

MARIA TERESA PEDROSA DA SILVA

MINGAU DE PREPARO RÁPIDO À BASE DE FARINHA DE
1/2 ARROZ, SOJA DESENGORDURADA
E LEITE EM PÓ

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

MARIA TEREZA PEDROSA DA SILVA

MINGAU DE PREPARO RÁPIDO À BASE DE FARINHA DE
1/2 ARROZ, SOJA DESENGORDURADA
E LEITE EM PÓ

Trabalho apresentado à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, em parte das
exigências do Curso de Engenharia em
Ciência dos Alimentos, para obtenção do
grau de MESTRE.



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1991

MINGAU DE PREPARO RÁPIDO À BASE DE FARINHA
DE 1/2 ARROZ, SOJA DESENGORDURADA E LEITE EM PÓ

APROVADA:

Sin-Huei Wang
Dr^a SIN-HUEI WANG
ORIENTADORA

Rogério Germani
Dr. ROGÉRIO GERMANI

Maria Amélia Moraes
Dr^a MARIA AMÉLIA C. MORAES

" Trago dentro do meu coração,
como num cofre que se não
pode fechar de cheio,
todos os lugares onde estive,
todos os portos a que cheguei,
todas as paisagens que vi
através de janelas ou vigias,
ou de tombadilhos, sonhando,
e tudo isso, que é tanto, é pouco
para o que eu quero".

Fernando Pessoa

Aos meus pais: Deículo e Aldina
Aos meus irmãos: Neuzeth, Deuzeth,
Deículo, Joaquim e Geraldo

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, porque é dEle tudo o que sou e o que tenho.

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

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

À professora Dra. Sin-Huei Wang, pela orientação e dedicação durante todo o curso de Mestrado e pela amizade sincera.

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

À professora Dra. Maria Amélia C. Moraes, pela orientação nas análises sensoriais.

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

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

À Cláudia Marinho, pela ajuda nas análises laboratoriais e amizade.

À Cláudia, Cristiane, Mabel, Kátia e Dora, pela amizade e incentivo.

À minha mãe Aldina e a Neuzeth, pelo incentivo e dedicação.

A todos professores e funcionários do DCA, da EPAMIG e do DEPAN/
UNICAMP que contribuíram de algum modo, direta ou indiretamente, para a con
cretização deste trabalho.

Aos colegas e amigos, pelos momentos felizes e pela amizade.

"Dai e dar-se-vos-á; boa medida, recalçada,
sacudida, transbordando, vos porão no regaço;
porque a medida de que usais dessa tornarão
a usar convosco."

Lucas, 6:38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Propriedades funcionais	4
2.1.1. Considerações gerais	4
2.1.2. Propriedades funcionais do arroz e/ou soja	6
2.2. Características organolépticas e nutricionais dos produtos alimentícios à base de arroz e soja com ou sem leite	10
2.3. Uso de microondas	16
2.3.1. Considerações gerais	16
2.3.2. Influência de microondas nas propriedades físico-químicas e nutricionais do arroz e/ou soja	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Material	21
3.2. Métodos	23

3.2.1. Classificação granulométrica	23
3.2.2. Composição centesimal aproximada	23
3.2.3. Preparação da farinha pré-cozida mista....	24
3.2.3.1. Tratamento da farinha com microon das	24
3.2.3.2. Avaliação sensorial da farinha pré cozida	24
3.2.3.3. Obtenção da farinha pré-cozida mis ta	24
3.2.4. Determinação das propriedades funcionais da farinha pré-cozida mista.....	25
3.2.4.1. Viscosidade de pasta	25
3.2.4.2. Absorção de água (AA)	27
3.2.4.3. Absorção de gordura (AG).....	27
3.2.4.4. Índice de solubilidade de nitrogê nio (ISN)	27
3.2.4.5. Propriedades emulsificantes	27
3.2.4.6. Propriedades espumantes	28
3.2.5. Formulação do mingau de preparo rápido....	29
3.2.5.1. Avaliação sensorial do mingau ...	30
3.2.5.2. Caracterização nutricional do min gau de preparo rápido	30
3.2.5.2.1. Caracterização centesi mal aproximada	31
3.2.5.2.2. Métodos biológicos ...	31
3.2.6. Análise estatística	36

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1. Distribuição do tamanho de partícula das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral	38
4.2. Composição centesimal aproximada das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral	39
4.3. Avaliação sensorial das farinhas pré-cozidas	40
4.4. Propriedades funcionais das farinhas pré-cozidas mistas	42
4.5. Características organolépticas do mingau	78
4.6. Aspectos nutricionais do mingau de preparo rápido	82
5. CONCLUSÕES	92
6. RESUMO	95
7. SUMMARY	97
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
APÊNDICE	113

LISTA DE QUADROS

QUADRO		PÁGINA
1	Formulação de farinha mista	25
2	Composição centesimal das dietas utilizadas nos ensaios biológicos	32
3	Composição centesimal da mistura salina utilizada nas dietas para os ensaios biológicos	32
4	Composição da mistura vitamínica (mg/kg) utilizada nas dietas para os ensaios biológicos	33
5	Distribuição de tamanho de partícula das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral.....	38
6	Composição centesimal aproximada (% base seca) das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral	39

QUADRO

PÁGINA

7	Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para mingaus de 1/2 arroz obtidos com farinha de 1/2 arroz cozida com microondas por vários tempos	41
8	Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para mingaus de soja obtidos com farinha de soja desengordurada cozida com microondas por vários tempos	41
9	Características de viscosidade de pasta das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções	43
10	Absorções de água e de gordura (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções.....	53
11	Nitrogênio solúvel na água e índice de solubilidade de nitrogênio (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções	58

QUADRO

PÁGINA

12	Propriedades emulsificantes (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções	63
13	Propriedades espumantes (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções	71
14	Escores da avaliação sensorial de aparência, odor, sabor, consistência e preferência para diferentes mingaus de preparo rápido, formulados à base de farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada cozidas por microondas e leite em pó integral ...	79
15	Escores obtidos no teste massal de preferência através da Ordenação dos mingaus	82
16	Composição centesimal aproximada (% base úmida) dos diferentes mingaus de preparo rápido, formulados à base de farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada cozidas por microondas e leite em pó integral	83

QUADRO

17	Balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) dos diferentes mingaus de preparo rápido, formulados à base de farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada cozidas por microondas e leite em pó integral	85
18	Quociente de eficiência protéica (PER) e eficiência alimentar (EA) dos diferentes mingaus de preparo rápido, formulados à base de farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada cozidas por microondas e leite em pó integral	86
19	Resumo das análises de variância relativas às propriedades de viscosidade de pasta	114
20	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 (EA) e estabilidade de emulsão (EE)	114
21	Resumo das análises de variância relativas à expansão de espuma (Exp.Esp.), volume de espuma (V.Esp.) e sinérese (S)	115

QUADRO

PÁGINA

22	Resumo da correlação entre as propriedades funcionais e a proporção de soja desengordurada na farinha mista.....	116
23	Resumo da correlação entre as propriedades funcionais	117
24	Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, odor, sabor, consistência e preferência	118
25	Resumo das análises de variância relativas à composição centesimal (% base úmida) dos mingaus de preparo rápido, formulados à base de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral.....	119
26	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).....	120
27	Resumo das análises de variância do quociente de eficiência protéica (PER) e eficiência alimentar (EA).....	120
28	Resumo da correlação entre análises nutricionais	121

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Amilogramas das farinhas pré-cozida mista I e crua mista I (controle), elaboradas com 90% de 1/2 arroz e 10% de soja desengordurada	44
2	Amilogramas das farinhas pré-cozida mista II e crua mista II (controle), elaboradas com 80% de 1/2 arroz e 20% de soja desengordurada	45
3	Amilogramas das farinhas pré-cozida mista III e crua mista III (controle), elaboradas com 70% de 1/2 arroz e 30% de soja desengordurada	46
4	Amilogramas das farinhas pré-cozidas mista IV e crua mista IV (controle), elaboradas com 60% de 1/2 arroz e 40% de soja desengordurada	47

FIGURA

5	Amilogramas das farinhas pré-cozidas mista V e crua mista V (controle), elaboradas com 50% de 1/2 arroz e 50% de soja desengordurada	48
6	Amilogramas das farinhas pré-cozidas mistas I, II, III, IV e V, elaboradas com diferentes proporções de 1/2 arroz e soja desengordurada.....	49
7	Amilogramas das farinhas cruas mistas (controles) I, II, III, IV e V, elaboradas com diferentes proporções de 1/2 arroz e soja desengordurada	50
8	Efeito da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada nas absorções de água e de gordura das diferentes farinhas pré-cozidas mistas.....	54
9	Índice de solubilidade de nitrogênio das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada ..	59
10	Absorção de água das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada, em função do nitrogênio solúvel na água.....	61

FIGURA

PÁGINA

11	Efeito da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada na atividade emulsificante e estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas	64
12	Efeito de nitrogênio solúvel na água na atividade emulsificante e estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada.....	66
13	Estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada, em função da atividade emulsificante	69
14	Expansão de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada	72
15	Volume de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada	73

FIGURA

PÁGINA

- 16 Sinérese de espuma das diferentes farinhas pré - cozidas mistas em função da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada..... 74
- 17 Expansão de espuma das diferentes farinhas pré - cozidas mistas, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada, em função do nitrogênio solúvel na água 77
- 18 Crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos de PER dos mingaus de preparo rápido, formulados à base de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral 87

1. INTRODUÇÃO

O custo crescente e o suprimento limitado de produtos de origem animal têm incentivado a pesquisa de alimentos de origem vegetal que possam substituir a proteína animal. Entretanto, a simples substituição poderia encontrar barreiras devido aos hábitos alimentares. Portanto, a introdução de alimentos alternativos com características organolépticas semelhantes às dos produtos de consumo tradicional pela população, contribuiria para uma melhor e mais rápida aceitação destes alimentos.

O arroz representa um dos principais alimentos de subsistência da população mundial e o Brasil é um dos dez maiores produtores do mundo. Além disso, ele é uma boa fonte calórica, pois o amido constitui a maior parte do grão e o seu conteúdo em proteínas, por volta de 7%, apresenta boa digestibilidade.

Paralelamente a isto, o Brasil é o 2º produtor mundial de soja e é de se prever que, para os próximos anos, continue o aumento de sua produção devido a crescente importância que a soja passou a ocupar na economia brasileira, sobretudo por se tratar de valiosa fonte de proteínas e óleos.

A mistura em proporções adequadas de cereal/leguminosa apresenta um efeito complementar mútuo no que diz respeito às proteínas. Portanto, o desenvolvimento de um produto que tenha boa aceitabilidade à base de arroz e soja, poderia servir para complementar e/ou substituir a proteína animal.

As farinhas de arroz quebrado e de soja desengordurada são subprodutos das indústrias de beneficiamento de arroz e da extração do óleo de soja, respectivamente. Portanto, a utilização da mistura destas farinhas na elaboração de produtos novos poderia representar um aumento de produtos protéicos alternativos com preço acessível.

Por outro lado, devido às mudanças dos hábitos alimentares do mundo moderno, o consumo de alimentos prontos, de preparo rápido e instantâneos aumentou consideravelmente, incentivando sua maior produção. Sendo assim, mingau de preparo rápido à base de arroz quebrado e soja desengordurada poderá ser considerado como um desses produtos.

Atualmente, as indústrias de alimentos, numa tentativa de processar e produzir alimentos com maior rapidez, economia e com alto valor nutritivo, têm feito grande uso do forno de microondas. A radiação de microondas penetra rapidamente nos produtos alimentícios, tendo como resultado a formação de calor em tempos bastante inferiores àqueles utilizados por processos convencionais. Dessa forma, o aquecimento por microondas não irá alterar de forma

considerável as propriedades funcionais e nutricionais dos alimentos, como ocorre nos outros processos convencionais.

Diante do que foi exposto, foi realizado o presente trabalho com os seguintes objetivos:

OBJETIVO GERAL:

- *Utilizar as farinhas de 1/2 arroz e soja desengordura cozidas por microondas para a formulação de um mingau de preparo rápido, cujas propriedades funcionais, sensoriais e nutricionais sejam adequadas para o consumo.*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- *Estabelecer isoladamente o tempo ideal de cozimento por microondas das farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada.*
- *Determinar as propriedades funcionais das diferentes formulações da farinha pré-cozida por microondas mista.*
- *Avaliar as características sensoriais dos mingaus de preparo rápido.*
- *Caracterizar nutricionalmente os mingaus de preparo rápido.*

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Propriedades funcionais

2.1.1. Considerações gerais

A propriedade funcional pode ser definida como uma propriedade tecnológica específica que influencia na aparência física e no comportamento de um produto alimentar de uma maneira característica e que resulta da natureza intrínseca físico-química da matéria-prima protéica, sendo as mais importantes: solubilidade, capacidade emulsificante, capacidade espumante, capacidade gelificante, retenção de água e texturização. As propriedades funcionais dependem muito do peso molecular, composição de aminoácidos, estrutura e reatividade da proteína. Em muitos casos, os componentes não protéicos afetam também as propriedades funcionais. Muitos dos aspectos físico-químicos para determinar funcionalidade da proteína são confusos em decorrência das complexidades da matéria-prima protéica e do sistema alimentar, HIDALGO (30).

A maior dificuldade para o estudo da funcionalidade de uma proteína é a incapacidade que se tem atualmente de prever co

mo uma troca química ou estrutural na molécula, pode afetar a propriedade funcional que se quer estudar. As propriedades funcionais da proteína podem ser classificadas em: a) propriedades de hidratação que dependem das interações proteína - água, como retenção de água, solubilidade e viscosidade; b) propriedades dependentes das interações proteína - proteína, como gelificação e c) propriedades de superfície dependentes da tensão superficial, como capacidade emulsificante e capacidade espumante, BORDERÍAS & MONTERO (8).

Uma proteína pode servir como agente hidratante e como emulsificante de gordura. Esta versatilidade reflete o fato de que 21 aminoácidos com diferentes cadeias laterais podem estar ligadas em seqüências e quantidades variadas, logo uma proteína pode conter grupos que formam associações com substâncias polares e grupos não polares, WALL (78).

As propriedades funcionais determinam o êxito do uso de ingredientes protéicos em sistemas alimentares, KINSELLA (37).

VOUTSINAS, CHEUNG & NAKAI (76) estudaram o efeito do aquecimento sobre as propriedades emulsificantes de várias proteínas alimentares tanto de origem vegetal quanto animal e verificaram 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 capacidade de polissacarídeos serem usados em alimentos processados como agentes para espessar, estabilizar, gelificar e, em alguns casos, como emulsificantes, é governada pelas suas propriedades funcionais na solução. Porém, na maioria dos casos, polissacarídeos não funcionam como emulsificantes, mas são usados para fornecer a estabilidade da emulsão, SANDERSON (61).

2.1.2. Propriedades funcionais do arroz e/ou soja

GHAZI, KHALIL & ATTA (25) constataram que um sub-produto do amido de arroz (rico em proteína e amido) pode ser usado na preparação de molhos ou na tecnologia de panificação, pois possui capacidades espumante e de retenção de óleo muito mais altas do que as da albumina.

Segundo BEAN (6), quando o arroz é moído ou atomizado até a farinha, o estudo das propriedades desta farinha deve ser focalizado, principalmente, nas características do amido.

Ao determinarem as propriedades reológicas de algumas variedades de arroz KURASAWA et alii (38) sugeriram que em alguns casos, à baixa temperatura, os grânulos de amido podem ser desintegrados devido à dissolução da molécula de amilose, mas, à alta temperatura, a molécula de amilose protege a desintegração da molécula de amilopectina.

RANI & BHATTACHARYA (54) verificaram que em pastas de arroz cozidas com concentração de 10-12%, a viscosidade diminuiu, sucessivamente, do arroz com alto teor de amilose contendo muita a milose insolúvel em água até o arroz com pouca ou nenhuma amilose. Por outro lado, em pasta de concentração a 3%, a viscosidade diminuiu inversamente.

JAMES & SLOAN (34) verificaram que o farelo de arroz desengordurado extrudado absorveu mais água e gordura e teve maior capacidade e estabilidade de espuma do que o farelo de arroz desengordurado e estabilizado pelo processo X-M, que teve comportamento similar ao do trigo, e, o farelo de arroz integral extrudado absorveu menor quantidade de água e gordura em relação aos demais e não formou espuma.

GANTWERKER & LEONG (24) obtiveram patente de um processo para preparar um mingau desidratado e instantâneo para bebês a partir de uma mistura gelatinizada de farinha de cereal-água com viscosidade reduzida. A redução da viscosidade foi obtida por um método em que a pasta da farinha de cereal - água, apresentando um conteúdo de sólidos na faixa de 14 a 30% inclusive, foi gelatinizada e logo sujeita à deformação mecânica.

HERMANSSON (29) relatou que alguns isolados protéicos de soja completamente desnaturados não mostraram aumento da viscosidade quando eram aquecidos para formar o estado de pré-gel, con-

cluindo que agregação e desnaturação de proteínas determinam as propriedades dos géis.

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.

CIRCLE, MEYER & WHITNEY (18) verificaram que na ausência do 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.

McWATTERS & HOLMES (41) demonstraram que tanto a solubilidade de nitrogênio como a capacidade de emulsão da farinha de soja foram reduzidas, à medida que o tempo de aquecimento (úmido) aumentava. Entretanto, altos níveis da solubilidade de nitrogênio não foram necessariamente associados com a máxima capacidade emulsificante.

YASUMATSU et alii (79) verificaram que as propriedades emulsificantes de produtos de soja estavam 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.

MOTTERN, SPADARO & GALLO (46) utilizaram farinha pré-gelatinizada de arroz, em conjunto com farinhas de oleaginosas, na preparação de bebidas e mingaus, e concluíram que a proporção de dispersão da farinha em água pode ser controlada pelo tamanho das partículas e o emprego de altas concentrações de farinha de arroz torna possível manter a farinha de oleaginosa em suspensão, sem produzir viscosidade excessiva.

CHAUHAN & BAINS (13) misturaram farinha de arroz de diversas variedades com farinha de soja desengordurada nas proporções de 100:0; 85:15 e 70:30% e cozinharam a mistura por extrusão. Os autores notaram que a adição de 15% de farinha de soja desengordurada não exerceu efeito sobre a capacidade de absorção de água no produto, mas houve ligeiro decréscimo com a adição de 30% de farinha de soja desengordurada. Ao contrário, um aumento da farinha de soja desengordurada aumentou consideravelmente o índice de solubilidade em água. A adição gradativa da farinha de soja desengordurada diminuiu o conteúdo de amido danificado nas farinhas e aumentou o teor de proteínas solúveis em água.

NOGUCHI et alii (47) relataram que os produtos extrudados produzidos com farinha de arroz fortificada com isolado proteico de soja apresentaram uma ligeira diminuição na capacidade de absorção de água, quando comparados com o extrudado apenas à base da farinha de arroz. Foi também verificado, pelos autores, que houve uma diminuição significativa da insolubilização de proteína

quando a farinha de arroz e o isolado protéico de soja eram processados simultaneamente, mostrando um "efeito poupado" na sua presença mútua.

2.2. Características organolépticas e nutricionais dos produtos alimentícios à base de arroz e soja com ou sem leite

O arroz tanto em seu teor quanto na qualidade de sua proteína, pode ser sensivelmente melhorado se complementado com soja, que é uma leguminosa de alto conteúdo protéico que possui um padrão de aminoácidos capazes de corrigir as deficiências do arroz, BRESSANI (9) e CHAUVIN (14).

O valor nutricional de mistura de arroz e soja tem sido amplamente estudado, tanto em animais por CHAUVIN (14) e ELÍAS et alii (23), como em humanos por SOTELO, HERNÁNDEZ & FRENK (68). Em todos os casos foi observado que, além do aporte energético que a soja inteira proporcionou quando agregada ao arroz, ocorreu um bom efeito complementar quanto ao valor nutritivo.

STEINKE & HOPKINS (70) afirmaram que a combinação de arroz e isolado protéico de soja na proporção de 92:8%, respectivamente, tendo um teor protéico de 13,4 g/100 g, oferece um modelo ótimo de aminoácidos.

As proteínas do leite contêm altos níveis de lisina e triptofano e quando combinadas com proteínas de cereais podem aumentar

significativamente o quociente de eficiência protéica (PER) e o valor nutritivo global do produto alimentício, STAHEL (69).

De acordo com SWARTZ & WONG (71), o arroz é deficiente em lisina e a soja em aminoácidos sulfurados, sendo ambos aminoácidos encontrados em quantidades relativamente altas no leite. Portanto, um efeito nutricional complementar pode ser obtido em misturas que contêm proteína do arroz ou da soja com a do leite.

CHANG, LEE & BROWN (12) constataram que o PER da farinha de arroz de alta concentração protéica foi de 2,17. A suplementação desta farinha de arroz com aminoácidos limitantes lisina e treonina, ou com isolado protéico de soja liofilizado aumentou o PER para um valor acima do encontrado para a caseína.

SALGADO et alii (59) estudaram o valor nutritivo da mistura arroz-soja-farinha de mandioca e chegaram às seguintes conclusões: a) a mistura apresentou provavelmente a melhor palatabilidade do que a da soja; b) o PER da mistura foi superior ao da soja, indicando uma suplementação de aminoácidos; c) a digestibilidade (D) e a utilização líquida da proteína (NPU) foram maiores do que as da soja; d) o valor biológico (VB) da mistura, embora inferior ao da soja, foi elevado (65,2%).

ELÍAS et alii (23) constataram que o efeito benéfico da suplementação de arroz com farinha de soja está correlacionado prin

principalmente com a quantidade e a disponibilidade de aminoácidos essenciais nos quais a proteína de arroz é deficiente, e com a concentração de proteína da farinha de soja.

CAYUELA, GUAIPO & VILLAVICENCIO (11) verificaram que as farinhas pré-cozidas de arroz e abóbora, que tiveram como fonte adicional de proteína a farinha de soja e/ou leite desnatado, foram as que acusaram valores de lisina mais altos e o total de sulfurados relativamente baixo e explicaram que, as proteínas da farinha de soja e leite desnatado são boas fontes de lisina e têm um conteúdo relativamente baixo de aminoácidos sulfurados. As sopas preparadas a partir destas formulações mostraram boas características organolépticas.

PAYUMO, LEGASPI & CORPUZ (50) concluíram que os alimentos preparados a partir de várias combinações de arroz ou milho-farinha de soja integral - leite desnatado, camarão em pó ou proteína de côco, foram altamente energéticos e protéicos e apresentaram valor nutritivo (PER, VB, D e NPU) satisfatório, bem como estabilidade no valor durante a estocagem por seis meses à temperatura ambiente.

SOTELO et alii (68) verificaram que o PER do leite sem lactose foi de $2,28 \pm 0,46$, significativamente superior ao da proteína de soja que teve um valor de $1,19 \pm 0,26$, no entanto, a caseína utilizada como controle mostrou um PER de $2,71 \pm 0,52$. Quanto ao balanço de nitrogênio (BN), não houve diferenças significativas entre o leite sem lactose e a soja.

VARGAS et alii (74) notaram que as proteínas do arroz e do feijão se complementaram mutuamente quando o arroz representava 90 a 40% da proteína da dieta e o feijão de 10 a 60% e que o leite desnatado em pó constituiu suplemento de boa qualidade para misturas preparadas à base de arroz e feijão, sendo que a mistura de 60:40 (arroz:feijão) não apresentou nenhum efeito positivo quando suplementada com o leite desnatado, já a mistura de 35:65 (arroz:feijão), quando suplementada com 15% de proteína do leite, obteve um valor protéico semelhante ao da mistura de 60:40 (arroz:feijão).

GUERRA et alii (27) formularam uma bebida à base de arroz, leite desnatado e diferentes tipos de farinha de soja e verificaram que a aceitabilidade deste produto pelas crianças na idade escolar foi superior a 95%. O valor calórico-protéico foi semelhante ao do leite, tendo PER igual ao da caseína. A estabilidade deste produto foi superior à do leite, porém com um custo aproximado de 3/4 do leite.

CHERYAN et alii (17) constataram que a qualidade organoléptica de alimentos infantis preparados com cereais (milho ou arroz) e fortificados com até 20% de soja não foi alterada. A soja não teve efeito significativo na cor das misturas de soja-milho, porém, produziu um escurecimento distinto, acima de 20% nas de soja-arroz. A farinha de arroz foi melhorada nutricionalmente quando misturada com 25 a 30% de farinha de soja.

SEGURA et alii (64) desenvolveram um alimento infantil de sⁱdratado à base de arroz, soja e frutas e verificaram que as formulações com um conteúdo de soja de 10, 15 e 20%, respectivamente, não apresentaram diferenças na avaliação sensorial.

VARGAS et alii (73) avaliaram biologicamente um alimento infantil à base de soja, arroz e banana e chegaram às seguintes conclusões: a) Quando se substituiu 50% da proteína do alimento infantil mencionado pela do leite, este apresentou um valor nutritivo semelhante ao do leite. A suplementação calórica com óleo de soja não afetou o valor nutritivo do produto infantil; b) a suplementação com lisina melhorou significativamente a qualidade proteica do alimento infantil, indicando uma perda de proteína causada pelo processamento térmico industrial; c) o leite integral complementou e melhorou o valor nutritivo do alimento infantil, que se igualou ao do leite integral.

BAKAR & HIN (5) substituíram 10; 20 e 30% de farinha de arroz pela farinha de soja integral no preparo de cereal matinal e verificaram que a fragilidade de flocos geralmente diminuía com o incremento da percentagem da farinha de soja integral nos níveis de 20 e 30%. Ocorreu uma relação inversamente proporcional entre fragilidade e tamanho de partículas da farinha de soja integral no nível de 30% de substituição. A respeito de preferência global, os provadores não mostraram qualquer tendência pelos diferentes flocos formulados. As formulações com 10, 20 e 30% de farinha de

soja integral alcançaram um bom perfil de aminoácidos essenciais, mas somente as de 20 e 30% de substituição foram qualificadas como flocos altamente protéicos.

CRUZ et alii (20) notaram que a substituição gradual da farinha de quirera de arroz pela farinha de soja desengordurada na mistura das farinhas de arroz - soja pré-cozidas por extrusão aumentou aparentemente, o teor de proteínas, lipídios, cinzas e sais minerais (Ca e P), bem como melhorou o balanço de aminoácidos, exceto o de metionina, sendo que a substituição da farinha de quirera de arroz por até 20% da farinha de soja desengordurada apresentou teor de proteína adequado para crianças com até um ano de idade.

MOLINA, BRAHAM & BRESSANI(44) constataram que o PER e o Quociente de Proteína Líquida (NPR) da mistura de arroz: soja integral (70:30) processada por extrusão foram significativamente correlacionados com a temperatura de processamento.

MORRISON (45) desenvolveu uma mistura altamente protéica de arroz e soja, cuja aparência era a de "um arroz com flocos dourados de proteína", que pode ser embalada, estocada e comercializada como arroz normal. O PER desta mistura foi de 2,5, maior do que o da caseína.

RUALES, PÓLIT & NAIR (57) avaliaram nutricionalmente duas misturas de arroz, sendo uma fortificada com soja e a outra com

tremoço, processadas por extrusão. Foram obtidos os seguintes resultados: a) o conteúdo de proteína foi de 12,6% para a mistura de arroz-soja e 15,3% para arroz-tremoço; b) o aminoácido limitante em ambas misturas foi o triptofano; c) os escores químicos para arroz-soja e arroz-tremoço foram de 76 e 72, respectivamente.

SHEPHERD et alii (65) desenvolveram um alimento misto de arroz-soja-leite com uma cor de creme e afirmaram que o produto poderia oferecer calorias adicionais, boa qualidade de proteína e, vitaminas e minerais selecionados para segmentos mais necessitados da população. Além disso, o produto poderia ser incorporado na farinha tradicional ou nos alimentos à base de farinhas sem causar escurecimento ou outras maiores mudanças de cor nos alimentos.

SIEGEL, LINEBACK & BHUMIRATANA (66) desenvolveram salgadinhos contendo alto teor protéico à base de arroz e soja para crianças tailandesas e verificaram que os produtos alcançaram melhores qualidade e quantidade de proteína do que os salgadinhos disponíveis no comércio local, sendo que foram bem aceitos por crianças de diferentes níveis sócio-econômicos.

2.3. Uso de microondas

2.3.1. Considerações gerais

O termo "micro" é usado para definir a radiação de energia eletromagnética, tendo frequências da ordem de 300 MHz a 300 GHz.

A "Federal Communications Commission" permite quatro frequências para o aquecimento industrial e as comumente usadas são 915 ± 13 MHz e 2450 ± 50 MHz, sendo que, quase todos os fornos de microondas utilizam a frequência de 2450 MHz, PEI (51).

O efeito do aquecimento por microondas é devido, principalmente, à interação de ondas com moléculas polarizadas do material, como a água, ou à interação com íons livres. No primeiro caso, a oscilação rápida do campo elétrico resulta numa rápida vibração de dipolos como a água. A energia envolvida nestas vibrações é liberada como calor. No segundo caso, os íons são atraídos pelo campo elétrico e colidem como num jogo de bilhar com moléculas não ionizadas. A energia da colisão também é convertida em calor. Por isso, o aquecimento por microondas ocorre uniforme e rapidamente por todo material, podendo ser facilmente controlado, SCHIFFMANN (63).

Segundo GOLDBLITH (26), o uso de microondas em indústrias de alimentos é baseado em grande parte nos seguintes fatos: a) o processamento por microondas fornece rapidamente a energia para um aquecimento uniforme do alimento, sem que este sofra as limitações do aquecimento normal; b) o único efeito do microondas no alimento é o do aquecimento; c) a quantidade de calor que pode ser absorvida é uma função da frequência e das características de perda dielétrica da substância alimentar.

Em contraste com os métodos convencionais, no aquecimento por microondas a produção de calor é contínua, e portanto, há um aumento contínuo e rápido da temperatura quando o alimento está exposto a esta radiação, SALE (58). O mesmo autor afirmou que, se o produto é úmido, o calor é utilizado para evaporar a água e a temperatura permanece em 100°C. Assim que a água livre é evaporada, a temperatura do produto, que está praticamente seco, pode subir rapidamente, ocorrendo o risco de queima do mesmo.

HOFFMAN & ZABIK (31) constataram que a tecnologia do forno de microondas tem sido melhorada pelo uso de baixa energia. Com o uso de técnicas de baixa energia, estudos mostram igual ou melhor retenção de nutrientes em alimentos aquecidos por microondas, quando comparados com os aquecidos convencionalmente.

2.3.2. Influência de microondas nas propriedades físico-químicas e nutricionais do arroz e/ou soja

ROBERTS(55) testou o efeito da energia de microondas na gelatinização de grãos inteiros de arroz e verificou que o arroz contendo 30-35 % de umidade mostrou resultados de gelatinização promissores com o aquecimento por microondas à pressão atmosférica.

WADSWORTH & KOLTUN (77) verificaram que não houve diferenças significativas entre arroz secados ao ar (controles) e os secados a vácuo com microondas para a viscosidade máxima de pasta e

para a retrogradação de amido, sendo que a equipe não distinguiu diferenças entre eles no sabor e textura.

Ao estabelecerem os efeitos dos métodos de processamento sobre as propriedades funcionais, ARMSTRONG, STANLEY & MAURICE (3) prepararam extratos aquosos de soja a partir de grãos tratados por microondas ou moídos em água quente e precipitaram com ácido as frações protéicas dos extratos obtidos. Segundo os autores, as proteínas obtidas do extrato aquoso de grãos processados por microondas tiveram ótimas propriedades funcionais (com exceção da capacidade espumante e das propriedades relacionadas com as interações de proteína-água) e deram alto rendimento protéico, enquanto que as proteínas obtidas pelo método com água quente exibiram menores precipitações no ponto isoelétrico e propriedades funcionais.

CHEN et alii (16) fizeram uma comparação do efeito de dois tipos de tratamento térmico (cozimento por microondas e por vapor através de autoclave convencional) da farinha de soja nas características físico-químicas e nas propriedades nutricionais. Os autores concluíram que o tratamento com microondas assegurou melhores qualidades nutricional e funcional nos produtos de soja, sendo que a soja aquecida por microondas apresentou maior rendimento protéico do que a tratada por vapor.

HAFEZ et alii (28) notaram 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 da proteína.

SANCHEZ et alii (60) constataram que ratos alimentados com grãos de soja decorticados, secos e cozidos por microondas apresentaram 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, concluindo, portanto, que o aquecimento por microondas melhora a qualidade da proteína, que é significativa e progressivamente melhor do que a da soja crua.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Para obtenção da farinha mista foram utilizadas as farinhas de 1/2 arroz (13,40% de umidade) e de soja desengordurada (Prosan-R, 8,66 % de umidade). O 1/2 arroz foi adquirido do comércio e moído duas vezes na forma de farinha e a farinha de soja desengordurada foi procedente da SANBRA.

No preparo do mingau foram utilizados, além da farinha mista, açúcar (União), sal (Cisne) e leite em pó integral (Itambém), obtidos do comércio.

Para a avaliação nutricional foram utilizados ingredientes comerciais ou quimicamente puros, de diversas procedências: caseína M-90 (Berse), amido puro de milho (Maizena), óleo refinado de milho (Mazola), sacarose (açúcar União), mistura salina (Merck, Ecibra, etc), vitaminas (Roche) e celulose (Riedel).

Os animais para os ensaios biológicos foram ratos machos, albinos, recém-desmamados e livres de patógenos, da linhagem Wistar, com 21 dias de idade (49 - 61 g), provenientes do Biotério

Central da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.

Os reagentes empregados nas análises químicas foram todos de grau analítico e de diversas procedências (Merck, Ecibra, etc).

Na execução das análises físicas, químicas e nos ensaios biológicos, além da vidraria, aparelhos e utensílios indispensáveis a um laboratório, utilizaram-se os seguintes equipamentos e aparelhos específicos:

- . Agitador magnético Fanem 257;
- . Aparelho Produtest, classificador de tamanho de partícula, equipado com um conjunto de 7 peneiras arredondadas Granutest, cujas medidas foram de 20 a 200 mesh;
- . Balança analítica Mettler H35R;
- . 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 de proteína micro-Kjeldahl;
- . Estufa de secagem e esterilização Fanem 315 SE;
- . Extrator Soxhlet com chapa aquecedora Gerhardt;
- . Forno de microondas com frequência de 2450 MHz Sanyo-Climax EM9003B;
- . Gaiolas metabólicas;
- . Liquidificador Walita com 14 velocidades;
- . Medidor de pH DMPH-2 Digimed 2895;

- . Mix Walita HL 3124;
- . Moinho desintegrador de martelo;
- . Mufla Lavoisier 400C;
- . Viscoamilógrafo Brabender 801302.

3.2. Métodos

Foram determinados tamanho de partícula e composição centesimal aproximada das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral.

3.2.1. Classificação granulométrica

200 g de cada farinha foram peneiradas, durante 15 minutos, num conjunto de 7 peneiras arredondadas vibratórias com as aberturas das malhas variando de 20 mesh (0,84 mm) até 200 mesh (0,074mm). Posteriormente as quantidades retidas em cada peneira foram pesadas e calculadas as percentagens.

3.2.2. Composição centesimal aproximada

Foram feitas as seguintes determinações químicas para cada farinha: (a) umidade, AACC 44-31(1);(b) extrato etéreo,AACC 30-25 (1); (c) proteína bruta, AACC 46-12 (1); (d) fibra crua, VAN DE KAMER & VAN GINKEL (72); (e) cinza , AACC 08-16 (1).

3.2.3. Preparação da farinha pré-cozida mista

3.2.3.1. Tratamento da farinha com microondas

20 g de cada farinha foi colocada numa placa de Petri de 15 cm de diâmetro por 2 cm de altura e submetida à radiação de 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 aquecimento foram de 10, 11, 12 e 13 minutos para a farinha de 1/2 arroz e 7, 8, 9 e 10 minutos para a farinha de soja desengordurada.

3.2.3.2. Avaliação sensorial da farinha pré-cozida

As farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada, aquecidas por diferentes tempos, foram avaliadas isoladamente, usando-se teste de Ordenação pela preferência. Para este teste foi usada uma equipe de 22 provadores de ambos os sexos, e as farinhas (2 g) foram misturadas com açúcar (0,4 g) e água (14 ml para a farinha de 1/2 arroz e 12 ml para a farinha de soja desengordurada) e levadas ao fogo até fervura, sendo assim servidas quentes aos provadores.

3.2.3.3. Obtenção da farinha pré-cozida mista

As farinhas pré-cozidas mistas foram preparadas a partir da mistura das farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada, aquecidas por microondas nos tempos que obtiveram melhores escores na análise sensorial (item 3.2.3.2), de acordo com o QUADRO 1.

QUADRO 1 - Formulação de farinha mista.

Farinha de 1/2 arroz (%)	Farinha de soja desengordurada (%)	Fórmula
90	10	I
80	20	II
70	30	III
60	40	IV
50	50	V

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

Foi usada a farinha crua mista como controle e foram determinadas as seguintes propriedades funcionais:

3.2.4.1. Viscosidade de pasta

Os amilogramas (gráfico da viscosidade X tempo) das diferentes farinhas mistas foram determinados num viscoamilógrafo Brabender, seguindo basicamente o método de MAZURS, SCHOCH & KITE (42).

As viscosidades de pasta foram determinadas em suspensões de 42,75 g de farinha mista (base seca) em 450 ml de água destilada e os resultados foram expressos em Unidades Brabender (U.B.).

A temperatura inicial de 25°C foi aumentada gradualmente a 1,5°C/minuto, até 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.

Para a interpretação do amilograma foram usados os seguintes parâmetros:

- a) Temperatura inicial da formação de pasta: é a temperatura em °C calculada em base do tempo de funcionamento do amilógrafo (1,5°C/minuto), correspondente ao ponto onde se inicia a formação da curva no amilograma (aumento de 20 U.B. da linha base).
- b) Temperatura da viscosidade máxima: é a temperatura em °C calculada em base do tempo de funcionamento do amilógrafo, correspondente ao ponto mais alto da curva do amilograma.
- c) Viscosidade máxima: é o valor da viscosidade no ponto máximo da curva em U.B.
- d) Viscosidade mínima à temperatura constante: é o menor valor de 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 absorção de água de diferentes farinhas mistas foi determinada de acordo com o método de SOSULSKI (67).

3.2.4.3. Absorção de gordura (AG)

A absorção de gordura de diferentes farinhas mistas foi determinada pelo método descrito por DENCH, RIVAS & CAYGILL (21).

3.2.4.4. Índice de solubilidade de nitrogênio (ISN)

O índice de solubilidade de nitrogênio das diferentes farinhas mistas foi determinado conforme o método descrito na 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

A atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE) das diferentes farinhas mistas foram determinadas segundo o método de DENCH et alii (21).

2,5 g da amostra foram suspensas na água destilada (40 ml) e ajustado o pH da suspensão para 7,0 com NaOH ou HCl. Logo após, a suspensão foi agitada por 15 minutos. O pH da suspensão foi verificado e ajustado novamente, quando necessário, e o volume final foi completado para 50 ml. 50 ml do óleo de soja foi adicionado à esta suspensão (50 ml) e misturados à máxima velocidade por 3 minutos. A emulsão assim obtida, foi dividida entre dois tubos de centrífuga de 50 ml e centrifugada a 1300 G por 5 minutos. A AE foi calculada pela relação:

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

A EE foi determinada pelo mesmo procedimento, porém, as emulsões formadas foram aquecidas a 80°C por 30 minutos, e depois esfriadas sob água corrente por 15 minutos, antes de serem centrifugadas.

3.2.4.6. Propriedades espumantes

Para a determinação de propriedades espumantes, foi usado o método de HSU et alii (32), com pequenas modificações:

0,9 g da amostra foram suspensas na água destilada (20 ml) e ajustado o pH da suspensão para 7,0 com NaOH ou HCl. Logo após, o volume da suspensão foi completado para 30 ml, obtendo-se, então, uma suspensão com pH 7,0 a 3%. Esta suspensão foi homogenei-

zada à máxima velocidade com Mix Walita durante 3,5 minutos. As espumas resultantes foram imediatamente transferidas para proveta de 100 ml, sendo medidos a altura da espuma e o volume de líquido coletado no fundo da proveta, nos intervalos de 0, 30, 60 e 120 minutos. A expansão de espuma expressa em percentagem foi calculada de acordo com o método descrito por LAWHON, CATER & MATIL (39). 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 conforme o método descrito por SATTERLEE, BEMBERS & KENDRICK (62).

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

3.2.5. Formulação do mingau de preparo rápido

Foi preparado um mingau em pó a partir de cada farinha pré-cozida mista obtida (QUADRO I), logo foram feitos 5 tipos diferentes de mingau. A fórmula empregada para o mingau de preparo rápido foi: farinha pré-cozida mista, leite em pó integral, açúcar e sal nas proporções de 50 : 10 : 39 : 1, respectivamente. A quantidade de água necessária para o preparo do mingau foi recomendada numa proporção de 1 parte de mingau em pó para 7 partes de água.

3.2.5.1. Avaliação sensorial do mingau

Os 5 tipos diferentes de mingau foram submetidos à avaliação sensorial de aparência, odor, sabor e consistência, usando-se a Escala Estruturada de 9 pontos. Na mesma ficha de avaliação foi pedida também a preferência para as mesmas amostras, usando-se a Escala Hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo). Dentre as amostras mais preferidas, foi feito um teste massal de preferência usando-se o teste de Ordenação.

Para o preparo de mingau, este foi misturado com água e levado ao fogo até fervura, sendo assim servido quente aos provadores.

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

3.2.5.2. Caracterização nutricional do mingau de preparo rápido

Os 5 tipos de mingau de preparo rápido foram avaliados nutricionalmente.

3.2.5.2.1. Composição centesimal aproximada

Foi determinada a composição centesimal aproximada de acordo com os métodos do item 3.2.2.

3.2.5.2.2. Métodos biológicos

Os ensaios biológicos com ratos foram realizados no biotério do DEPAN da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP - Campinas. Em todos os ensaios, a caseína foi usada como proteína-padrão na base de 8,5% da dieta.

Preparo das dietas - As dietas utilizadas experimentalmente foram preparadas para conter os componentes nutritivos como descrito no AOAC(4), modificando-se os teores de proteína, sais minerais e vitaminas, que foram de 8,5; 4 e 2%, respectivamente.

A composição centesimal das dietas está apresentada no QUADRO 2, sendo que nos QUADROS 3 e 4 são mostrados os valores de composição das misturas salina e vitamínica que foram usadas no preparo das dietas.

Os mingaus foram usados como única fonte proteica das dietas, sendo necessário o acréscimo de gordura (óleo de milho), misturas salina (QUADRO 3) e vitamínica (QUADRO 4), fibra (celulose) e carboidrato (açúcar e amido puro de milho).

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

Componentes	%
Proteína	8,5
Gordura	8,0
Sais minerais (QUADRO 3)	4,0
Vitaminas (QUADRO 4)	2,0
Fibra	1,0
Carboidrato *	para 100,00

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

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

Componente	%
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 (56).

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 (48)

Foram determinados os teores reais de proteína bruta após o preparo das dietas, usando-se o método micro-Kjeldahl, conforme descrito no item 3.2.2.

Balanço de nitrogênio (BN) - Os 42 ratos foram distribuídos em 6 grupos experimentais, portanto, 7 animais por grupo. Os ratos foram colocados em gaiolas galvanizadas individuais e foram oferecidos água e dieta ad libitum por um período de 5 dias de adaptação. Ao término deste período, foram colocados em gaiolas metabólicas individuais providas de dispositivos que permitiram coletar fezes e urina isentas de contaminação por partículas de alimentos, sendo de 5 dias a duração deste teste.

O BN foi calculado 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 pela medida do nitrogênio ingerido e do nitrogênio eliminado nas fezes. O experimento não contou com um grupo de ratos recebendo dieta aprotéica e, por isso, a digestibilidade encontrada é considerada aparente, pois, segundo PELLET & YOUNG (52) não foi corrigida a

perda de nitrogênio fecal endógeno.

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

onde: NA = nitrogênio absorvido

Valor biológico aparente (VB_a) - O VB_a foi determinado de acordo com o método de MITCHELL (43), porém não houve 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 conforme o método de BENDER & MILLER (7), porém não foi usado um grupo de ratos com dieta aprotéica.

$$NPU_a = VB_a \times D_a$$

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

Quociente de eficiência protéica (PER) - Utilizou-se, basicamente, o método descrito no AOAC, procedimentos 43.183-43.187 (4). Foram usados 42 ratos (7 ratos por amostra) que foram mantidos em gaiolas individuais com água e dieta ad libitum pelo período

do de 28 dias. No final desse período, foram calculados os valores do PER, dividindo-se os ganhos de peso em gramas pela proteína consumida, também em gramas. A proteína consumida foi calculada usando-se os valores reais de proteína encontrados nas diferentes dietas (média = $8,74 \pm 0,35$, coeficiente de variação = 2,34%). Foram feitas pesagens dos ratos e da dieta consumida periodicamente a cada 7 dias, até o final do experimento. Em função do mesmo teste, foram calculados: (a) ganho de peso do rato por semana e (b) Eficiência alimentar (EA), sendo esta o quociente entre a dieta ingerida e o ganho de peso, conforme DUTRA DE OLIVEIRA & SCATENA (22).

3.2.6. Análise estatística

Para os resultados das análises químicas, foram feitas análises de variância, com posterior análise das diferenças entre as médias pelo teste de Tukey, onde C.V. é o coeficiente de variação e D.M.S., o desvio médio significativo.

Os resultados dos ensaios biológicos foram submetidos a análise de variância e ajuste das equações de regressão linear para o crescimento dos ratos.

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

Aos resultados dos testes de Ordenação pela preferência na escolha do melhor tempo de cozimento da farinha de 1/2 arroz e de soja desengordurada e do teste massal de preferência através da Ordenação dos 3 tipos de mingaus, foi aplicado a tabela de Kramer citada por KAHAN et alii (35).

O delineamento estatístico de blocos incompletos do tipo V foi usado para os testes de qualidade e preferência usados na avaliação sensorial dos mingaus e as análises estatísticas foram seguidas de acordo com PIMENTEL GOMES (53) e COCHRAN & COX (19).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Distribuição do tamanho de partícula das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral

O QUADRO 5 apresenta a distribuição do tamanho de partícula das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral.

QUADRO 5 - Distribuição de tamanho de partícula das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral.

	Tamanho de partícula (mesh)	Farinha de 1/2 arroz (%)	Farinha de soja desengordurada (%)	Leite em pó integral (%)
20	(0,84 mm)	0,24	0,21	0,01
35	(0,42 mm)	31,63	0,53	3,94
60	(0,25 mm)	26,56	0,25	71,43
80	(0,177 mm)	15,14	0,56	19,20
100	(0,149 mm)	7,15	3,86	3,33
150	(0,105 mm)	11,95	22,99	1,47
200	(0,074 mm)	6,81	43,11	0,51
Fundo < 200		0,52	28,49	0,11

Os resultados apresentados no QUADRO 5 mostram que 73,33% da farinha de 1/2 arroz ficaram retidas nas peneiras de 35 a 80 mesh, 94,59% da farinha de soja desengordurada nas peneiras menores que 100 mesh e 90,63% do leite em pó integral nas peneiras de 60 e 80 mesh. Pode-se notar, então, que a farinha de 1/2 arroz e o leite em pó integral apresentaram maior granulometria que a da farinha de soja desengordurada.

4.2. Composição centesimal aproximada das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral

O QUADRO 6 mostra a composição centesimal aproximada, em base seca, das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral, usados neste trabalho.

QUADRO 6 - Composição centesimal aproximada (% base seca) das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral.

Composição	Farinha de 1/2 arroz	Farinha de soja desengordurada	Leite em pó integral
Proteína (%)	8,12	50,18	27,19
Extrato etéreo (%)	0,58	1,11	29,68
Cinza (%)	0,47	5,75	6,36
Fibra crua (%)	0,35	2,69	-
Carboidrato (%)*	90,48	40,27	36,77

* Calculado por diferença.

Através do QUADRO 6, observa-se que a farinha de soja desengordurada apresentou o maior teor protéico e a de 1/2 arroz, o menor teor. Já o leite em pó integral apresentou maior extrato e-téreo. Quanto ao teor de cinza, a farinha de soja desengordurada e o leite em pó integral tiveram valores próximos e foram superiores ao valor obtido para a farinha de 1/2 arroz. Já no teor de fibra crua, somente a farinha de soja desengordurada teve o valor mais significativo.

Os resultados obtidos para a farinha de 1/2 arroz são comparáveis aos de BAKAR & HIN (5), para a farinha de soja desengordurada aos de CRUZ et alii (20) e McWATTERS & HOLMES (41) e para o leite em pó integral aos de STAHEL (69).

4.3. Avaliação sensorial das farinhas pré-cozidas

Os QUADROS 7 e 8 apresentam os resultados dos escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para as farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada, respectivamente, tratadas por diferentes tempos com microondas.

Os dados do QUADRO 7 indicam que o mingau feito a partir da farinha de 1/2 arroz previamente aquecida por 11 minutos com microondas foi o mais preferido, sendo considerado este o tempo de cozimento mais adequado.

QUADRO 7 - Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para mingaus de 1/2 arroz obtidos com farinha de 1/2 arroz cozida com microondas por vários tempos.

Tempo de cozimento (minutos)	Escore da ordem de Ordenação				
	1	2	3	4	Total *
10	8	8	6	32	54
11	8	18	12	4	42
12	3	12	24	20	59
13	3	6	24	32	65
Soma do 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 mingaus de soja obtidos com 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	8	10	27	0	45
8	8	18	15	0	41
9	6	16	24	0	46
10	0	0	0	88	88
Soma do total					220

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

De forma semelhante, o QUADRO 8 indica que o melhor tempo foi o de 8 minutos para se obter a farinha de soja desengordurada pré-cozida.

4.4. Propriedades funcionais das farinhas pré-cozidas mistas

Os resultados das características de viscosidade de pasta das diferentes farinhas pré-cozidas mistas contendo 1/2 arroz e soja desengordurada estão apresentados no QUADRO 9, e as FIGURAS de 1 a 7 ilustram os amilogramas 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 7, pode-se verificar que as temperaturas de pasta das diferentes farinhas pré-cozidas mistas aumentaram com o incremento do nível de soja (10 a 50%), variando de 89 a 93 °C. Por outro lado, as temperaturas de pasta das farinhas cruas mistas (controles) foram praticamente constantes (86 a 84 °C) para todas as proporções de soja estudadas, sendo mais baixas do que as das farinhas pré-cozidas mistas.

Observa-se, ainda que, a temperatura da viscosidade máxima de pasta foi constante (95 °C) tanto para as farinhas pré-cozidas mistas quanto para as farinhas cruas mistas (controles) em todos os níveis de soja estudados. Os valores da viscosidade máxima de pasta diminuíram com o aumento da proporção de soja desengordurada (coeficiente de correlação = -0,7081, significativo ao nível

QUADRO 9 - Características de viscosidade de pasta das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Parâmetros de viscosidade	Fórmula										D.M.S.	C.V. (%)
	I	I	II	II	III	III	IV	IV	V	V		
	controle		controle		controle		controle		controle			
Temperatura inicial de formação de pasta (°C)	89 bc	86 cd	89 bc	84 d	92 ab	86 cd	97 ab	85 d	93 a	84 d	3,83	1,10
Temperatura da viscosidade máxima (°C)	95 a	95 a	95 a	95 a	95 a	95 a	95 a	95 a	95 a	95 a	12,60	10,85
Viscosidade máxima (U.B.)	130 cd	370 a	80 def	233 b	68 ef	145 c	38 f	98 cde	23 f	63 ef	57,72	11,71
Viscosidade mínima à temperatura constante (U.B.)	73 cde	340 a	40 de	228 b	25 e	120 c	15 e	88 cd	15 e	50 de	59,89	15,24
Viscosidade final no ciclo de resfriamento (U.B.)	250 c	735 a	130 d	415 b	100 d	270 c	65 d	153 c	55 d	105 d	127,47	13,95

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

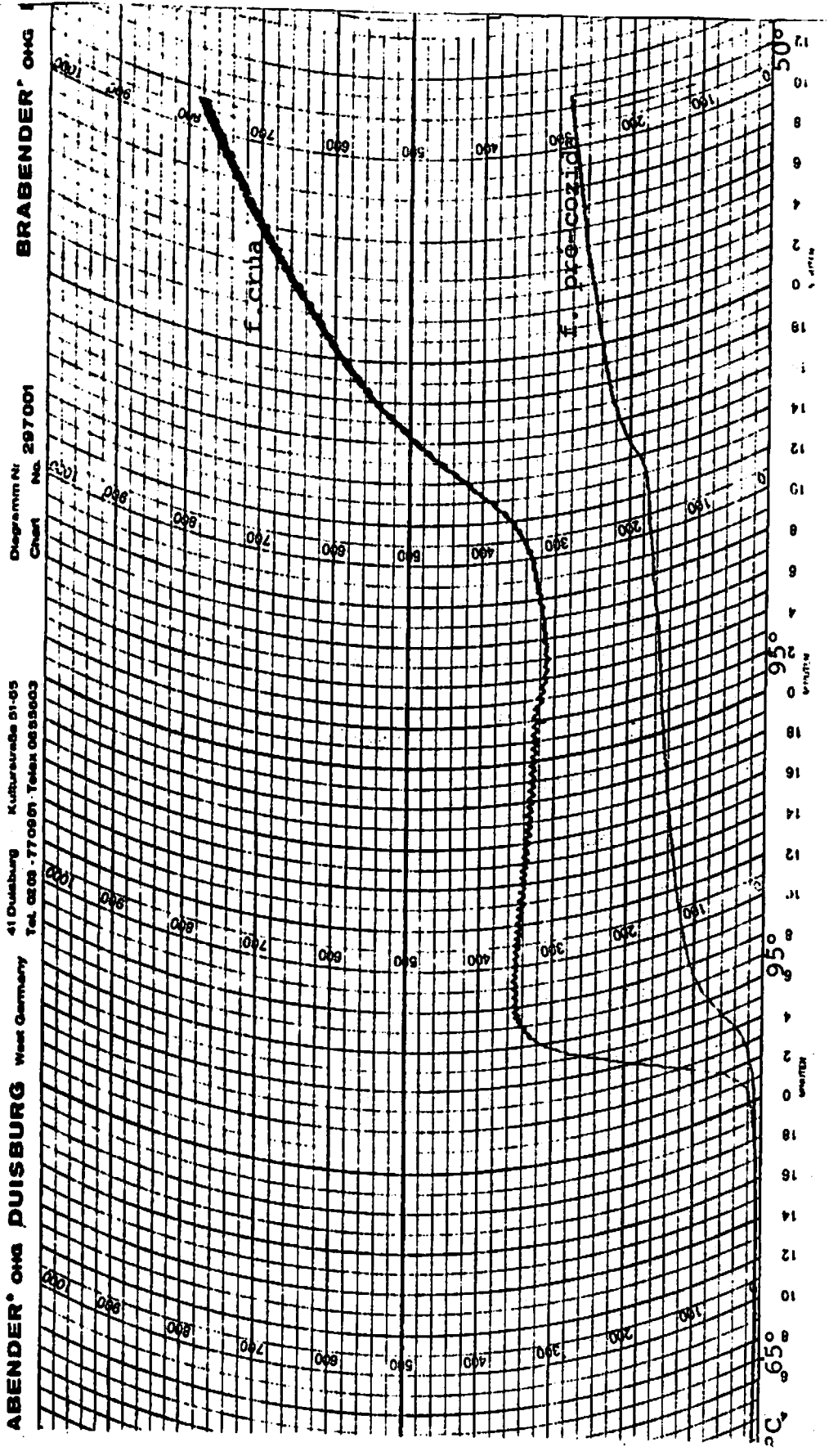


FIGURA 1 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista I e crua mista I (controle), elaboradas com 90% de 1/2 arroz e 10% de soja desengordurada.

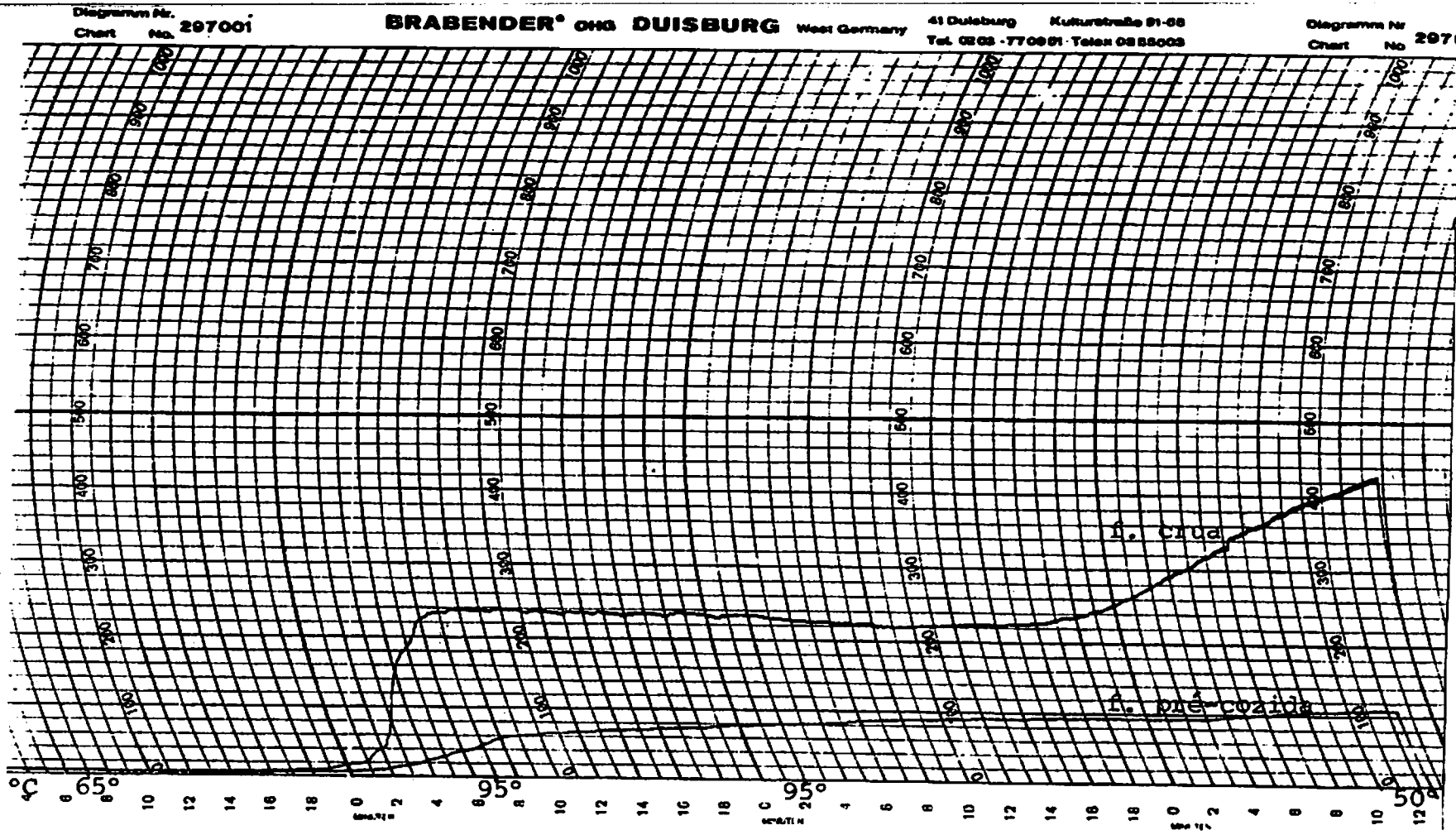


FIGURA 2 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista II e crua mista II (controle), elaboradas com 80% de 1/2 arroz e 20% de soja desengordurada.

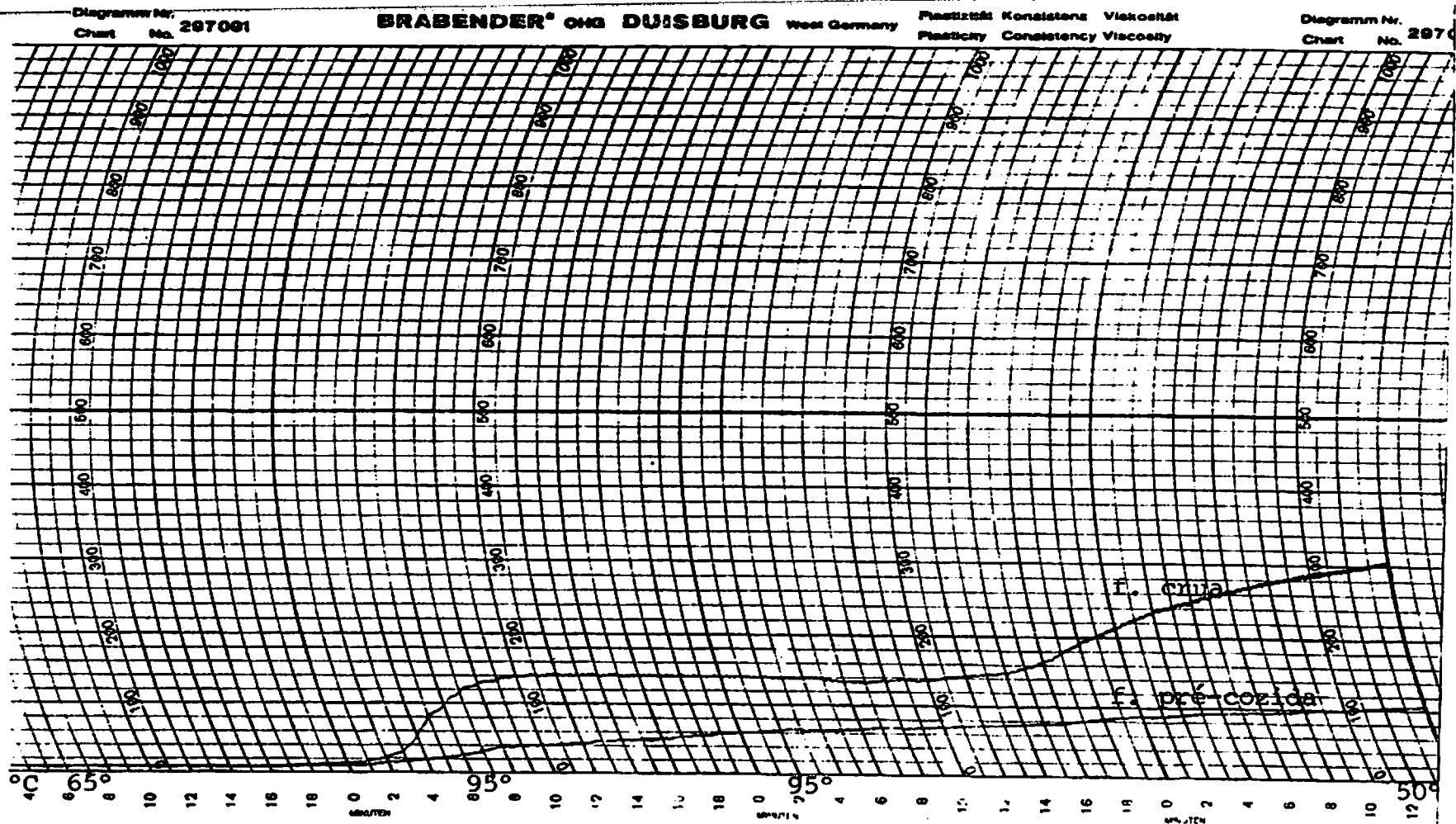


FIGURA 3 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista III e crua mista III (controle), elaboradas com 70% de 1/2 arroz e 30% de soja desengordurada.

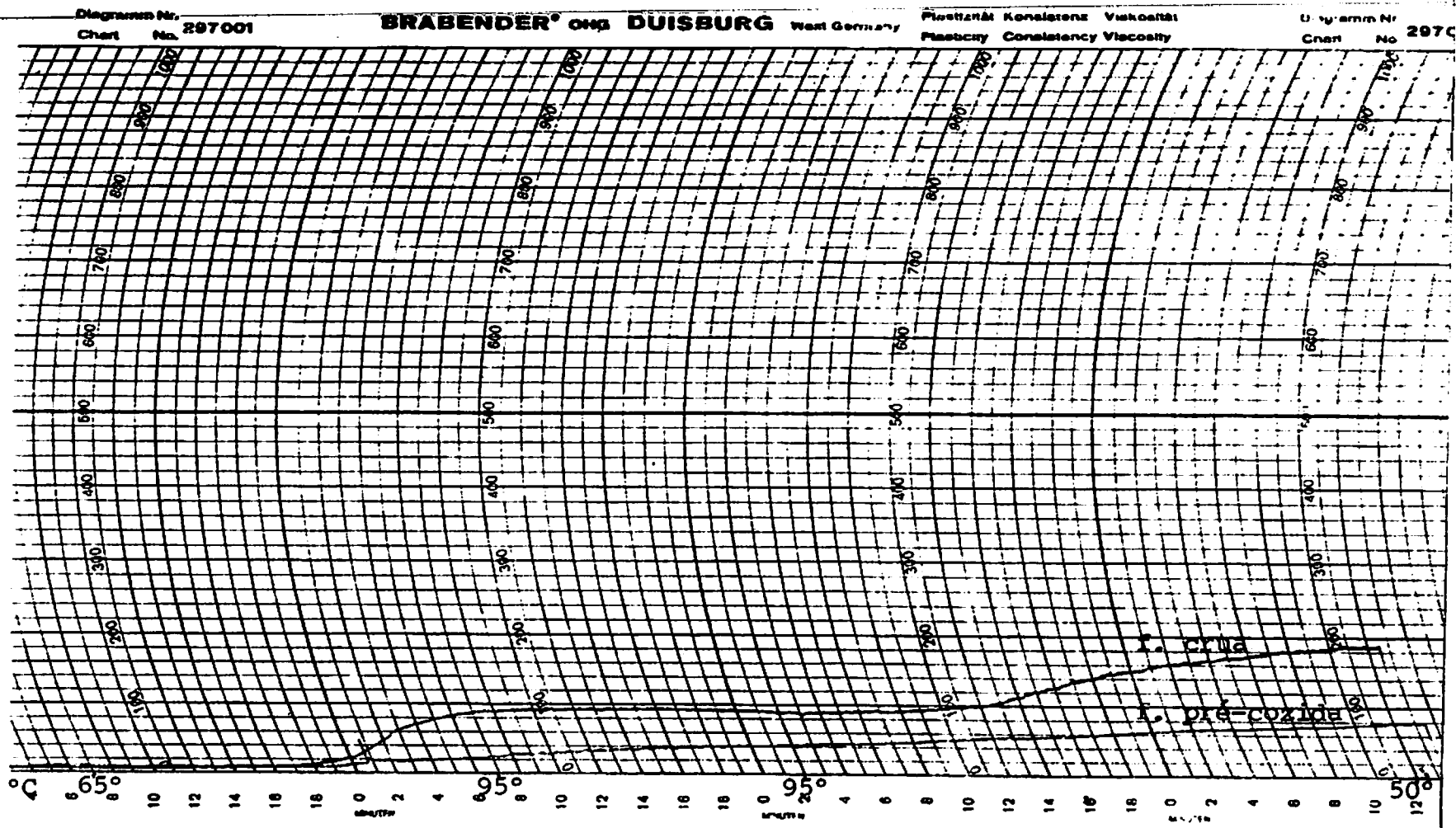


FIGURA 4 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista IV e crua mista IV (controle), elaboradas com 60% de 1/2 arroz e 40% de soja desengordurada.

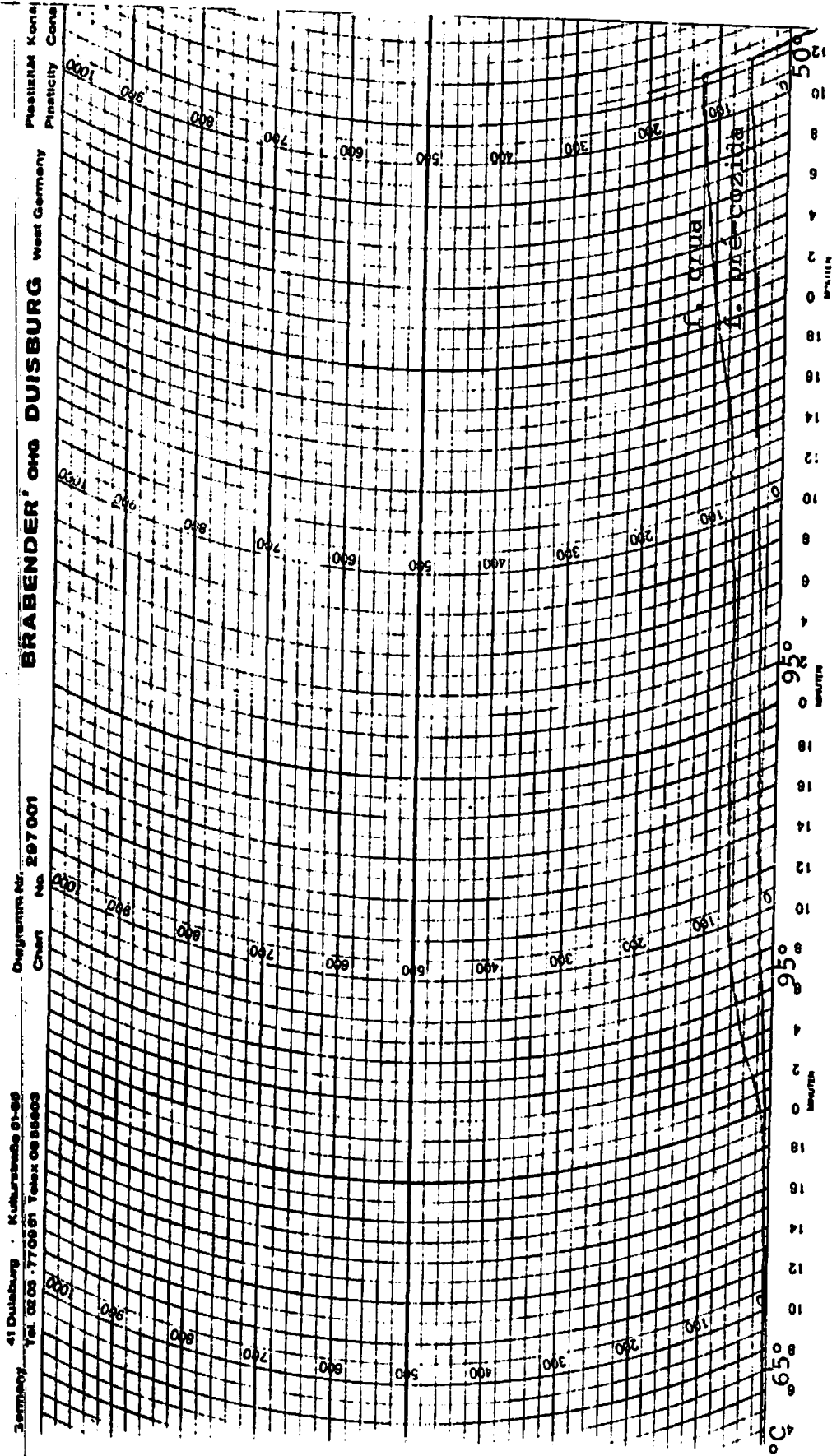


FIGURA 5 - Amilogramas das farinhas pré-cozida mista V e cruza mista V (controle), elaboradas com 50% de 1/2 arroz e 50% de soja desengordurada.

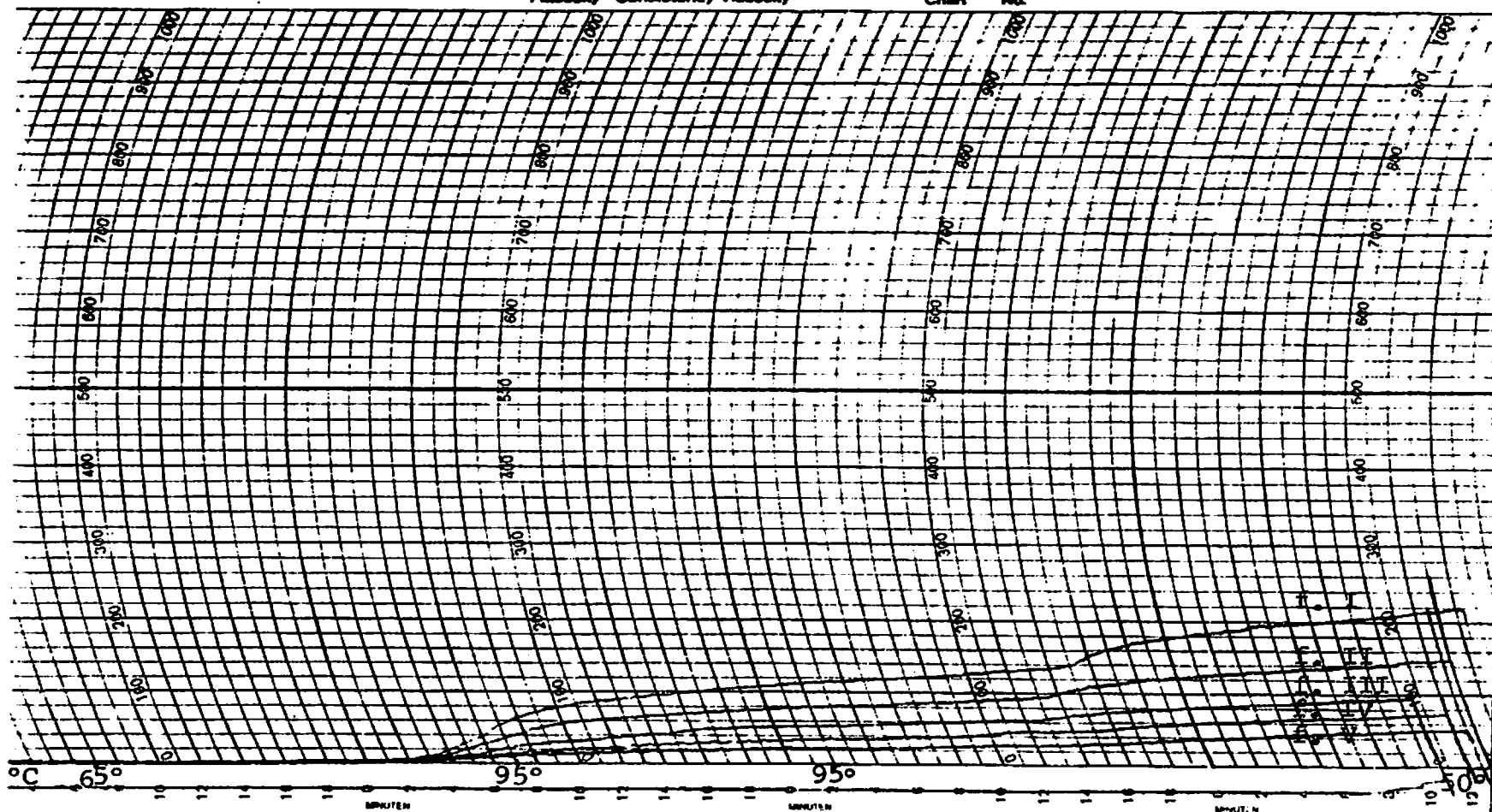


FIGURA 6 - Amilogramas das farinhas pré-cozidas mistas I, II, III, IV e V ,elaboradas com diferentes proporções de 1/2 arroz e soja desengordurada.

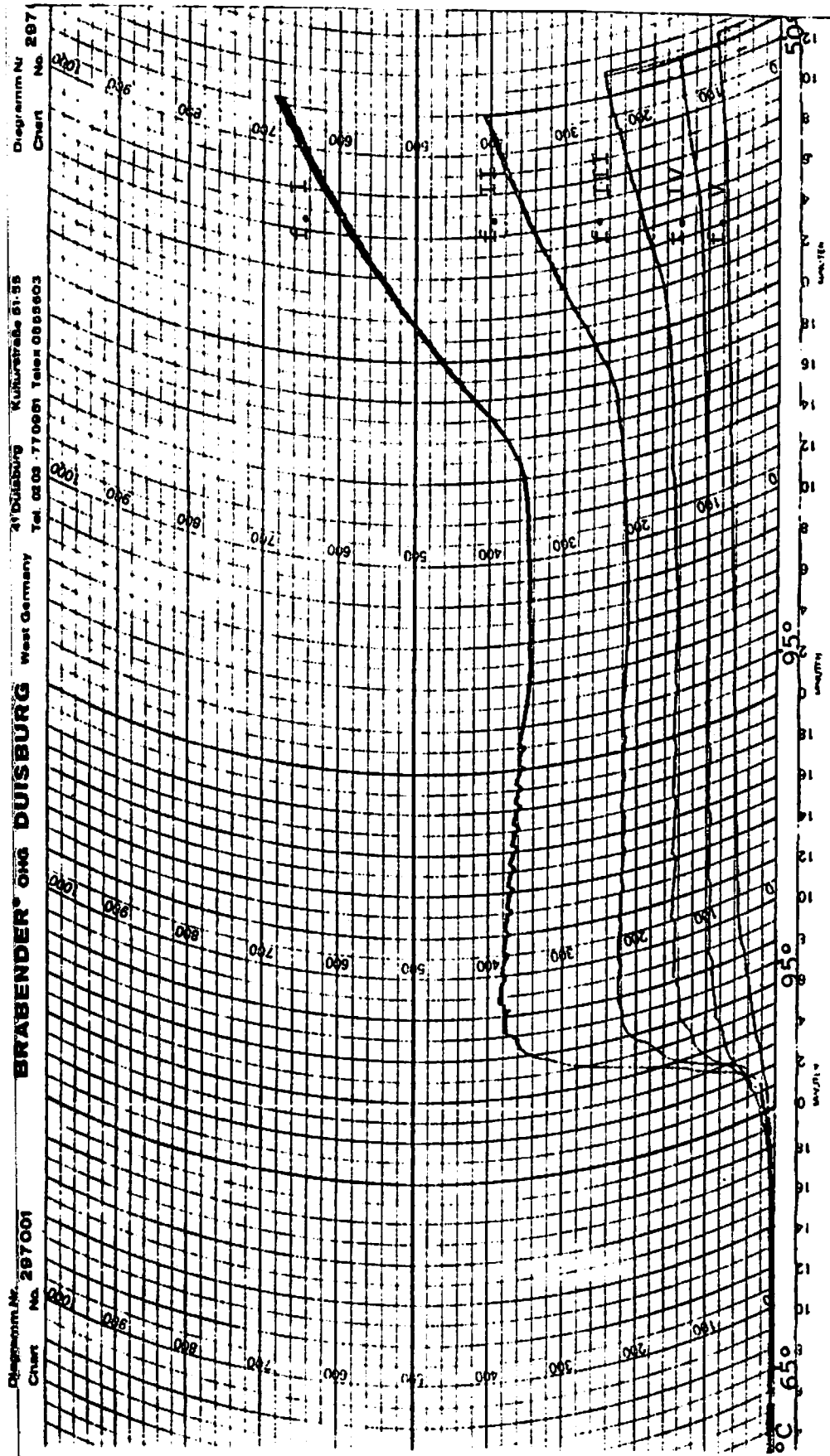


FIGURA 7 - Amilogramas das farinhas cruas mistas (controles) I,II, III,IV e V, elaboradas com diferentes proporções de 1/2 arroz e soja desengordurada.

de 5% de probabilidade) nas farinhas mistas. Um comportamento semelhante foi também verificado para a viscosidade mínima de pasta à temperatura constante e para a viscosidade final no ciclo de resfriamento, que apresentaram coeficientes de correlação de $-0,6007$ e $-0,6956$, 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. Em todas as proporções de farinha de soja desengordurada (10 a 50%), as farinhas pré-cozidas mistas tiveram valores de viscosidades máxima e mínima de pasta e de retrogradação do amido inferiores aos das usadas como controles.

As características do amilograma da farinha de arroz são, segundo BEAN (6), diretamente relacionadas com o amido e CIRCLE, MEYER & WHITNEY (18) afirmaram que a adição de amido de trigo melhorou a viscosidade da dispersão aquosa relativamente concentrada do isolado protéico de soja. Desta forma, acredita-se que o aumento da proporção de farinha de soja desengordurada nas farinhas mistas leve a uma diminuição no teor de amido e, conseqüentemente, a um decréscimo nas viscosidades máxima e mínima de pasta e na retrogradação do amido das farinhas mistas.

Considerando-se que no presente trabalho a farinha de arroz foi aquecida por um tempo considerável (11 minutos) com microondas antes da sua mistura com a farinha de soja desengordurada, pode-se supor que tenha ocorrido certo rompimento das ligações covalen-

tes do amido de arroz, resultando na formação de dextrinas e/ou glicose, que são compostos que favorecem a diminuição da viscosidade de pasta e da retrogradação do amido das farinhas pré-cozidas mistas.

Embora a proteína de soja influencie na viscosidade das farinhas mistas somente nas concentrações mais elevadas ou quando no seu estado puro como isolado protéico (15, 18, 29), acredita-se que a possível modificação da proteína de soja por microondas, no presente trabalho, tenha contribuído para o decréscimo da viscosidade de pasta das farinhas pré-cozidas mistas em comparação com as farinhas cruas mistas (controles).

O QUADRO 10 e a FIGURA 8 apresentam os efeitos do aumento da proporção de soja desengordurada e do tratamento por microondas sobre as absorções de água e de gordura das farinhas mistas.

Pode-se observar, pelos QUADROS 1 e 10 e pela FIGURA 8, que a absorção de água aumentou com o incremento da proporção de soja desengordurada nas farinhas mistas (coeficiente de correlação = 0,7514, significativo ao nível de 5% de probabilidade), sendo que as farinhas pré-cozidas mistas apresentaram maiores valores em comparação com os dos seus respectivos controles.

O aumento da absorção de água, devido ao aumento da proporção de soja desengordurada nas farinhas cruas mistas de arroz-soja foi também observado por CHAUHAN & BAINS (13), os quais

QUADRO 10 - Absorções de água e de gordura (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	Absorção de água (%)	Absorção de gordura (%)
I	139,03 ef	69,44 f
I (controle)	109,87 h	80,76 de
II	152,71 d	77,08 e
II (controle)	122,40 g	86,56 cd
III	165,21 c	83,33 d
III (controle)	133,79 f	91,88 bc
IV	178,75 b	91,67 bc
IV (controle)	145,15 e	97,20 ab
V	193,06 a	93,06 b
V (controle)	159,82 cd	102,50 a
D.M.S.	7,37	5,98
C.V. (%)	1,69	2,37

As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

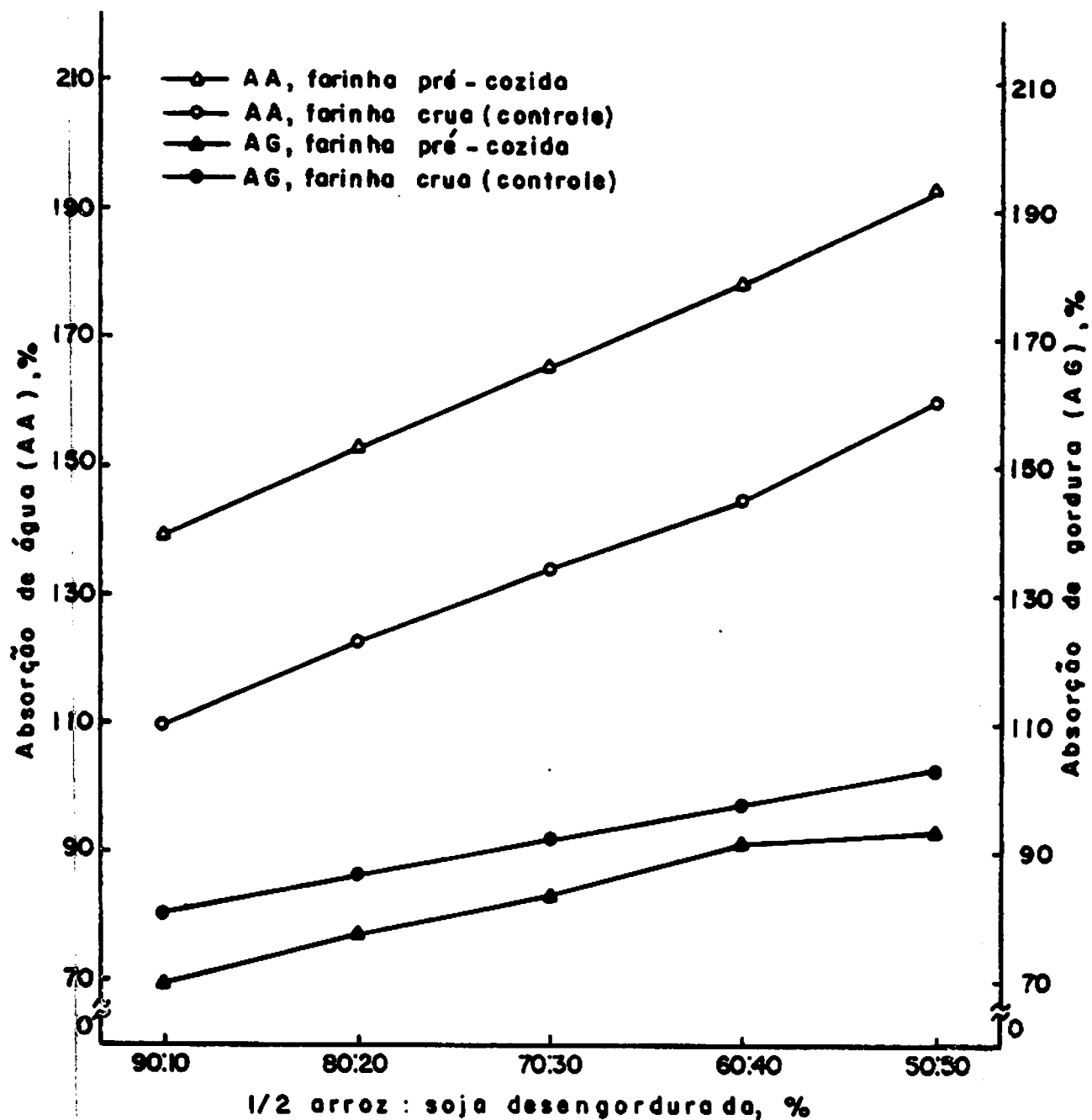


FIGURA 8 - Efeito da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada nas absorções de água e de gordura das diferentes farinhas pré-cozidas mistas.

constataram que a absorção de água de farinhas de arroz cruas (diferentes variedades) aumentou ligeiramente após a adição de farinha de soja desengordurada (15 e 30%).

A estrutura da proteína deve ser o fator que mais determina a absorção de água, conforme DENCH, RIVAS & CAYGILL (21). HSU et alii (32) e LIN, HUMBERT & SOSULSKI (40) afirmaram que a proteína de soja, devido à sua hidrofiliçidade, absorve mais água do que as proteínas de outras leguminosas.

Por outro lado, NOGUCHI et alii (47) constataram que o isolado protéico de soja diminuiu a absorção de água do amido de arroz, indicando que a proteína não contribuiu para a absorção de água, porém a diminuiu ligeiramente. Diante disso, a consideração de que amido de arroz, além da proteína de soja, influencie a absorção de água não deve ser negligenciada.

As farinhas pré-cozidas mistas tiveram maiores valores de absorção de água do que os seus respectivos controles (QUADROS 1 e 10 e FIGURA 8). Este fato está de acordo com os encontrados por CHAUHAN & BAINS (13), que relataram que a absorção de água dos produtos extrudados de arroz com soja mostrou aumento de valores, quando comparados com os seus respectivos controles (não extrudados).

CHEFTEL, CUQ & LORIENT (15) afirmaram que, quando se aquece proteínas de estruturas muito compactas, pode-se produzir uma

dissociação e desdobramento das moléculas, chegando à superfície as ligações peptídicas e de cadeias laterais polares antes inativas, que melhoram a absorção de água.

Analisando-se, ainda, os QUADROS 1 e 10 e a FIGURA 8, verifica-se que ao incrementar o nível de farinha de soja desengordurada na farinha mista, houve um aumento da absorção de gordura, sendo o coeficiente de correlação igual a 0,8583, significativo ao nível de 5% de probabilidade. Já as farinhas pré-cozidas mistas apresentaram valores inferiores em relação às farinhas cruas mistas (controles).

De acordo com DENCH et alii (21), a absorção de gordura varia em função do número de grupos lipofílicos da proteína expostos e LIN et alii (40) sugeriram que provavelmente as cadeias laterais não polares da proteína, que têm afinidade com as cadeias parafínicas da gordura, contribuam para a absorção de gordura. A presença dos componentes não protéicos da farinha poderia também influenciar nesta propriedade.

Resultados semelhantes em relação à influência do aquecimento sobre a absorção de gordura foram obtidos por VOUTSINAS, CHEUNG & NAKAI (76), que verificaram que a absorção de gordura do isolado protéico de soja foi diminuída por aquecimento.

Pode-se notar, também, no QUADRO 10 e na FIGURA 8, que os valores de absorção de gordura são bem inferiores aos de absorção de água. DENCH et alii (21) e LIN et alii (40) apresentaram resultados com esta mesma tendência para a farinha de soja desengordurada e JAMES & SLOAN (34) para o farelo de arroz desengordurado.

O QUADRO 11 apresenta os resultados do nitrogênio solúvel na água (NSA) e do índice de solubilidade de nitrogênio (ISN) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas e de seus respectivos controles.

A FIGURA 9 ilustra o ISN das diferentes farinhas pré-cozidas mistas e das cruas mistas em função da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada.

Pode-se verificar pelos QUADROS 1 e 11 e pela FIGURA 9, que o NSA e o ISN aumentaram significativamente com o aumento do conteúdo de soja desengordurada nas farinhas mistas (coeficientes de correlação = 0,9303 e 0,7405 para NSA e ISN, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade), e a farinha pré-cozida mista apresentou sempre valores inferiores em relação às usadas como controles.

CHAUHAN & BAINS (13) obtiveram resultados com a mesma tendência de comportamento para diferentes proporções da mistura de

QUADRO 11 - Nitrogênio solúvel na água e índice de solubilidade de nitrogênio (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	Nitrogênio solúvel na água (%)	Índice de solubili- dade de nitrogênio(%)
I	0,50 j	24,55 i
I (controle)	0,72 i	34,96 g
II	0,79 h	29,59 h
II (controle)	1,15 g	42,95 e
III	1,17 f	35,14 g
III (controle)	1,61 d	48,59 c
IV	1,57 e	39,45 f
IV (controle)	2,17 b	54,44 b
V	2,04 c	43,50 d
V (controle)	2,72 a	57,93 a
D.M.S.	0,02	0,54
C.V. (%)	0,40	0,46

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

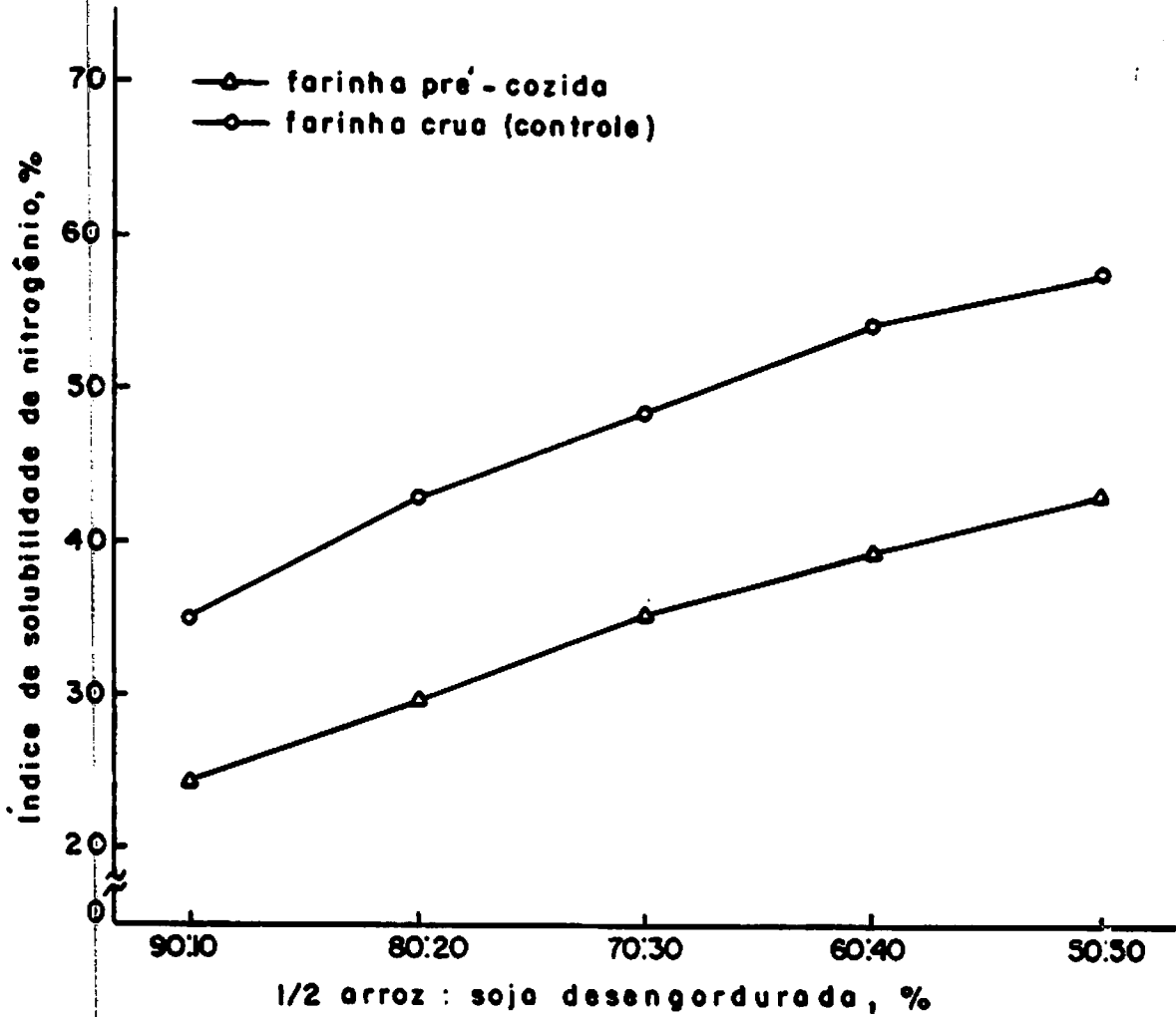


FIGURA 9 - Índice de solubilidade de nitrogênio das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada.

arroz:soja extrudada (85:15 e 70:30%), pois as proteínas solúveis na água aumentaram com o aumento da proporção de soja e foram menores nos extrudados, quando estes foram comparados com os não extrudados. McWATTERS & HOLMES (41) também verificaram que a aplicação de calor (úmido) diminuiu a solubilidade das proteínas da farinha de soja.

Conforme NOGUCHI et alii (47), a proteína de arroz, por ter ligações dissulfídicas e algumas interações não covalentes entre cadeia polipeptídica e/ou cadeia polipeptídica e outros constituintes, mostra uma baixa solubilidade, sendo que esta solubilidade não é afetada pelo processo de extrusão. Já isso não ocorre com o isolado protéico de soja, pois a extrusão diminui a sua solubilidade. Desta forma, o aumento do ISN das farinhas mistas com o incremento da soja, bem como menores ISNs nas farinhas pré-cozidas mistas, são justificados pelo fato de que as proteínas da soja são mais solúveis na água e mais sensíveis ao calor do que as do arroz.

VOUTSINAS et alii (76) relataram que à medida que a desnaturação da proteína prossegue, como observado pelo decréscimo na solubilidade de proteína, a hidrofobicidade usualmente aumenta. Isto é devido à exposição gradual dos resíduos de aminoácidos hidrofóbicos das proteínas.

A FIGURA 10 ilustra a absorção de água das diferentes farinhas pré-cozidas mistas e de seus respectivos controles em função do NSA.

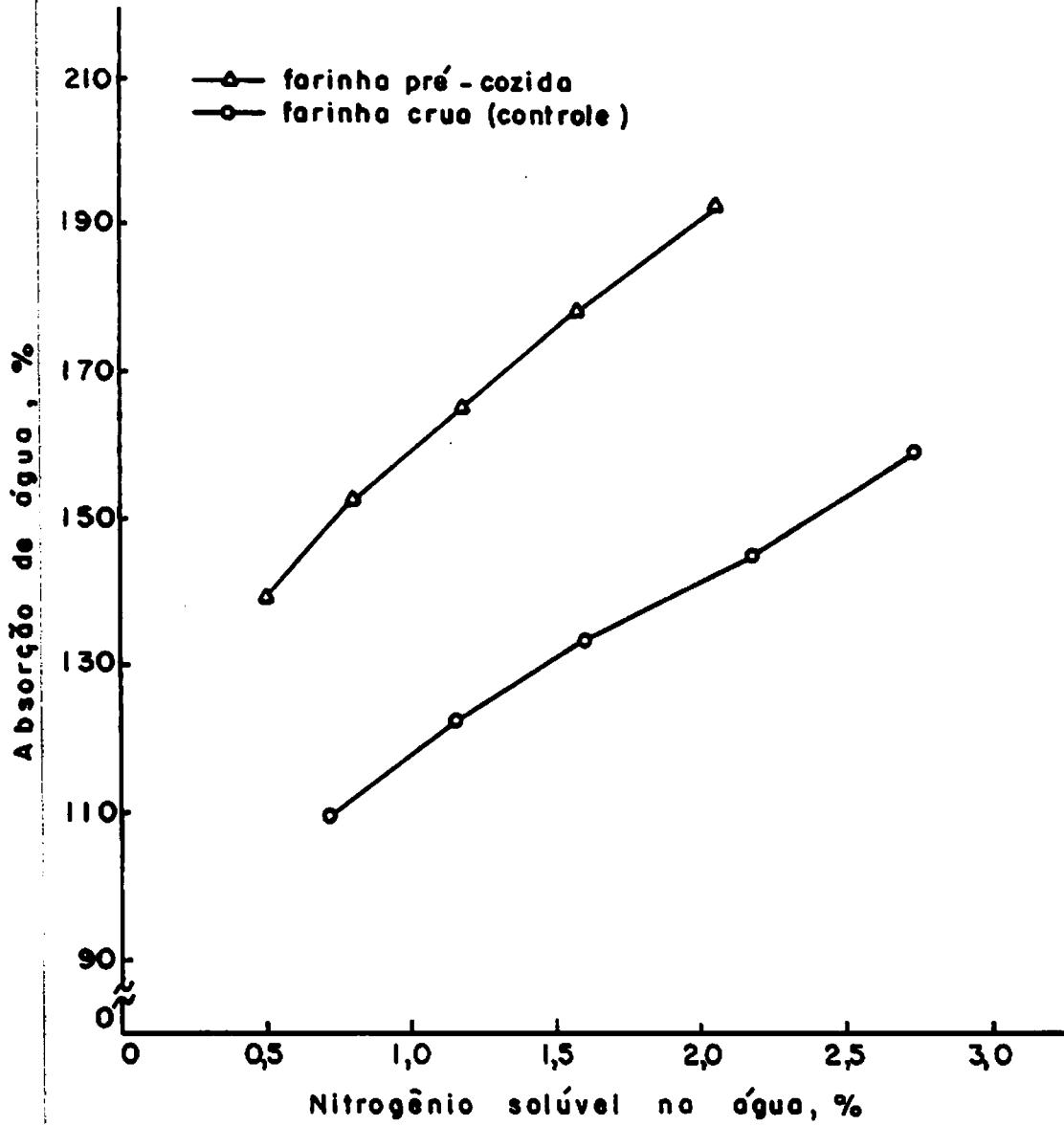


FIGURA 10 - Absorção de água das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada, em função do nitrogênio solúvel na água.

Observa-se, pela FIGURA 10, que a absorção de água das farinhas mistas aumentou com o aumento do NSA (coeficiente de correlação = 0,4740, significativo ao nível de 5% de probabilidade), e, apesar das farinhas pré-cozidas mistas terem possuído menores valores de NSA, elas apresentaram maior absorção de água em relação às farinhas cruas mistas. Resultados semelhantes foram encontrados por LIN et alii (40), que constataram que a absorção de água da proteína de soja aumentou à medida que o índice de solubilidade de proteína diminuiu. A desnaturação da proteína pelo calor não diminuiu a absorção de água da proteína de soja, mas, ao contrário, melhorou esta propriedade.

As propriedades emulsificantes abrangem atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE) e podem ser verificadas no QUADRO 12 e na FIGURA 11, em função das diferentes proporções de 1/2 arroz e soja desengordurada nas farinhas pré-cozidas mistas e nas cruas mistas (controles).

Pode-se observar pelos QUADROS 1 e 12 e pela FIGURA 11, que a AE e EE aumentaram significativamente da fórmula I (90:10% de 1/2 arroz: soja desengordurada) até a III (70:30% de 1/2 arroz: soja desengordurada) sendo que, as fórmulas III, IV e V ($\geq 30\%$ de soja desengordurada) não apresentaram diferenças significativas entre si (coeficientes de correlação = 0,8087 e 0,8048 para AE e EE, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade). Apesar das farinhas pré-cozidas mistas apresentarem valores inferiores em relação aos seus controles, nota-se nos QUADROS 1 e 12 que não houve dife

QUADRO 12 - Propriedades emulsificantes (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	Atividade emulsificante (%)	Estabilidade de emulsão (%)
I	13,25 e	12,64 f
I (controle)	15,22 e	13,34 f
II	53,84 d	52,71 e
II (controle)	56,63 cd	54,70 e
III	60,61 bc	58,82 d
III (controle)	65,28 ab	62,34 bc
IV	61,92 abc	59,62 d
IV (controle)	66,28 ab	64,71 ab
V	62,79 ab	60,49 cd
V (controle)	67,10 a	66,28 a
D.M.S.	5,92	2,59
C.V. (%)	1,45	1,45

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

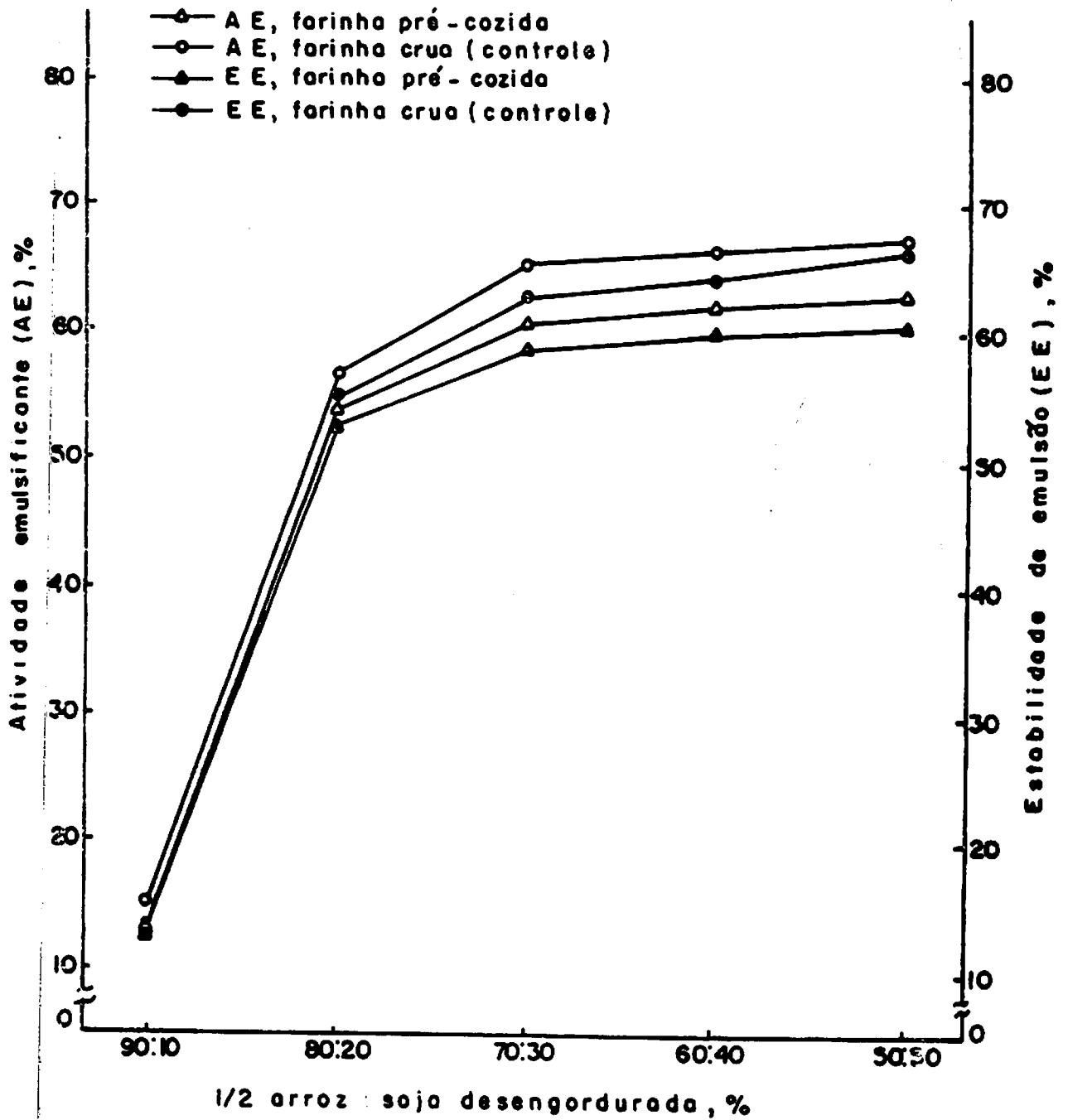
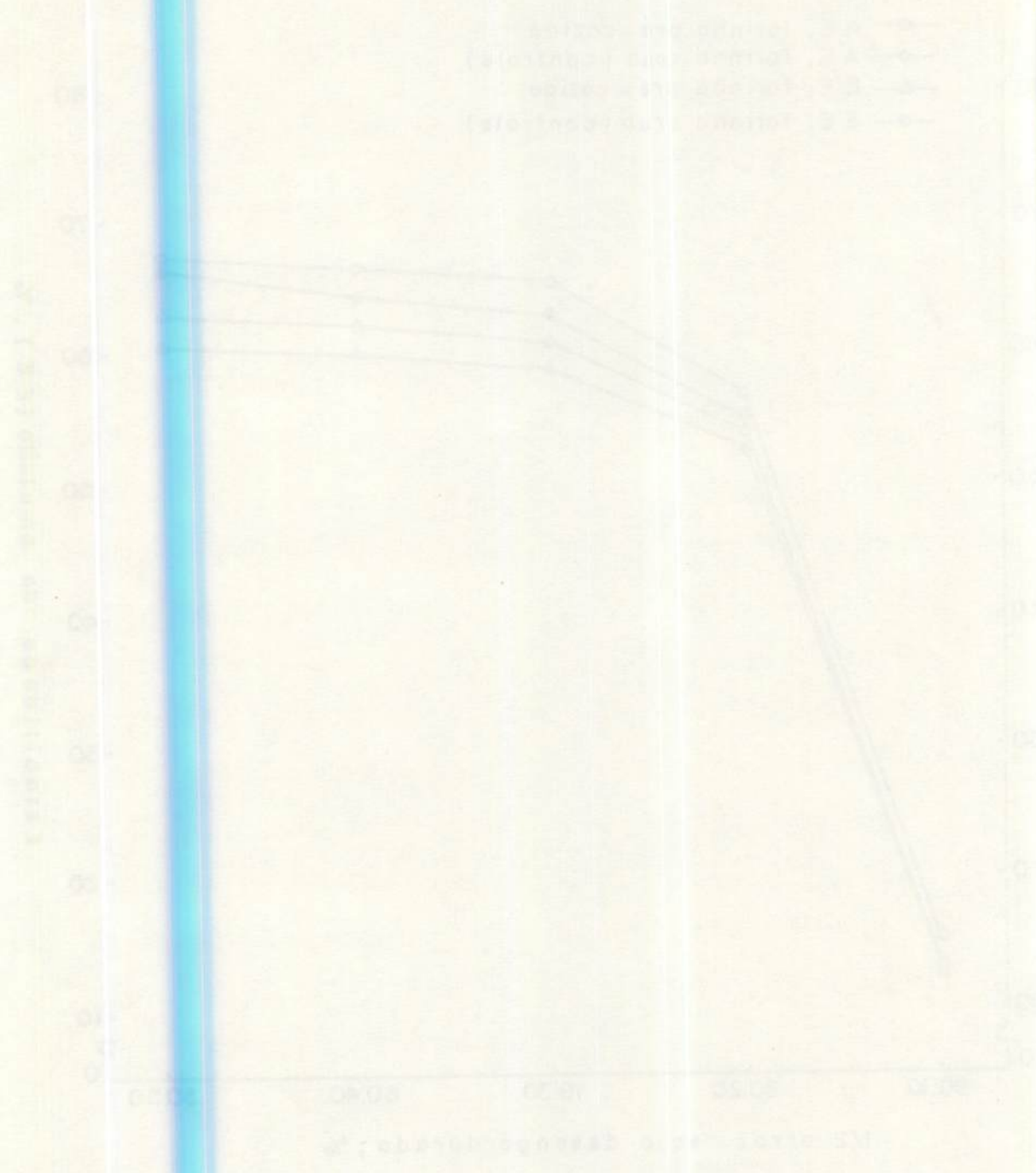


FIGURA 11 - Efeito da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada na atividade emulsificante e estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas.



Wavelength, nm

Figure 1. Wavelength dependence of the refractive index of the film for different thicknesses of the film.

renças significativas, devido ao tratamento por microondas, nas fórmulas I e II, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada nas respectivas proporções de 90:10 e 80:20%. No entanto, as fórmulas III, IV e V, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada nas proporções de 70:30; 60:40 e 50:50%, respectivamente, apresentaram diferenças significativas em relação aos seus respectivos controles.

Os resultados obtidos para a AE das farinhas mistas podem ser explicados por HIDALGO (30), que afirmou 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. Já KINSELLA (36) afirmou que quando a concentração de proteína se faz menor, existe uma maior disposição das moléculas em atuar como interfase na emulsão.

A FIGURA 12 apresenta o efeito do NSA na AE e na EE das farinhas pré-cozidas mistas e de seus respectivos controles.

Observa-se na FIGURA 12, que o aumento de NSA resultou num aumento da AE (coeficiente de correlação = 0,7469, significativo ao nível de 5% de probabilidade) e da EE (coeficiente de correlação = 0,7500, significativo ao nível de 5% de probabilidade) até que um ponto seja atingido. Este resultado está de acordo com VOLKERT & KLEIN (75), que verificaram que sob con

1. The first part of the document discusses the general principles of the law of contract. It covers the formation of a contract, the elements of a contract, and the remedies available for breach of contract. The text is written in a clear and concise style, suitable for a legal textbook or a law student's reference.

2. The second part of the document deals with the specific rules governing the law of contract. It covers the rules of offer and acceptance, the rules of consideration, and the rules of privity of contract. The text is written in a clear and concise style, suitable for a legal textbook or a law student's reference.

3. The third part of the document discusses the law of tort. It covers the elements of a tort, the remedies available for tort, and the rules of negligence. The text is written in a clear and concise style, suitable for a legal textbook or a law student's reference.

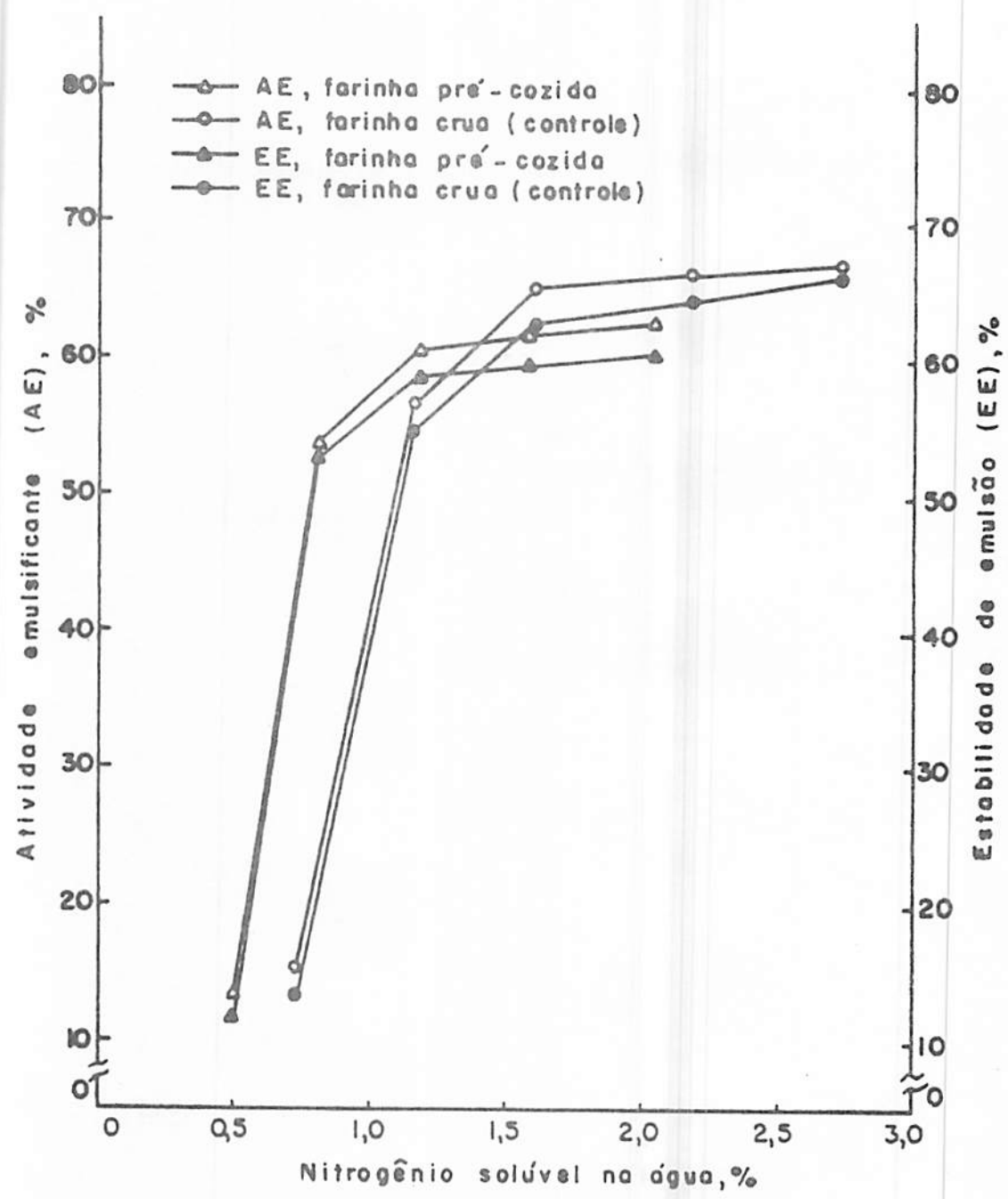


FIGURA 12 - Efeito de nitrogênio solúvel na água na atividade emulsificante e estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada.

dições de emulsificação completa de óleo, não houve aumento posterior na AE mesmo quando a solubilidade da proteína foi aumentada.

Segundo YASUMATSU et alii (79), AE e EE da proteína de soja têm sido intimamente relacionadas com o seu conteúdo de proteína solúvel. Desta forma, os fatores que afetam a solubilidade da proteína poderiam estar também influenciando na sua AE e EE. Os fatores, conforme HUTTON & CAMPBELL (33), podem ser: a) quantidade ou concentração de proteína usada como emulsificante; b) desnaturação de proteína e c) carboidrato adicional que poderia competir com a água, diminuindo a água disponível como meio de dispersão.

Verifica-se ainda pela FIGURA 12 que, as farinhas pré-cozidas mistas, além de apresentarem menores AE e EE, tiveram menores valores de NSA em relação aos seus respectivos controles (farinhas cruas mistas). Acredita-se que a diminuição da solubilidade da proteína, em consequência da desnaturação que ocorre durante o aquecimento das farinhas por microondas, seja a principal causa da diminuição da AE e EE.

Para se explicar a menor AE das farinhas pré-cozidas mistas, principalmente nas fórmulas III, IV e V, em relação aos seus respectivos controles (QUADROS 1 e 12), pode-se sugerir que o aquecimento individual das farinhas tenha levado a uma agregação das moléculas protéicas, diminuindo, portanto, a solubilidade de proteínas e a disponibilidade dos grupos hidrofóbicos para se ligarem ao óleo, impedindo uma maior concentração delas na interfase água-óleo.

A menor EE das farinhas pré-cozidas pode ser explicada por VOUTSINAS et alii (76), que constataram que o aquecimento diminui a solubilidade das proteínas em solução, devido, a agregação delas entre si e com outros componentes. Também CHEFTEL et alii(15) relataram que o aquecimento diminui a viscosidade e a rigidez da película protéica adsorvida na interfase água-óleo, diminuindo EE.

A FIGURA 13 ilustra a EE das diferentes farinhas pré-cozidas mistas e de seus respectivos controles em função da AE.

Pode-se notar, através da FIGURA 13, que a AE e EE foram diretamente correlacionadas (coeficiente de correlação = 0,9976 , significativo ao nível de 5% de probabilidade), pois as farinhas pré-cozidas mistas além de terem apresentado menor AE também apresentaram menor EE em relação às farinhas controles.

De acordo com CHEFTEL et alii (15), 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 propriedades físicas e reológicas (espessamento, viscosidade, elasticidade - rigidez) que determinam a resistência das gotículas à coalescência, tendo, portanto, 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.

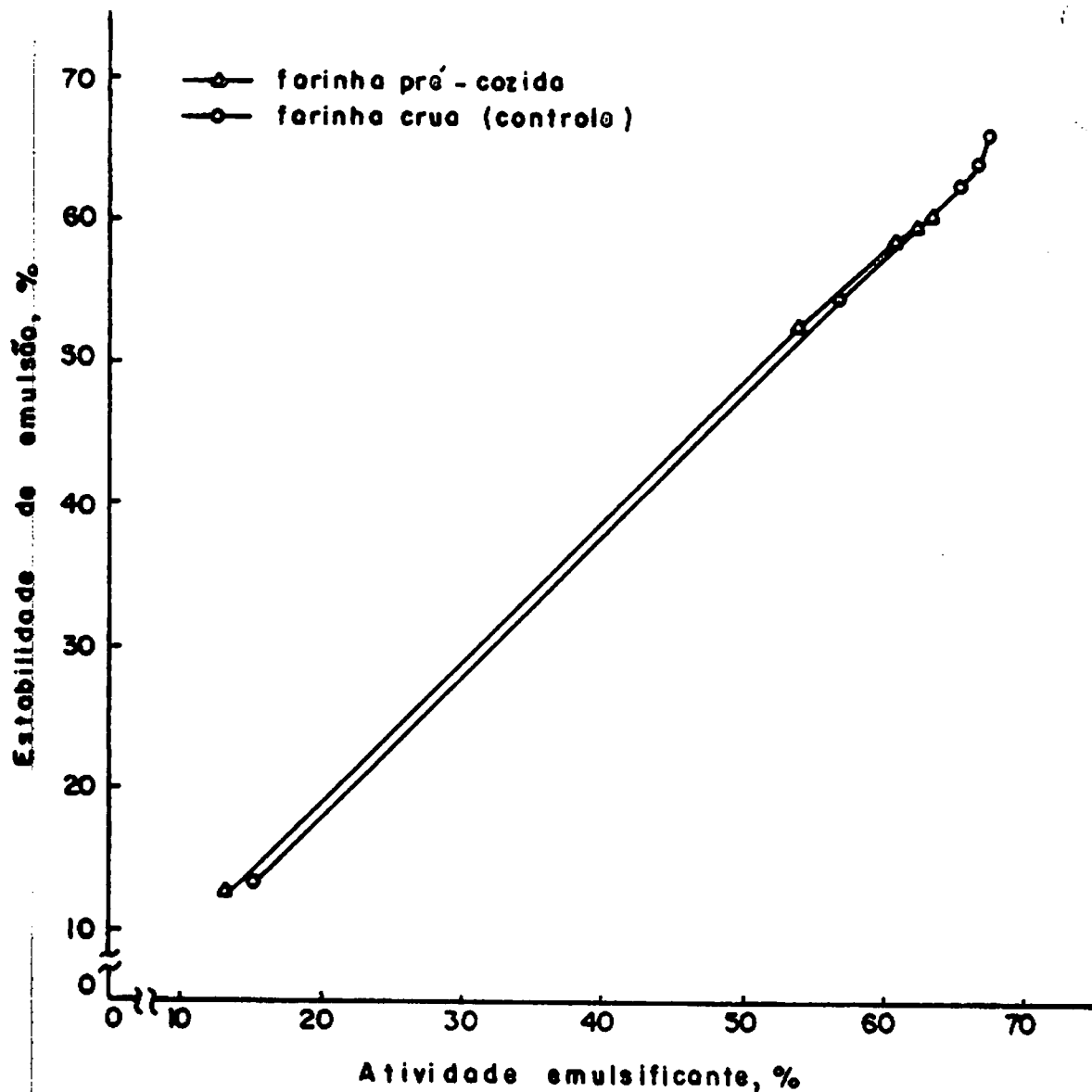


FIGURA 13 - Estabilidade de emulsão das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada, em função da atividade emulsificante.

As propriedades espumantes abrangem expansão, volume e si
nérese de espuma. Os resultados das propriedades espumantes das
diferentes farinhas pré-cozidas mistas, preparadas com 1/2 arroz e
soja desengordurada, estão apresentadas no QUADRO 13, e as FIGURAS 14,
15 e 16 ilustram a expansão, o volume e a sinérese de espuma, res-
pectivamente, das mesmas farinhas, tendo sempre as respectivas fa-
rinhas cruas mistas como controles.

Verifica-se, nos QUADROS 1 e 13 e na FIGURA 14, que a ex-
pansão de espuma aumentou com o aumento do nível de soja desengor-
durada nas formulações da farinha mista (coeficiente de corre-
lação = 0,8887, significativo ao nível de 5% de probabilidade), en-
tretando foi menor nas farinhas pré-cozidas mistas em relação aos
seus respectivos controles.

Nota-se, pelos QUADROS 1 e 13 e pela FIGURA 15, que houve
um incremento do volume de espuma, com o aumento do conteúdo de
soja desengordurada nas farinhas mistas (coeficientes de correlação
significativos ao nível de 5% de probabilidade, conforme QUADRO 22). No tem-
po de 30 minutos, o aumento do volume de espuma pode ser notado até a
fórmula IV, com 40% de soja desengordurada. No tempo de 60 minutos,
o aumento do volume de espuma pode ser observado em todas as fór-
mulas e, no tempo de 120 minutos, verifica-se o aumento somente até
a fórmula III com 30% de soja desengordurada. Apesar das farinhas
pré-cozidas apresentarem valores inferiores do volume de espuma em
comparação aos dos controles, verifica-se que, no tempo de 30 mi-
nutos, não houve diferenças significativas entre as farinhas pré-co

QUADRO 13 - Propriedades espumantes (% base seca) das diferentes farinhas pré-cozidas

mistas, preparadas com 1/2 arroz e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Fórmula	Expansão de espuma (%)	Volume de espuma (%) após			Sinereze (%) após		
		(min)			(min)		
		30	60	120	30	60	120
I	21,41 h	40,95 d	31,74 f	15,8 e	50,22 abc	66,6 ab	83,3 ab
I (controle)	22,86 h	42,86 d	34,00 ef	21,43 de	83,33 a	91,67 a	100,00 a
II	39,93 g	69,05 c	38,00 def	21,43 de	36,11 bcd	50,00 bc	63,89 abc
II (controle)	60,14 e	70,19 c	40,14 cde	27,53 cd	58,33 ab	72,22 ab	86,89 ab
III	53,82 f	79,74 b	44,28 cd	36,56 bc	23,15 cd	33,33 bc	50,00 bc
III (controle)	70,47 c	80,95 b	46,19 c	39,15 ab	38,89 bcd	61,11 abc	66,67 abc
IV	64,24 d	90,91 a	53,07 b	44,00 ab	16,67 cd	25,00 c	40,00 c
IV (controle)	79,01 b	91,84 a	56,15 b	46,15 ab	29,76 bcd	50,17 bc	51,19 bc
V	69,44 c	90,94 a	65,12 a	44,85 ab	11,11 d	24,38 c	35,33 c
V (controle)	86,05 a	91,89 a	69,50 a	46,51 a	25,00 bcd	50,00 bc	50,00 bc
D.M.S.	3,61	5,48	6,61	9,82	33,90	40,60	42,66
C.V. (%)	2,20	2,53	4,79	9,68	31,45	26,76	23,44

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

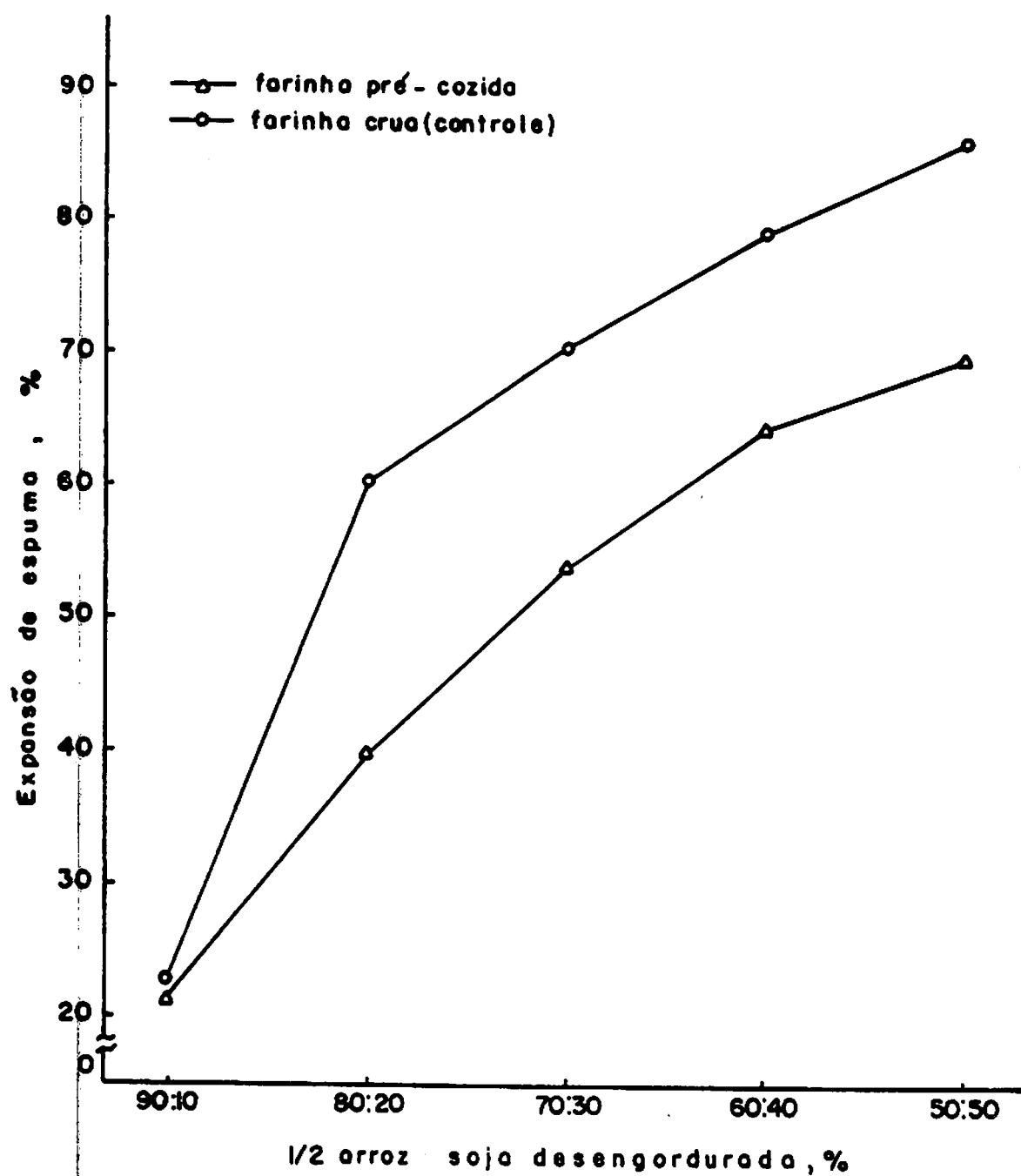


FIGURA 14 - Expansão de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada.

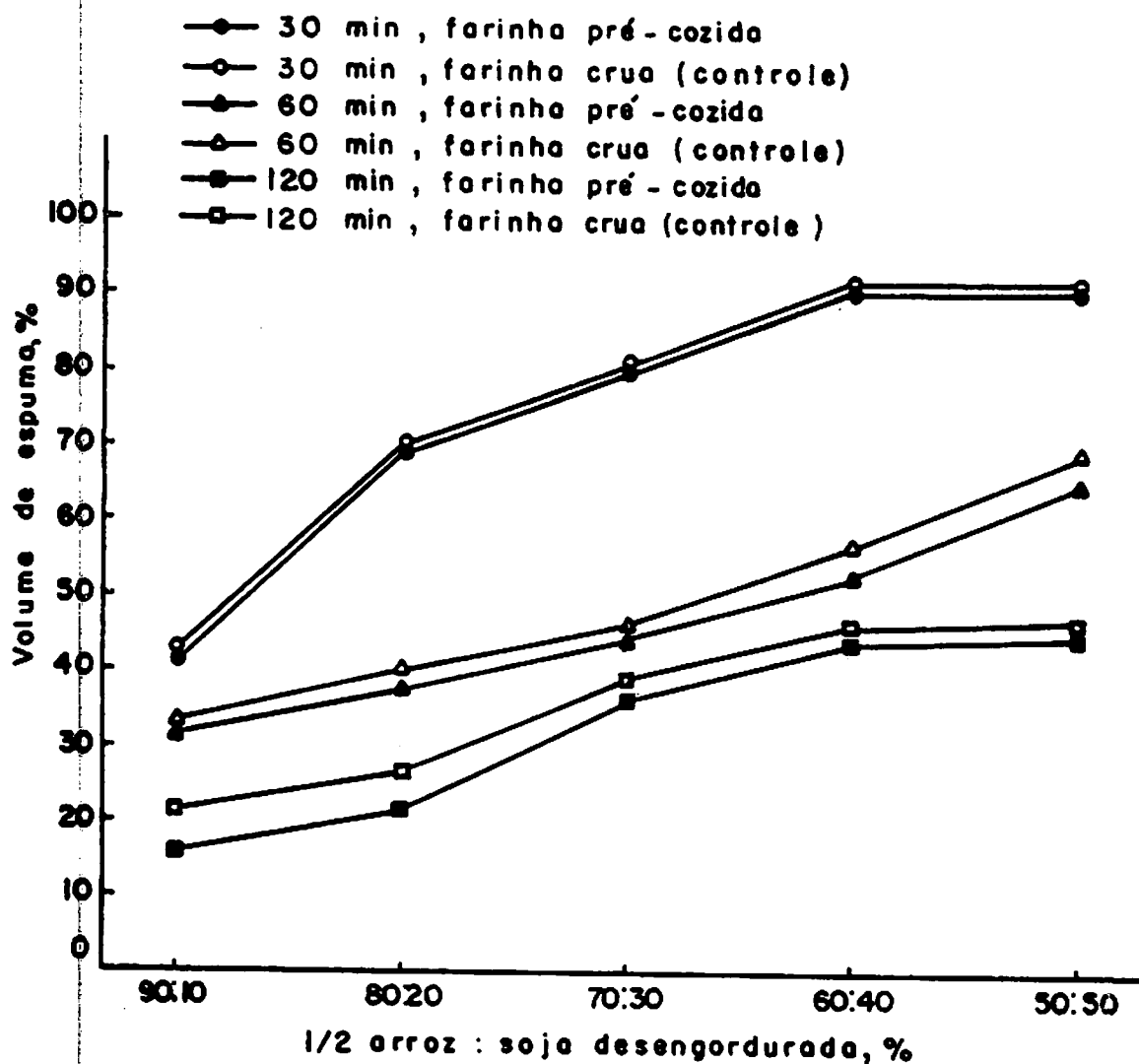


FIGURA 15 - Volume de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de 1/2 arroz e soja de sengordurada.

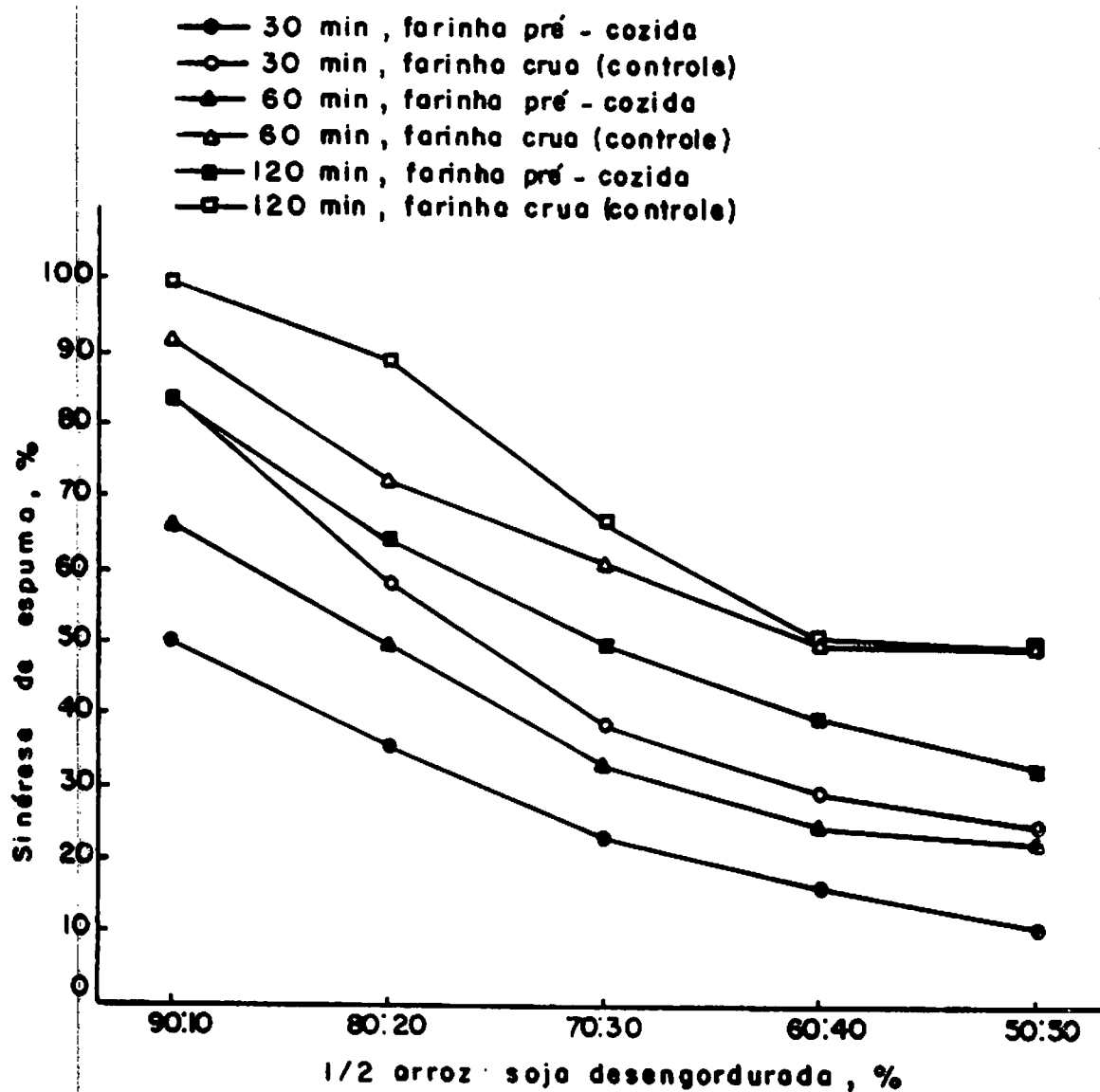


FIGURA 16 - Sinérese de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas em função da proporção de 1/2 arroz e soja desengordurada.

zidas mistas e cruas mistas contendo a mesma formulação, e nos tempos de 60 e 120 minutos, as ligeiras diferenças ocorreram apenas nas fórmulas que continham menores proporções de soja (10 a 30%). Observa-se, ainda que, o volume de espuma diminuiu com o aumento do tempo de repouso.

Pode-se observar, nos QUADROS 1 e 13 e na FIGURA 16, que a sinérese diminuiu com o aumento da proporção de soja desengordurada (coeficientes de correlação significativos de 5% de probabilidade, conforme QUADRO 22), porém a partir da fórmula III, nota-se uma tendência das fórmulas em atingir uma estabilidade na sinérese. As farinhas pré-cozidas mistas apresentaram menores valores de sinérese em relação aos seus respectivos controles, apesar de não haver muita diferença significativa entre eles. Observa-se também, que a sinérese de espuma das farinhas mistas aumentou com o aumento do tempo de repouso.

Ambos, volume e sinérese de espuma, representam a estabilidade de espuma, sendo que a sinérese é o inverso da estabilidade. O aumento na sinérese de espuma nem sempre é acompanhado pela correspondente diminuição no volume de espuma devido à aderência de espuma nas paredes do vasilhame usado na determinação, DENCH et alii (21). As farinhas pré-cozidas mistas mostraram menores sinéreses, ou seja, maiores estabilidades de espuma em relação ao seus respectivos controles (QUADROS 1 e 13 e FIGURA 16). Estes resultados estão de acordo com os verificados por CHEFTEL et alii (15), que constataram que certos tratamentos térmicos moderados

(70-80°C), realizados antes da formação de espuma, melhoram a estabilidade da espuma da proteína de soja.

Segundo BORDERÍAS & MONTERO (8), o poder espumante (expansão de espuma) está relacionado com a concentração protéica, enquanto que a estabilidade de espuma (volume de espuma) está relacionada com a qualidade da proteína. A expansão de espuma e sua estabilidade exigem propriedades ligeiramente diferentes. Assim, para a expansão de espuma, são necessárias proteínas de moléculas flexíveis, pobres em estruturas secundárias e terciárias que se adaptam rapidamente na interfase ar-líquido. Além disso, é necessário que estas proteínas tenham na sua superfície a possibilidade de formação de ligações hidrofóbicas. No caso de estabilidade, se necessita, sobretudo, que se formem películas coesivas, elásticas, contínuas e impermeáveis ao ar.

A expansão de espuma em função do NSA pode ser verificada na FIGURA 17.

Observa-se, na FIGURA 17, que a expansão de espuma e o NSA foram diretamente correlacionados (coeficiente de correlação = 0,9323, significativo ao nível de 5% de probabilidade), pois um aumento de NSA levou a um aumento da expansão de espuma, tanto nas farinhas pré-cozidas quanto nas cruas, e, uma vez que, as pré-cozidas mistas apresentaram menor NSA, também possuíram menor expansão de espuma.

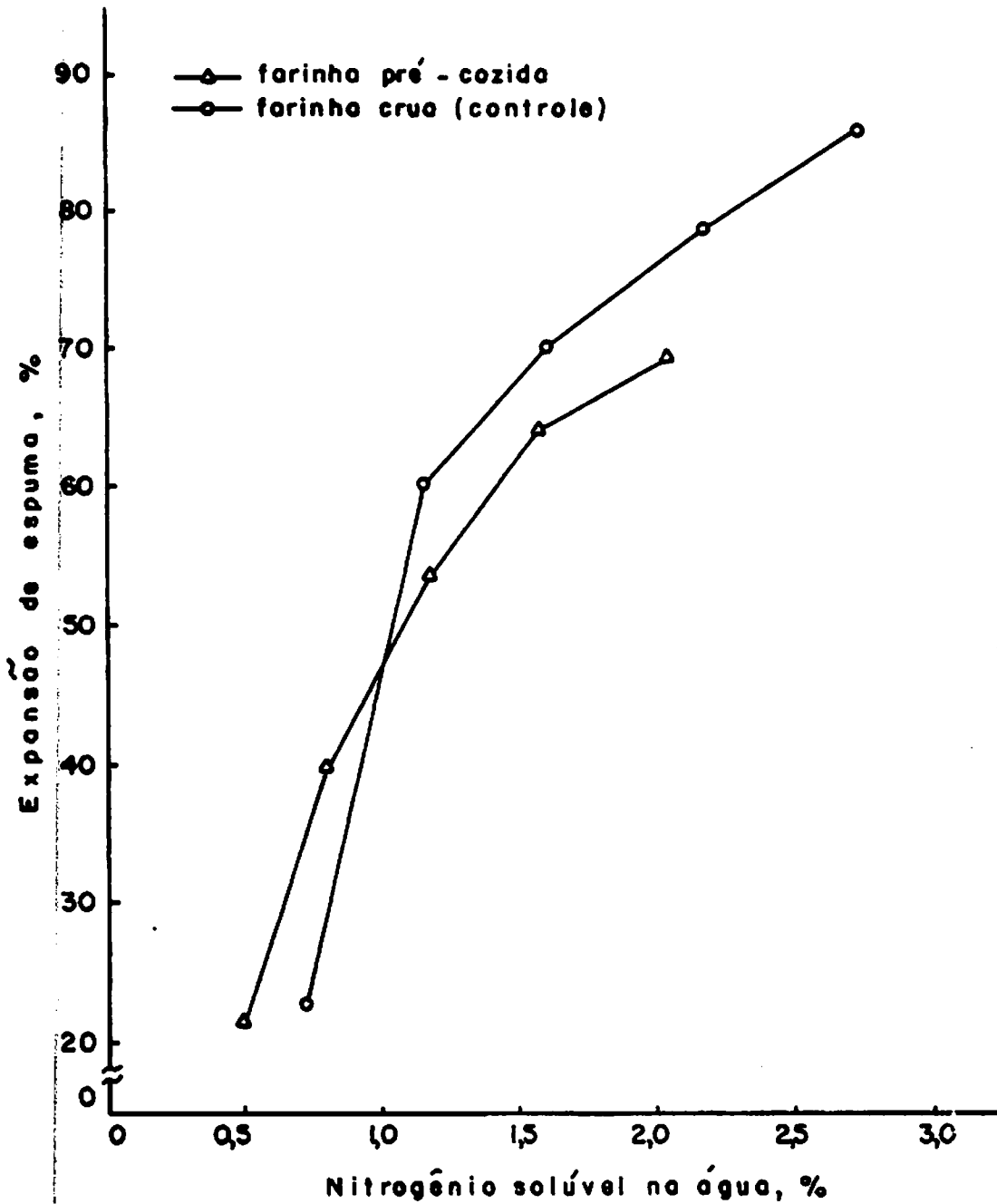


FIGURA 17 - Expansão de espuma das diferentes farinhas pré-cozidas mistas, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada, em função do nitrogênio solúvel na água.

YASUMATSU et alii (79) verificaram que as propriedades espumantes estão correlacionadas com o NSA e que para produzir alta expansão de espuma uma alta dispersibilidade é um dos requisitos necessários, mas para a estabilidade de espuma, o grau de desnaturação é o fator que mais contribui.

O incremento da proporção de soja desengordurada nas farinhas mistas, estudadas no presente trabalho, implicou num aumento da concentração de proteína e, a proteína de soja por ser hidrofílica levou a um aumento do nitrogênio ou proteína solúvel e, conseqüentemente, a um aumento da expansão de espuma (FIGURA 17).

4.5. Características organolépticas do mingau

Na formulação de produtos alimentícios suplementares, o problema da aceitabilidade, por parte da população a quem eles estão sendo dirigidos, constitui um fator chave para o seu êxito. Agsim sendo, as boas propriedades organolépticas dos mingaus são consideradas como principais requisitos na sua formulação.

O QUADRO 14 apresenta os resultados obtidos na avaliação sensorial de aparência, odor, sabor, consistência e preferência para os 5 tipos de mingaus de preparo rápido formulados à base de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral.

Observa-se, nos QUADROS 1 e 14, que os mingaus II, III, IV e V, correspondentes a 40:10:10; 35:15:10; 30:20:10 e 25:25:10% de

QUADRO 14 - Escores da avaliação sensorial de aparência, odor, sabor, consistência e preferência para diferentes mingaus de preparo rápido, formulados à base de farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada cozidas por microondas e leite em pó integral.

Fórmula	Aparência	Odor	Sabor	Consistência	Preferência
I	7,29 b	6,90 c	6,86 b	7,33 b	6,84 c
II	7,97 a	7,39 b	7,93 a	7,88 a	8,06 a
III	7,88 a	7,74 a	8,06 a	7,86 a	8,04 a
IV	8,02 a	7,75 a	7,96 a	7,90 a	8,12 a
V	7,94 a	7,78 a	8,00 a	6,81 c	7,44 b
D.M.S	0,28	0,24	0,47	0,18	0,26
C.V. (%)	1,21	1,68	1,81	0,82	1,18

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

1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si na aparência e no sabor, tendo melhores escores do que o do mingau I, contendo 45:5:10% de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral, respectivamente. O odor dos mingaus melhorou com o aumento da proporção de soja desengordurada, porém a partir do mingau III (15% de soja desengordurada) até o mingau V (25% de soja desengordurada) não houve diferenças significativas entre eles. No que se refere à consistência e preferência, pode-se verificar que os mingaus II, III e IV foram os que alcançaram os melhores escores e, também, não houve diferenças significativas entre eles.

Com exceção da consistência, em outros atributos sensoriais (aparência, odor e sabor) estudados, verifica-se uma ocorrência da melhoria nas características organolépticas dos mingaus a partir da incorporação de 10% da farinha de soja desengordurada. Este resultado está de acordo com os dados obtidos por BAKAR & HIN (5), que não constataram diferença na preferência global por flocos formulados, contendo diferentes proporções de arroz e soja integral (de 10 a 30% de soja integral). Por outro lado, CHERYAN et alii (17) verificaram que a substituição de até 20% do cereal (milho ou arroz) pela soja nos alimentos infantis não causou a perda da qualidade organoléptica, mas acima desta percentagem, já resultou em perdas significativas.

Uma das razões para a boa aceitabilidade dos mingaus, pode ter sido o uso de 10% de leite em pó integral em todas as formula

ções, pois segundo STAHEL (69), a proteína e a gordura do leite quando combinados com outros componentes de um produto alimentício, engrandecem e completam o perfil do sabor e aroma deste.

Acredita-se que o tratamento térmico por microondas da farinha de soja desengordurada, antes da sua formulação nos mingaus, tenha melhorado as suas características organolépticas e, conseqüentemente, levou a uma melhoria nos mingaus formulados. O mesmo foi confirmado por MOLINA, BRAHAM & BRESSANI (44), que notaram que mistura de arroz:soja integral na proporção de 70:30% apresentou melhor aceitabilidade e palatabilidade com o aumento da temperatura de extrusão.

Parece que os atributos de aparência, odor e sabor influenciaram na escolha dos mingaus mais preferidos, porém o atributo de consistência foi o decisivo para a avaliação de preferência, pois os mingaus mais preferidos (II, III e IV) pela equipe treinada foram os que apresentaram as melhores consistências. Este fato foi observado também por CAYUELA, GUAIPO & VILLAVICENCIO (11) que verificaram que os atributos sensoriais que mais influenciaram na avaliação de sopas elaboradas à base das farinhas de abóbora e arroz, suplementadas com leite desnatado e/ou farinha de soja, foram o sabor e a consistência.

O QUADRO 15 ilustra os escores obtidos no teste massal de preferência através da Ordenação, dos mingaus previamente escolhidos.

QUADRO 15 - Escores obtidos no teste massal de preferência através da Ordenação dos mingaus.

Fórmula	Escore da ordem de Ordenação			
	1	2	3	Total *
II	21	56	78	155
III	20	60	75	155
IV	34	34	72	140
Soma de total				450

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

Através dos QUADROS 1 e 15, verifica-se que os mingaus II, III e IV, que contêm as respectivas proporções de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral de 40:10:10; 35:15:10 e 30:20:10%, foram igualmente preferidos pela equipe massal de provadores não treinados.

4.6. Aspectos nutricionais do mingau de preparo rápido

A composição centesimal aproximada dos cinco tipos de mingaus de preparo rápido está apresentada no QUADRO 16.

Analisando-se os QUADROS 1 e 16, nota-se que a proteína, a cinza e a fibra crua aumentaram com o aumento da proporção de farinha de soja desengordurada nas formulações da farinha mista, sendo

QUADRO 16 - Composição centesimal aproximada (% base úmida) dos diferentes mingaus de preparo rápido, formulados à base de farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada cozidas por microondas e leite em pó integral.

Fórmula	Umidade (%)	Proteína (%)	Extrato etéreo (%)	Cinza (%)	Fibra crua (%)	Carboidrato*
I	1,60 b	8,96 e	3,07 c	1,71 c	0,30 d	84,36 a
II	1,67 ab	11,11 d	3,25 b	1,88 c	0,41 c	81,68 b
III	2,00 ab	13,45 c	3,30 b	2,25 b	0,53 b	78,47 c
IV	1,93 ab	15,40 b	3,31 b	2,44 ab	0,60 b	76,32 d
V	2,07 a	17,33 a	3,52 a	2,55 a	0,71 a	73,82 e
D.M.S.	0,76	1,14	0,28	0,38	0,12	1,21
C.V. (%)	8,36	1,75	1,72	3,57	4,73	0,31

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

* Calculado por diferença.

do que a diferença é mais acentuada no teor de proteína. Estes resultados podem ser explicados pelos maiores teores de proteína, cinza e fibra crua encontrados na farinha de soja desengordurada do que na farinha de 1/2 arroz (QUADRO 6).

Os resultados da avaliação biológica da qualidade protéica dos mingaus de preparo rápido, tendo a caseína como proteína-padrão, estão mostrados nos QUADROS 17 e 18 e na FIGURA 18.

O QUADRO 17 apresenta os valores para o balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente de proteína (NPU_a).

Verifica-se, através dos QUADROS 1 e 17, que os mingaus de preparo rápido obtidos com uma parte do leite em pó integral e cinco partes da farinha pré-cozida mista, contendo diferentes proporções de 1/2 arroz (90 a 50%) e soja desengordurada (10 a 50%), não apresentaram diferenças significativas entre eles no BN, na D_a , no VB_a e na NPU_a e mostraram, também, resultados estatisticamente iguais aos obtidos para a caseína (padrão), com exceção apenas da D_a , que foi maior para a caseína (padrão).

Vários autores (10, 59, 71) constataram que o arroz, a soja e o leite têm D_a de 69, 66-79 e 69-77, VB de 64, 74-77 e 85 e NPU de 57, 66 e 82, respectivamente, quando comparados com a caseína que apresenta D_a de 71-78, VB de 80-100 e NPU de 72-75. Baseando-se neste fato, é de se esperar que o arroz apresente piores

QUADRO 17 - Balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico a parente (VB_a) e utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) dos diferentes mingaus de preparo rápido, formulados à base de farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada cozidas por microondas e leite em pó integral.

Fórmula	BN	D_a (%)	VB_a (%)	NPU_a (%)
I	0,58 a	80,57 b	86,82 a	69,99 a
II	0,58 a	80,32 b	86,87 a	69,77 a
III	0,57 a	80,24 b	86,63 a	69,49 a
IV	0,55 a	79,82 b	85,84 a	68,54 a
V	0,56 a	80,74 b	84,50 a	68,14 a
Caseína *	0,57 a	88,23 a	83,12 a	73,32 a
D.M.S.	0,09	2,55	7,93	6,36
C.V. (%)	9,23	1,92	5,70	5,60

* 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 18 - Quociente de eficiência protéica (PER) e eficiência alimentar (EA) dos diferentes mingaus de preparo rápido, formulados à base de farinhas de 1/2 arroz e soja desengordurada cozidas por microondas e leite em pó integral.

Fórmula	PER	PER mingau/PER caseína (%)	EA
I	2,49 a	105,33 a	4,66 a
II	2,48 a	104,25 a	4,67 a
III	2,32 ab	97,84 ab	4,91 a
IV	2,28 ab	96,32 ab	4,99 a
V	2,14 b	90,25 b	5,20 a
Caseína *	2,37 ab	-	4,84 a
D.M.S.	0,30	13,73	0,64
C.V. (%)	7,93	8,97	8,01

* 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.

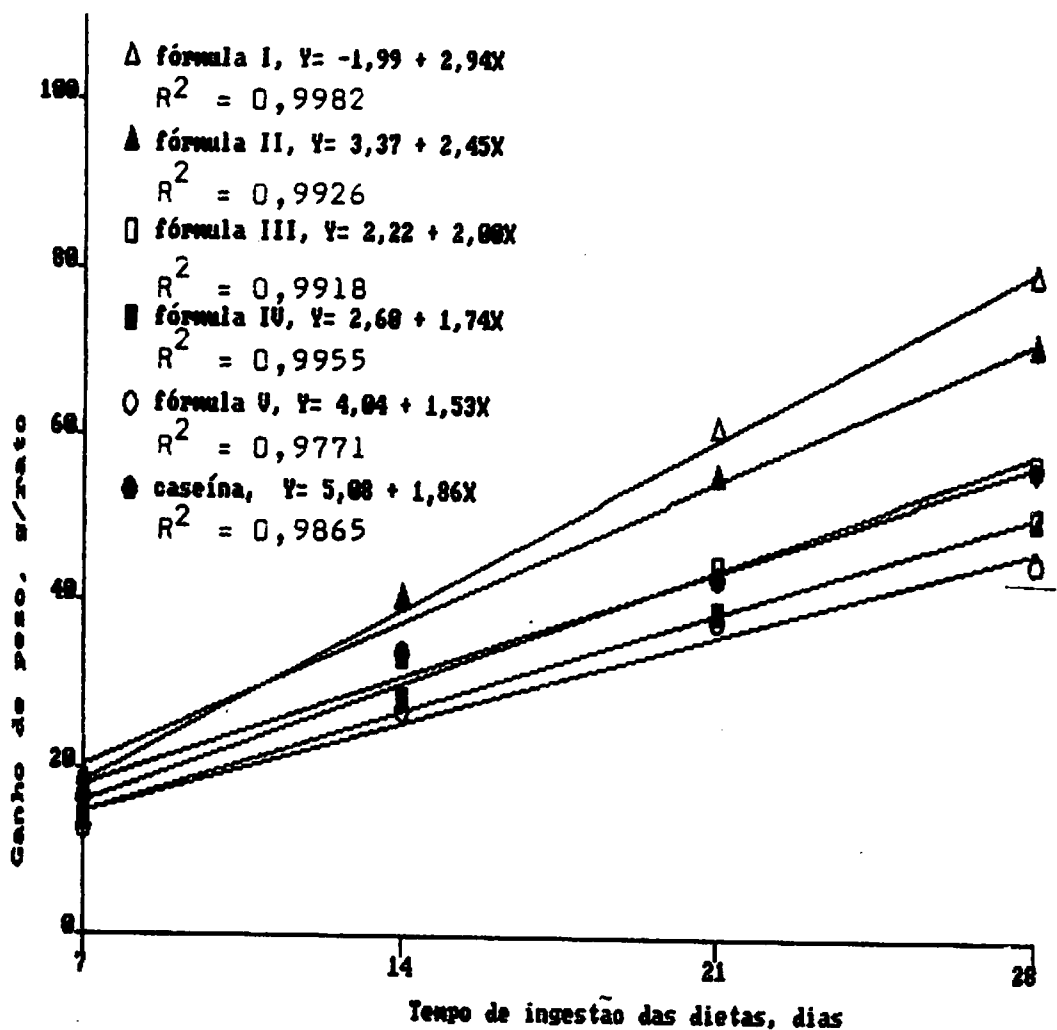


FIGURA 18 - Crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos de PER dos mingaus de preparo rápido, formulados à base de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral.

D_a , VB e NPU do que as da soja e do leite. Desta forma, acredita-se que ocorra um aumento de D_a , VB e NPU do arroz quando este é complementado por soja e suplementado por leite, o que foi confirmado no QUADRO 17.

Os valores obtidos para D_a , VB_a e NPU_a dos mingaus estudados (QUADROS 1 e 17) foram comparáveis com os encontrados por PAYUMO, LEGASPI & CORPUZ (50) no estudo de um alimento infantil preparado com farinhas de arroz, soja e leite em pó desnatado nas proporções de 60:35:5%, respectivamente.

Os valores de NPU_a para todos os mingaus estudados foram superiores à 60%, que é o valor recomendado pela PAG (49) para produtos baseados no leite e cereal. Desta forma, pode-se concluir que todos os mingaus estudados no presente trabalho são adequados para serem utilizados como alimentos alternativos, devido às suas boas qualidades protéicas em termos de NPU_a .

A correlação entre VB_a e NPU_a é significativa ao nível de 5% de probabilidade, mostrando coeficiente de correlação igual a 0,7882. Por outro lado, o BN não apresentou correlação significativa com D_a , VB_a e NPU_a .

Os valores do quociente de eficiência protéica (PER), do PER mingau/PER caseína e a eficiência alimentar (EA) dos mingaus de preparo rápido podem ser vistos no QUADRO 18.

Na FIGURA 18, estão ilustradas as curvas de crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos (PER) correspondentes ao QUADRO 18.

Analisando-se os QUADROS 1 e 18 e a FIGURA 18, observa-se que os valores de PER dos mingaus de preparo rápido I e II, formulados com 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral nas proporções de 45:5:10 e 40:10:10%, respectivamente, foram superiores aos encontrados para os demais mingaus, sendo ligeiramente maiores do que o da caseína (padrão). Já os mingaus de preparo rápido III e IV, obtidos com 35:15:10 e 30:20:10% de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral, respectivamente, apresentaram os PERs estatisticamente iguais ao da caseína (padrão). Resultados semelhantes foram encontrados por vários autores (27, 50, 65), que verificaram que os PERs de misturas à base de arroz, soja e leite foram iguais ou superiores ao da caseína.

O decréscimo no valor de PER do mingau de preparo rápido V, contendo 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral na proporção de 25:25:10%, respectivamente (QUADROS 1 e 18 e FIGURA 18), pode ser explicado pelo fato de que a soja e o leite são deficientes em aminoácidos sulfurados, sendo estes complementados pela adição de arroz (10, 65, 69, 71) e, desta forma, acredita-se que a diminuição do arroz neste mingau, quando comparado com os demais mingaus, tenha levado a uma deficiência em aminoácidos sulfurados. Esta suposição está de acordo com os dados obtidos por CRUZ et alii (20), que constataram que em misturas extrudadas de arroz

quebrado e soja desengordurada, cujas proporções variavam de 90 a 60% para arroz quebrado e de 10 a 40% para soja desengordurada, o aminoácido limitante foi a metionina em todas as misturas.

Quanto à eficiência alimentar dos mingaus estudados, não houve diferenças significativas entre eles e a caseína (padrão).

O ganho de peso, observado na FIGURA 18, mostra que os ratos que mais cresceram foram os alimentados com as dietas à base dos mingaus de preparo rápido I e II, correspondentes a 45:5:10 e 40:10:10% de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral, respectivamente. Por outro lado, a única dieta cujos ratos cresceram menos do que a da caseína (padrão), foi a obtida a partir do mingau V, obtido com 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral na proporção de 25:25:10%, respectivamente.

Apesar de que o mingau de preparo rápido V tenha mostrado o PER menor do que o da caseína (padrão), não houve diferenças significativas entre eles no BN, VB_a e NPU_a (QUADRO 17) e o PER não apresentou correlação significativa com BN, D_a , VB_a e NPU_a .

Com base nos resultados apresentados em relação às características organolépticas e aos aspectos nutricionais, pode-se concluir que os mingaus de preparo rápido II, III e IV, formulados pela incorporação de 40:10:10; 35:15:10 e 30:20:10% das farinhas de 1/2 arroz, soja desengordurada e do leite em pó integral, respectivamente, mostraram aparência, odor, sabor e consistência agradá

veis, sendo os mais preferidos pela equipe massal de provadores . Por outro lado, com exceção do mingau de preparo rápido V, correspondente à incorporação de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral na proporção de 25:25:10%, respectivamente, os demais mingaus de preparo rápido (I, II, III e IV) foram nutricionalmente considerados como boa fonte protéica, apresentando PER mingau/PER caseína acima de 95%. Já o mingau de preparo rápido II obtido com 40% de 1/2 arroz, 10% de soja desengordurada e 10% de leite em pó integral foi considerado o mais viável quanto às características organolépticas e quanto aos aspectos nutricionais.

5. CONCLUSÕES

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

- Os melhores tempos para o cozimento das farinhas de 1/2 arroz (13,40% de umidade) e soja desengordurada (8,66% de umidade) por microondas foram de 11 e 8 minutos, respectivamente.
- As temperaturas de pasta das farinhas pré-cozidas mistas aumentaram de 89 a 93°C com o aumento da proporção de soja desengordurada (10 a 50%), e foram mais elevadas do que as das farinhas cruas mistas, que apresentaram temperaturas de pasta praticamente constante (de 86 a 84°C).
- A viscosidade de pasta das farinhas pré-cozidas mistas diminuiu com o acréscimo do conteúdo de soja (10 a 50%) e o decréscimo do nível de 1/2 arroz (90 a 50%), e foi menor que a das farinhas cruas mistas nas mesmas proporções . A respeito da retrogradação do amido, as farinhas pré-cozidas mistas e cruas mistas mostraram uma ten-

dência semelhante à da viscosidade, porém foi menos notável nas farinhas pré-cozidas mistas.

- O aumento da proporção de soja (10 a 50%) nas farinhas pré-cozidas mistas, contendo 1/2 arroz e soja desengordurada, resultou no incremento 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. Entretanto, as farinhas cruas mistas, nas mesmas proporções, mostraram valores mais elevados do que as pré-cozidas mistas, exceto para a absorção de água.

- As propriedades emulsificantes foram crescentes nas farinhas pré-cozidas mistas com o aumento do conteúdo de soja (10 a 50%) e com a diminuição do nível de 1/2 arroz (90 a 50%), sendo que o aumento foi mais acentuado nas menores proporções de soja (10 a 30%). As farinhas cruas mistas apresentaram maiores propriedades emulsificantes do que as farinhas pré-cozidas mistas.

- A aparência, odor e sabor melhoraram com o aumento da proporção de soja nos mingaus de preparo rápido, no entanto, os mingaus à base de 40:10:10; 35:15:10 e 30:20:10% de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral, respectivamente, mostraram melhores consistência e preferência, sendo igualmente preferidos pela equipe massal de provadores.

- Os mingaus de preparo rápido formulados à base de farinha pré-cozida mista (50%), contendo diferentes proporções de 1/2 arroz (90 a 50%) e so

ja desengordurada (10 a 50%), e leite em pó integral (10%) não apresentaram diferenças significativas entre si no balanço de nitrogênio (BN), na digestibilidade aparente (D_a), no valor biológico aparente (VB_a) e na utilização líquida aparente da proteína (NPU_a). Quanto ao quociente de eficiência protéica (PER), os maiores valores foram encontrados nos mingaus elaborados à base de 45:5:10 e 40:10:10% de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral, respectivamente.

- O mingau de preparo rápido obtido com farinha pré-cozida mista (1/2 arroz: soja desengordurada na proporção de 80:20%), leite em pó integral, açúcar e sal nas proporções de 50, 10, 39 e 1%, respectivamente, mostrou as melhores características organolépticas e nutricionais.

6. RESUMO

As farinhas de 1/2 arroz (13,40% de umidade) e soja desengordurada (8,66% de umidade) foram cozidas isoladamente por microondas de 2450 MHz durante diferentes tempos e avaliadas sensorialmente usando-se teste de Ordenação pela preferência, sendo que os melhores tempos encontrados foram de 11 e 8 minutos para as respectivas farinhas.

A partir das farinhas pré-cozidas isoladas foram preparadas diferentes formulações de farinha mista contendo de 90 a 50% de 1/2 arroz e 10 a 50% de soja desengordurada, respectivamente. Estas farinhas foram submetidas à determinação de suas propriedades funcionais, usando-se farinhas cruas mistas nas mesmas proporções como controles. As farinhas pré-cozidas mistas mostraram temperaturas de pasta (de 89 a 93 °C) mais elevadas do que as das farinhas cruas mistas (de 86 a 84°C) nas mesmas proporções. O aumento da proporção de soja (10 a 50%) nas farinhas mistas resultou na diminuição da viscosidade de pasta, de retrogradação do amido e da sinérese de espuma, e no aumento das absorções de água e gordura, do índice de solubilidade de nitrogênio, das propriedades emulsificantes e da expansão e volume de espuma. Os valores obtidos para estas propriedades foram menores para as farinhas pré-cozidas

mistas quando comparados com as farinhas cruas mistas, nas mesmas proporções, exceto para a absorção de água.

Utilizando-se várias farinhas pré-cozidas mistas (50%), leite em pó integral (10%), açúcar (39%) e sal (1%), foram elaborados diferentes mingaus de preparo rápido e nestes foram avaliados aparência, odor, sabor, consistência e preferência, sendo os mais preferidos submetidos a um teste massal de preferência. Os melhores escores sensoriais foram encontrados para os mingaus preparados à base de 40:10:10; 35:15:10 e 30:20:10% de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral, respectivamente, sendo os mesmos igualmente preferidos.

Os mingaus de preparo rápido foram também avaliados 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). Foi verificado que não houve diferenças significativas entre todos os mingaus estudados quanto ao BN, D_a , VB_a e NPU_a , sendo que, os maiores PERs foram encontrados nos mingaus obtidos à base de 45:5:10 e 40:10:10% de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral, respectivamente.

7. SUMMARY

Half-rice flour (13.40% moisture) and defatted soy flour (8.66% moisture) were individually cooked in microwave (2450 MHz) at different times and submitted to sensory evaluation. Best cooking time was 11 and 8 min for 1/2 rice and defatted soy flour, respectively.

Pre-cooked rice flour (90 to 50%) and pre-cooked defatted soy flour (10 to 50%) were used in the preparation of a mixed flour. Mixed pre-cooked and mixed raw (control) flours were submitted to functional properties determination. Mixed pre-cooked flours showed pasting temperatures (89 to 93°C) higher than those for mixed raw flours (86 to 84°C). Increasing the defatted soy flour proportion in the pre-cooked mixture (10 to 50%) decreased pasting viscosity, starch retrogradation and foam syneresis while increased water and fat absorption, nitrogen solubility index, emulsifying properties, foam expansion and foam volume. However, the numerical values for these properties were lower for the mixed pre-cooked flours when compared to mixed raw flours, except for water absorption.

By using various blends of mixed cooked flours (50%), whole powdered milk (10%), sugar (39%) and salt (1%), porridges were pre

pared and evaluated for appearance, odor, taste, consistency and preference. Better scores were found for the porridges prepared from 40:10:10, 35:15:10 and 30:20:10% of 1/2 rice flour, defatted soy flour and whole powdered milk, respectively, which were equally preferred.

The quick-cooking porridges were also 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). Quick-cooking porridges did not show significant differences among the indices of protein nutritive value. Higher PER values were found for the mixtures of 45:5:10 and 40:10:10% of 1/2 rice flour, defatted soy flour and whole powdered milk, respectively.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists.* 7.ed. Saint Paul, 1969. 2v.
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. ARMSTRONG, D.L.; STANLEY, D.W. & MAURICE, T.J. Functional properties of microwave-heated soybean proteins. *American Chemical Society Symposium Series*, 92:147-72, 1979.
4. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.* 12.ed. Washington, 1975. p.875.
5. BAKAR, J. & HIN, Y. S. High-protein rice-soya breakfast cereal. *Journal of Food Processing and Preservation, Westport*, 8(3-4): 163-74, Apr. 1984.

6. BEAN, M.M. Rice flour ; its functional variations. **Cereal Foods World**, Saint Paul, 31(7):477-80, July 1986.
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. 1953.
8. BORDERÍAS, A.J. & MONTERO, P. Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas en alimentos. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valência, 28(2):159-69, jun./ago. 1988.
9. BRESSANI, R. Nutritional contribution of soy protein to food systems. **Journal of The American Oil Chemists Society**, Champaign, 52:254A-8A, Jan. 1975.
10. _____. The role of soybeans in food systems. **Journal of the American Oil Chemists Society**. Champaign, 58(3):392-400, Mar. 1981.
11. CAYUELA, R.G.; GUAIPO, B. & VILLAVICENCIO, D. Obtencion y evaluacion de una harina precocida de auyama (*Cucurbita maxima*) y arroz, enriquecida con proteinas de oleaginosas y/o leche descremada. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, 38(1):144-51, mar. 1988.

12. CHANG, K.C.; LEE, C.C. & BROWN, G. Production and nutritional evaluation of high-protein rice flour. *Journal of Food Science*, Chicago, 51(2):464-7, Mar./Apr. 1986.
13. CHAUHAN, G.S. & BAINS, G.S. Effect of defatted soy flour on the physico-chemical characteristics of extruded rice products. *Journal of Food Science and Technology*, Chicago, 22(2):155-8, Mar./Apr. 1985.
14. CHAUVIN, J.V. Desarrollo experimental de un proceso combinado de extrusión e hidrólisis enzimática para la elaboración de un suplemento alimenticio a base de arroz y soya. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1981. 56p. (Tesis de Mestrado).
15. CHEFTEL, J.C.; CUQ, J. L. & LORIENT, D. *Proteínas alimentarias*. Zaragoza, Acribia, 1989. 346p.
16. CHEN, X.L.; BAU, H.M.; GIANNANGELI, F. & DEBRY, G. Évaluation de L'influence de la cuisson par les micro-ondes sur les propriétés phisico-chimiques et nutritionnelles de la farine entière de soja. *Sciences des Aliments*, Paris 6(2):257-72, avr./juin 1986.
17. CHERYAN, M.; McCUNE, T. D.; NELSON, A.I. & FERRIER, L.K. Preparation and properties of soy-fortified cereal weaning foods. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 56(6):548-51, Nov./Dec. 1979.

18. 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.
19. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. *Experimental designs*. 2.ed. New York, John Wiley, 1957. 611p.
20. CRUZ, M.J.S.; COELHO, D.T.; KIBUUKA, G.K. & CHAVES, J.B. P. Caracterização química de farinha mista de arroz e soja pré cozida por extrusão. *Revista Ceres*, Viçosa, 30(171):357-65, set./out. 1983.
21. DENCH, J.E.; RIVAS, R.N. & CAYGILL, J.C. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) flour and two protein isolates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, 32(6):557-64, June 1981.
22. DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. & SCATENA, L. Nutritional value of protein from a soybean milk powder. *Journal of Food Science*, Chicago, 32(5):592-4, Sept./Oct. 1967.
23. ELÍAS, L.G.; JARQUÍN, R.; BRESSANI, R. & ALBERTAZZI, C. Suplementación del arroz con concentrados proteicos. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, 18(1):27-30, mar. 1968.

24. GANTWERKER, S. & LEONG, S. Process for preparing an instant baby cereal porridge product. United States Patent. 4.438.150- Mar. 20, 1984.
25. GHAZI, A.; KHALIL, M. & ATTA, M.B. Utilization of rice starch manufacture by-product; part 1. preparation and evaluation of powder rich in protein and starch from rice starch manufacture by-product. *Die Nahrung*, Berlin, 33(9):831-8, 1989.
26. GOLDBLITH, S.A. Basic principles of microwaves and recent developments. *Advances in Food Research*, New York, 15:277-301, 1966.
27. GUERRA, M.J.; GONZÁLEZ, D.; JAFFÉ, W.G. & CALDERÓN, M. Formulación de una bebida de alto valor nutritivo a base de arroz. *Achivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, 31(2): 337-49, jun. 1981.
28. HAFEZ, Y. S.; MOHAMED, A.I.; HEWEDY, F.M. & SINGH, G. Effects of microwave heating on solubility, digestibility and metabolism of soy protein. *Journal of Food Science*, Chicago, 50(2):415-23, Mar./Apr. 1985.
29. HERMANSSON, A.M. Physico-chemical aspects of soy proteins structure formation. *Journal of Texture Studies*, Westport, 9(1/2):33-58, 1978.

30. HIDALGO, J. Functional properties of food proteins from a biophysical point of view. **Biochemical Aspects of New Protein Food**. Copenhagen, FEBS, 1977. V.44. p.89-93 (Symposium A3).
31. 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, Illinois**, 85(8):922-6, Aug. 1985.
32. 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.
33. HUTTON. C.W. & CAMPBELL, A.M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems and in a food system; emulsion properties, thickening function and fat absorption. **Journal of Food Science, Chicago**, 42(2): 457-60, Mar./Apr. 1977.
34. JAMES, C. & SLOAN, S. Functional properties of edible rice bran in model systems. **Journal of Food Science, Chicago**, 49(1):310-1, Jan./Feb. 1984.

35. KAHAN, G.; COOPER, D.; PAPAVALIIOU, A. & KRAMER, A. Expanded tables for determining significance of differences for ranked data. *Food Technology*, Chicago, 27(5):61-9, May 1973.
36. KINSELLA, J.E. Functional properties of proteins in foods: a survey. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Cleveland, 7(3):219-80, Apr. 1976.
37. _____ . Functional properties of proteins: possible relationships between structure and function in foams. *Food Chemistry*, Barking, 7(4):273-8, Dec. 1981.
38. KURASAWA, H.; KANAUCHI, Y.; WAKAYAMA, T.; HAYAKAWA, T. & IGAUE, I. Relation of rheological properties with starch components among glutinous, sticky, less-sticky non-glutinous rice starches. *Agricultural of Biological Chemistry*, Tokyo, 37(12):2913-6, Dec. 1973.
39. LAWHON, J.T.; CATER, C.M. & MATIL, K. F. A comparative study of the whipping potential of an extract from several oilseed flours. *Cereal Science Today*, Minneapolis, 17:240- 94, 1972.
40. 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.

41. 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.
42. MAZURS, E.G.; SCHOCH, T.J. & KITE, F.E. Grafical analysis of the Brabender viscosity curves of various starches. *Cereal Chemistry, Saint Paul*, 34(3):141-53, May 1957.
43. MITCHELL, H.H. A method of determining the biological value of protein. *Journal of Biological Chemistry, Baltimore*, 58(3):873-903, Jan. 1924.
44. MOLINA, M.R.; BRAHAM, J.E. & BRESSANI, R. Some characteristics of whole corn: whole soybean (70:30) and rice: whole soybean (70:30) mixtures processed by simple extrusion cooking. *Journal of Food Science, Chicago*, 48(2):434-7, Mar./Apr. 1983.
45. MORRISON, C.B. "Ricetein" from Riviana blends rice and soy. *The Rice Journal, McLean*, 79(4):28- 9, Apr. 1976.
46. MOTTERN, H.H.; SPADARO, J. J. & GALLO, A.S. Cooking-extrusion-expansion of rice. *Food Technology, Chicago*, 23(4):567-8, Apr. 1969.

47. NOGUCHI, A.; KUGIMIYA, W.; HAQUE, Z. & SAIO, K. Physical and chemical characteristics of extruded rice flour and rice flour fortified with soybean protein isolate. *Journal of Food Science*, Chicago, 47(1):240-5. Jan./Feb. 1981.
48. NUTRITIONAL BIOCHEMICALS CORPORATION. Diet Catalog of ICN, Cleveland. 1977/1978. 24p.
49. PAG (Protein Advisory Group of the United Nations Systems). Guidelines on protein-rich mixtures for use as weaning foods studies nº 8. New York, FAO/WHO/UNICEF, 1971.
50. PAYUMO, E.M.; LEGASPI, G.R.A. & CORPUZ, B.S. High calorie-protein formula from soybean flour with local bean flour. *NSDB Technology Journal*, Manila, 4(2):69-77, Apr./June 1979.
51. PEI, D.C.T. Microwave baking; new developments. *Bakers Digest*, Chicago, 56(1):8, 10 and 32, Feb. 1982.
52. PELLET, P.L. & YOUNG, V.R. Evaluación nutricional de alimentos proteínicos. Tokyo, La Universidad de las Naciones Unidas, 1980. 175p.
53. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 10.ed. São Paulo, Nobel, 1982. 430p.

54. RANI, M.R.S. & BHATTACHARYA, K.R. Rheological properties of rice flour slurries and pastes. *Journal of Food Science and Technology*, Misore, 22(5):322-6, Sept./Oct. 1985.
55. ROBERTS, R.L. Effect of microwave treatment of pre-soaked paddy, brown and white rice. *Journal of Food Science*, Chicago, 42(3):804-6, May /June 1977.
56. 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.
57. RUALES, J.; PÓLIT, P. & NAIR, B.M. Nutritional quality of blended foods of rice, soy and lupins, processed by extrusion. *Food Chemistry*, Barking, 29(4):309-21, Dec. 1988.
58. SALE, A.J.H. A review of microwaves for food processing. *Journal of Food Technology*, London 11(4):319-29, Aug. 1976.
59. SALGADO, J.M.; SANTOS, A.C.; FUGOLIN, M.M. & CORTE, R.M. Valor nutritivo da mistura arroz, farinha de mandioca e feijão-soja. *Alimentação-ABIA*, São Paulo, 67:20-5, jul./ago. 1983.
60. SANCHEZ, A.; REGISTER, U. D.; BLANKENSHIP, J.W. & HUNTER, C.C. Effect of microwave heating of soybeans on protein quality. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, 31(1):44-51, mar. 1981.

61. SANDERSON, G.R. Polysaccharides in Foods. *Food Technology*, Chicago, 35(7):50-7 and 83, July 1981.
62. 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.
63. SCHIFFMANN, R.F. Microwaves challenge today's heat processing. *Food Engineering*, New York, 2(12):72-6, Nov. 1975.
64. SEGURA, E.; MAHECHA, G.; MORENO, B.E. & RODRÍGUEZ, G.S. Desarrollo de un producto alimenticio a base de arroz, para uso infantil. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, 38(2):278-87, jun. 1988.
65. SHEPHERD, A.D.; BETSCHART, A.A.; SAUNDERS, R.M.; ROKEY, G. & HUBER, G. Brokens spark interest in "rice soya" infant milk. *The Rice Journal*, McLean, 84(5):16-21, May 1981.
66. SIEGEL, A.; LINEBACK, D.R. & BHUMIRATANA, A. Development, acceptability, and proximate analyses of high-protein, rice based snacks for thai children. *Journal of Food Science*, Chicago, 41(5):1184-8, Sept./Oct. 1976.

67. SOSULSKI, F.W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 39(4):344-50, July 1962.
68. SOTELO, A.; HERNÁNDEZ, M. & FRENK, S. Evaluacion biologica, en ratas y en humanos, de un producto lacteo sin lactosa, y de una formula proteinica de soya para uso en la desnutricion proteinico-energetica. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, 34(2):333-42, jun. 1984.
69. STAHEL, N. Dairy proteins for the cereal foods industry: functions, selection, and usage. *Cereal Foods World*, Saint Paul, 28(8):453-5, Aug. 1983.
70. STEINKE, F.H. & HOPKINS, D.T. Complementary and supplementary effects of vegetable proteins. *Cereal Foods World*, Saint Paul, 28(6):338-41, June, 1983.
71. SWARTZ, M. & WONG, C. Milk proteins; nutritional and functional uses. *Cereal Foods World*, Saint Paul, 30(2):173-5, Feb. 1985.
72. VAN DE KAMER, J.H. & VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 29(4):239-51, July/Aug. 1952.

73. VARGAS, E.; BLANCO, A.; LASTRETO, C. & ROMÁN, A.V. Evaluación biológica de un alimento infantil a base de soya, arroz y banano. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, 35(1):90-104, mar. 1985.
74. _____; BRESSANI, R.; ELÍAS, L.G. & BRAHAN, J.E. Complementación y suplementación de mezclas vegetales a base de arroz y frijol. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, 32(3):579-600, sept. 1982.
75. 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.
76. 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.
77. WADSWORTH, J.I. & KOLTUN, S.P. Physicochemical properties and cooking quality of microwave-dried rice. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 63(4):346-8, July/Aug. 1986.
78. WALL, J.S. Properties of protein contributing to functionality of cereal foods. *Cereal Foods World*, Saint Paul, 24(7):288-92, July 1979.

79. YASUMATSU, K.; SAWADA, K.; MORITAKA, S.; MISAKI, M.; TODA, J.; WADA, T. & ISHII, K. Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry*, Tokyo, 36(5):719-27, May 1972.

APÉNDICE

QUADRO 19 - Resumo das análises de variância relativas às propriedades de viscosidade de pasta.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		t ^o inicial de formação de pasta	t ^o de viscosidade máxima	Viscosidade máxima	Viscosidade mínima a t ^o constante	Viscosidade máxima no resfriamento
Tratamento	9	24,7950*	101,2500*	22257,7700*	22519,5700*	86850,1200*
Resíduo	10	0,9355	101,2500	212,5000	228,7500	1036,2500

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 20 - 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	9	1931,5480*	294,8674*	1,5162	336,1880*	823,4976*	817,7404*
Resíduo	10	6,4844	4,2731	0,00003	0,0351	2,7922	0,5363

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 21 - Resumo das análises de variância relativas à expansão de espuma (Exp. Esp.), volume de espuma (V. Esp) e sinérese (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	9	1486,6250*	1128,2070*	495,4535*	413,3846*	1417,4860*	1376,7420*	1412,9120*
Resíduo	20	1,5588	3,5867	5,2200	11,5233	137,3367	196,9992	217,5496

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 22 - Resumo da correlação entre as propriedades funcionais e a proporção de soja desengordurada na farinha mista.

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)
Proporção de soja x Visc.máxima de pasta	-0,7081*
Proporção de soja x Visc.mínima de pasta	-0,6007*
Proporção de soja x Retrogradação do amido	-0,6956*
Proporção de soja x AA	0,7514*
Proporção de soja x AG	0,8583*
Proporção de soja x NSA	0,9303*
Proporção de soja x ISN	0,7405*
Proporção de soja x AE	0,8087*
Proporção de soja x EE	0,8048*
Proporção de soja x Exp. Esp.	0,8887*
Proporção de soja x V.Esp.30 min	0,9251*
Proporção de soja x V.Esp.60 min	0,9709*
Proporção de soja x V.Esp.120 min	0,9206*
Proporção de soja x Sinérese 30 min	-0,7555*
Proporção de soja x Sinérese 60 min	-0,6546*
Proporção de soja x Sinérese 120 min	-0,7667*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 23 - Resumo da correlação entre as propriedades funcionais.

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)
AA x NSA	0,4740 *
AE x NSA	0,7469 *
EE x NSA	0,7500 *
AE x EE	0,9976 *
Exp. Esp. x NSA	0,9323 *

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 24 - Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, odor, sabor, consistência e preferência.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		Aparência	Odor	Sabor	Consistência	Preferência
Grupos dentro de repetição	1	0,0080	0,0000	0,0125	0,0005	0,0000
Blocos dentro de repetição (ajustado)	8	0,0154	0,0074	0,0028	0,0074	0,0125
Tratamento (não ajustado)	4	0,3468	0,6058	0,9193	0,9468	1,2025
Resíduo	6	0,0090	0,0160	0,0196	0,0038	0,0083

QUADRO 25 - Resumo das análises de variância relativas à composição centesimal (% base úmida) dos mingaus de preparo rápido, formulados a base de 1/2 arroz, soja desengordurada e leite em pó integral.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios					
		Umidade	Proteína	Extrato etéreo	Cinzas	Fibra crua	Carboidrato
Fórmula	4	0,1293*	33,2624*	0,0786*	0,3863*	0,0745*	52,6122*
Resíduo	10	0,0240	0,0538	0,0032	0,0060	0,0006	0,0611

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 26 - 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	5	0,0009*	73,4744*	16,2271*	23,5489
Blocos	6	0,0015	3,4439	49,8516	36,4129
Resíduo	30	0,0028	2,4682	23,8261	15,3140

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 27 - 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	5	0,1200 *	0,3061
Blocos	6	0,0365	0,1656
Resíduo	30	0,0346	0,1551

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 28 - Resumo da correlação entre análises nutricionais.

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)
BN x D _a	- 0,0551
BN x VB _a	- 0,1927
BN x NPU _a	0,1684
BN x PER	0,0876
D _a x VB _a	- 0,2571* (rejeitado)
D _a x NPU _a	0,3823* (rejeitado)
D _a x PER	0,0424
VB _a x NPU _a	0,7882*
VB _a x PER	- 0,0503
NPU _a x PER	- 0,0295

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.