sensorial através do teste de preferência por Ordenação. Os melhores tempos encontrados foram de 9 e 8 minutos para as respectivas farinhas.

Farinhas de trigo (90 a 40%) e soja desengordurada (10 a 60%), cozidas nas condições especificadas acima, foram misturadas nas diferentes proporções e, submetidas à determinação de propriedades funcionais, usando-se farinhas cruas mistas nas mesmas proporções como controles. O aumento da proporção de soja desengordurada nas farinhas pré-cozidas mistas resultou no aumento da temperatura de pasta no amilógrafo, que variou de 63 a 77°C. Já para as farinhas cruas mistas, os valores numéricos foram mais altos, que variaram de 65 a 79°C. O acréscimo do conteúdo de soja (10 a 60%) nas farinhas pré-cozidas mistas resultou na diminuição da viscosidade de pasta, da retrogradação do amido e da sinérese de espuma, no aumento das absorções de água e de gordura, do índice de solubilidade de nitrogênio, das propriedades emulsificantes e da expansão e volume de espuma,

sendo as mesmas igualmente preferidas pela equipe massal de provadores. Por outro lado, as sopas cremosas com sabor de chuchu, contendo de 13,4 a 26,8% de soja desengordurada obtiveram os melhores escores no odor e sabor, sendo que a de 20,1% de soja desengordurada foi a mais preferida pela equipe massal de provadores.

porém, as farinhas cruas mistas apresentaram a mesma tendência, exceto para os de viscosidade de pasta e absorção de água que foram menores do que as pré-cozidas.

As farinhas pré-cozidas mistas foram avaliadas nutricionalmente através das análises de composição centesimal, balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a), utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) e quociente de eficiência protéica (PER). As farinhas pré-cozidas mistas constituídas de trigo (90 a 40%) e soja desengordurada (10 a 60%) não mostraram diferenças significativas entre si na D_a e NPU_a , porém, o acréscimo da proporção de soja melhorou o BN, VB_a e PER, havendo melhoria a partir de 20% de soja desengordurada com 80% de trigo.

Usando-se várias farinhas pré-cozidas mistas como base, foram elaborados dois tipos de pó pré-cozido pronto para a sopa cremosa (com cenoura ou chuchu) e, nestas foram avaliados a aparência, odor, sabor, consistência e preferência, sendo as mais preferidas, em teste de laboratório, submetidas a um teste massal de preferência. As sopas cremosas com sabor de cenoura, contendo 60,3:6,7; 53,6:13,4 e 46,9:20,1% de trigo e soja desengordurada, respectivamente, mostraram o melhor sabor e a maior preferência, sendo as mesmas igualmente preferidas pela equipe massal de provadores. Por outro lado, as sopas cremosas com sabor de chuchu, contendo de 13,4 a 26,8% de soja desengordurada obtiveram os melhores escores no odor e sabor, sendo que a de 20,1% de soja desengordurada foi a mais preferida pela equipe massal de provadores.

7. SUMMARY

Microwaves (2450 MHz) were used for cooking individually wheat flour (14,03% moisture) or defatted soy flour (8,66% moisture) various times. The cooked flours were submitted to sensory evaluation by the Ranking Preference Test. Best cooking time was 9 and 8 min for wheat and defatted soy flour, respectively.

Wheat flour (90 to 40%) and defatted soy flour (10 to 60%) properly cooked were mixed in the different proportions and submitted to functional properties determination, using mixtures of raw flours in the corresponding proportions as the controls. In increasing defatted soy flour proportion in the mixed pre-cooked flours increased pasting temperatures from 63 to 77°C. For the mixed raw flours, pasting temperatures varied from 65 to 79°C. Increasing defatted soy flour from 10 to 60% in the mixed pre-cooked flours decreased pasting viscosity, starch retrogradation and foam syneresis, but increased water and fat absorption, nitrogen solubility index as well as emulsifying properties foam expansion and foam volume. The mixed raw flours presented the same trend but with higher values for all indices, except for pasting viscosity and water absorption that presented lower values.

The mixed pre-cooked flours were nutritionally evaluated through the proximate percent composition, nitrogen balance (NB), apparent digestibility (D_a), apparent biological value (BV_a), apparent net protein utilization (NPU_a) and protein efficiency ratio (PER). Mixed pre-cooked flours containing wheat flour (90 - 40%) and defatted soy flour (10 - 60%) did not show significant differences among themselves for D_a and NPU_a , however increasing defatted soy flour in the mixture increased NB, BV_a and PER. Improvement was noticed above 20% of defatted soy flour in the mixture.

By using various mixed pre-cooked flours, two powdered bases for creme soup were prepared: one containing carrot and the other chayote. The mixture were evaluated for appearance, odor, taste, consistency and preference. Creme soup with the mixtures of 60.3:6.7; 53.6:13.4 e 46.9:20.1% of wheat and defatted soy flour, respectively, and containing carrot showed better scores for taste and preference, and were equally preferred among themselves. On the other hand the creme soup with chayote flavor with 12.4 and 26.8% defatted soy flour received the highest scores for odor and taste, among themselves, the creme soup with 30% defatted soy flour being more preferred.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists.** 7.ed. Saint Paul, AACC, 1969. vol. 1 and 2.
2. ANDRESS, C. Modified soy flour; functionality of milk proteins, soy concentrates, and/or soy isolates at reduced costs. **Food Processing, Chicago, 42(11):86-7, Oct. 1981.**
3. AOKI, H.; SHIRASE, Y.; KATO, J. & WATANABE, Y. Emulsion stabilizing properties of soy protein isolated mixed with sodium caseinates. **Journal of Food Science, Chicago, 49(1):212-6, Jan./Feb. 1984.**
4. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 12.ed. Washington, AOAC, 1975. p.857.
5. BADENHOP, A.F. & HACKLER, L.R. Protein quality of dry roasted soybeans: amino acid composition and protein efficiency ratio. **Journal of Food Science, Chicago, 36(1):1-4, Jan./Feb. 1971.**

6. BEAN, M.M.; HANAMOTO, M.M.; NISHITA, K.D.; MECHAM, D.K. & FELLER, D.A. Soy-fortified wheat-flour blends; IV storage stability with several surfactant additives. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 54(5):1159-70, Jul./Aug. 1977.
7. BENDER, A.E. & MILLER, D.S. A new brief method of estimating net protein value. *The Biochemical Journal*, London, 53(7/8): 4-5, Jul./Aug. 1953.
8. BJÖRCK, I.; NOGUCHI, A.; ASP, N.G.; CHEFTEL, J.C. & DAHLQVIST, A. Protein nutritional value of a biscuit processed by extrusion cooking; effects on available lysine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, 31(3):488-92, May/June. 1983.
9. BORDERÍAS, A. J. & MONTERO, P. Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas en alimentos. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, Valencia, 28(2):159-69, jun./ago. 1988.
10. BRESSANI, R. The role of soybeans in food systems. *Journal of the American Oil Chemistry*, Illinois, 58(3):392-9, Mar. 1981.
11. _____; VITERI, F.; ELIAS, L.G.; ZAGHI, S.; ALVARADO, J. & ODELL, A. D. Protein quality of a soybean protein textured food in experimental animals and children. *Journal of Nutrition*, Bethesda, 93(3):349-59, Nov. 1967.

12. BUCK, J.S.; WALKER, C.E. & WATSON, K.S. Incorporation of corn gluten meal and soy into various cereal-based foods and resulting product functional, sensory, and protein quality. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 64(4):264-9, Jul./Aug. 1987.
13. CAMPAÑA, L.E.; SEMPE, M.E. & FILGUEIRA, R.R. Effect of microwave energy on drying wheat. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 63(3):271-3, May/June 1986.
14. CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L. & LORIENT, D. *Proteínas alimentarias zaragoza*, Acribia, 1989 346p.
15. CHEN, X.J.; BAU, H.M.; GIANNANGELI, F. & DEBRY, G. Évaluation de l'influence de la cuisson par les micro-ondes sur les propriétés physico-chimiques et nutritionnelles de la farine entière de soja. *Science des Aliments*, Paris, 6(2):257-72, avr./juin 1986.
16. CIRCLE, S.J.; MEYER, E.W. & WHITNEY, R.W. Rheology of soy protein dispersions; effect of heat and other factors on gelation. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 41(3):157-72, May 1964.
17. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. *Experimental designs*. 2ed. New York, John Wiley, 1957. 611p.

18. DEL VALLE, F.R. Nutritional qualities of soya protein as affected by processing. *Journal of the American Oil Chemistry Society*, Illinois, 58(3):419-27, Mar. 1981.
19. DENCH, J.E.; RIVAS, R.N. & CAYGILL, J.C. Selected functional properties of sesame (*Sesamun indicum* L.) flour and two protein isolates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, 32(6):557-64, June 1981.
20. DESHPANDE, S.S.; RANGNEKAR, P.D.; SATHE, S.K. & SALUNKHE, D.K. Functional properties of wheat-bean composite flours. *Journal of Food Science*, Chicago, 48(6):1659-62, Nov./Dec. 1983.
21. DOTY, N.C. & BAKER, C.W. Microwave conditioning of hard red spring wheat; effects of wide power range on flour and bread quality. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 54(4):717-27, Jul./Aug. 1977.
22. DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. & DOS SANTOS, J.E. Soy products for feeding infants , children and adults nutritional stress. *Journal of the American Oil Chemist' Society*, Illinois, 58(3):366-70, Mar. 1981.
23. _____ & SCATENA, L. Nutritional value of protein from a soybean milk powder. *Journal of Food Science*, Chicago, 32(5):592-4, Sept/Oct. 1967.

24. EL-DASH, A.A. Análise das perspectivas de um programa para substituição parcial de farinha de trigo por sucedâneos de produção nacional. Rio de Janeiro, CTAA-EMBRAPA, 1983. 21p.
25. EL-SAMAHY, S.K.; MORAD, M.M.; SELEHA, H. & ABDEL-BAKI, M.M. Cake-mix supplementation with soybean, sweet potato or peanut flours; effect on cake quality. *Bakers Digest*, Chicago, 54(5):32-7, Oct. 1980.
26. FREITAS, J. Produtos de soja nos programas institucionais e suplementação alimentar. In: ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 6, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, Universitária, 1984. p.41-50.
27. GANDHI, A.P. & BOURNE, M.C. Technical note: effect of added soybean paste and instant soydhal on toughness and rate of staling of chapatis. *International Journal of Food Science and Technology*, London, 23(5):411-4, Oct. 1988.
28. GANDHI, A.P.; MISHRA, V.K. & ALI, N. Organoleptic assessment of full fat soy flour in various indigenous products. *Journal of Food Technology*, London, 18(6):771-5, Dec. 1983.
29. GONZALEZ-AGRAMON, M. & SERNA-SALDIVAR, S.O. Effect of defatted soybean and soybean isolate fortification on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour tortillas. *Journal of Food Science*, Chicago, 53(3):793-7, May/June 1988.

30. HAFEZ, Y.S.; MOHAMED, A.I.; HEWEDY, F.M. & SINGH, G. Effects of microwaves heating on solubility, digestibility and metabolism of soy protein. *Journal of Food Science*, Chicago, 50(2):415-23, Mar./Apr. 1985.
31. HIDALGO, J. Functional properties of food proteins from a biophysical point view. *Biochemical Aspects of New Protein Food*, 11th Meeting FEBS Copenhagen 44:89-98, v.44. Symposium A₃, 1977.
32. HOFFMAN, C.J. & ZABIK, M.E. Effects of microwave cooking/reheating on nutrients and food systems; a review of recent studies. *Journal of the American Dietetic Association*, Michigan, 85(8):922-6, Aug. 1985.
33. HORVATH, E. & CZUKOR, B. Functional properties and protein extractability of dielectric heated soybeans. *Die Nahrung*, Berlin, 34(4):337-43, 1990.
34. 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*, Saint Paul, 59(5):344-50, Sept./Oct. 1982.

35. HUTTON, C.W. & CAMPBELL, A.M. Functional properties of 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, 42(2):457-60, Mar./Apr. 1977.
36. JEFFERS, H.C.; RUBENTHALER, G.L.; FINNEY, P.L.; ANDERSON, P.D. & BRUINSMA, B.L. Pea; a highly functional fortifier in wheat flour blends. *The Bakers Digest*, Chicago, 52(3):36-40, June 1978.
37. KAHAN, G.; COOPER, D.; PAPAVALILIOU, A. & KRAMER, A. Expanded tables for determining significance of differences for ranked data. *Food Technology*, Chicago, 27(5):61-9, May 1973.
38. KALAFAT, S.R. & KROGER, M. Microwave heating of foods; changes in nutrient and chemical composition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Palo Alto, 7(4):339-70, June 1976.
39. KINSELLA, J.E. Functional properties in foods; a survey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, New York, 7(4): 219-80, Apr. 1976.
40. _____. Functional properties of proteins; possible relationships between structure and function in foams. *Food Chemistry*, London, 7(4):273-88, Dec. 1981.

41. 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*, Minneapolis, 17:240-94, 1972.
42. LEONHART, G.F. Emprego de microondas na industria de alimentos; a experiência da Escola de Engenharia de Mauá. *Associação Brasileira das Industrias da Alimentação*, São Paulo, 51:8-13, 1980.
43. LORENZ, K. Microwave heating of food; changes in nutrient and chemical composition. *Critican Reviews in Food Science and Nutrition*, Palo Alto, 7(4):339-70, June 1976.
44. LIN, M.J.Y.; HUMBERT, E.S. & SOSULSKI, F.W. Certain functional properties of sunflower meal products. *Journal of Food Science*, Chicago, 39(2):368-70, Mar./Apr. 1974.
45. MACLEOD, G. Microwave heating of food and its on flavor ;part 1. *Food Processing Industry*, London 41(484):27-8, Mar. 1972.
46. MAZURS, E.G.; SCHOCH, T.J. & KITE, F.E. Graphical analysis of the brabender viscosity curves of various starches. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 34(3):141-52, May 1957.

47. McWATTERS, K:H. & HOLMES, M.R. Influence of moist heat on solubility and emulsification properties of soy and peanut flours. *Journal of Food Science*, Saint Paul, 44(3):774-6, May/June 1979.
48. METHUEN, B. *Basic microwaving*. New York, Artes, 1978. 154p.
49. MITCHELL, H.H. A method of determining the biological value of protein. *The Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, 58(3):873-903, Jan. 1924.
50. MOLINA, M.N.; GUDIEL, H.; BATEN, M.A. & BRESSANI, R. Production of high-protein quality pasta products using a semolina/corn/soy flour mixture, effect of cooking on the protein nutritive value of pasta. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 59(1):34-7, Jan./Feb. 1982.
51. MORALES, J.; BOURGES, H. & CAMACHO, J.L. Utilization of soya protein in highly nutritious low-cost products in Mexico. *Journal of the American Oil Chemistry Society*, Illinois, 58(3):374-6, Mar. 1981.
52. MUDGETT, R.E. Eletrical properties of foods in microwave processing. *Food Technology*, Chicago, 36(2):109-15, Feb. 1982.
53. NUTRITIONAL BIOCHEMICALS CORPORATION. *Diet Catalog of ICN*, Cleveland. 1977/1978. 24p.

54. OKEZIE, B.O. & BELLO, A.B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. *Journal of Food Science*, Chicago, 53(2):451-4. Mar./Apr. 1988.
55. ONAYEMI, O. & LORENZ, K. Soy concentrate and soy isolate in bread baking. *The Bakers Digest*, Chicago, 52(1):18-24, Feb. 1978.
56. PAG (Protein Advisory Group of the United Nations Systems). *Guidelines on protein-rich mixtures for use as weaning foods studies nº 8*. FAO/WHO/UNICEF. New York, United Nations, 1971.
57. PEI, D.C.T. Microwave baking; new developments. *The Bakers Digest*, Chicago, 56(1):8-10, Feb. 1982.
58. PELLET, P:L. & YOUNG, V.R. *Evaluación nutricional de alimentos proteínicos*. Tokyo, La Universidad de las Naciones Unidas, 1980. 175p.
59. PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 10ed. São Paulo, Nobel, 1982. 430p.
60. ROGERS, Q.R. & HARPER, A.E. Aminoacid diets and maximal growth in the rat. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, 87(3):267-73, Nov. 1965.

61. SAMBUCETTI, M:E.; SCICLI, G.G. & SANAHUJA, J.C. Enriquecimiento de la harina de trigo con harinas de soja y girasol para la obtención de productos de panaderia. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, 26(3):353-64, sept. 1976.
62. SANCHEZ, A.; REGISTER, U.D.; BLANKENSHIP, J.W. & HUNTER, C.C. Effect of microwave heating of soybean on protein quality. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Caracas 31(1):44-51, mar. 1981.
63. SATTERLEE, L.D.; BEMBERS, M. & KENDRICK, J.G. Functional properties of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris*) protein isolate. *Journal of Food Science*, Chicago, 40(1):81-4, Jan./Feb. 1975.
64. SHEHATA, N.A.; IBRAHIM, A.A. & GUALI, N.N. Effect on protein quality of supplementing wheat flour with soy protein concentrate in making egyptian pastries. *Die Nahrung*, Berlin, 33(8).753-9, 1989.
65. SINGH, N.; CHAUHAN;G.S. & BAINS, G.S. Effect of soyflour supplementation on the quality of cooked noodles. *International Journal of Food Science and Technology*, London, 24(1): 111-4, Feb. 1989.

66. SOSULSKI, F.W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 39(4):344-50, Jul./Aug. 1962.
67. _____ & FLEMING, S.E. Sensory evaluation of bread prepared from composite flours. *Bakers Digest*, Chicago, 53(3):21-5, June 1979.
68. TRAVAGLINI, M.M.; TRAVAGLINI, D.A. & AGUIRRE, J.M. de. Avaliação da qualidade protéica de cereais processados do tipo des jejum em combinação com uma bebida em pó à base de extrato de soja. *Boletim ITAL*, Campinas, 21(4):489-502, out./dez. 1984.
69. TSCHIMIROV, J.I.; SCHWENKE, K.D.; AUGUSTAT, D. & TOLSTOGUZOV, V.B. Functional properties of plant proteins; part 5; influence of a partial enzymatic hydrolysis on selected func tional properties of wheat gluten. *Die Nahrung*, Berlin, 27(7):659-68. 1983.
70. TSEN, C.C. Regular and protein fortified cookies from composite flours. *Cereal Foods World*, Saint Paul, 21(12):633-40, Dec. 1976.
71. _____ ; REDDY, P.R.K. & GEHRKE, C.W. Effects of conventional baking, microwave baking, and steaming on the nutri tive value of regular and fortified breads. *Journal of Food Science*, Chicago, 42(2):402-6, Mar./Apr. 1977.

72. UNVER, E. & McDONALD, C.E. Water absorption of flour and flour fractions from spring wheat. *The Bakers Digest*, Chicago, 50(5):19-24, Oct. 1976.
73. VAN DE KAMER, J.H. & VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 29(4):239-51, July 1952.
74. VOLKERT, M.A. & KLEIN, B.P. Protein dispersibility and emulsion characteristics of four soy products. *Journal of Food Science*, Chicago 44(1):93-6, Jan./Feb. 1979.
75. VOUTSINAS, L.P.; CHEUNG, E. & NAKAI, S. Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. *Journal of Food Science*, Chicago, 48(1):26-32, Jan./Feb. 1983.
76. WAGNER, J.R. & AÑON, M.C. Influence of denaturation, hydrophobicity and sulfhydryl content on solubility and water absorbing capacity of soy protein isolates. *Journal of Food Science*, Chicago, 55(3):765-71, May 1990.
77. WALL, J.S. Properties of protein contributing to functionality of cereal foods. *Cereal Foods World*, Peoria, 24(7):289-92, July 1979.

78. WARREN, A.B.; HNAT, D.L.; MICHNOWSKI, J.; BRANDS, N. Inc, & LAWN, N.J.F. Protein fortification of cookies, crackers and snack bars; uses and needs. *Cereal Foods World*, Saint Paul, 28(8):441-4, Aug. 1983.
79. WING, R.W. & ALEXANDRE, J.C. The value of microwave radiations in the processing of full-fat soybeans. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, Ottawa, 8(1):16-8, Jan. 1975.
80. WOLF, W.J. Soybean proteins; their functional, chemical and physical properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, 18(6):969-76, Nov./Dec. 1970.
81. YAÑEZ, E.; BALLESTER, D.; AGUAYO, M. & WULF, H. Enriquecimiento de pan con harina de soja. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, 32(2):417-28, jun. 1982.
82. YASUMATSU, K.; MORITAKA, M.; TODA, J.; WADA, T. & ISHII, K. Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry Journal*, Tokyo, 36(5):719-27, May 1972.

APÉNDICE

QUADRO 21 - Resumo das análises de variância relativas às propriedades de viscosidade de pasta.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		t ^o inicial de formação	t ^o de viscosidade máxima	Viscosidade máxima	Viscosidade mínima a t ^o constante	Viscosidade máxima no resfriamento
Tratamento	11	53,008*	7,23*	31.837,64*	17554,98*	30.559,76*
Resíduo	12	0,37	0,32	414,6250	348,5883	4.170,375

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 22 - Resumo das análises de variância relativas às absorções de água (AA) e de gordura (AG), nitrogênio solúvel na água (NSA), índice de solubilidade de nitrogênio (ISN), atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE).

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios					
		AA	AG	NSA	ISN	AE	EE
Tratamento	11	3107,064*	79,6268*	3,0361*	437,7509*	418,9176*	638,3596*
Resíduo	24	7,7721	0,84418	0,01000	0,47681	0,07779	5,91390

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 23 - Resumo das análises de variância relativas à expansão de espuma (Exp.Esp.), volume de espuma (V.Esp.) e sinêrese (S).

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios						
		Exp.Esp.	V.Esp. 30 min	V.Esp. 60 min	V.Esp. 120 min	S 30 min	S 60 min	S 120 min
Tratamento	11	506,9794*	408,2119*	1123,281*	515,5710*	231,0783*	592,1491*	859,1201*
Resíduo	24	0,13757	0,09884	0,59928	0,09977	42,4428	48,8108	28,30794

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 24 - Resumo da correlação entre a proporção de soja desengordurada na farinha mista e a propriedade funcional.

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)
Proporção de soja x Visc.máxima de pasta	-0,7310*
Proporção de soja x Visc.mínima de pasta	-0,3852*
Proporção de soja x Retrogradação do amido	-0,4794*
Proporção de soja x AA	0,8369*
Proporção de soja x AG	0,7946*
Proporção de soja x NSA	0,9403*
Proporção de soja x ISN	0,7462*
Proporção de soja x AE	0,7057*
Proporção de soja x EE	0,7392*
Proporção de soja x Exp.Esp.	0,7517*
Proporção de soja x V. Esp. 30 min.	0,8150*
Proporção de soja x V. Esp. 60 min.	0,8466*
Proporção de soja x V. Esp. 120 min.	0,8655*
Proporção de soja x Sinérese 30 min.	-0,8132*
Proporção de soja x Sinérese 60 min.	-0,8528*
Proporção de soja x Sinérese 120 min.	-0,8699*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 25 - Resumo da correlação entre as propriedades funcionais.

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)
AA x NSA	0,6137*
AE x NSA	0,8282*
EE x NSA	0,8286*
AE x EE	0,9842*
Exp. Esp. x NSA	0,9120*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 26 - Resumo das análises de variância relativas à composição centesimal (% base úmida) das farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com trigo e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios					
		Umidade	Proteína	Extrato etéreo	Cinza	Fibra bruta	Nifext
Fórmula	5	1,1130*	148,0933*	0,0222*	2,0379*	0,5158*	211,7195*
Resíduo	12	0,01167	0,00191	0,00022	0,00022	0,00013	0,03227

QUADRO 27 - Resumo das análises de variância relativas ao balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente de proteína (NPU_a).

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios			
		BN	D_a	VB_a	NPU_a
Dietas	6	0,08659*	223,5673*	153,7391*	387,3949*
Blocos	7	1,21787	661,0446	228,3667	941,9818
Resíduo	42	0,01171	52,5731	50,72868	64,17535

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 28 - Resumo das análises de variância do quociente de eficiência protéica (PER) e eficiência alimentar (EA).

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios	
		PER	EA
Dietas	6	0,44907*	1,24479*
Blocos	7	0,47216	1,12062
Resíduo	42	0,10924	0,21675

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 29 - Resumo da correlação entre análises nutricionais.

Variáveis		Coefficiente de correlação (r)
BN	x D _a	0,2857*
BN	x VB _a	0,3520*
BN	x NPU _a	0,4174*
BN	x PER	0,3039
D _a	x VB _a	0,1447
D _a	x NPU _a	0,7925*
D _a	x PER	-0,1161
VB _a	x NPU _a	0,7169*
VB _a	x PER	0,3055*
NPU _a	x PER	0,1064

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 30 - Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de cenoura.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		Aparência	Odor	Sabor	Consistência	Preferência
Grupos dentro de repetição	4	0,0175	0,000325	0,0135	0,0001	0,000075
Blocos dentro de repetição (ajustado)	8	0,2675	0,03000	0,02700	0,025837	0,0231
Tratamento (não ajustado)	5	0,1432	0,0920	0,5134	0,21714	0,4700
Resíduo	12	0,0100	0,02333	0,019216	0,014075	0,01875

QUADRO 31 - Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, odor, sabor, consistência e preferência das sopas cremosas com sabor de chuchu.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		Aparência	Odor	Sabor	Consistência	Preferência
Grupos dentro de repetição	4	0,0907	0,024075	0,0375	0,00035	0,1141
Blocos dentro de repetição (ajustado)	8	0,0092	0,026325	0,0342	0,024625	0,0208
Tratamento (não ajustado)	5	0,18034	0,06300	0,2581	0,01414	0,1401
Resíduo	12	0,0082	0,013758	0,0247	0,025466	0,0105