

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

Bancos

Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por José de Jesus Zazueta Morales e aprovada pela Comissão Julgadora em 16.08.85.
Campinas, 16 de agosto de 1985.

Roberto H. Moretti

Presidente da Banca

ASPECTOS TECNOLÓGICOS ENVOLVIDOS
NA PREPARAÇÃO DE UMA BEBIDA PRO-
TÉICA DE GIRASSOL, SOJA E SORO
DE QUEIJO

13/85

JOSÉ DE JESÚS ZAZUETA MORALES

Engenheiro Bioquímico

Prof. Dr. ROBERTO H. MORETTI

Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

CAMPINAS

1985

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Aos meus pais e irmãos.
A Célia M. Landi Franco.

Com amor e gratidão

AGRADECIMENTOS

- . Ao Prof. Dr. Roberto H. Moretti pela orientação deste trabalho.
- . À Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, UNICAMP, pelas facilidades recebidas.
- . Ao Instituto Agrônomo de Campinas nas pessoas da Dra. Maria Regina Ungaro e Dr. Manoel A. Miranda, pelo fornecimento das matérias primas girassol e soja.
- . À Seção de Leite e Derivados do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, nas pessoas do Dr. José Francisco P. Martins e da Eng. Sandra Garcia, pelo fornecimento do soro de queijo e as sugestões oferecidas.
- . À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, e ao "Consejo Nacional de Ciência e Tecnologia" - CONACYT, pela bolsa de estudos concedida.
- . Ao Prof. Horácio Pezoa, Lúcio Antunes, Victoria Grossmann e Carlos Torres pela colaboração e sugestões neste trabalho, bem como, aos colegas Franz Salces, Eduardo San Martin, Fernando Martínez, Daniel Barrera, Reynaldo Cruz, Vicente Demeneghi, Jesús Martínez, Raul Castro, Marcelo Campos, Alfredo Cruz e Manolo Rezende (in memoriam). A todos eles pela sua amizade.
- . À Eliane Ferrarezzo pela compreensão e carinho.
- . Aos funcionários do Departamento de Tecnologia, especialmente à Vilma, Marlene, Cosme, Natalina, Ana Lourdes, Ana Maria e Susi, pela sua amizade, colaboração e incentivos constantes.

- . À Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação-
ABIA pela gentileza das cópias deste trabalho.
- . A todos aqueles que direta ou indiretamente contribui-
ram para a realização deste trabalho.

Agradeço, de maneira muito especial,
ao Prof. Ramón Hinojosa G. por sua
amizade, estímulo e paciência ao
assessorar e acompanhar este traba-
lho, bem como, pela confiança e apoio
constantes.

ÍNDICE GERAL

	Páginas
ÍNDICE DE QUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1. ASPECTOS GERAIS	3
2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ASPECTOS NUTRICIONAIS DOS GRÃOS DE SOJA E GIRASSOL E DO SORO DE QUEIJO	16
2.1 Soja	16
2.2 Girassol	26
2.3 Soro de queijo	33
3. FATORES QUE AFETAM A EXTRAÇÃO AQUOSA DAS PROTEÍ- NAS VEGETAIS	42
3.1 Efeito da maceração	42
3.2 Efeito da extração	53
4. MÉTODOS DE OBTENÇÃO DOS EXTRATOS AQUOSOS VEGETAIS	59
5. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ASPECTOS NUTRICIONAIS DOS EXTRATOS AQUOSOS VEGETAIS	68
III. MATERIAL E MÉTODOS	74
1. MATERIAL	74
1.1 Matérias primas	74
1.2 Reagentes químicos	74
1.3 Aparelhos e equipamentos	75

	Páginas
2. MÉTODOS	76
2.1 Métodos analíticos, químicos e físicos	76
2.1.1 Proteína	76
2.1.2 Gordura	76
2.1.3 Cinzas	77
2.1.4 Fibra bruta	77
2.1.5 Umidade	77
2.1.6 Carboidratos	77
2.1.7 Peso de 100 grãos	77
2.1.8 Densidade aparente	77
2.1.9 Classificação por tamanho	77
2.1.10 Proporção de casca e cotilédones.....	78
2.1.11 Taxa de absorção de água.....	78
2.2 Métodos experimentais	79
2.2.1 Preparação das matérias primas	79
2.2.2 Ensaio de maceração:variação da tempera- tura de maceração	84
2.2.3 Ensaio de maceração:variação do meio de maceração.....	86
2.2.4 Ensaio de extração:variação da relação sólido:líquido	87
2.2.5 Ensaio de extração:variação da relação girassol-soja	90
2.2.6 Ensaio de extração:variação do meio lí- quido de extração e da relação sólido:lí- quido	90
2.2.7 Ensaio de extração:variação da tempera- tura de extração.....	91

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
1. CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS	92
1.1 Determinações analíticas	92
1.2 Preparação das matérias primas	100
2. ENSAIOS DE MACERAÇÃO: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DE MACERAÇÃO	102
3. ENSAIOS DE MACERAÇÃO: INFLUÊNCIA DA AÇÃO MICROBIANA	108
4. ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DA RELAÇÃO SÓLIDO:LÍ- QUIDO	113
5. ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DA RELAÇÃO GIRASSOL- SOJA	125
6. ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DO MEIO LÍQUIDO DE EX- TRAÇÃO E DA RELAÇÃO SÓLIDO:LÍQUIDO.....	131
7. ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DE EX- TRAÇÃO	142
8. ASPECTOS NUTRICIONAIS	145
V. CONCLUSÕES	152
VI. BIBLIOGRAFIA	154

ÍNDICE DE QUADROS

Páginas

1. Produção mundial das principais oleaginosas	6
2. Principais países produtores de soja do mundo e da América Latina	7
3. Principais países produtores de girassol do mundo e da América Latina.....	12
4. Composição centesimal, em ácidos graxos e açúcares dos grãos de soja com casca e girassol sem casca (cotilédones),	23
5. Composição em aminoácidos essenciais e vitaminas, dos grãos de soja com casca e girassol sem casca (cotilédones).....	24
6. Composição em minerais dos grãos de soja com casca e girassol sem casca (cotilédones), e dos leites de vaca integral e de soja, e do soro de queijo	25
7. Composição centesimal, em ácidos graxos e açúcares dos leites de vaca integral e de soja, e do soro de queijo...	40
8. Composição em aminoácidos essenciais e vitaminas dos leites de vaca integral e de soja, e do soro de queijo	41
9. Classificação por tamanho e peneira média dos grãos de soja com casca	95
10. Classificação por tamanho e peneira média dos grãos de girassol com casca.....	96
11. Características físicas dos grãos de soja e girassol ...	98
12. Composição química dos grãos de soja e girassol	101
13. Características do soro de queijo com e sem tratamento..	101
14. Composição em proteína e gordura dos resíduos secos dos extratos aquosos de girassol e soja, nas diferentes relações sólido:líquido.....	124

15. Composição em proteína e gordura dos resíduos dos extratos aquosos da mistura girassol-soja 70-30 (% p/p), utilizando água e soro de queijo, nas diferentes relações sólido:líquido..... 141
16. Composição e rendimentos de extração em sólidos, proteína e gordura, dos diferentes extratos aquosos produzidos, utilizando uma relação sólido:líquido de extração de 1:10..... 143
17. Teor dos aminoácidos lisina e sulfurados (metionina + cistina) nas diferentes misturas girassol-soja e soro (relação 1:10, grãos:soro), e sua relação com o padrão da FAO. 148
18. Composição em aminoácidos essenciais (g aa/100 g proteína) e escores químicos das proteínas de girassol, soja e soro, e da mistura girassol-soja (70-30, %) mais soro (relação 1:10, grãos:soro)..... 150

ÍNDICE DE FIGURAS

Páginas

1. Fluxograma do processamento de produção de queijo tipo minas frescal	81
2. Fluxograma utilizado na preparação dos grãos de girassol.	82
3. Fluxograma utilizado na preparação do soro de queijo	83
4. Fluxograma do processamento utilizado durante os ensaios de extração	89
5. Classificação por tamanho dos grãos utilizados como matéria prima, indicando tamanho de peneira versus percentagem de retenção	97
6. Taxa de absorção de água durante a maceração de grãos de girassol e soja, à temperatura ambiente (26-29°C)	99
7. Efeito da temperatura de maceração sobre a taxa de absorção de água dos grãos de girassol e soja	105
8. Efeito da temperatura em relação a perda de sólidos durante a maceração dos grãos de girassol e soja	106
9. Efeito da temperatura de maceração sobre o rendimento de extração de sólidos dos grãos de girassol e soja	107
10. Efeito da temperatura sobre o pH final da água, na maceração dos grãos de girassol e soja	110
11. Efeito da temperatura sobre a variação do pH da água, durante a maceração de grãos de girassol sem casca, com e sem preservativo	111
12. Efeito da relação sólido:líquido na extração, sobre a composição de sólidos, proteína e gordura, dos extratos de soja	116
13. Efeito da relação sólido:líquido na extração, sobre o conteúdo de sólidos, gordura e proteína, dos extratos de girassol	117

14. Rendimento de extração de gordura, proteína e sólidos da soja, em função da relação sólido:líquido na extração	118
15. Rendimento de extração de gordura, proteína e sólidos do girassol, em função da relação sólido:líquido na extração.....	119
16. Efeito da relação sólido:líquido na extração,sobre o conteúdo de sólidos, proteína e gordura dos resíduos de soja	122
17. Efeito da relação sólido:líquido na extração,sobre o conteúdo de sólidos, gordura e proteína dos resíduos de girassol	123
18. Conteúdo de sólidos totais, gordura e proteína, das diferentes misturas girassol-soja.	127
19. Composição em sólidos, proteínas e gordura dos diferentes extratos das misturas de girassol-soja, utilizando água e soro como meios de extração	128
20. Rendimento de extração de sólidos, proteína e gordura dos diferentes extratos das misturas de girassol-soja, utilizando água e soro como meios de extração	129
21. Efeito da relação sólido:líquido na extração,sobre o conteúdo de sólidos, proteína e gordura, dos extratos da mistura girassol-soja	133
22. Efeito da relação sólido:líquido na extração,sobre o conteúdo de sólidos, gordura e proteína, dos extratos da mistura girassol-soja e soro	134
23. Rendimentos de extração de gordura, proteína e sólidos da mistura girassol-soja, em função da relação sólido: líquido na extração	136

Páginas

24. Rendimentos de extração de gordura, proteína e sólidos da mistura girassol-soja e soro, em função da relação sólido:líquido na extração.....	137
25. Efeito da relação sólido:líquido na extração, sobre o conteúdo de sólidos, proteína e gordura, dos resíduos da mistura girassol-soja	139
26. Efeito da relação sólido:líquido na extração, sobre o conteúdo de sólidos, gordura e proteína, dos resíduos da mistura girassol-soja e soro.	140
27. Teor dos aminoácidos lisina e sulfurados (metionina + cistina) com relação ao padrão da FAO, presentes nas diferentes misturas girassol-soja e soro (relação 1:10, grãos:soro)	149

RESUMO

Visando estudar os aspectos tecnológicos da produção de uma bebida protéica, foram realizadas, a nível de laboratório, numerosas experiências de extração, utilizando girassol e soja como matérias primas e água e soro de queijo como meios líquidos de extração.

Nestas experiências, foi utilizado um processo tradicional, que consistiu de três operações básicas: maceração, moagem e centrifugação.

Durante a etapa de maceração, utilizando grãos com casca e decorticados, foi estudado um sistema descontínuo sendo testadas temperaturas entre 10 e 70°C, e observou-se que a taxa de absorção de água, a perda de sólidos, os rendimentos de extração de sólidos e o pH final do meio de maceração, foram sensivelmente afetados.

Devido a um efeito microbiológico, o pH final dos líquidos de maceração e, conseqüentemente, os rendimentos de extração de sólidos, experimentaram uma queda drástica nas temperaturas de 35 e 45°C.

Em relação à operação de moagem, foram testadas diferentes relações sólido:líquido entre 1:6 e 1:16, com grãos de soja, de girassol e com misturas destes. Nestes ensaios, a relação 1:10 foi considerada como a mais apropriada quanto à composição e rendimentos dos extratos.

A mistura girassol-soja 70:30 (% p/p) extraída com soro numa proporção de 1:10, resultou em vantagens tanto funcio-

nais, pelo aumento da estabilidade física do extrato, como nutricio
nais, pelo elevado escore químico obtido.

Por outro lado, a utilização do soro de queijo apresenten
tou grandes vantagens, tecnológicas, além de nutricionais, pelos
maiores rendimentos de extração obtidos, abrindo assim, um novo poten
tencial para seu melhor aproveitamento.

SUMMARY

With the objective of studying the technological aspects of producing a protein beverage, a variety of extraction experiments were carried out on a laboratory scale, using sunflower seeds and soybeans as the raw materials, and water and cheese whey as the liquid mediums for extraction.

A traditional process was used in these experiments, consisting of three basic operations: maceration, grinding and centrifugation.

Using grains with and without the seed coat, a discontinuous system was studied for the maceration phase, testing temperatures between 10 and 70°C. It was observed that the level of water absorption, the loss of solids, the extraction yields of solids and the final pH of the maceration medium, were noticeably affected.

Due to a microbiological effect, the final pH of the maceration liquids, and consequently the extraction yields of solids, suffered a drastic fall at temperatures of 35 and 45°C.

With respect to the grinding operation, solid:liquid ratios between 1:6 and 1:16 were tested, using grains of soybean, sunflower and in mixtures. It was shown that the ratio 1:10 gave the best results with respect to the composition and yields of the extracts.

A sunflower-soy mixture of 70:30 (% w/w) together with cheese whey (1:10, grains:whey) was chosen, for these experiments, on the basis of both its functional advantages, due to the increase in the physical stability of the extract, and its nutritional advan

tages, due to the high chemical score obtained.

In addition, the use of cheese whey instead of water as the liquid medium for extraction, apart from these nutritional and technological advantages, resulted in greater extraction yields, thus paving the way for a new potencial use of cheese whey.

I. INTRODUÇÃO

Em virtude da grande expansão demográfica mundial dos últimos anos e a falta de alimentos em algumas regiões do mundo, tem sido realizadas muitas pesquisas no sentido de formular alimentos de baixo custo e alto valor nutritivo, com o objetivo de tentar atenuar os problemas nutricionais encontrados nessas regiões.

Nesse sentido, a elaboração de extratos aquosos vegetais a partir de oleaginosas, para serem utilizados como "substitutos lacteos", representam uma alternativa devido ao valor nutricional deste tipo de proteínas, bem como sua fácil disponibilidade, principalmente naquelas regiões onde a produção de leite de vaca é insuficiente ou representa um alto custo de produção.

O extrato aquoso de soja tem sido muito estudado e utilizado até hoje em diferentes partes do mundo, graças às suas excelentes características nutricionais e funcionais intrínsecas, bem como ao seu baixo custo de produção. Todavia, devido aos problemas de flatulência e sabor desagradável, não toleráveis pelos povos ocidentais, nos últimos anos tem sido estudadas outras oleaginosas visando sua utilização neste tipo de bebidas proteicas.

Dentre as oleaginosas, o girassol tem mostrado bons resultados na elaboração de bebidas proteicas e grandes possibilidades de uso como "substituto lácteo" na alimentação humana e/ou animal (FERBER e COOKE, 33; FLEMING e SOSULSKI, 34).

Por outro lado, diferentes autores tem demonstrado que misturas de oleaginosas, quando utilizadas, em proporções adequadas, na produção de extratos aquosos, melhoram sensivelmente o va-

lor nutritivo do produto, e fornecem novas características funcionais à bebida, tais como estabilidade física e sabor agradável.

Além disso, tem-se demonstrado, também, a viabilidade tecnológica e nutricional do uso do soro de queijo como meio líquido de extração, em substituição à água, na elaboração desse tipo de bebidas, resultando em produtos de maior valor nutricional.

O objetivo deste trabalho foi estudar, em laboratório, as melhores condições de processamento tecnológico na elaboração de um extrato aquoso formulado com uma mistura de girassol, soja e soro de queijo.

Para tal objetivo utilizou-se o processo tradicional empregado para a elaboração do extrato aquoso de soja, estudando-se as etapas de maceração e extração.

Se discutem também, neste trabalho, as possibilidades de sua utilização como complemento lácteo na alimentação humana e/ou animal.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. ASPECTOS GERAIS

Dados estatísticos disponíveis estimam que para fins do século a população mundial será de aproximadamente seis bilhões de habitantes, e para manter o nível nutricional dessa população equivalente ao que existe atualmente, precisar-se-ia dobrar o abastecimento de proteína de origem vegetal e quadruplicar as de origem animal (LIENER, 59).

Baseado nestas perspectivas, acredita-se que no futuro a principal fonte de proteínas seja a de origem vegetal. Os cereais como trigo, milho, arroz e outros, devido ao alto rendimento de produção por hectares apresentam um papel muito importante, já que podem prover apreciável quantidade de proteínas. Embora as proteínas de cereais sejam deficientes em alguns aminoácidos, principalmente lisina, estas deficiências podem ser superadas, pelo menos em parte, com misturas de proteínas de oleaginosas como algodão, amendoim e outras, ou leguminosas como soja, ervilha e feijão que são, em geral, relativamente ricas em lisina (LIENER, 59).

Durante as últimas décadas as plantas oleaginosas tem sido estudadas com grande interesse como fonte potencial de proteína para consumo humano, devido principalmente aos sérios problemas de desnutrição que afetam algumas regiões do mundo e aos custos cada vez maiores dos alimentos de origem animal (GHEYASUDDIN et.al., 37; HUFFMAN et.al., 49; SOSULSKI e McCLEARY, 112).

Além dos méritos nutricionais das proteínas de oleaginosas e leguminosas, existem outras considerações que colocam estas plantas em primeiro lugar como fonte potencial para minorar as

necessidades proteicas no futuro. Algumas destas considerações são as seguintes: alto conteúdo proteico (20,0% a 50,0%) comparado com os cereais (6,0% a 14,0%), alto rendimento de proteína por hectare, fácil adaptação das plantas a diferentes condições climáticas, e também o fato de que estes grãos já fazem parte integrante da dita alimentar de alguns povos facilitando os esforços para incrementar seu consumo em outros países (LIENER, 59).

A produção mundial de oleaginosas tem experimentado um forte incremento nos últimos anos, passando de 133,6 milhões de toneladas em 1973 para 185,1 milhões de toneladas em 1982, tendo apresentado uma taxa de crescimento anual de 3,96%, neste período (QUADRO 1).

Esta elevada produção de oleaginosas tradicionalmente teve como finalidade principal a extração de óleo vegetal comestível devido ao interesse econômico que ele representava. Atualmente, as necessidades proteicas mundiais tem aumentado muito mais que as necessidades de óleo, trazendo como consequência uma diminuição de preço deste e um aumento no preço de resíduo proteico (farelo), que encontra sua principal aplicação na alimentação animal (JOHNSON, 51; SMITH, 109). Assim, pode-se constatar facilmente que a produção mundial de proteínas nas últimas duas décadas mostra claramente uma predominância da produção de proteínas de origem vegetal as quais representam aproximadamente quatro vezes aquelas de origem animal (LISCHENKO, 62).

O QUADRO 1 mostra a produção mundial das principais oleaginosas nos últimos anos. Nela observa-se que atualmente a soja representa aproximadamente 50% da produção total, tendo experimentado uma taxa de crescimento anual de 5,32% no período de 1973 a 1982. Dentre estas oleaginosas, o girassol destaca-se também por

apresentar um elevado crescimento anual na produção mundial, sendo de 3,90%, quando comparado com o algodão e o amendoim que cresceram 0,58% e 1,18% respectivamente, na mesma década.

A maioria das oleaginosas são processadas para extração de óleo produzindo um resíduo proteico desengordurado (farelo) utilizado principalmente na alimentação animal. Entretanto a soja é uma exceção, já que no Oriente ainda continua sendo processada na sua forma integral para a produção de alguns alimentos típicos regionais, e em países desenvolvidos é consumida sob formas mais sofisticadas de processamento (FERBER e COOKE, 33).

Evidências históricas e geográficas mostram que a soja cultivada e comercializada atualmente (*Glycine max* L), teve sua origem na Ásia, de onde se espalhou pelo mundo inteiro seja na sua forma nativa como variedades comerciais, ou como material genético para o desenvolvimento de novos cultivares (CAMACHO, 22).

Desde sua introdução na América como cultura econômica, em 1804, a soja tem sido considerada como um fator de progresso na indústria, ciência e tecnologia e tem constituído uma importante fonte de calorias e proteínas para a nutrição humana e animal. Atualmente o Continente Americano contribui com aproximadamente 80% da produção mundial desta oleaginosa. Ao mesmo tempo, a América Latina tem se colocado numa posição importante durante os últimos anos, encontrando-se representada pelo Brasil, Argentina, México e Paraguai, países que são responsáveis por quase 98% da soja colhida nesta região.

O QUADRO 2, mostra os principais países produtores de soja do mundo e da América Latina, sendo que o Brasil ocupa o segundo lugar depois dos Estados Unidos, com uma produção de 12,8 milhões de toneladas em 1982, enquanto que a Argentina ocupa o quar-

QUADRO 1. Produção mundial das principais oleaginosas (1.000t).

Produtos	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Soja	62.669	56.969	68.938	62.117	77.502	76.723	91.449	80.910	88.512	92.982
Algodão	25.058	26.303	22.948	23.620	26.688	24.765	26.786	29.096	27.766	25.566
Amendoim	17.085	17.378	19.598	18.495	17.459	18.660	18.648	17.710	18.709	18.699
Girassol	12.060	10.956	9.396	10.004	11.754	13.069	15.278	13.586	14.204	16.046
Colza	7.135	7.230	8.436	7.520	7.653	10.568	10.556	11.343	12.503	13.291
Gergelim	2.004	1.970	1.932	1.962	1.952	1.941	1.970	1.723	1.905	1.956
Copra	3.743	3.580	4.531	4.929	4.765	4.392	4.330	5.077	4.842	4.988
Total	129.754	124.386	135.779	128.647	147.773	150.118	169.027	159.445	168.441	173.528
Outros	3.825	4.154	4.413	3.619	6.492	4.506	4.984	6.711	4.370	11.572
Total mundial	133.579	128.540	140.192	132.266	154.265	154.624	174.011	166.156	172.811	185.100

FONTE: ANONIMO (2); ANONIMO (4); FAO (31).

QUADRO 2. Principais países produtores de soja do mundo e da América Latina (1.000 t)

País	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Estados Unidos	42.634	33.062	42.079	35.042	47.948	50.860	61.723	48.772	54.432	61.970
China	11.760	11.867	12.062	12.453	12.955	9.041	10.032	7.966	9.341	7.477
Canadá	397	280	367	250	527	516	672	713	607	857
Rússia	424	360	780	480	540	634	467	525	500	460
Brasil	5.035	7.876	9.892	11.227	12.513	9.541	10.235	15.156	14.978	12.810
Argentina	272	496	485	695	1.400	2.500	3.700	3.500	3.770	4.000
México	510	491	699	302	507	334	707	312	712	672
Paraguai	120	180	216	284	377	333	549	540	630	600
Colômbia	99	156	113	75	103	131	146	155	89	94
Bolívia	3	8	12	15	9	26	38	48	40	51

FONTE: ANONIMO (2); ANONIMO (4); FAO (31).

to lugar, depois da China, com uma produção de 4,0 milhões de toneladas nesse mesmo ano.

Numa análise sobre o crescimento da produção de soja no Brasil, SILVA (105) aponta dois fatos principais: a oportunidade conjuntural e o trabalho agrônomo. No primeiro caso o autor destaca o papel exercido pela crise mundial de proteínas de alto valor biológico, ocorrida em virtude da redução da pesca da anchoveta no Peru, fato este que possibilitou a ampliação do mercado já instalado.

Além disso para que fosse possível passar de um estágio de lavouras domésticas para as grandes plantações de hoje, foi preciso a existência de toda uma infraestrutura agrônoma de dados, informações e experiências, para compor uma sólida tecnologia passível de rápida mobilização.

Outros fatores que influenciaram o crescimento da produção de soja no Brasil foram os seguintes (KASTER e BONATO, 56):

- a) Condições favoráveis de mercado (principalmente externo);
- b) Facilidade de cultivo em sucessão com o trigo;
- c) Capitalização de empresas agrícolas com subsídios ao crédito e ao preço de compra;
- d) Possibilidade de mecanização de todas as operações de cultivo;
- e) Programas de crédito agrícola à produção e à comercialização;
- f) Apoio à pesquisa, à assistência técnica e extensão rural.

Por outro lado, o crescimento acelerado da industrialização da soja no Brasil se deu por uma política governamental de promover a exportação de derivados de soja, principalmente farelo e óleo, em lugar do grão. Para tanto, as exportações de grãos continuaram sendo taxadas pelo Imposto de Circulação de Mercadorias (ICM) em 13%, enquanto que a taxa para as exportações de farelo eram de 5%, e as de óleo, além de serem isentas deste imposto, recebiam um subsídio por cruzeiro exportado. Além disso, o setor industrial para se instalar recebeu subsídios na forma de taxas de juros subsidiadas pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) e isenções de impostos pelo Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI) (SAVASINI et.al., 102).

Hoje a soja é considerada um elemento chave para tentar atenuar os problemas nutricionais que alguns países apresentam, devido a seu elevado valor nutritivo em razão de seu teor proteico e sua composição aminoacídica, e também à sua elevada produção que, em termos de proteína, representa quase a metade da produção mundial de proteína animal (incluindo pescado) (LISCHENKO, 62).

Além do óleo e o farelo, os principais produtos elaborados com a soja são: farinha integral e desengordurada, concentrado e isolado protéicos, leite de soja, tofu, etc. Entre estes o leite destaca-se devido ao valor potencial que representa para as populações carentes, como um alimento alternativo de alto valor nutritivo.

O leite de soja, conhecido no oriente desde a antiguidade (2.800 a.C.), é alvo de grande atenção por parte de pesquisadores e industriais, não só pelo seu valor nutritivo mas também pelas atrativas possibilidades oriundas de seu baixo custo de produção (HINOJOSA, 46; MORETTI e HINOJOSA, 76; SMITH e CIRCLE, 110). Po

rêm, a utilização pelo homem dos produtos elaborados com soja, encontra sérias limitações devido, basicamente, ao gosto e adstringência característicos deles, e ao seu conteúdo de compostos oligossacarídeos responsáveis pela flatulência no organismo humano (FERBER e COOKE, 33; ZANGELMI et.al., 122). Assim, o interesse pela utilização de outras oleaginosas tem aumentado sensivelmente nos últimos anos sendo que o girassol e amendoim se apresentam como as principais alternativas (FERBER e COOKE, 33; MARTINEZ, 69; ROBERTSON e BURNS, 95; SMITH, 109; SOSULSKI, 115; ZANGELMI et.al., 122).

O girassol ocupa atualmente o quarto lugar na produção mundial de oleaginosas e o segundo lugar como fonte de óleo vegetal, depois da soja, e do ponto de vista alimentar sua proteína é nutricionalmente igual ou superior à maioria das proteínas vegetais. Por outro lado, o amendoim ocupa o terceiro lugar na produção mundial e, assim como o girassol, encontra-se livre de compostos tóxicos ou antinutricionais, mas sua utilização é limitada por apresentar problemas de micotoxinas (FERBER e COOKE, 33; ROBERTSON e BURNS, 95).

Acredita-se que o girassol (*Helianthus annuus* L.), encontrado na América pelos Espanhóis no século XVI, seja originário do Peru ou México, embora existam evidências arqueológicas do seu cultivo datadas do ano 3.000 a.C. no Arizona e Novo México (Estados Unidos). No mesmo século foi levado à Espanha para ser usado principalmente como planta ornamental, e se espalhou por toda a Europa até chegar à Rússia onde 100 anos depois começou a ser usada como cultura oleaginosa (BEARD, 12; BOURGES et.al., 17; PIERCE, 91; ROBERTSON e BURNS, 95).

Em efeito, a elevada produção mundial de girassol durante as últimas décadas deveu-se principalmente aos cientistas da

União Soviética que tem desenvolvido variedades com alto teor de óleo, alto rendimento por hectare e alta resistência a doenças, despertando assim o interesse pelo seu cultivo em outros países (ROBERTSON e BURNS, 95; SMITH, 109).

O QUADRO 3 mostra os principais países produtores de girassol. Nele observa-se que mais de 75% da produção mundial é realizada por apenas quatro países que são, em ordem de importância, União Soviética, Estados Unidos, Argentina e China. Este último país, destaca-se por apresentar o maior crescimento anual da produção, sendo de 45,83% no período de 1973 a 1982. Atualmente o continente Americano contribui com aproximadamente 20% da produção mundial desta oleaginosa, sendo que a América Latina fornece pouco mais da metade deste total, estando representada principalmente por Argentina, Uruguai, Brasil e México.

Os principais problemas no uso de vegetais como fonte de proteínas, são os compostos tóxicos e/ou antinutricionais que estes possuem naturalmente, e os efeitos que estes compostos podem causar quando usados em sistemas alimentícios. Os fatores antitripsina e hemaglutinina, encontrados na soja, tem sido bastante estudados e podem ser inativados pelo calor, portanto, sua utilização está limitada basicamente pelas suas características intrínsecas (sabor e flatulência). Por outro lado, a utilização do girassol está limitada pela alta concentração de ácido clorogênico (3,0-3,5% na farinha desengordurada) que proporciona uma certa coloração quando incorporado em alguns alimentos (FLEMING e SOSULSKI, 34; SOSULSKI e McCLEARY 112).

O principal critério para a formulação de alimentos destinados a aliviar os problemas nutricionais que apresentam os países

QUADRO 3. Principais países produtores de girassol do mundo e da América Latina (1.000 t).

País	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Russia	7.339	6.784	4.990	5.277	5.904	5.333	5.414	4.652	4.600	5.300
Estados Unidos	350	291	357	389	1.252	1.732	3.309	1.750	2.098	2.661
China	71	70	71	98	105	279	375	910	1.332	1.040
Africa do Sul	232	253	209	255	484	453	320	329	518	260
Canadá	41	8	30	24	81	120	218	166	165	94
Argentina	880	970	732	1.085	900	1.600	1.430	1.650	1.280	1.780
Brasil	0,11	0,13	-	-	-	3	6	35	40	50
Uruguai	71	48	51	77	34	72	51	48	41	46
México	-	4	5	2	3	7	31	6	9	9
Chile	13	10	18	27	15	30	33	38	7	5

FONTE: ANONIMO (2); ANONIMO (4); FAO (31).

ses em desenvolvimento, é que estes sejam de alto valor nutritivo e de baixo custo de produção. Neste sentido, a elaboração de extratos aquosos protéicos à base de proteínas de oleaginosas para ser usados como "substitutos lácteos", representa uma alternativa tecnológica viável, pela qualidade nutricional deste tipo de proteínas e a sua fácil disponibilidade. Tem-se observado, também, que a insuficiente produção de leite nestes países e o alto custo que este representa, tem aumentado o uso de substitutos lácteos, principalmente à base de soja (FERBER e COOKE, 33; MUSTAKAS, 80).

Além da soja, outras oleaginosas como algodão, amendoim e girassol, tem sido estudadas visando a produção de bebidas protéicas, e tem mostrado excelentes resultados e grandes possibilidades de uso como "substitutos lácteos" na alimentação humana ou animal. Países como Índia, Tailândia, Hong Kong e Malásia, tem adotado como prática comum o uso deste tipo de bebidas, e de forma experimental na região sudeste do Brasil (MUSTAKAS, 26; FERBER e COOKE, 33; FLEMING e SOSULSKI, 34; MORETTI, 75).

Por outro lado, tem-se demonstrado que o uso de misturas de sementes oleaginosas como matéria prima na produção deste tipo de bebidas, melhora o valor nutritivo do produto, devido ao balanceamento aminoacídico, e também fornecem novas características funcionais à bebida tais como estabilidade física e sabor agradável (FERBER e COOKE, 33).

Além disso, no que se refere ao processo de produção de bebidas protéicas, a utilização de soro de queijo como meio líquido de extração, em substituição à água, representa também uma alternativa na procura de novos alimentos de alto valor nutritivo.

Os resultados até agora conhecidos tem sido excelentes, já que tem se demonstrado que a composição iônica deste subproduto

aumenta a solubilidade das proteínas vegetais melhorando assim o seu rendimento de extração (FLEMING e SOSULSKI, 34; LOPEZ et.al., 67).

Por outro lado, a utilização do soro de queijo permite a incorporação de proteínas de elevado valor nutricional trazendo como consequência um aumento na qualidade protéica do extrato, devido não apenas à quantidade de proteína suplementada como também à incorporação de aminoácidos essenciais que, embora em pequenas quantidades, complementam a composição aminoacídica e o valor nutricional das proteínas vegetais (MORETTI, 73; RAMOS, 94).

O soro de queijo é o subproduto principal da indústria de laticínios, e tradicionalmente tem sido considerado um subproduto indesejável, devido ao alto custo que representa o seu manuseio e o seu baixo valor comercial "in natura". Ainda hoje, em diversos lugares do mundo incluindo o Brasil, grandes quantidades de soro são descartadas, trazendo como consequência diversos problemas de poluição ambiental.

Nos últimos anos, tanto as indústrias como os governos, tem realizado grandes esforços para diminuir os problemas de poluição ambiental e, ao mesmo tempo, aproveitar o valor nutricional que o soro de queijo representa. Neste sentido, tem sido desenvolvidas tecnologias que visam a obtenção de concentrados ou desidratados a partir do soro (MORETTI, 73).

Os processos tecnológicos mais utilizados e estudados para a desidratação do soro de queijo são a secagem por tambor e secagem por aspersão (CHRISTENSEN, 23), porém, as altas temperaturas utilizadas por estes processos, podem diminuir o valor nutricional e mudar algumas das propriedades funcionais como sabor, cor, solubilidade das proteínas, etc. (FOX, 35; PALUMBO, 86).

Atualmente se conhecem numerosos métodos para a concentração do soro ou para a separação de suas proteínas, dentre os quais encontram-se: ultra-filtração, osmose reversa, eletrodiálise, precipitação com fosfatos, etc. (CHRISTENSEN, 23; HORTON, 47; ROBINSON e TAMINE, 96).

Todos estes métodos apresentam desvantagens de grandes investimentos em equipamentos e altos custos de produção devido ao elevado consumo de combustíveis ou energia elétrica, e muitas vezes, para as pequenas indústrias, estes métodos não se justificam (CHRISTENSEN, 23).

O uso do soro de queijo no seu estado natural, ou submetido apenas a processamentos como clarificação, filtração, centrifugação ou pasteurização, para a produção de bebidas protéicas, representa uma alternativa simples e econômica para o seu aproveitamento (LÓPEZ et.al., 67; ROBINSON e TAMINE, 96).

Por outro lado, no que se refere aos processos de produção de extratos aquosos vegetais, o mais utilizado continua sendo o processo tradicional de "leite de soja", que consiste nas etapas básicas de limpeza do grão, maceração, moagem ou extração, separação dos sólidos insolúveis (filtração ou centrifugação) e pasteurização. As etapas mais importantes deste processamento e que exercem maior influência no produto final, são a maceração e moagem ou extração propriamente dita, as quais serão tratadas com maiores detalhes nesta revisão bibliográfica.

2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ASPECTOS NUTRICIONAIS DOS GRÃOS DE SOJA E GIRASSOL E DO SORO DE QUEIJO

2.1 Soja

Na atualidade a soja é reconhecida como um leguminosa de elevado valor nutricional, que pode servir como matéria prima ou como ingrediente para a formulação de diversos alimentos. O extrato aquoso derivado da soja, comumente conhecido como leite de soja, apresenta um modelo protéico muito próximo ao ideal proposto pela FAO (FAO/WHO-1973), sendo deficiente apenas em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina). No entanto, a proteína de soja apresenta um teor muito elevado de lisina, aminoácido que em outras oleaginosas e nos cereais é limitante.

Diferentes autores (CIRCLE e SMITH, 24; LIENER, 59,60; LÓPEZ, 68; SMITH e CIRCLE, 111; WOLF, 120) tem demonstrado que esta deficiência em aminoácidos sulfurados, apresentada pela soja, é responsável por seu baixo valor biológico. Entretanto, misturas de soja com outros produtos, tais como cereais ou mesmo outras oleaginosas, relativamente ricos nestes aminoácidos, desde que adicionados nas proporções adequadas, podem elevar o valor nutritivo da mistura.

A composição química das diferentes variedades de soja, apresenta grandes variações que são devidas, principalmente, a fatores genéticos e à influências das condições climáticas onde se desenvolvem.

Entre as diferentes culturas comercialmente importantes, a soja é a oleaginosa que possui maior teor de proteína, sendo de

40,0% aproximadamente. O teor de nitrogênio não proteico varia entre 2,9% e 7,8% do total de nitrogênio no grão. O nitrogênio não proteico é composto principalmente por pequenas quantidades de peptídeos e aminoácidos de dimensões moleculares variáveis. Estas pequenas moléculas, acredita-se que sejam resíduos de sínteses incompletas de proteínas, ou provavelmente, são o resultado de degradação de proteínas (SMITH e CIRCLE, 111).

Outros componentes do grão de soja podem ser observados no QUADRO 4.

Nos últimos anos, devido ao incremento da demanda de proteína, tem sido desenvolvidas novas variedades com alto teor proteico que variam de 40,0-50,0%, embora ainda com rendimentos comerciais relativos. O incremento no teor de proteína nessas novas variedades, geralmente é acompanhado por uma diminuição proporcional no conteúdo de óleo, que, segundo CIRCLE e SMITH (24), a cada 1,0% de proteína aumentada no grão, o teor de óleo diminui 0,5% aproximadamente.

O teor de casca no grão de soja pode variar com o tamanho deste, mas alcança valores próximos a 8,0% do seu peso seco. Os principais componentes da casca são materiais do tipo celulósico, que compreendem aproximadamente 49,3%. Outros compostos são pentosanas 22,6%, lignina 4,5%, cinza 5,7% e cerca de 1,0% de gordura (SMITH e CIRCLE, 111).

O conteúdo de nitrogênio da casca varia entre 1,5% a 2,0%, e sabe-se que o valor nutricional dela é baixo. Sabe-se também, que a maioria dos aminoácidos essenciais da casca encontram-se em concentração muito menor que no farelo desengordurado do grão (SMITH e CIRCLE, 111).

O conhecimento da composição química das proteínas é importante tanto do ponto de vista nutricional como funcional, já que seus aminoácidos dão uma idéia da qualidade de suas proteínas, e de como podem variar, nos produtos terminados, devido aos processamentos tecnológicos.

Para avaliar a qualidade das proteínas de soja, empregam-se diferentes métodos químicos, físicos e biológicos. No entanto, por não haver uma perfeita correlação entre os teores de aminoácidos e os valores nutricionais, os estudos bioquímico-nutricionais, inclusive do quociente de eficiência protéica (PER), assumem importância significativa (PORTELA, 93).

Os valores obtidos com estes métodos podem apresentar diferenças por causa da variedade, região onde se cultiva o grão e, principalmente, por causa das condições de processamento à que se submetem as proteínas.

Dados publicados por LIENER (60) revelam que a soja pode apresentar os seguintes valores: PER, 0,7-1,8; valor biológico, 58,0-69,0%, escore químico, 69,0%; digestibilidade, 82,0-92,0%. Por outro lado, ROBINSON et.al., citados por CIRCLE e SMITH (24), encontraram que a maioria das variedades de soja apresentam valores de PER de 2,1, e que a suplementação com metionina e um processamento térmico adequado elevam o PER a valores próximos ao da caseína (2,5).

Outros autores (HARKINS e SARETT, 43; LÓPEZ, 68; OLIVEIRA e SCATENA, 85; SHURPALEKAR e KORULA, 104), realizaram experiências adicionando metionina ao leite de soja em pó, e obtiveram valores de PER até 2,7.

O tratamento térmico adequado também aumenta o valor de PER no leite de soja, atingindo valores que vão de 0,30 no lei-

te cru, para 2,36 no leite tratado termicamente durante 60 minutos a 96°C, ou 2,16 para o leite tratado durante 15 minutos a 121°C (LÓPEZ, 68).

Em geral, o valor nutricional do grão depende em grande parte do tratamento térmico e mais especificamente da temperatura, tempo de aquecimento e condições de umidade (LIENER, 60).

Apesar da soja ser considerada como uma boa fonte de proteínas de boa qualidade, já que possui todos os aminoácidos essenciais, exceto os sulfurados (QUADRO 5), ela contém certos agentes antinutricionais que depreciam enormemente suas características biológicas, tornando-a tóxica, quando ministrada crua ou quando submetida a um processamento inadequado (ANTUNES e SGARBIERI, 5; LIENER, 60).

Existem quatro fatores antinutricionais que são mais conhecidos na soja, os quais foram recentemente revisados por ANTUNES e SGARBIERI (5). Estes fatores são; 1) Antitripsina, que funciona inibindo a enzima digestiva tripsina; 2) Hemaglutinina, que promove a aglutinação "in vitro" dos glóbulos vermelhos no sangue de várias espécies de animais, inclusive do homem; 3) Fator bocigênico, responsável pela formação do bôcio (papeira); e 4) Saponinas, responsáveis pela ruptura de eritrócitos "in vitro".

Os fatores mais conhecidos e estudados até hoje, são os fatores antitripsina e as hemaglutininas. Embora as propriedades físico-químicas e biológicas destes dois fatores sejam diferentes, com base em estudos de isolamento e purificação, essas substâncias mostram um efeito comum: diminuem o crescimento de animais jovens. Isso mostra que são capazes de influenciar a digestão e utilização metabólica dos nutrientes (ANTUNES e SGARBIERI, 5).

De maneira geral, todos esses agentes antinutricionais são termolábeis, sendo inativados mais rapidamente pelo calor úmido. Todavia, tanto os elementos prejudiciais como os nutrientes valiosos são destruídos pelo calor e, dessa maneira, mesmo o tratamento térmico ideal compromete o produto final (ANTUNES e SGARBIERI, 5).

Entre os fatores tóxicos da soja, o inibidor de tripsina é, talvez, o mais conhecido e mais exaustivamente estudado. Assim, diversos autores sugerem, que a determinação da atividade residual do inibidor da tripsina nos produtos de soja, seja utilizada como índice da eficiência do tratamento térmico. Além disso, esses autores sugerem, também, que o tratamento térmico não deve ser prolongado além do tempo mínimo necessário para a destruição do inibidor (ANTUNES e SGARBIERI, 5; CIRCLE e SMITH, 24).

Segundo CIRCLE e SMITH (24), o tratamento mais adequado para inativar o inibidor de tripsina é a aplicação de calor úmido durante 10-15 minutos a 100°C, tanto para o grão integral como para a farinha desengordurada. Estes autores acrescentam que, este tratamento diminui o sabor desagradável característico da soja.

Existem outros elementos antinutricionais na soja que são ainda menos conhecidos, mas não menos importantes, entre os quais estão os fatores de flatulência, característica esta que desencoraja um maior consumo dessa oleaginosa rica em proteínas de alto valor nutricional.

A flatulência é um fenômeno que resulta num acúmulo de gases no trato intestinal, sendo um inconveniente que acompanha a ingestão de soja, bem como de outras leguminosas, causando náuseas, diarréias e desconfortável sensação de estufamento e ruído intestinal (ANTUNES e SGARBIERI, 5).

As causas básicas da flatulência são atribuídas à dificuldade de hidrólise e absorção de alguns carboidratos contidos no grão, entre os quais rafinose e estaquiose (QUADRO 4). Estes compostos são hidrossolúveis e, quando não são removidos do grão, no caso dos extratos aquosos, passam para o produto final.

Uma das maneiras de diminuir o conteúdo desses compostos nos extratos aquosos, é removendo-os durante a etapa de maceração do grão, utilizando água corrente, como já foi explicado no item "efeito da maceração" desta revisão bibliográfica.

De qualquer maneira, a ocorrência de flatulência é uma característica individual, podendo não ocorrer para muitos indivíduos habituados ao consumo de soja e outras leguminosas (ANTUNES e SGARBIERI, 5).

A soja, além de contribuir como uma boa fonte de proteínas, tanto em quantidade como em qualidade, aporta outros elementos que podem representar, sob determinadas circunstâncias, certa significância nutricional. Estes elementos são os minerais e as vitaminas, que se encontram listados nos Quadros 5 e 6

O cálcio e o fósforo são os minerais de maior significância na soja.

O principal interesse nutricional do conteúdo de cálcio na soja relaciona-se com a comparação que se faz entre o leite de soja e o de vaca. O teor de cálcio nestes dois tipos de leite é semelhante; o leite de vaca contém 0,11% contra 0,08% do leite de soja, quando preparado, este último, da maneira tradicional.

A biodisponibilidade de cálcio no leite de soja (22,6%) é aproximadamente 90% da biodisponibilidade deste mineral no leite de vaca (29,1%). Em contraste com estes dados, LIENER (60) reportou

que do total de cálcio contido no grão de soja cozido (0,16-0,47%), apenas 10,0% é efetivamente utilizado pelo homem.

Em relação ao fósforo, os compostos que contribuem com este mineral na soja são: fósforo inorgânico, fitina, diferentes fosfolipídios e ácidos nucleicos. Contudo, a principal fonte na soja são as fitinas ou ácido fítico, que aporta de 50,0% a 70,0% do total de fósforo.

Os fosfolipídios, substâncias semelhantes às gorduras que possuem nitrogênio e fósforo na sua molécula, representam a segunda grande fonte de fósforo na soja, aportando aproximadamente 15,0% do total.

O teor de fósforo na soja, da mesma forma que outros compostos químicos, pode variar muito. SMITH e CIRCLE (111) reportaram valores entre 0,42% e 0,83% do peso seco do grão.

Por outro lado, COSTA et.al. (27) encontraram valores mais constantes ao analisar seis cultivares de soja brasileira, que oscilaram entre 0,84% e 1,07%. Estes autores observaram, também que o teor de fósforo no óleo de soja estava diretamente relacionado com o teor de lecitina.

Efetivamente, o óleo de soja contém de 1,6% a 3,0% de lecitina que, graças às suas excelentes propriedades físicas como agente estabilizante e emulsificante, é responsável, em grande parte, pela estabilidade física do leite de soja. A soja também pode aumentar a estabilidade física de outros extratos aquosos como o de girassol. De acordo com os dados obtidos por FERBER e COOKE (33), ao misturar 20,0% de grãos de soja com 80,0% de grãos de girassol, a estabilidade física do extrato obtido (83,0%) é semelhante a do extrato de soja puro (98,0%) e muito superior ao de extrato de girassol puro (7,9%).

QUADRO 4. Composição centesimal, em ácidos graxos e açúcares, dos grãos de soja com casca e girassol sem casca (cotilédono)(a).

	SOJA	GIRASSOL
Nitrogênio total (%)	6,65	3,60
Proteína bruta (%)	41,56	20,53
Gordura (%)	19,90	54,20
Cinzas (%)	4,95	2,40
Carboidratos (%)	33,59	16,80
Fibra bruta (%)	5,85	2,70
Açúcares totais (%)	9,55	6,14
Ácidos graxos (% do total):		
Palmitíco (16:0)	10,55	5,85
Esteárico (18:0)	5,55	5,30
Oléico (18:1)	26,33	17,55
Linoléico (18:2)	51,17	69,35
Linolênico (18:3)	5,80	0,15
Açúcares (% em 100g de material):		
Sacarose	4,50	1,05
Rafinose	1,10	1,47
Estaquiase	3,70	-
Arabinose	0,002	-
Glicose	0,005	0,27
Trealose	-	0,37
Maltose	-	0,41

FONTE: COSTA et.al. (27); DORREL (30); ROBERTSON e BURNS (95); SGARBIERI et. al. (103); SMITH e CIRCLE (111).

(a) Valores médios, em base seca, calculados a partir de dados publicados pelos diferentes autores.

QUADRO 5. Composição em aminoácidos essenciais e vitaminas, dos grãos de soja com casca e girassol sem casca (cotilédones)(a).

	SOJA	GIRASSOL
Aminoácidos Essenciais:		
(g/100g proteína)		
Isoleucina	5,78	4,21
Leucina	10,10	6,23
Lisina	7,46	3,60
Metionina + Cistina	2,91	3,70
Fenilalanina + Tirosina	10,01	7,22
Treonina	5,57	3,71
Triptofano	1,30	1,11
Valina	5,31	5,01
Vitaminas (em 100g de material):		
Vitamina A (U.I.)	12,22	415,00
Tiamina B ₁ (mg)	1,42	1,96
Riboflavina B ₂ (mg)	0,23	0,23
Piridoxina B ₆ (mg)	0,57	-
Vitamina B ₁₂ (mg)	0,00	0,00
Niacina (mg)	2,30	5,40
Ác. fólico (mg)	0,23	-
Ác. nicotínico (mg)	0,60	14,60
Ác. pantotênico (mg)	1,20	2,05

FONTE: BAU et.al. (11); COSTA et.al. (27); DORREL (30); GARIBAY (36); HANSEN et.al. (41); PAUL e SOUTHGATE (88); SMITH e CIRCLE (111).

(a) Valores médios, em base seca, calculados a partir de dados publicados pelos diferentes autores.

QUADRO 6. Composição em minerais dos grãos de soja com casca e de girassol sem casca (cotilédones), e dos leites de vaca integral e de soja, e do soro de queijo (a).

Elemento	Soja com casca	Girassol sem casca	Leite de vaca	Leite de soja	Soro de queijo
	(mg/100g)(b)			(mg/100mL)	
Fósforo	780,0	837,0	95,0	78,0	53,0
Cálcio	240,0	120,0	123,0	24,0	51,0
Potássio	1.830,0	920,0	141,0	183,0	-
Magnésio	310,0	-	12,0	0,28	-
Sódio	240,0	30,0	58,0	124,0	-
Zinco	1,8	-	0,39	0,18	-
Ferro	8,0	7,1	0,045	0,8	0,1
Iodo	-	-	0,0043	-	-

FONTE: DORREL (30); HANSEN et.al. (41); JOHNSON (50); LOFGREN (66); MORETTI et. al. (77); NUTTING, (84); SMITH e CIRCLE, (111).

(a) Valores médios calculados a partir de dados publicados pelos diferentes autores.

(b) Base seca

Os fosfolipídios presentes na soja (lecitina, cefalina e inositol-P) têm tendência a formar películas ou filmes em torno de partículas sólidas ou semi-sólidas. Assim, quando um sólido encontra-se em dispersão num líquido, a ação da lecitina previne a formação de aglomerados mantendo a dispersão muito estável (SANTOS e ZANETTI, 101).

Por outro lado, em relação ao conteúdo de vitaminas, quando a soja é consumida como parte de uma dieta mista, dificilmente pode ser considerada como uma importante fonte de vitaminas. No entanto, em experiências com ratos, quando a soja é consumida como dieta base, sabe-se que pode satisfazer as necessidades em vitaminas do complexo B. O leite de soja contém 80,0% das vitaminas do complexo B, quando comparado com as contidas no leite de vaca. No caso do homem, dependendo da quantidade de soja consumida, pode proporcionar de 30,0% a 50,0% de suas necessidades diárias em tiamina, riboflavina e ácido nicotínico (LIENER, 60).

Segundo dados publicados por LIENER (60), o beta-caroteno contido no leite de soja, é aproximadamente 50,0% de proporcionado pelo leite de vaca.

2.2 Girassol

O Girassol tem sido proposto por diversos autores como fonte de proteína para formulação de extratos aquosos, bem como de outros produtos alimentícios, graças às suas características intrínsecas, nutricionais e funcionais (BURNS et.al. 21; CLANDININ, 25; FERBER e COOKE, 33; FLEMING e SOSULSKI, 34; GARIBAY, 36).

A composição química dos grãos de girassol, da mesma maneira que os grãos de soja, pode variar muito, dependendo da variedade e da região onde se desenvolvem. Em geral existem dois tipos de variedades de girassol, a saber: as produtoras e as não produtoras de óleo.

As variedades produtoras de óleo, assunto principal desta revisão, podem apresentar um teor de casca entre 24,0% e 28,0% e de óleo entre 34,0% e 51,0%. As variedades classificadas como não produtoras de óleo contêm aproximadamente 44,0% de casca e 31,0% de óleo (BETSCHART et.al. 15; ROBERTSON e BURNS, 95).

A casca dos grãos de girassol contém de 0,4% a 1,7% de óleo e 1,7% a 4,5% de proteína bruta. O teor de fibra bruta na casca é aproximadamente 50,0% do peso seco. Outros compostos químicos encontrados na casca compreendem celulose 31,0%, lignina 27,0%, pentosanas 28,0% e substâncias minerais 3,0% (ROBERTSON e BURNS, 95).

A casca tem sido utilizada principalmente como matéria-prima para a obtenção de furfural, na Rússia, e como forragem para gado, nos Estados Unidos. No entanto, também pode ser utilizada como combustível em caldeiras, ração animal, produção de carbonato de potássio, pectinas, fabricação de madeira (aglomerados) e outros (DORREL, 30; GARIBAY, 36).

Os cotilédones ou amêndoas dos grãos de girassol são ricos em óleos e proteína e pobres em fibra crua (QUADRO 4). De acordo com dados publicados por ROBERTSON e BURNS (95), o teor de óleo pode variar entre 62,0% e 65,0% e o de proteína de 19,0% a 22,0% enquanto que, conforme BETSCHART et.al. (15) estes valores são de aproximadamente 50,0% de óleo e entre 26,0% e 33,0% de proteína. A discrepância entre os dados reportados por estes autores

deve-se, provavelmente, às variedades por eles utilizadas.

Também o teor de fibra crua pode variar muito. BETS-CHART et.al. (15) citam uma porcentagem de 9,0-12,0% enquanto outros autores (LANZANI et.al. 58; ROBERTSON e BURNS, 95; SOSULSKI, 115) reportaram valores entre 2,5% e 3,5%. A discrepância entre estes teores deve-se principalmente à maior ou menor eficiência do método empregado para decorticar o grão. Dependendo da quantidade de casca residual que permanece no cotilédone, o teor de fibra aumenta ou diminui.

O óleo é o componente de maior valor comercial no grão de girassol. Sua popularidade como óleo para cozinha e para saladas deve-se às suas características intrínsecas de cor clara e atrativa, sabor agradável e ao seu elevado ponto de fumaça (ROBERTSON e BURNS, 95).

Nutricionalmente, o óleo de girassol é importante, já que possui um elevado teor de ácido linoléico (67,0-71,0%), que é um ácido graxo insaturado, considerado como essencial na dieta humana.

Com respeito à sua proteína, o cotilédone de girassol apresenta um teor (26,0%) muito inferior ao da soja (41,0%). Não obstante, o farelo ou farinha desengordurada de girassol compara-se favoravelmente com a maioria das outras culturas produtoras de óleo (ROBERTSON e BURNS, 95).

Por outro lado, a qualidade da proteína de girassol é um fator muito vantajoso sobre outras oleaginosas. Segundo CLANDININ (25), a digestibilidade dessa proteína (90,0%) é superior à da maioria das proteínas vegetais e o seu valor biológico (60,0%) é similar. Em relação à composição em aminoácidos, é deficiente apenas em lisina e isoleucina, sendo rica em outros aminoácidos essenciais.

ciais, especialmente os sulfurados (QUADRO 5) (GARIBAY, 36; MARTINEZ, 69; SOSULSKI e FLEMING, 114; SOSULSKI, 115).

Segundo dados reportados por SOSULSKI (114), a proteína de girassol apresenta um escore químico de 44,1. Todavia, BAU et.al. (11), DORREL (30) e ROBERTSON e BURNS (95), reportaram valores de 63,6, 63,0 e 68,5, respectivamente. Todos estes escores químicos foram calculados em relação ao padrão proposto pela FAO-1973. A discrepância entre o valor reportado por SOSULSKI (115) e os outros autores, deve-se, provavelmente, ao tipo de tratamento a que a proteína é submetida.

De acordo com diversos autores (FERBER e COOKE, 33; MARTINEZ, 69; SOSULSKI e FLEMING, 113), um dos principais méritos da utilização do girassol como fonte de proteínas é a ausência de fatores tóxicos ou antinutricionais. No entanto, segundo DORREL (30) e RUTKOWSKI (99), a ausência destes fatores não é total, já que tem se observado a presença de inibidores de tripsina e arginase nos grãos. Estes fatores são termolábeis, facilmente inativáveis e, de acordo com ROY e BHAT (98), no caso do inibidor de tripsina, a atividade registrada é muito baixa.

Apesar dos grãos de girassol possuírem certas características nutricionais excelentes e serem considerados como uma boa fonte de proteína, eles encontram como principal barreira para sua utilização, na formulação de alimentos destinados ao consumo humano, o seu alto teor de casca e de compostos fenólicos, principalmente ácido clorogênico (ROBERTSON e BURNS, 95; SOSULSKI e FLEMING, 114).

Tanto a casca como o ácido clorogênico podem produzir algum grau de coloração indesejável no produto elaborado, sob certas condições de processamento. A presença de casca, além da coloração indesejável, proporciona produtos com alto teor de fibra crua, que pode comprometer o seu valor

alimentício para o homem e/ou animais monogástricos (CLANDININ, 25; ROBERTSON e BURNS, 95; SOSULSKI e FLEMING, 114).

Por outro lado, no caso dos extratos aquosos de girassol, os grãos podem ser utilizados com casca, desde que seja utilizado um método eficiente para separar o resíduo insolúvel e a fibra crua, sem comprometer o valor alimentício do extrato. Porém, o valor alimentício do resíduo seria questionável e, além disso, o extrato irá apresentar uma coloração indesejável a qual, de acordo com os resultados apresentados por FERBER e COOKE (33), pode ser ligeiramente mais escura que a do extrato de soja.

Maior problema, contudo, representa a presença de altas concentrações de compostos polifenólicos, que podem atingir de 3,0-3,5% na farinha desengordurada, ou aproximadamente 1,2% no coitelédone ou amendoa (MARTINEZ, 69; ROBERTSON e BURNS, 95).

O ácido clorogênico e os produtos de sua hidrólise (ácidos caféico e quínico) são os compostos fenólicos que se encontram, naturalmente, em maiores concentrações nos grãos (cerca de 70,0% do total detectados na farinha desengordurada). A concentração destes compostos varia dependendo da variedade, estado de maturação, tempo de estocagem e posição dos grãos nos capítulos das flores (DORREL, 30; POMENTA e BURNS, 92; SOSULSKI e FLEMING, 114).

Existem, além dos já mencionados, outros compostos fenólicos, em menores concentrações, que tem sido detectados com métodos cromatográficos. Entre estes encontram-se os ácidos p-cumárico, isoferúlico, sinápico, p-hidroxibenzóico, vanilínico e siríngico. Compostos como o ácido sinápico, que podem ter efeito adverso no sabor, apresentam até 15,0% do total dos compostos fenólicos encontrados na farinha desengordurada (SOSULSKI e FLEMING, 114).

O ácido clorogênico, assim como outros compostos fenólicos, é facilmente oxidado a quinona, tanto enzimaticamente pela polifenoloxidase, em pH neutro ou próximo à neutralidade, como não enzimaticamente pelo oxigênio em pH alcalino, promovendo assim o desenvolvimento de coloração que varia de verde a marrom (BAU et.al. 11; SOSULSKI, 115).

A formação de cor verde deve-se à interação que se produz entre as proteínas e os compostos formados pela oxidação do ácido clorogênico e/ou outros fenóis (BAU et.al. 11; BETSCHART et.al., 15; MARTINEZ, 69; SOSULSKI, 115).

Os fatores que mais contribuem na formação da cor são o pH, agentes oxidantes e condições de processamento. Todavia, o pH é o fator que mais afeta na cromogênese do ácido clorogênico do girassol (ROBERTSON e BURNS, 95).

Por outro lado, o ácido clorogênico ao se ligar às proteínas, além de produzir uma cor indesejável, pode também diminuir a digestibilidade destas, comprometendo o seu valor nutricional (BETSCHART et.al. 15).

DELIC et.al. (mencionados por DORREL, 30) encontraram que para ratos alimentados com uma dieta contendo 2,0% de ácido clorogênico, tanto o consumo de alimento como o peso ganho pelos ratos diminuíram 33,0% e 66,0%, respectivamente. E, segundo estes autores, este efeito produzido pelo ácido clorogênico era compensado, parcialmente, com a adição de metionina e cloreto de colina.

Por outro lado, de acordo com DORREL (30), quando ratos de três semanas de idade foram alimentados com uma dieta de caseína, contendo 1,0% de ácido clorogênico extraído de café verde, os valores de PER, valor biológico e digestibilidade não foram afetados significativamente.

Outro fator que pode causar escurecimento indesejado nos produtos suplementados com girassol, é a presença de altas concentrações de carboidratos de baixo peso molecular. No caso da farinha desengordurada, o teor de di- e oligossacarídeos é muito elevado, enquanto os monossacarídeos constituem de 0,6-1,0% do produto.

Segundo DORREL (30), a maioria dos carboidratos solúveis encontrados na farinha de girassol desengordurado (FGD) podem ser hidrolizados e digeridos facilmente no organismo. No entanto, SOSULSKI e FLEMING (114) detectaram, em FGD por métodos cromatográficos, a presença de dois açúcares desconhecidos com tempos de retenção semelhantes aos de trioses ou tetroses. Em alguns legumes estes açúcares são associados à flatulência, mas este problema, segundo os autores, não tem sido reportado em dietas contendo girassol.

Com respeito ao conteúdo de vitaminas e minerais, o girassol é uma excelente fonte de cálcio e fósforo, bem como das vitaminas do complexo B.

Dados publicados por ROBERTSON e BURNS (95), revelam que o farelo de girassol pode conter 0,46-0,57% de cálcio e 0,58 - 1,47 de fósforo. Por outro lado, DORREL (30), publicou valores de 0,26% de cálcio e 1,22% de fósforo, enquanto que HANSEN et.al. (41) e LOFGREN (66) publicaram valores sobre o teor destes dois elementos no cotilédone de 0,120% para o cálcio e 0,837% para o fósforo (QUADRO 6).

Grande parte do fósforo encontrado no cotilédone (0,837% do peso seco) encontra-se em forma de fosfolipídios que, por sua vez, representam aproximadamente 1,0% dos lipídios totais. Os principais compostos fosfolipídicos são fosfatidilcolina, fosfatidil-etanolamina, fosfatil-inositol e ácido fosfatídico, que constituem

60,0, 17,0, 20,0 e 3,0% do total, respectivamente (DORREL, 30).

O farelo de girassol é mais rico em vitaminas do complexo B do que o farelo de soja, os gérmenes de trigo e milho e outras oleaginosas (DORREL, 30; ROBERTSON e BURNS, 95).

O teor de carotenóides, segundo dados publicados por DORREL (30), atinge um valor de 0,11-0,16 mg/100g de cotilédones e estão representados por xantofilas e caroteno. No entanto, de acordo com os dados de ROBERTSON e BURNS (95), o teor de beta-caroteno varia entre 0,398 e 1,096 mg/100g de cotilédones.

Segundo BOGERT et.al. (citados por LOFGREN, 66), 454 g (uma libra) de cotilédones de girassol proporcionam na dieta diária de um homem adulto (22-35 anos), quantidades suficientes de todos os componentes alimentícios exceto energia, cálcio, vitamina A, riboflavina e os aminoácidos limitantes de sua proteína.

2.3 Soro de queijo

O soro de queijo tem sido proposto por diversos autores para ser utilizado na elaboração de bebidas protéicas, tais como: refrescos, refrigerantes, ou do tipo imitação de leite (ARNDT, 7; CHRISTENSEN, 23; GUY et.al., 39; KAPOOR e GUPTA, 54; HERNANDEZ et.al., 67; MORETTI, 73; ROBINSON e TAMINE, 96).

O soro é o líquido remanescente da remoção da caseína e gordura do leite no processo de fabricação de queijo, e sua composição aproximada consiste de 6,0-7,0% de sólidos, de 0,7-1,0% de proteína, 5,1% de lactose, 0,5% de cinza e 0,3% de gordura (QUADRO 7) (CHRISTENSEN, 23; HARGROVE e ALFORD, 42).

Segundo dados reportados por MARTINS et.al. (70), o soro de queijo da bacia de Campinas, pode consistir de 4,42-4,61% de lactose e de 0,69-0,71% de proteína.

As diferentes pesquisas realizadas sobre a utilização do soro de queijo visam, além de reduzir a poluição ambiental ocasionada por este subproduto, a sua incorporação na dieta humana para aproveitar as suas características nutricionais que, de acordo com diversos autores (MORETTI, 73; RAMOS, 94; ROBINSON e TAMINE, 96 as proteínas do soro de queijo situam-se entre as de mais alto valor nutricional encontradas na natureza.

O soro apresenta um aminograma bastante completo em todos os seus aminoácidos essenciais, exceto nos aminoácidos aromáticos (fenilalanina e tirosina) que são seus aminoácidos limitantes, atingindo apenas 3,80g/100g de proteína contra o valor recomendado pela FAO/WHO-1973 de 7,02g. (QUADRO 8). De acordo com os aminogramas apresentados por GORDON e KALAN (38) e WEISBERG e GOLDSMITH (117), o soro de queijo apresenta um escore químico de 62,3. quando comparado com o padrão proposto pela FAO/WHO em 1973.

Por outro lado, a deficiência em aminoácidos aromáticos apresentada pela proteína do soro, pode ser complementada ao se adicionar proteína de origem vegetal, como: soja e girassol, que possuem grandes quantidades destes aminoácidos.

Um dos grandes méritos das proteínas do soro é a sua capacidade para complementar e suplementar as proteínas de origem vegetal. De acordo com os dados publicados por CRAIG et.al. (29), quando o isolado protéico de soja é suplementado com proteína de soro de queijo nas proporções 1:9, 1:3 e 1:1 (p. soro: i.p. soja), o PER do isolado aumenta de 1,4 para 2,0, 2,7 e 2,9, respectivamente. Efeitos similares são apresentados em misturas com outras proteínas vegetais como milho, trigo, arroz, tomate e outras.

Segundo estes mesmos autores, os valores de PER apresentados pela proteína do soro, soro desidratado e caseína são 3,4, 2,7 e 2,5, respectivamente.

As grandes vantagens nutricionais obtidas ao se adicionar proteínas do soro às proteínas de origem vegetal, têm sido assinaladas por outros autores. MORETTI (73) mencionou que o PER dos produtos vegetais como pão, feijão, macarrão, farinha de milho, entre outros, que constituem a dieta básica do povo brasileiro da classe menos favorecidas, situa-se em torno de 1,0 a 1,5, e que, a adição de 10,0% de lactoalbumina a esses produtos aumentam-no de aproximadamente 30,0%.

LÓPEZ et.al. (67) encontraram que os valores de PER e Valor Biológico (V.B.) apresentados pelo extrato aquoso (leite) preparado com soja e soro de queijo (PER=2,31, V.B.=74,00%) eram maiores que os apresentados pelo leite de soja comum (PER=2,00, V.B. = 66,32%) e muito próximos aos apresentados pelo leite de vaca (PER = 2,46, V.B.=75,00%).

Por outro lado, LÓPEZ (68) encontrou valores de PER para o soro de queijo em pó, desmineralizado por troca iônica, que desencorajam a utilização deste sub-produto. Verificou que quando ratos foram alimentados com dito soro, contendo 13,0% de proteínas, 83,0% de carboidratos e 4,0% de gordura, obteve um PER negativo de -0,84, por causa de terem morrido quatro animais. Em outra experiência, este mesmo autor observou que quando ratos foram alimentados com uma dieta contendo 80,0% de proteína de leite de soja (PER=2,36) e 20,0% de proteína daquele soro de queijo, o PER encontrado foi de 1,06. Por causa dos baixos valores de PER obtidos, este pesquisador concluiu que o soro de queijo em pó, desmineralizado por troca iônica, bem como as misturas com ele preparadas, podem ser considerados de baixo valor nutricional.

A composição mais detalhada sobre os tipos de proteínas encontradas no soro de queijo, e as suas propriedades, foram bem revisados por diferentes autores (FARREL e THOMPSON, 32; GORDON e KALLAN, 38; NUTTING, 84; PALUMBO, 86; PARRY, 87).

As proteínas do soro, que constituem aproximadamente 20,0% do total encontrado no leite, são β -lactoglobulina, α -lactoalbumina, imunoglobulinas, soroalbuminas, enzimas, e algumas proteínas menores de função desconhecida.

As β -lactoglobulinas são as proteínas que se encontram em maior proporção no soro, constituindo aproximadamente 33,0% do total no soro e 10,0% da proteína total do leite (NUTTING, 84; PALUMBO, 86).

Esta classe de proteína contém a maior parte do aminoácido cistina existente no leite e, por conseguinte, uma grande proporção, dos grupos sulfidrilos livres (-SH). Esta característica faz desta proteína a principal responsável, no leite, pelo desenvolvimento de sabor cozido, aumento da estabilidade com o calor, aumento da resistência à coagulação por renina, e pelo volume do pão produzido com leite. Isto pode ser explicado pelo fato de que quando a proteína é suficientemente aquecida, ocorrem mudanças na sua estrutura de tal maneira que os grupos sulfidrilos ficam mais acessíveis e mais reativos (PALUMBO, 86).

As α -lactoalbuminas são as proteínas que se encontram em segundo lugar em abundância no soro, constituindo cerca de 25,0% do total de proteínas no soro e aproximadamente 4,0% das proteínas do leite. Elas possuem, também, uma grande quantidade de aminoácidos sulfurados, atingindo 7,35 g/100g de proteína contra um valor total de 6,6 g apresentado pelas β -lactoglobulinas (NUTTING, 84).

As imunoglobulinas e as soroalbuminas contribuem com cerca de 2,0% e 1,0% do total das proteínas do leite de vaca, respectivamente. Existem outras proteínas que são razoavelmente bem caracterizadas mas muito menos abundantes, que totalizam aproximadamente 2,0% do total encontrado no leite. Entre estas proteínas encontram-se as enzimas, lactoferrina, lactocolina, glicoproteína e a transferrina do sangue (FARREL e THOMPSON, 32; NUTTING, 84).

O leite de vaca e, portanto, o soro de queijo, é praticamente isento de compostos tóxicos naturais como os encontrados em oleaginosas, leguminosas e cereais, nos quais precisam ser eliminados por um processo adicional. Não obstante, a alimentação do gado leiteiro com rações contaminadas com fungos, pode levar à presença de micotoxinas no leite. Além disso, o *Staphylococcus aureus*, que é frequentemente a causa de mastite bovina, pode, sob certas circunstâncias, se desenvolver no leite, e assim produzir toxinas que são nocivas aos humanos (CRAIG et.al. 29).

Além da sua excelente composição em proteínas, o soro é composto por vitaminas, minerais, carboidratos e, embora em pequena quantidade, por gordura com excelente composição de ácidos graxos (QUADROS 6, 7 e 8).

A gordura do leite de vaca contém 36,0% dos seus ácidos graxos na forma insaturada e apenas 3,0-4,0% na forma poli-insaturada. É por isto que, nas dietas ricas em produtos lácteos, é recomendada a inclusão de óleos vegetais, que são ricos em ácidos graxos poli-insaturados, como óleo de soja (CRAIG et.al. 29).

Com respeito ao conteúdo em vitaminas, o soro de queijo se destaca pelo seu conteúdo em riboflavina. No soro líquido, esta vitamina compreende 0,14 mg/100g, enquanto que o leite fresco contém aproximadamente 0,17 mg/100g. O soro contém, além disso,

quase todas as vitaminas hidrossolúveis encontradas no leite (JOHNSON, 50; NUTTING, 84).

Quanto aos minerais, de acordo com NUTTING (84), a maioria dos sais minerais do leite de vaca encontram-se parcialmente em solução e parcialmente em suspensão coloidal, exceto os sais de potássio, sódio e os cloretos, que se encontram totalmente em solução. A porção que se encontra solúvel passa a formar parte do soro que, segundo dados reportados por este autor, contém 39,0% de cálcio encontrado no leite, 73,0% do magnésio, 38,0% do fosfato e 90,0% dos citratos.

Estes valores são muito próximos dos publicados por PALUMBO (86). Segundo este autor, o soro contém 31,0% do total do cálcio encontrado no leite, 65,0% do magnésio, 53,0% do fósforo inorgânico (não inclui o fósforo de fosfoproteínas e fosfolipídios), e 94,0% dos citratos.

No que se refere ao teor de carboidratos, o soro pode ser considerado como sendo uma solução de lactose a 5,0%, com pequenas quantidades de material nitrogenado, sais minerais, gordura e vitaminas (NUTTING, 84).

Efetivamente, o carboidrato característico do leite de vaca é a lactose e, durante a obtenção de queijo, este açúcar passa a ser o principal componente do soro. Todavia, além deste dissacárideo, o soro contém outros carboidratos em quantidades muito pequenas, consideradas como insignificantes, tais como glicose e galactose (JOHNSON, 50; PALUMBO, 86).

A lactose e a gordura são os elementos que mais contribuem para o valor energético do leite, e no caso do soro apenas a lactose contribui. Todavia, o principal obstáculo na utilização da lactose, ou dos produtos que a contêm, como o soro de queijo, é a

intolerância que certos grupos populacionais possuem, principalmente os negros, asiáticos, orientais e índios americanos.

No que diz respeito ao Brasil, de acordo com NÓBREGA (citado por SALOMON et.al., 1990), a frequência da intolerância à lactose atinge 30,0% das crianças de São Paulo.

Esta intolerância à lactose, atribuída a uma deficiência de lactase na mucosa intestinal, produz distúrbios gastrointestinais como câimbras, produção de gases ou diarreias, e pode interferir na utilização de outros nutrientes (CRAIG et.al., 1990; NICKERSON, 1983).

Alguns dos fatores que mais encorajam e desencorajam a utilização do soro de queijo, citados por CRAIG et.al. (1990), são os seguintes:

Fatores que encorajam:

- 1) Melhorar a qualidade do meio ambiente.
- 2) Reconhecimento do seu valor nutricional.
- 3) Disponibilidade dos processos de engenharia.
- 4) Aceitabilidade cada vez maior do soro como ingrediente alimentício.

Fatores que desencorajam:

- 1) Requerimento de grandes quantidades de energia, quando utilizado na forma desidratada.
- 2) Intolerância à lactose por alguns grupos humanos.
- 3) Regulamentações governamentais.

QUADRO 7. Composição centesimal, em ácidos graxos e açúcares dos leites de vaca integral e de soja, e do soro de queijo.

	Leite de vaca	Leite de soja	Soro de queijo
Nitrogênio total (%)	0,50	0,56	0,12
Proteína bruta (%)	3,22	3,50	0,70
Gordura (%)	3,45	2,80	0,30
Carboidratos (%)	4,90	3,10	
Cinza (%)	0,73	0,50	0,60
Sólidos (%)	12,28	6,50	6,90
Ácidos Graxos (% do total):			
Butírico (4:0)	2,79	-	(a)
Capróico (6:0)	2,34	-	
Cáprico (10:0)	3,04	-	
Láurico (12:0)	2,87	-	
Mirístico (14:0)	8,94	-	
Palmítico (16:0)	23,80	10,55	
Esteárico (18:0)	13,20	5,55	
Oléico (18:1)	29,60	26,33	
Linoléico (18:2)	2,11	51,17	
Linolênico (18:3)	0,50	5,80	
Açúcares (% em 100 mL de produto):			
Lactose	4,56	-	5,10
Sacarose	-	0,48	-
Frutose	-	0,23	-
Rafinose	-	0,07	-
Estaquiose	-	0,39	-

FONTE: HINOJOSA (46); JOHNSON (50); MARTINS et.al. (70); NUTTING (84); SALOMON et.al. (99); TEIXEIRA NETO et.al. (115).

(a) Mesma composição que o leite de vaca.

QUADRO 8. Composição em aminoácidos essenciais e vitaminas dos leites de vaca integral e de soja, e do soro de queijo.

	Leite de vaca	Leite de soja	Soro de queijo
Aminoácidos essenciais:			
(g/100g proteína)		(a)	
Isoleucina	4,70	4,99	5,66
Leucina	9,50	8,03	8,06
Lisina	7,80	5,96	5,97
Metionina+Cistina	3,30	2,15	3,88
Fenilalanina+Tirosina	10,20	8,78	3,80
Treonina	4,40	3,84	5,27
Triptofano	1,40	1,30	1,16
Valina	6,40	5,06	5,66
Vitaminas (em 100mL de produto):			
Vitamina A (U.I.)	159,00	40,00	10,0
Vitamina D (U.I.)	2,21	-	
Vitamina E (mg)	0,10	0,30	-
Vitamina K (µg)	7,00	-	
Vitamina C (mg)	2,09	-	1,3
Niacina (mg)	0,09	0,20	0,10
Tiamina B ₁ (mg)	0,04	0,08	0,04
Riboflavina B ₂ (mg)	0,17	0,03	0,14
Piridoxina B ₆ (mg)	0,06	0,02	0,042
Vitamina B ₁₂ (µg)	0,42	-	0,20
Ácido fólico (µg)	5,90	-	-
Ácido pantotênico (mg)	0,34	0,06	0,34
Colina (mg)	13,70	-	13,06

FONTE: FLEMING e SOSULSKI (34); HARTMAN e DRYDEN (44); JOHNSON (50); MORETTI e HINOJOSA (76); MORETTI *et.al.* (77); NUTTING (84).

(a) Aminograma realizado na FEAA-UNICAMP.

3. FATORES QUE AFETAM A EXTRAÇÃO AQUOSA DAS PROTEÍNAS VEGETAIS

Têm-se demonstrado que alguns dos fatores físicos e/ou químicos utilizados na elaboração dos extratos aquosos afetam diretamente o grau de extração das proteínas vegetais, e as características organolépticas e funcionais dos extratos produzidos.

Desde o início do século alguns pesquisadores vem demonstrando interesse e preocupação pelo estudo destes fatores utilizando diferentes tipos de matérias primas (NAGEL et.al., 81). Entre eles destacam-se JOHNS e JONES, que em 1916, utilizando farelo de amendoim, notaram pouca diferença nas quantidades de proteína extraída quando foram utilizadas soluções de cloreto de sódio (NaCl) às temperaturas ambiente e de 40°C e 50°C. BISHOP (1929), utilizando sementes de cevada, observou que o grau de moagem do material a ser extraído afetava consideravelmente o rendimento de extração da proteína. HOFMAN-BANG (1930) e STAKER e GORTNER (1931), constataram que além da importância do grau de moagem, a padronização do tamanho da partícula também era de suma importância para a obtenção de resultados uniformes. O'HARA e SAUNDERS (1937), mostraram que a variação da temperatura de extração afetava diretamente a quantidade de proteína extraída, quando era utilizado o farelo de sementes de laranja como matéria prima e uma solução 4N de cloreto de sódio.

Estudos mais recentes tem confirmado a influência que alguns fatores exercem sobre a extratibilidade das proteínas em meio aquoso, tanto na extração propriamente dita como no pré-processamento (maceração) da matéria prima. Entre estes fatores encontram-se o tamanho da partícula, relação sólido:líquido, temperatura, tempo, pH, força iônica e outros.

3.1. Efeito da maceração

O processo de maceração é considerado como um pré-tratamento que se aplica à matéria-prima (grãos inteiros ou partidos),

e vem sendo utilizado desde a antiguidade (2.800 a.C.) principalmente para facilitar a moagem do grão durante a produção de leite de soja (LO et.al., 64).

O efeito da maceração e temperatura de moagem sobre o rendimento de extração de sólidos totais na produção de leite de soja, foi observado por WILKENS et.al., 118), durante um estudo sobre a influência do processamento na formação de sabores desagradáveis do leite de soja. Trabalhando com grãos de soja descascados e macerados durante cinco horas, a diversas temperaturas entre 25°C e 100°C, estes autores produziram extratos aquosos a uma temperatura de moagem de 100°C. Os extratos assim produzidos apresentaram rendimentos de extração de sólidos decrescentes à medida que as temperaturas de maceração aumentaram. Por outro lado, foi também observado que estes valores foram sempre menores que os rendimentos de extração de sólidos dos grãos sem macerar e extraídos à mesma temperatura (100°C). Estes pesquisadores concluíram que utilizando grãos descascados, a maceração com pré-tratamento, não apresenta grandes vantagens nos rendimentos de extração de sólidos totais, nas condições por eles estudadas.

LO et.al., (64), observaram que durante o processo de maceração ocorriam importantes perdas de sólidos solúveis. Estes autores, utilizaram grãos de soja sem casca e detectaram grandes perdas de sólidos que variaram de 5% a 10% durante 24 a 72 horas de maceração a 1,0°C, respectivamente.

Eles consideraram que para minimizar as perdas de sólidos durante o processo de maceração, o grão deveria permanecer somente o tempo necessário para atingir o dobro do seu peso seco inicial. Isto facilitaria a moagem com ruptura da maioria das células, obtendo desta maneira um máximo de rendimento de extração de sólidos durante a produção do extrato aquoso.

Estes pesquisadores concluíram que períodos de maceração acima de 24 horas não proporcionam diferenças consideráveis na composição centesimal do extrato produzido. Porém, eles sugeriram que análises quantitativas mais detalhadas dos extratos aquosos, produzidos com diferentes tempos de maceração, poderiam mostrar diferenças na composição de nitrogênio protéico e não protéico, aminoácidos livres, aminoácidos totais, oligo e polissacarídeos.

LO et.al. (65), estudaram o efeito de vários pré-processamentos da soja em relação ao rendimento de extração de sólidos na produção de extratos aquosos, utilizando diferentes processos para sua obtenção. Estes pesquisadores constataram que ao produzirem o extrato com grãos macerados durante oito horas, tanto o rendimento de extração de sólidos como o volume de extrato produzido foram maiores, quando comparados com os rendimentos produzidos com grãos de soja descascados sem maceração ou com farinha desengordurada de soja, em qualquer temperatura de extração.

WILKENS e HACKLER (119), prepararam extratos aquosos de soja, utilizando soja inteira com casca e soja descascada, com maceração e sem maceração. No processo de maceração utilizaram diferentes tempos e temperaturas, e estudaram o seu efeito sobre a composição do extrato. Estes autores observaram uma diminuição no conteúdo de sólidos totais nos extratos produzidos com soja descascada, na medida em que se aumentava o tempo e/ou a temperatura de maceração. Constataram também que os sólidos contidos na água de maceração eram constituídos por 60% de carboidratos, aproximadamente 6% de gordura e 34% de proteína crua. Desta proteína, 50% do nitrogênio era não protéico. Eles recomendaram o uso de períodos de maceração menores que cinco horas para soja descascada. Além disso, estes pesquisadores observaram que com altas temperaturas

(acima de 70°C), o rendimento do extrato produzido diminuía drásticamente tanto com soja descascada como com soja inteira com casca, devido a problemas de filtração ocasionados durante o processo de separação do resíduo insolúvel. Estes problemas de filtração foram atribuídos a dois fatores principais a saber: às propriedades higroscópicas e de aumento de volume que a fração de carboidratos insolúveis apresenta; e a um fenômeno de geleificação das frações protéicas solúveis e insolúveis.

BADENHOP e HACKLER (10), estudaram o efeito da maceração da soja em soluções de diferentes concentrações de NaOH, na produção de extratos aquosos. Os dados por eles encontrados, em experimentos de maceração realizados durante duas horas a 50°C, indicaram que o hidróxido de sódio incrementava o índice de hidratação (ou absorção de água) do grão de soja de 1,15 em água destilada para 1,40, 1,59 e 1,61g de água/g de grão, quando foram utilizadas soluções de 0,048N, 0,076N e 0,097N de hidróxido de sódio (NaOH), respectivamente. Nestas condições de maceração, o conteúdo de sólidos totais dos extratos produzidos diminuiu de 6,46% em água destilada para 6,18%, 5,84% e 5,17%, respectivamente. Paralelamente, o pH desses extratos aumentou de 6,55 para 7,37, 8,04 e 9,18 nas condições de maceração já mencionadas. O conteúdo de proteínas dos extratos aquosos liofilizados, produzidos por estes autores, aumentou de 46,4% para 48,0% quando foi utilizada água destilada e uma solução 0,048N de NaOH, respectivamente. Porém, em concentrações maiores de hidróxido de sódio na água de maceração (0,076N e 0,097N) o conteúdo de proteínas nos extratos aquosos liofilizados diminuiu para 47,5% e 45,8%, respectivamente. Estes pesquisadores também observaram que o conteúdo de sólidos totais na água de maceração aumentava quando era utilizada maior concentração de NaOH na água de maceração, e concluíram que aproximadamente 75% destes sólidos eram constituídos de outras substâncias que não de proteína e gordura.

KHALEQUE et.al. (57), estudaram os efeitos das condições de pré-processamento da matéria prima sobre o sabor e composição do leite de soja. Estes autores utilizaram um processo de maceração de 24 horas em água e em uma solução 0,4M de carbonato de sódio (Na_2CO_3); e um processo de 12 horas em uma solução 0,2M de hidróxido de sódio (NaOH). Todas as experiências de maceração foram realizadas com grãos inteiros com casca e à temperatura ambiente (17-21°C). Os extratos aquosos preparados dos grãos macerados em água e na solução de carbonato de sódio, não apresentaram diferenças consideráveis na sua composição centesimal. Porém, o extrato preparado com os grãos de soja macerados na solução de hidróxido de sódio apresentou uma composição centesimal com valores menores que os extratos anteriores. O conteúdo de proteína crua destes extratos foi de 3,62%, 3,76% e 2,81%, quando foi utilizada água e soluções de Na_2CO_3 e NaOH como meios de maceração, respectivamente. O maior rendimento de extração de proteína no extrato aquoso foi obtido quando se utilizou a solução de Na_2CO_3 como meio de maceração, sendo este de 76,8%. Valores de 74,0% e 52,3% foram obtidos quando utilizadas água e solução de NaOH, respectivamente. Estes autores observaram, também, que as perdas de proteína bruta na solução de maceração de hidróxido de sódio foram de 7 a 8 vezes maiores que as perdas ocorridas na maceração com água, e 4 vezes maiores que as perdas na solução de carbonato de sódio. Estas perdas foram as seguintes: 0,43, 0,77 e 3,01g de proteína/100g de soja, para água, solução de carbonato de sódio e solução de hidróxido de sódio, respectivamente.

SOSULSKI e McCLEARY (112), estudaram o efeito da temperatura e do pH do meio de maceração sobre a extração do ácido clorogênico, nas sementes de girassol sem casca (cotilédones), utilizando um processo descontínuo tipo "batch" e diferentes solventes

aquosos e orgânicos. Neste estudo, os autores observaram a influência da variação da temperatura sobre a perda de sólidos totais e proteína bruta no meio de maceração, utilizando para isto água a pH de 3,3 e um tempo de uma hora. Os dados obtidos mostraram que a variação da temperatura de maceração de 20°C para 60°C provocou uma perda de sólidos totais na água de maceração que variou de 8,0% para 14,1%, e de proteína de 1,87% para 3,75%, respectivamente. Porém, quando testada a temperatura de 80°C, estas perdas foram de 12,8% de sólidos totais e 2,5% de proteína bruta. Estes pesquisadores observaram, também, que nas temperaturas superiores a 60°C, o efeito do calor sobre a desnaturação das proteínas era evidente. Nessas condições a solubilidade do nitrogênio (INS) a pH 10,0, da farinha produzida com as sementes maceradas, diminuiu de 73% a 60° para 41% a 80°C. Por outro lado, durante as experiências de maceração com diferentes soluções de ácido clorídrico, hidróxido de sódio e água, durante uma hora e 80°C, estes autores verificaram que as maiores perdas de sólidos totais ocorreram em pH ácidos, sendo da ordem de 14,0%, 12,5%, 11,0% e 11,5% para pH de 2,3, 3,3, 7,0 e 9,5, respectivamente. As perdas de proteína bruta no meio de maceração nestes respectivos pH foram de 8,12%, 1,87%, 4,37% e 3,12%. Estas porcentagens foram expressas de acordo com o peso seco dos cotilédones. Eles observaram, ainda, que a grande quantidade de proteína bruta perdida na solução de maceração a pH 2,3, foi devido a uma possível hidrólise ocorrida com as proteínas da semente de girassol. Por outro lado, a baixa quantidade de proteína perdida a pH 3,3, foi atribuída ao efeito tampão dos sólidos extraídos do grão, sobre o meio de maceração.

Estudos posteriores realizados por SOSULSKI et.al. (113) sobre a extração do ácido clorogênico de grãos de girassol sem casca (cotilédones), demonstraram que a utilização de um processo de

maceração contínuo, oferecia maiores vantagens que o processo descontínuo tipo "batch". Estes pesquisadores mediram as perdas de sólidos totais durante os processos de maceração, contínuo e descontínuo, nas temperaturas de 60°C e 80°C, utilizando cotilédones intactos e em pedaços. Também determinaram o grau de solubilidade das proteínas a pH 10,0 com a farinha desengordurada preparada com os cotilédones submetidos às diferentes condições de maceração já mencionadas. Durante as experiências de maceração descontínua, utilizando os cotilédones intactos e um tempo de seis horas, estes autores encontraram que as perdas de sólidos totais nas temperaturas de 60°C e 80°C, foram de 11,0% e 13,0%, e a solubilidade das proteínas na farinha variou de 61,0% para 38,0%, respectivamente. Quando utilizado o processo de maceração contínua com cotilédones em pedaços, nas temperaturas de 60°C e 80°C, durante duas e uma hora de maceração, respectivamente, a perda de sólidos totais foi de 14% em ambas temperaturas. Porém, a solubilidade das proteínas da farinha a 60 e 80°C variou de 86% para 48%, respectivamente. Estes pesquisadores concluíram que embora o processo de maceração descontínuo tivesse produzido menos perdas de sólidos totais, este processo também diminuía a solubilidade das proteínas, quando comparado com o processo de maceração contínua. Eles recomendaram neste estudo o uso da temperatura de 60°C e curtos períodos de maceração para evitar a desnaturação das proteínas.

LIN et.al. (61), estudaram algumas das propriedades funcionais da farinha desengordurada de girassol preparada a partir de sementes descascadas (cotilédones) e submetidas a diferentes condições de maceração. Estes pesquisadores utilizaram o método de maceração contínua proposto por SOSULSKI et.al. (113), macerando cotilédones em pedaços à temperatura de 60°C, 80°C e 90°C durante 4,0, 1,5 e 1,0 hora, respectivamente. Durante estas experiências,

eles mediram o índice de solubilidade das proteínas (IPS) da farinha desengordurada, no pH natural da dispersão em água destilada (6,2 a 6,6), e comprovaram que quanto maior a temperatura de maceração menor era o índice de solubilidade das proteínas. Os valores obtidos foram 3,3%, 3,1% e 2,1%, quando utilizadas as temperaturas de maceração de 60°C, 80°C e 90°C, respectivamente.

HINOJOSA (46), em ensaios sobre produção de leite de soja, estudou a velocidade de absorção de água durante seis horas no processo de maceração de grãos de soja, inteiros utilizando água potável (pH 7,4), e soluções de bicarbonato de sódio a 0,5% (pH 8,5) e de polifosfato de sódio a 0,5% (pH 8,4), em diferentes temperaturas (25°C e 60°C). Este pesquisador constatou que os sólidos totais e material nitrogenado perdidos durante a maceração nas diferentes soluções, foram de duas a quatro vezes maiores à temperatura de 60°C do que a 25°C. Desta maneira, quando utilizada água como meio de maceração, as perdas de sólidos totais foram de 1,02% e 4,26% às temperaturas de 25°C e 60°C, respectivamente. Quando utilizada a solução de bicarbonato de sódio, estas perdas, nas, mesmas temperaturas, foram de 1,43% e 4,23%. Já em maceração com polifosfato, as perdas de sólidos totais atingiram 1,86% e 4,95%, quando utilizadas temperaturas de 25°C e 60°C, respectivamente.

Com respeito à velocidade de absorção de água, HINOJOSA (46) observou que os grãos de soja macerados a 25°C atingiram o dobro do seu peso seco em 2:40h e 2:20h, quando utilizada água e solução de polifosfato, respectivamente. Por outro lado, quando utilizada a temperatura de maceração de 60°C, o dobro do peso seco dos grãos foi atingido em 50 min. e 40 min., respectivamente, para as mesmas soluções de maceração. Este autor concluiu que a permeabilidade (osmose) da semente de soja inteira aumentava

com o uso da solução de polifosfato e com o aumento da temperatura de maceração, nas condições estudadas. Porém, este aumento na permeabilidade trouxe como consequência maior perda de sólidos durante a maceração e menor rendimento de extração de sólidos durante a produção do extrato aquoso. Por esta razão o autor recomenda a utilização de períodos curtos de maceração.

LÓPEZ (68), em estudos realizados com grãos de soja inteiros, observou que o tempo e a temperatura do processo de maceração foram variáveis importantes, já que exerciam influências na velocidade de absorção de água, no odor, sabor e solubilidade das proteínas, durante o processo de produção de leite de soja. Este autor constatou que a velocidade de absorção de água aumentava com o acréscimo da temperatura de maceração. Assim, o tempo necessário para atingir o dobro do peso do grão seco, à temperatura de 25°C em água potável (pH 7,3), foi de oito horas, enquanto que à temperatura de 60°C o tempo necessário foi apenas de 50 a 60 minutos. O autor, porém, recomenda o uso de água potável à temperatura de 25°C por razões práticas e econômicas.

Em 1977, FLEMING e SOSULSKI (34) estudaram a utilização da proteína de girassol na formulação de bebidas que imitavam o leite. Estes pesquisadores utilizaram, também, o método de maceração contínua proposto por SOSULSKI et.al. (113) em 1973, macerando cotilédones em pedaços às temperaturas de 40°C, 60°C e 80°C, durante períodos de 8,0, 4,0 e 1,5 horas, respectivamente. Com os cotilédones assim tratados, prepararam farinhas desengorduradas que foram submetidas a diferentes testes. Os dados obtidos por estes autores demonstraram que a farinha desengordurada mais apropriada para a formulação de bebidas deste tipo foi aquela preparada com os cotilédones macerados a 60°C. Eles constataram ainda, que o índice de solubilidade de nitrogênio nas farinhas era

de 14,0%, 10,0% e 5,0% quando utilizadas as temperaturas de maceração de 40°C, 60°C e 80°C, respectivamente. Por outro lado, quando estas farinhas foram dispersas em água a pH 7,0, a cor apresentada pelos extratos aquosos filtrados variava entre bege e branco; quando utilizadas respectivas temperaturas de maceração já mencionadas. Eles concluíram que apesar do maior índice de solubilidade de nitrogênio apresentado pela farinha preparada por maceração a 40°C, a cor do extrato preparado a pH 7,0 indicou um elevado teor de ácido clorogênico, fato que, segundo estes autores, limita seu uso em bebidas que visam imitar o leite.

ASHRAF e SNYDER (8), estudaram a influência da maceração dos grãos de soja sobre a inativação da enzima lipoxigenase, composição e sabor do leite de soja. Estes pesquisadores utilizaram como meio líquido de maceração soluções compostas de 15% de etanol contendo 0,1M Na_2CO_3 , 0,1M NaHCO_3 ou 0,1M NaOH . As experiências foram realizadas a uma temperatura de 60°C e períodos de maceração de uma, três e cinco horas para cada solução. Os dados obtidos por estes autores revelaram que o processo de maceração nas diferentes soluções e condições já mencionadas, não exerceu uma influência significativa sobre o conteúdo de sólidos totais, proteína e gordura dos diferentes extratos produzidos. Porém, os valores de pH destes mesmos extratos, variaram tanto com o meio como com o tempo de maceração. Quando foi utilizada solução de Na_2CO_3 como meio de maceração durante uma, três e cinco horas, os valores de pH dos extratos produzidos foram de 7,9, 9,0 e 9,3, respectivamente. Quando utilizada solução de NaHCO_3 como meio de maceração, durante os mesmos períodos de tempo, os valores de pH dos extratos foram de 7,0, 7,5 e 7,6, respectivamente. Estes pesquisadores concluíram que o incremento do pH destes extratos em relação ao tempo de maceração, foi devido à retenção destes sais no interior dos grãos, apesar de terem sido remacerados em água potável a 4°C durante 18 horas. Por ou-

tro lado, valores de pH de 8,0, 7,9 e 6,9, foram apresentados pelos extratos quando foi utilizada solução de NaOH como meio de maceração, nesses mesmos períodos de tempo. A este respeito, eles concluíram que o NaOH foi facilmente removido durante a remaceração dos grãos, produzindo assim extratos mais neutros.

Apesar da importância que se tem dado ao processo de maceração de grãos e à sua influência sobre o produto final produzido, pouca informação existe sobre os efeitos das variáveis deste pré-processamento sobre o fenômeno de hidratação ou absorção de água pelo grão.

Vários autores tem destacado que a hidratação do grão é um dos fatores mais importantes na elaboração de produtos (alimentos e bebidas) de boa qualidade.

Estudos recentes realizados por HSU et.al. (48), sobre alguns fatores que afetam a absorção de água durante a maceração de grãos de soja, mostraram a importância deste pré-processamento. Estes pesquisadores encontraram que a taxa de absorção da água aumentava diretamente com o incremento da temperatura, porém, com o uso de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) em concentrações superiores a 0,5% este efeito era menos pronunciado. Ao mesmo tempo, o tamanho, densidade e conteúdo de proteínas do grão tiveram influência desprezível na taxa de absorção. Com respeito à dureza do grão, eles concluíram que a quanto maior dureza tanto menor era a taxa de absorção de água.

BAU et.al., (11), em estudos de maceração de cotilédones de girassol, encontraram que uma solução 0,2% de ácido cítrico a 100°C durante 20min., produzia maior extração de minerais do que uma solução 0,2% de bisulfito de sódio, nas mesmas condições de maceração. Segundo estes autores, a diminuição do conteúdo de mine

rais pode ser benéfica, visto que eles podem acelerar a oxidação dos compostos fenólicos e produzir produtos com certa coloração. Em contrapartida, estes pesquisadores concluíram que, a utilização de altas temperaturas durante a maceração dos grãos, diminui drasticamente a solubilidade das proteínas, limitando sua aplicação na produção de bebidas protéicas.

3.2 Efeito da extração

A extração das proteínas vegetais em meio líquido pode ser realizada por dispersão e/ou por moagem do material nesse meio, e pode ser afetada por diferentes fatores tais como temperatura, pH, força iônica e outros.

Estes fatores têm sido bastante estudados por vários autores utilizando diferentes matérias primas, numa tentativa de incorporar novas fontes protéicas em sistemas alimentícios tradicionais e/ou não tradicionais, tais como bebidas protéicas, misturas em produtos de origem animal ou vegetal e outros, com as finalidades principais de diminuir custos, proporcionar novas características funcionais ou melhorar o nível nutricional do produto.

Um dos primeiros trabalhos, reportado em 1938, sobre os fatores físicos que afetam a dispersibilidade das proteínas em água, foi realizada por NAGEL et.al. (81). Estes autores utilizaram farinha desengordurada de soja e encontraram que o tamanho de partícula do material era um dos fatores, por eles estudados, que mais influenciava a extratibilidade das proteínas. No entanto, segundo estes pesquisadores, a relação sólido:líquido, a temperatura e o tempo de extração, tiveram pouca influência sobre o grau de extração das proteínas.

BECKEL et.al. (13) estudaram o efeito da temperatura sobre o rendimento de extração de proteínas, utilizando grãos de soja, e verificaram que o maior rendimento era obtido a uma temperatura de 70°C e para uma relação sólido:líquido de extração de 1:10.

Em 1948, SMITH e JOHNSEN (107), estudaram a extratibilidade das proteínas de girassol em função do pH, utilizando farinha desengordurada. Estes pesquisadores encontraram que o rendimento mínimo de extração das proteínas (20%) encontrava-se na faixa de pH entre 4,0 e 7,0, porém em valores de pH acima de 7,0 o aumento no rendimento de extração era diretamente proporcional ao aumento do pH. Por outro lado, os extratos obtidos com valores de pH acima de 7,0, apresentaram uma coloração verde escuro devido, segundo estes autores, à presença de ácido clorogênico.

Posteriormente, TAN, mencionado por HINOJOSA (46), estudando alguns dos fatores envolvidos na tecnologia de produção de leite de soja, demonstrou que a variação da temperatura de extração na faixa de 20°C a 50°C não afetava o rendimento de extração de sólidos solúveis. No entanto, este rendimento era grandemente influenciado pela relação sólido:líquido utilizada durante a moagem do material. Os dados obtidos por este pesquisador, revelaram que à medida que a relação sólido:líquido variava de 1:19 para 1:4, o rendimento de extração de sólidos diminuía de 57% para 46% respectivamente.

WILKENS et.al. (118), estudaram o efeito da temperatura de moagem sobre o rendimento de extração de sólidos e sobre o sabor desagradável, durante o processo de produção de leite de soja, utilizando grãos com casca e grãos sem casca, sem a etapa de maceração. Eles observaram que o máximo rendimento de extração de

sólidos era obtido à temperatura de 60°C, acima da qual este rendimento caía de 68% a 60°C para 62% a 100°C. Todavia, os extratos produzidos às temperaturas entre 80°C e 100°C apresentaram maior aceitação quanto ao sabor, que aqueles produzidos a temperaturas menores.

Posteriormente, LO et.al. (65), utilizando grãos de soja sem casca, macerados, estudaram o efeito da temperatura de extração sobre o rendimento da extração de sólidos durante a produção de leite de soja. Estes autores demonstraram que os maiores rendimentos foram obtidos às temperaturas entre 45°C e 80°C, sendo de aproximadamente 56%. Quando utilizadas temperaturas superiores a 80°C, eles observaram um decréscimo gradativo no rendimento de extração de sólidos e no volume do extrato produzido.

Segundo estes autores, o decréscimo no volume dos extratos produzidos com altas temperaturas de extração, era causado por dificuldades durante a filtração da solução na etapa de separação dos sólidos insolúveis. Concluíram também que tais dificuldades eram devidas à formação de uma camada de gel de proteína depositada sobre o filtro. Por outro lado, os autores observaram também que, à medida que era aumentada a temperatura de extração de 30°C para 95°C ocorria um aumento gradativo no pH dos extratos de 6,5 para 6,75, respectivamente. Esta elevação no pH dos extratos pode ter sido ocasionada por mudanças na composição química das proteínas extraídas às diferentes temperaturas, segundo os autores, já que diferentes frações de proteína podem ter diferentes constantes de dissociação, devido a seus centros de carga, e podem apresentar diferentes valores de pH.

WILKENS e HACKLER (119), estudaram o efeito das condições de processamento sobre a composição do leite de soja, utili-

zando grãos de soja sem casca e sem macerar. Os efeitos mais significativos encontrados, quando utilizadas diferentes temperaturas de extração, foram um decréscimo no teor de carboidratos e um incremento no teor de lipídios, ao ser aumentada a temperatura. O maior rendimento de extração de sólidos foi obtido na faixa de temperatura entre 50°C e 70°C acima da qual o rendimento diminuía. Porém, foi encontrado, também, que temperaturas superiores a 80°C evitavam o sabor desagradável característico do extrato aquoso de soja.

Estes pesquisadores, da mesma maneira que LO et.al. (65) também encontraram problemas durante a filtração, na etapa de separação dos sólidos insolúveis, ao utilizarem temperaturas de extração superiores a 70°C, provocando uma diminuição no rendimento de extração de sólidos. Estes problemas de filtração foram atribuídos à fração de carboidratos insolúveis, que possuem propriedades higroscópicas e aumentam de volume.

GHEYASUODIN et.al. (37), estudaram o efeito de diferentes variáveis sobre a extratibilidade das proteínas de girassol, utilizando farinha desengordurada, e encontraram que a variação da relação sólido:líquido de 1:10 para 1:25, bem como a variação do tempo de extração de 15 minutos para 90 minutos, não exerciam efeito considerável sobre o rendimento de extração de proteínas nas condições utilizadas por eles. Em relação à temperatura de extração, estes pesquisadores demonstraram que o rendimento de extração de proteína permaneceu praticamente constante na faixa de temperatura de 26°C a 60°C, sendo a temperatura ótima de 45°C. Estes autores também estudaram o efeito da concentração de diferentes sais minerais sobre a extratibilidade das proteínas e encontraram que as concentrações ótimas de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂) eram de 1,0M e 0,75M, respectivamente, com rendimentos máximos de

extração (pH 7,0) de 79,0% e 83,0%, respectivamente.

A influência que exercem o pH e diferentes concentrações de diferentes sais minerais sobre a extratibilidade das proteínas vegetais, também foi estudada por MATTIL (71). Trabalhando com farinha desengordurada de girassol, este pesquisador reportou que o rendimento de extração de proteína a pH 5,0 era de 20,0%, 54,0% e 75,0% quando utilizada água destilada, soluções 1,0M NaCl e 0,5M CaCl_2 como meio líquido de extração, respectivamente. Porém, quando utilizado pH 7,0 os respectivos rendimentos de extração foram de 23,0%, 78,0% e 81,0%. Por outro lado, ao aumentar a concentração da solução de Na_2SO_3 de 0,125M para 1,0M quando utilizada no meio líquido de extração, este autor observou uma diminuição no rendimento de extração de proteína de 71,0% para 29,0%, respectivamente.

FLEMING e SOSULSKI (34), estudaram a utilização de proteínas de girassol na elaboração de bebidas tipo imitação de leite, e encontraram que os principais fatores que afetavam a solubilidade das proteínas, nas condições estudadas por eles eram o pH, a força iônica e a fonte protéica (farinha desengordurada ou concentrado protéico). Os dados reportados neste trabalho demonstram que a solubilidade das proteínas de farinha desengordurada de girassol foi maior que as do concentrado protéico, quando estes materiais foram submetidos às mesmas condições de pH e força iônica (CaCl_2). O tamanho das partículas, segundo estes pesquisadores, não foi um fator relevante na solubilidade das proteínas do concentrado protéico, mantendo-se praticamente constante na faixa de 65 a 325 "mesh". Por outro lado, outros fatores como tipo e tempo de agitação, uso de emulsificantes e variação de temperatura, durante a etapa de extração, aumentaram consideravelmente a solubilidade destas proteínas, segundo demonstraram estes autores.

Posteriormente, FERBER e COOKE (33) estudaram alguns fatores envolvidos na preparação de extratos aquosos de girassol, utilizando grãos com casca e sem casca. Segundo estes pesquisadores, o tempo de moagem, na faixa de dois a seis minutos, não afetava os rendimentos de extração de proteína e gordura. No entanto, estes rendimentos eram altamente dependentes do sistema ou tipo de equipamento utilizado durante a moagem do material. Por outro lado, a presença de casca no grão não afetava a extração destes componentes, na fase líquida, mas incorporava um certo grau de coloração ao extrato produzido. Estes autores comprovaram, também, que a estabilidade do extrato aquoso de girassol podia ser aumentada com a adição, durante a etapa de moagem, de 20,0% ou mais de soja em grão, atingindo uma estabilidade similar à apresentada pelo extrato aquoso de soja puro.

4. MÉTODOS DE OBTENÇÃO DOS EXTRATOS AQUOSOS VEGETAIS

Atualmente é conhecido um grande número de métodos de obtenção de extratos aquosos, sendo que a maioria utiliza como matéria prima a soja (ARDNT, 7; ASHRAF e SNYDER, 8; BADENHOP e WILKENS, 9; BOURNE et.al., 19; FERBER e COOKE, 33; FLEMING e SOSULSKI, 34; GUY et.al., 39; HAND et.al., 40; HINOJOSA, 46; KAPOOR e GUPTA, 54; LÓPEZ et.al., 67; MORETTI et.al., 74; MUSTAKAS et.al., 79; MUSTAKAS, 80; NELSON et.al., 82; TEIXEIRA NETO et.al., 116). Estes processos dão origem a um extrato diluído, com cerca de 6,0-8,0% de sólidos, que pode ser consumido diretamente (natural) ou após a adição de saborizantes e aromatizantes artificiais, vitaminas e sais minerais.

A maioria dos métodos empregados para a obtenção desse tipo de bebidas, tanto na escala experimental como na de produção semi- ou industrial, utilizam o processo tradicional oriental com pequenas modificações. Algumas das variantes incluídas referem-se às condições de maceração (tempo, temperatura, pH e força iônica do meio, grão com casca ou descascado) e da moagem (equipamento utilizado, tempo, temperatura, entre outros).

Alguns métodos introduzem modificações mais sofisticadas no processamento, tais como eliminação da etapa de maceração, utilizando como matérias primas farinhas desengorduradas, isolados e concentrados protéicos, ou material extrudado.

De uma maneira geral, os principais métodos existentes podem ser mencionados como segue:

a) Processo Oriental

Este processo é o mais antigo de todos os conhecidos. Consiste, basicamente, em uma etapa de maceração da soja inteira,

com casca, durante toda uma noite, com água corrente à temperatura ambiente. Posteriormente, os grãos hidratados são submetidos a um processo de moagem úmida em duas etapas, também à temperatura ambiente, utilizando moinhos de discos ranhurados. A relação sólido: líquido usada durante esta etapa é de 8 a 10 partes de água por ca da parte de soja seca.

Após a moagem da soja, toda a massa é submetida a um tratamento térmico a 115°C durante 15 minutos, para inativar as enzimas e os fatores antinutricionais. Em seguida, a massa é centri fugada para separar os sólidos insolúveis, utilizando uma centrifuga descontínua de cesto. O leite assim obtido, é engarrafado e es terilizado em autoclave.

Os rendimentos de extração de sólidos e de proteínas obtidos com este método, são de aproximadamente 65,0% e 70,0%, res pectivamente (LO et.al., 64; MORETTI e HINOJOSA, 76).

b) Processo Direto (sem maceração e trituração)

Este processo foi reportado por HAND et.al. (40) e con siste na produção de leite de soja diretamente do grão sem incluir as etapas de maceração e trituração ou moagem úmida.

O grão inteiro é submetido a um tratamento para des prender a casca e posteriormente a um tratamento térmico, com va por direto, a 100°C durante 45 minutos, para inativar o fator anti tripsina, utilizando uma autoclave. Em seguida, o grão é seco e a casca é retirada utilizando um separador por gravidade.

Os cotilédones assim obtidos são finamente moídos e transformados em pó, o qual é diluído em água quente (60°) para formar uma solução com 16,0% de sólidos. Esta solução é posterior mente homogeneizada e, se desejado, desidratada com um secador por aspersão.

Os rendimentos de extração de sólidos e nitrogênio são de 90,0% e 96,0% respectivamente, sendo que as perdas, segundo os autores, se deve principalmente à remoção da casca.

c) Processo a Seco por Extrusão

Este método utiliza como equipamento principal um extrusor, que permite inativar os fatores antinutricionais e enzimas a alta temperatura e alta pressão em curto tempo, conservando, desta maneira, um bom grau de solubilidade das proteínas.

Com este procedimento, que utiliza soja integral como matéria prima, os grãos de soja laminados, e condicionados na umidade apropriada, são alimentados no extrusor, sob condições controladas, obtendo-se no final um produto cozido, expandido e seco. Este material, após resfriamento, é finamente moído num moinho de pinos do tipo "Alpine", que permite uma moagem muito fina do material com elevado teor de gordura, sem produzir aumento de temperatura.

O material assim obtido pode ser diluído em água para formar o leite de soja. Desta maneira, este método permite alto rendimento de extração de sólidos de soja na forma de leite, pois elimina a etapa de maceração e, portanto, a perda de sólidos na mesma (MORETTI e HINOJOSA, 76; MUSTAKAS et.al., 78; MUSTAKAS et.al., 79).

d) Processo Contínuo

Este processo é similar ao processo oriental, porém utiliza recursos mecânicos que aumentam a capacidade de produção e a qualidade do produto final.

O método foi claramente explicado por MORETTI e HINOJOSA (76) e consiste basicamente nas seguintes etapas de processamen

to: os grãos inteiros são macerados numa solução salina (bicarbonato de sódio a 0,5%), à temperatura de 60°C, durante três horas, utilizando uma relação sólido:líquido de 1:4. Os grãos macerados são, posteriormente, triturados num moinho de facas fixas do tipo "Rietz", usando água à temperatura de ebulição. Esta moagem a quente (95-97°C) facilita a inativação de enzimas, aumenta o rendimento de extração de proteínas e produz um leite de melhor sabor.

Após a moagem a quente, toda a massa é aquecida durante dois minutos, à temperatura de 90°C, utilizando um trocador de calor de tubo cilíndrico. Posteriormente, a massa é centrifugada, para separação dos sólidos insolúveis, utilizando uma centrífuga horizontal tipo "Decanter". Esta operação ocorre de forma contínua. O leite assim obtido, é filtrado através de uma malha de 200 "mesh", concentrado num evaporador de placas até 9,0-10,0% de sólidos, esfriado e estocado a 4°C.

O leite concentrado e esfriado, passa à etapa de formulação, onde são adicionados xarope de sacarose, estabilizante, saborizante, vitaminas e corantes, obtendo-se um produto final com 3,0% de proteína e 1,8% de gordura. Este produto é posteriormente engarrafado e esterilizado em autoclaves de vapor a 121°C, durante 20 minutos.

e) Processo Illinois

Este método, elaborado por NELSON et.al. (82), foi alvo de consideráveis atenções pois vislumbra a recuperação de 99,0% das proteínas e 90,0% dos sólidos totais contidos no grão de soja, durante a elaboração do leite, assim como a utilização do grão integral com casca.

As etapas deste processamento consistem em maceração do grão inteiro durante uma noite numa solução a 0,5% de bicarbonato

to de sódio (NaHCO_3), utilizando uma relação grãos-solução de 1:3. Os grãos, depois deste tempo, são drenados e submetidos a um processo de branqueamento, utilizando novamente uma solução fresca de NaHCO_3 , durante 30 minutos. Posteriormente, os grãos são drenados, lavados com água potável e moídos num moinho de martelos, em duas etapas, com suficiente água para formar uma massa com 12,0% de sólidos. A primeira etapa da moagem é realizada utilizando uma peneira com orifícios de 0,25 polegadas e a segunda, com uma peneira com orifícios de 0,028 polegadas. A massa obtida é aquecida a 93°C e homogeneizada em dois estágios. O primeiro é realizado com uma pressão de 3.500 psig., e o segundo com 500 psig.

O produto obtido é diluído com água para ajustar o teor de proteínas ao nível desejado, posteriormente neutralizado para pH 6,8-7,2, formulado com açúcar, sal e saborizante artificial. Depois, é novamente aquecido a 82°C , homogeneizado como mencionado anteriormente, engarrafado, resfriado e armazenado à temperatura de 2°C .

Vale a pena, ainda, mencionar dois métodos de obtenção de extratos aquosos de girassol, pesquisados no fim da década dos anos 70, que visam, principalmente, a utilização de outras matérias primas, além da soja.

O primeiro método, pesquisado por FLEMING e SOSULSKI (34) consiste na elaboração de um extrato protéico aquoso utilizando como matéria prima concentrado protéico de girassol.

O método consiste das seguintes etapas: homogeneização do concentrado protéico com água destilada seguida de centrifugação, para separar os sólidos insolúveis. O sobrenadante obtido é liofilizado e posteriormente reconstituído em água para formar uma solução com 3,0% de proteína, obtendo assim o que o autor cha-

mou de "bebida semelhante ao leite" ("milk-like beverage").

O segundo método, elaborado por FERBER e COOKE (33), utilizou como matéria prima o grão inteiro com casca, e não inclui a etapa de maceração do mesmo.

Os autores produziram leite de girassol empregando as seguintes etapas: o grão foi finamente moído e posteriormente submetido a extração aquosa com água destilada em um homogeneizador durante dois minutos. A relação sólido:líquido empregada nesta etapa foi 1:10 (grão:água). A emulsão obtida foi filtrada através de uma camada dupla de tecido de algodão com orifícios de aproximadamente 30 "mesh".

O extrato obtido foi submetido a um tratamento enzimático com a finalidade de aumentar a estabilidade física da emulsão, utilizando 0,05% (p/v) de papaína durante 30 minutos, sendo posteriormente aquecido a 95°C, por cinco minutos para inativação da enzima. Com este tratamento, a estabilidade física da emulsão aumentou de 7,9% para 88,4%.

De acordo com estes autores, a baixa estabilidade física do extrato de girassol deve-se ao seu tipo de proteínas, que são predominantemente globulinas (31,7% globulinas e 20,3% albuminas), as quais tendem a flocular irreversivelmente ao aplicar um tratamento térmico de pasteurização (70°C durante três minutos). Quando aplicado o tratamento enzimático ao extrato, o tipo de proteínas predominantes passam a ser as albuminas (2,9% globulinas e 71,8% albuminas), que são mais estáveis ao calor.

Atualmente, no Brasil são utilizados dois métodos para a elaboração dos extratos protéicos de soja. Estes processos foram desenvolvidos pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas (denominado método ITAL), e pela Faculdade de Engenharia de

Alimentos e Agrícola da UNICAMP (denominado método FEAA-UNICAMP).

As tecnologias de um e outro diferem principalmente no fator de escala. Enquanto a do primeiro visa à produção a nível de indústria, a do segundo visa mais à produção em menor escala, para propiciar a obtenção "in loco" do extrato protéico de soja, atingindo assim áreas mais locais (TEIXEIRA NETO et.al., 116).

f) Processo ITAL

O método ITAL emprega como matéria prima soja sem casca, a qual é macerada numa proporção soja-água de 1:3. Os grãos macerados são moídos em um moinho do tipo coloidal, com água em ebulição, utilizando uma relação soja-água de 1:10. A massa obtida é submetida a um tratamento térmico ou cozimento a 115°C, durante 10 minutos, para inativação de enzimas e fatores antinutricionais presentes. Depois a massa é centrifugada para a separação dos sólidos insolúveis, obtendo-se um sobrenadante com 6,0-7,0% de sólidos.

O extrato obtido é resfriado e formulado com 8,0% de açúcar, 0,2% de sal, vitaminas, minerais, saborizante e aromatizante artificial. O produto resultante, que contém 15,2% de sólidos é homogeneizado e pode ser pasteurizado, esterilizado ou apresentado na forma desidratada, em pó. Este produto recebe o nome de VITAL (COSTA, 28; MORETTI et.al., 77; TEIXEIRA NETO et.al., 116).

g) Processo FEAA-UNICAMP

Este método, como já foi mencionado anteriormente, consiste num equipamento compacto denominado "vaca mecânica", capaz de produzir 100 litros de extrato de soja por hora, em bateladas de 50 litros a cada 30 minutos (MORETTI et.al., 74; MORETTI e HINOJOSA, 76).

O processo utiliza grãos de soja inteiros, que são macerados em água quente (55-60°C), durante três horas, ou em água fria, durante doze horas, antes de serem triturados. O sistema de trituração ou moagem dos grãos trabalha em recirculação e em batelada, utilizando água em ebulição durante 10 minutos e produzindo uma massa final com uma temperatura de 80-85°C. A relação sólido: líquido utilizada durante esta etapa é de 1:8.

Posteriormente, o produto triturado é centrifugado para separação dos sólidos insolúveis, utilizando uma centrífuga de cesto munida de lona, que retém os sólidos. O extrato, assim obtido é aquecido a 97°C, durante 30 minutos com a finalidade de inativar os fatores antinutricionais da soja e resfriado a uma temperatura de 2-3°C para, depois, ser formulado com açúcar, corante, saborizante e estabilizante.

O extrato protéico de soja, resultante deste processamento, pode ser engarrafado ou empacotado em sacos de polietileno e mantido à temperatura de refrigeração.

Finalmente, cabe ressaltar a importância de um último método de obtenção de extratos aquosos, elaborado por KAPOOR e GUPTA (54), o qual utiliza grãos de soja e soro de queijo como matérias primas.

Neste processo, os grãos de soja inteiros são macerados numa solução a 0,5% de bicarbonato de sódio (NaHCO_3), por aproximadamente 12 horas, à temperatura de 25°C, utilizando uma relação sólido:líquido de 1:5. Posteriormente, os grãos são drenados e submetidos a um branqueamento, com água em ebulição durante 30 minutos, sendo depois resfriados com água potável, à temperatura ambiente e descascados manualmente. Os cotilédones são moídos num micropulverizador com a adição de soro, numa relação cotilédone-soro de 1:30, aproximadamente.

A solução obtida é filtrada, pré-aquecida a 98°C e condensada até 35% de sólidos. Ao extrato condensado adiciona-se óleo vegetal, vitaminas lipo-solúveis e citrato de sódio, e homogeneiza-se em duas etapas a 3.000 e 500 psig. e em seguida é adicionado sulfato ferroso para se atingir o nível desejado de ferro. Finalmente se faz uma desidratação por aspersão, produzindo um produto final em pó com um teor de proteína de 29,9%, gordura 21,2%, carboidratos 50,0% e cinza 4,6%.

5. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ASPECTOS NUTRICIONAIS DOS EXTRATOS AQUOSOS VEGETAIS

Diferentes autores (FERBER e COOKE, 33; FLEMING e SO-SULSKI, 34; MORETTI e HINOJOSA, 76; MUSTAKAS, 80; SALOMON *et.al.* 100) tem documentado e justificado a grande importância dos extratos proteicos aquosos e a sua utilização, como substituto ou complemento lácteo, na alimentação humana e/ou animal. Tal importância, de acordo com esses autores, torna-se maior naquelas regiões onde a produção de leite de vaca é escassa, seu custo de produção é muito elevado ou onde existe um alto índice de intolerância à lactose do leite.

Os extratos proteicos aquosos, utilizando grãos de oleaginosas (soja, amendoim, algodão, girassol e outras) como fonte de proteína tem sido apresentados como boas opções para a formulação desse tipo de bebidas, seja do ponto de vista nutricional ou econômico.

Dentre as oleaginosas, a soja tem sido a mais utilizada e estudada para a elaboração desse tipo de extratos, e alguns dos primeiros resultados técnicos publicados sobre seu grande valor nutricional foram citados por SMITH e BECKEL (106). Eles mencionaram que os dados levantados por pesquisadores do "Henry Lester Institute of Medical Research" de Shanghai, China, em campos de refugiados durante a invasão pelos japoneses, foram incompletos em certos aspectos. No entanto, as conclusões tiradas foram significantes, sendo uma das mais importantes a seguinte: "Os resultados mostraram que crianças que receberam leite de soja ganharam muito mais peso corporal que aquelas que não receberam".

Nos últimos anos, devido aos problemas de flatulência e sabor característico da soja, como já foi mencionado anteriormente, tem-se incrementado a procura de novas fontes de proteína vegetal. Alguns autores têm proposto os grãos de girassol como uma boa opção, graças às suas características intrínsecas (FERBER e COOKE, 33; FLEMING e SOSULSKI, 34; HETRICH, 45).

Além disso, numa tentativa de melhorar as suas características nutricionais, funcionais e tecnológicas, tem sido realizados diferentes estudos visando a formulação de extratos aquosos com misturas entre diferentes oleaginosas e também utilizando leite de vaca ou soro de queijo (ARNDT, 7; FERBER e COOKE, 33; FLEMING e SOSULSKI, 34; GUY et.al., 39; KAPOOR e GUPTA, 54; LÓPEZ et.al., 67; LÓPEZ, 68).

A utilização do extrato aquoso de soja (leite de soja) na alimentação infantil, para complementar o leite materno após o 5º ou 6º mês de vida (o denominado alimento de transição), foi bem fundamentada e justificada por SALOMON et.al. (100), do ponto de vista da pediatria preventiva.

De acordo com esses autores, a seleção do alimento de transição, objetivando atender a ampla variação biológica nos requerimentos nutricionais nesse período crítico da vida, é de suma importância, pois deverá ser o principal responsável pela nutrição da criança a partir do momento em que se torna imperativa a substituição da alimentação natural. Assim, os produtos de soja, principalmente o leite de soja, é um dos principais alimentos propostos que tem mostrado resultados positivos amplamente reconhecidos na prática da pediatria brasileira.

Na alimentação infantil, o extrato aquoso de soja pode funcionar como alimento único ou combinado com o leite de vaca de-

sengordurado, na proporção 35:65 , respectivamente, com resultados similares (SALOMON et.al., 100).

O leite de soja é muito semelhante ao leite de vaca no que se refere à sua composição centesimal como proteína, gordura e carboidratos, mas difere na natureza desses componentes, bem como nos elementos menores, como vitaminas e minerais (QUADROS 6, 7 e 8) (LÓPEZ et.al., 67).

A proteína do leite de soja consiste principalmente de albuminas (77,5%) e globulinas (8,2%), enquanto que a do leite de vaca é composta por 84,0% de caseína, 13,0% de albumina e 3,2% de globulina (FERBER e COOKE, 33; LÓPEZ et.al., 67).

Da mesma maneira, existem diferenças na natureza dos componentes de extratos aquosos vegetais produzidos com outras fontes de proteína. O extrato aquoso de girassol, por exemplo, quando produzido pelo método tradicional utilizado para a soja, contém aproximadamente 1,0% de proteína, constituída principalmente de albumina 20,3%, globulina 31,7% e glutelinas 9,0% (FERBER E COOKE, 33).

Os açúcares do leite de vaca são constituídos exclusivamente por lactose (4,8-5,0%), enquanto que o leite de soja é composto por 0,48% de sacarose, 0,23% de frutose, 0,07% de rafinose e 0,39% de estaquiase, principalmente.

Quanto à composição lipídica, os lipídios do leite de soja contém aproximadamente 52,0% de ácido linoléico, considerado como essencial para o homem, que representa cerca de 5,0% de seu aporte calórico total. O material lipídico do leite de vaca, em contrapartida, possui apenas 5,0% desse ácido graxo (LÓPEZ et.al., 67; SALOMON et.al., 100).

Alguns dados sobre o valor nutritivo dos extratos aquosos vegetais puros e misturados com outros produtos, como soro de queijo ou leite de vaca, já foram anteriormente mencionados nesta revisão, sendo que aqui apenas serão complementados.

GUY et.al. (39) estudaram o quociente de eficiência proteica (PER) de dois extratos aquosos desidratados obtidos a partir de farinha integral de soja e o soro de queijo líquido, com e sem a adição de óleo. O primeiro produto, formulado com 67,0% de sólidos de soro e 33,0% de sólidos de farinha integral de soja, que apresentava 22,75% de proteína, 8,66% de gordura e 6,50% de cinza, apresentou um PER de 2,42. O segundo produto, formulado com 55,2% de sólidos de soro, 27,6% de sólidos de soja e 17,2% de óleo de milho, com uma composição final de 18,15% de proteína, 23,10% de gordura e 5,44% de cinza apresentou um PER de 2,64.

FLEMING e SOSULSKI (34) prepararam misturas com leite de vaca e leite de girassol, na proporção de 1:1, e com leite de vaca e leite de soja na mesma proporção. Os respectivos escores químicos obtidos para essas duas misturas foram 90,5 e 91,4. Os escores químicos apresentados pelo girassol, soja e leite de vaca, utilizados por esses pesquisadores, foram de 49,1, 85,7 e 94,3 respectivamente. Todos estes escores químicos foram calculados em relação ao padrão proposto pela FAO-1973. Dessas experiências, seus autores concluíram que os sais de cálcio contidos no leite de vaca podem ser responsáveis por aumentar a solubilidade e estabilidade das proteínas na mistura com girassol. Concluíram também que, o baixo teor de lisina apresentado pela proteína de girassol, responsável pelo seu baixo escore químico, é compensado na mistura com o leite de vaca, obtendo-se um produto similar à mistura leite de soja com leite de vaca.

KAPOOR e GUPTA (54,55) prepararam um extrato aquoso de soja utilizando soro de queijo líquido como meio de extração. O extrato preparado e posteriormente desidratado, apresentou características químicas e sensoriais aceitáveis, bem como uma boa vida de prateleira. O produto que era composto por 22,9% de proteína, 21,2% de gordura, 50,0% de carboidratos, e 4,6% de cinza, foi recomendado por esses pesquisadores para ser utilizado como alimento de transição na alimentação de crianças.

Também, segundo LÓPEZ et.al. (67), o extrato aquoso obtido com grãos de soja macerados e soro de queijo, desde que complementado adequadamente com vitaminas e minerais, pode resultar num bom substituto do leite de vaca.

No Brasil, desde 1967 vem sendo realizadas numerosas pesquisas, tanto de produção industrial, como dos aspectos nutricional e de aceitação de mercado desses extratos. Nesse mesmo ano, uma grande indústria de laticínios preparou uma mistura contendo 30,0% de leite de soja e 70,0% de leite de vaca, mas o seu mercado foi muito restrito, sendo comercializada em farmácias, na forma enlatada, em pó (MORETTI, 75).

Posteriormente, de 1968-1970, outra grande companhia começou a produzir uma bebida à base de soja, contendo 3,0% de proteína, 1,7% de gordura e 15,0% de sacarose. A bebida era engarrafada em recipientes de 200mL, enriquecida com vitaminas e esterilizada (MORETTI, 75).

Em 1975, foram lançadas mais duas bebidas desidratadas, em pó, à base de soja e acrescidas de saborizantes artificiais. Sua composição consistia de 50,0% de proteínas, 25,0% de gordura e 19,0% de carboidratos (MORETTI, 75).

Em 1976, o Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas (ITAL) desenvolveu um novo produto líquido obtido a partir de soja descascada, denominado VITAL, que era engarrafado em Tetra pak e esterilizado por UHT. Esse produto foi produzido com diversos sabores artificiais e apresentou boa aceitabilidade por crianças na merenda escolar. Posteriormente, esse produto foi, também, apresentado na forma desidratada (MORETTI, 75).

Em 1981, a UNICAMP, em convênio com a Prefeitura Municipal de Campinas, executou um excelente projeto de caráter social que consistia na distribuição de leite de soja natural às populações dos bairros periféricos da cidade, juntamente com um programa de assistência médica. Esse projeto foi realizado utilizando um equipamento compacto de produção de leite de soja, denominado "vaca mecânica", que foi desenvolvido na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) pela faculdade de Engenharia de Alimentos (FEAA) (MORETTI e HINOJOSA, 76).

A utilização dos extratos aquosos vegetais, principalmente o leite de soja, como substitutos do leite para a alimentação animal, foi bem fundamentada por MORETTI e HINOJOSA (76). Segundo esses autores, um grande número de bezerros com 10 a 15 dias de idade, são sacrificados anualmente por falta de leite. Nesse caso, a formulação de substitutos lácteos ("milk replacers"), utilizando extratos aquosos vegetais, ajudariam a diminuir o sacrifício prematuro e inútil dos bezerros, bem como a economizar uma razoável quantidade de leite de vaca, que então poderia ser destinada ao consumo humano. De acordo com esses mesmos autores, a utilização do soro de queijo na elaboração desses extratos destinados à alimentação animal, produz excelentes resultados, graças às características nutricionais próprias desse sub-produto.

III. MATERIAL E MÉTODOS

1. MATERIAL

1.1. Matérias primas

As matérias primas utilizadas nas diferentes experiências deste trabalho foram grãos de soja e girassol, e soro de queijo.

Soja - A soja utilizada foi do cultivar "IAC-8" desenvolvida e fornecida, de colheita recente, pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Girassol - Os grãos de girassol foram de colheita recente, do cultivar "IAC-Anhandy", também desenvolvido e fornecido pelo mesmo instituto.

Soro de queijo - O soro de queijo utilizado durante as experiências foi fornecido pelo Departamento de Laticínios do Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas (ITAL). Este soro foi obtido durante o processamento de queijo tipo minas frescal, cujo fluxograma apresenta-se na FIGURA 1.

1.2. Reagentes Químicos

Todos os reagentes químicos utilizados no presente estudo foram de qualidade p.a. (para análise) e de diferentes procedências: Merck, Sigma, Baker e outros.

1.3 Aparelhos e equipamentos

Além do material e utensílios comumente utilizados no laboratório como pipetas, bequers, balanças, estufa, geladeira e outros, foram utilizados para o desenvolvimento do presente trabalho, os seguintes equipamentos:

Em laboratório:

- a) Balança Hectolétrica, fabricada por Além Mar, S.A. São Paulo, S.P.
- b) Liquidificador de uso doméstico marca Arno de três velocidades, equipado com copo de vidro termo-resistente com capacidade de 250 mL.
- c) Centrífuga de cesto de uso doméstico, marca WALITA, modelo HL 3234, equipada com uma malha de tergal e papel filtro comum.
- d) Potenciômetro marca Metrohm Herisau, modelo E 516.
- e) Centrífuga Eccelsa 3, modelo 204-NR, fabricada por Fanem LTDA, São Paulo.
- f) Banho de temperatura controlada marca Ética, fabricado por Equipamentos Científicos, S.A., São Paulo, S.P.

Em planta piloto:

- a) Classificador de tamanho, equipado com um conjunto de 11 peneiras retangulares, de orifícios circulares cujas medidas foram de 20/64" a 10/64", sem marca.

- b) Desintegrador de facas tipo "Rietz" equipado com pe neiras de orifícios circulares de 3/8" e 1/4", marca ICMA. Fabricado por Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas LTDA., Campinas, S.P.
- c) Máquina limpadora e classificadora de arroz, marca D'ANDREA, modelo Compacta Junior tipo 2, Fabricada por Indústrias de Máquinas D'ANDREA, S.A., Limeira, S.P.

2. MÉTODOS

2.1 Métodos analíticos, químicos e físicos

- 2.1.1 Proteína - Todas as determinações de proteína foram realizadas pelo método semimicro-Kjeldahl, como descrito pelo método no AACC 46.13 da American Association of Cereal Chemists (AACC). A porcentagem de proteína das matérias primas obteve-se utilizando os fatores recomendados, a saber: para soja, 6,25; para girassol, 5,70; e para soro de queijo, 6,38.

Para determinar a proteína bruta das misturas de dois ou três destes componentes, utilizou-se o fator 6,25.

- 2.1.2 Gordura - As determinações de gordura nos grãos de soja e de girassol, foram realizadas pelo método Soxhlet (PEARSON, 89), utilizando hexana como solvente.

As determinações de gordura nos extratos aquosos, nos resíduos produzidos e no soro de queijo, foram realizadas utilizando o método descrito por BLIGH e DYER (16).

2.1.3 Cinzas - Foram determinadas utilizando o método AACC 08-01 (1).

2.1.4 Fibra Bruta - Determinou-se utilizando o procedimento descrito por KAMER e GINKEL (53).

2.1.5 Umidade - As determinações de umidade dos grãos de soja e de girassol, e dos diferentes resíduos, foram realizadas segundo o método AACC 44-15A (1).

Os sólidos totais dos diferentes extratos e do soro de queijo, foram determinados segundo o método 16.032 da Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (6) com algumas modificações. Nestas determinações, utilizaram-se amostras de 5mL que foram secadas até peso constante (aproximadamente 4 horas).

2.1.6 Carboidratos - Foram calculados por diferença.

2.1.7 Peso de 100 grãos - Foram pesados 100 grãos, colhidos ao acaso, utilizando uma balança semi-analítica de laboratório.

2.1.8 Densidade aparente - Foi determinada pelo método oficial do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e descrito por JORGE (52).

2.1.9 Classificação por tamanho - Foi realizada de acordo com o método empregado por JORGE (52), utilizando um conjunto de 11 peneiras retangulares, com orifícios circulares entre 20/64" e 10/64". Amostras de 300 g de grão foram peneiradas durante três minutos. A amplitude de oscilação das peneiras foi de 1,5 cm, produzida com uma excentrica acionada por um motor a 360 rpm, aproximadamente.

Posteriormente, as quantidades retidas em cada peneira foram pesadas e calculada a peneira média, segundo a seguinte fórmula:

$$P_m = \frac{\sum_{i=10}^{20} i P_i}{\sum_{i=10}^{20} i}$$

onde:

p_m = peneira média

P_i = peso do produto retido na peneira i

i = número da peneira

2.1.10 Proporção de casca e cotilédone no grão - Foram utilizados 100 grãos colhidos ao acaso; pesados e descascados manualmente em grupos de dez. A proporção de casca e cotilédones foi determinada pesando tanto a casca como o cotilédone e relacionando estes pesos com o peso original dos dez grãos.

2.1.11 Taxa de absorção de água - A taxa de absorção de água foi determinada seguindo o procedimento descrito por SMITH e NASH (108), com algumas modificações.

Utilizaram-se amostras de 15 g as quais foram colocadas em saquinhos confeccionados com tela de náilon (22 "mesh") para permitir uma fácil penetração da água. As amostras assim preparadas foram colocadas em um recipiente com circulação de água potável à temperatura ambiente (22-29°C), com uma vazão

aproximada entre 26-35 L/h. Durante as primeiras oito horas e com intervalos de 30 minutos, os saquinhos foram retirados da água, escorridos durante dois minutos, pesados e determinada a água absorvida. Uma última pesagem foi realizada ao completar 16 horas de maceração. O cálculo da taxa de absorção foi realizado segundo a seguinte fórmula:

$$T A = \frac{P2 - P1}{P1}$$

onde:

T A = taxa de absorção de água

P1 = peso inicial da amostra

P2 = peso da amostra após um período de tempo

2.2. Métodos experimentais

2.2.1 Preparação das matérias primas

As diferentes matérias primas foram submetidas a diversos processamentos antes de serem utilizadas diretamente nas experiências realizadas durante o desenvolvimento do presente trabalho.

Soja - Durante as diferentes experiências foram utilizados grãos com casca e sem casca. Quando utilizados os grãos com casca, estes foram submetidos a um tratamento de limpeza numa máquina limpadora e classificadora de arroz, visando retirar partículas estranhas, mediante a passagem dos grãos sobre uma peneira vibratória auxiliada por um separador pneumático. Quando utilizados

os grãos sem casca (cotilédones), estes foram primeiramente quebrados em duas partes (dois cotilédones) para soltar a casca, utilizando um moinho manual de discos de laboratório, e posteriormente foram submetidos a um tratamento de limpeza, como já mencionado para separação da casca.

Girassol - Os grãos de girassol foram passados diversas vezes por um desintegrador de facas tipo "Rietz", utilizando peneiras com orifícios de $3/8"$ e $1/3"$, com a finalidade de quebrar a casca do grão. O material assim obtido, foi submetido a um tratamento de limpeza para separar os finos produzidos e a casca, utilizando uma máquina limpadora e classificadora de arroz, como indicado para os grãos de soja. A mistura de cotilédones e grãos com casca obtidos deste tratamento, foram separados manualmente, e os grãos com casca foram reprocessados, como se indica na FIGURA 2.

Durante as experiências que foram utilizados grãos de girassol com casca, estes foram submetidos apenas a um tratamento de limpeza, como o indicado para grãos de soja com casca.

Soro - O soro de queijo pasteurizado e resfriado a 10°C , foi preparado de acordo com o fluxograma da FIGURA 3.

O pH do soro foi ajustado a 7,0 utilizando uma solução 1,0 N de NaOH e aquecido à temperatura de ebulição durante dois minutos, utilizando fogo baixo e indireto. Este aquecimento foi aplicado para ajudar a aflorar os glóbulos de gordura e aumentar a eficiência das operações de centrifugação e filtração. Depois do aquecimento o soro foi resfriado à temperatura ambiente utilizando água potável corrente. Para remoção dos sólidos em suspensão, pertencentes à massa de queijo, remanescente no soro, e da gordura residual do soro, que obstruem o papel filtro dificultando o proces-

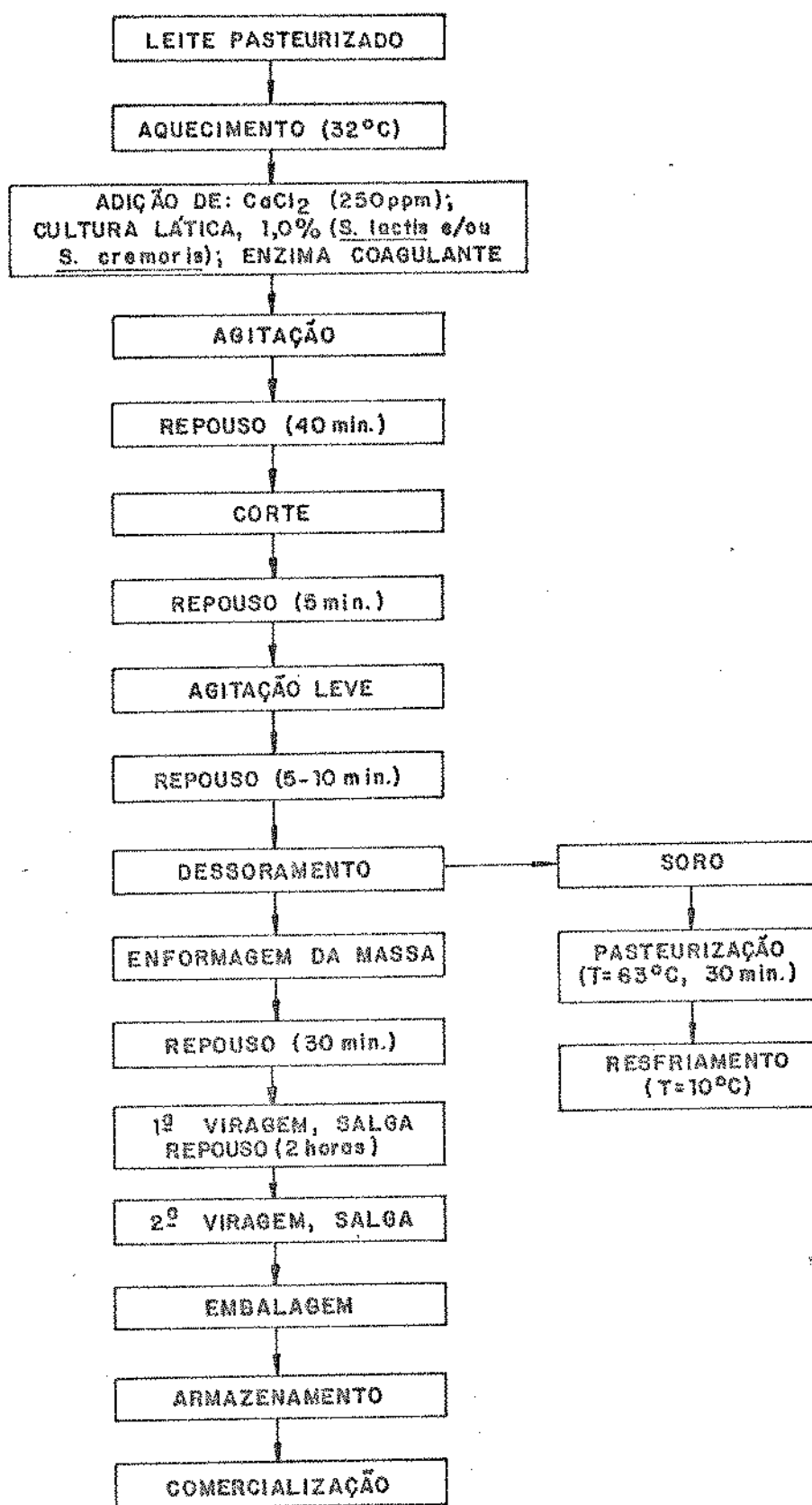


FIGURA 1 . FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO DE PRODUÇÃO
DE QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL.

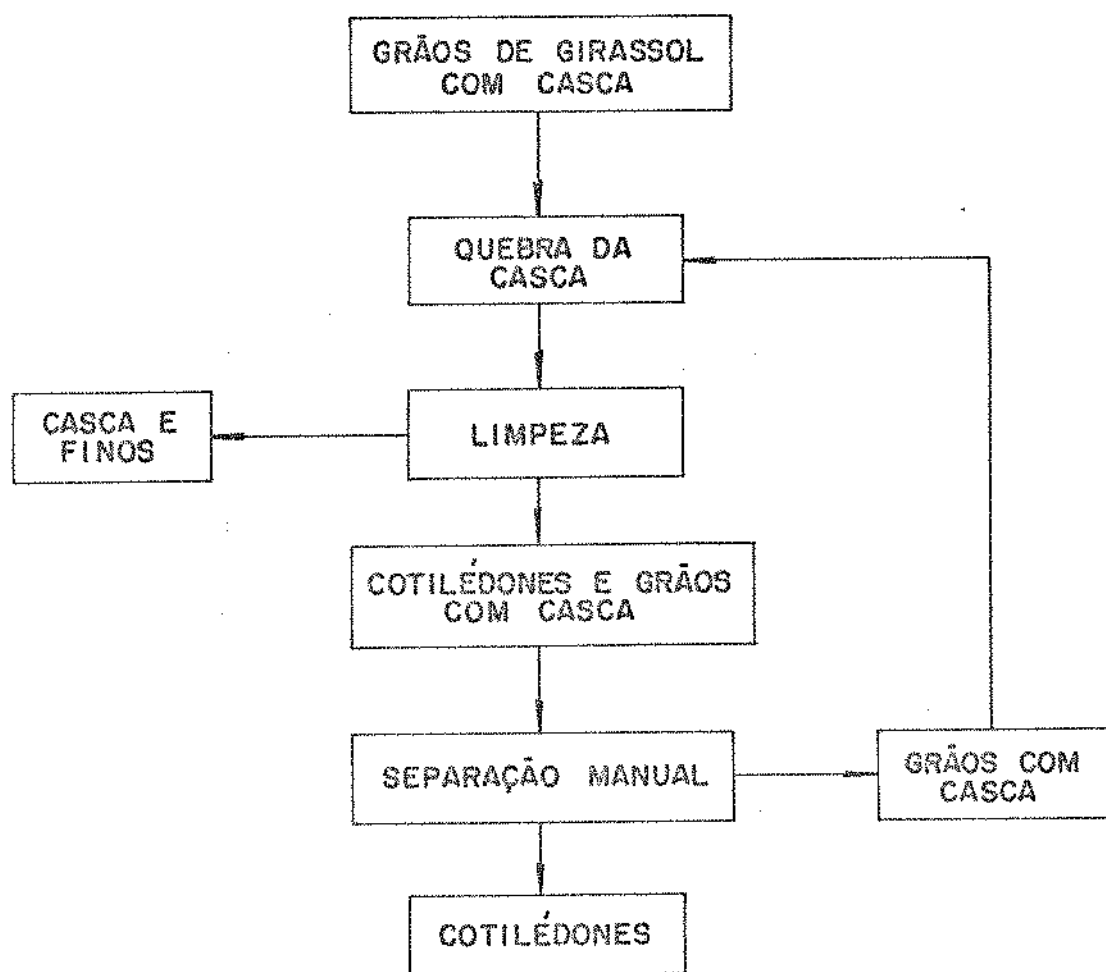


FIGURA 2 . FLUXOGRAMA UTILIZADO NA PREPARAÇÃO DOS GRÃOS DE GIRASSOL.

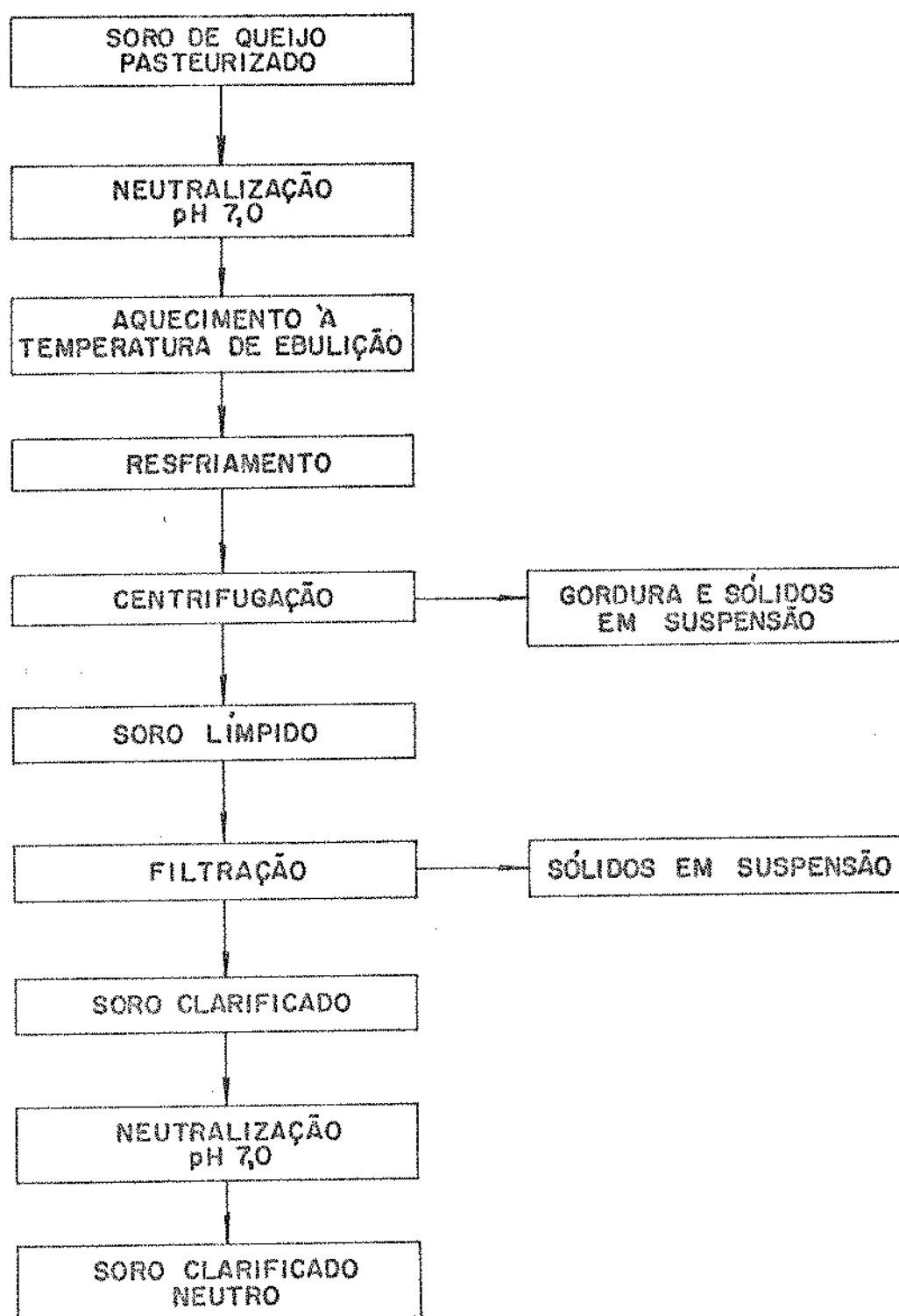


FIGURA 3 - FLUXOGRAMA UTILIZADO NA PREPARAÇÃO DO SORO DE QUEIJO.

so de filtração, o material foi centrifugado a 2.000 rpm (750 g) durante quatro minutos em uma centrífuga de tubos. A gordura foi removida da fase superior dos tubos através de sucção com vácuo. Posteriormente, o soro límpido foi filtrado a vácuo utilizando um Kitassato e um funil tipo Büchner provido de papel filtro comum e uma camada de "Celite 545" para facilitar a filtração. O processo de filtração foi realizado com a finalidade de eliminar todas as partículas em suspensão que não foram retiradas durante a centrifugação. O soro assim obtido foi novamente ajustado a pH 7,0 antes de ser utilizado nas diferentes experiências e para os efeitos deste trabalho foi denominado "soro clarificado".

2.2.2 Ensaio de maceração: Variação da temperatura de maceração.

Os diferentes ensaios de maceração dos grãos de soja e girassol, com casca e sem casca, foram realizados com a finalidade de estudar a influência da temperatura de maceração sobre os diferentes materiais utilizados e determinar as melhores condições desta etapa, para serem utilizadas nos ensaios posteriores de extração.

A maceração realizou-se utilizando bequers de um litro e água destilada, nos quais foram colocados saquinhos confeccionados com tela de náilon (22 "mesh") contendo amostras de 10,5 g a 12,0 g de material seco, empregando uma relação sólido:líquido de 1:50, aproximadamente. As temperaturas de maceração foram 10, 25, 35, 45, 55 e 70°C, que foram alcançadas em geladeira e banho de temperatura controlada. O tempo de maceração para todos os ensaios foi de 16 horas, tempo este que se selecionou baseado nos ensaios de absorção de água.

Após o período de maceração nas diferentes temperaturas, os grãos foram moidos em meio aquoso utilizando água destilada, em uma relação sólido:líquido de 1:10 e um tempo de dois minutos, utilizando um liquidificador de uso doméstico equipado com um copo de vidro termoresistente de 250 mL.

O material assim tratado foi centrifugado durante três minutos a 3.300 rpm (390xg) para separação dos sólidos insolúveis (resíduo), utilizando uma centrífuga de cesto de uso doméstico, equipada com um filtro confeccionado com um tecido de 67,0% poliester e 33,0% algodão (tergal) (65 a 100 "mesh") e papel filtro comum.

Com estes ensaios determinou-se o efeito da temperatura de maceração nos seguintes parâmetros:

- a) Taxa de absorção de água - A taxa de absorção de água, para cada temperatura testada, foi medida em base ao peso ganho pelos grãos após 16 horas de maceração, segundo a metodologia descrita no item "Metodos Analíticos".
- b) Perda de sólidos na água de maceração - Estessólidos foram calculados segundo a seguinte fórmula:

$$PS = \frac{(SM)(PM)}{(SA)(PA)} \times 100,$$

onde:

PS = perda de sólidos na água de maceração.

SM = porcentagem de sólidos totais na água após maceração.

PM = peso da água após maceração.

SA = porcentagem de sólidos totais na amostra utilizada.

PA = peso da amostra utilizada.

c) Rendimento de extração de sólidos - O rendimento de extração de sólidos foi calculado segundo a seguinte fórmula:

$$RS = \frac{(SE)(PE)}{(SA)(PA)} \times 100,$$

onde:

RS = rendimento de extração de sólidos

SE = porcentagem de sólidos totais no extrato produzido

PE = peso do extrato produzido

SA = porcentagem de sólidos totais na amostra utilizada.

PA = peso da amostra utilizada.

d) pH final da água de maceração - As águas de maceração das diferentes experiências, foram levadas à temperaturas ambiente (26 - 29°C) mediante imersão dos bequers em água corrente, após o qual foi medido o pH.

2.2.3 Ensaio de maceração: variação do meio de maceração.

Estes ensaios foram realizados com a finalidade de verificar a causa (microbiana ou não) da queda do pH na água de maceração dos grãos.

Amostras de 10,5-12,0 g de cotilédones de girassol foram maceradas como indicado no procedimento descrito em 2.1.11, utilizando uma temperatura de 35°C. As amostras foram maceradas em água destilada e numa solução contendo mertiolate como preservativo químico, numa relação de 1:10,000 (0,01 g/L) e pH 7,0. O pH foi medido com intervalos de 30 minutos, durante todo o período de maceração (14 horas).

2.2.4 Ensaio de extração: variação da relação sólido:líquido

A FIGURA 4 mostra o fluxograma da metodologia utilizada durante os diferentes ensaios de extração, empregando grãos de soja com casca ou grãos de girassol sem casca (cotilédones).

Foram utilizados 10,5 g a 12,0 g de material seco e macerados durante 16 horas, como foi descrito no método "taxa de absorção de água". A moagem dos grãos assim macerados, ou extração dos sólidos solúveis propriamente dita, e a separação dos sólidos insolúveis (resíduo), foram realizadas utilizando a metodologia descrita para os ensaios de maceração, variando apenas a relação sólido:líquido empregada durante a moagem do material. As diferentes relações sólido:líquido estudadas nas extrações foram 1:6, 1:8, 1:10, 1:12, 1:14 e 1:16.

Os diferentes extratos aquosos e resíduos obtidos, foram analisados em laboratório e observou-se o efeito da relação sólido:líquido empregada na moagem, sobre:

- a) Rendimento de extração de sólidos - Foi determinado de maneira similar ao subitem (c) da metodologia descrita em "ensaio de maceração: variação da temperatura de maceração".

- b) Rendimento de extração de proteína - Foi calculado empregando a seguinte fórmula:

$$RPr = \frac{(PrE) (PE)}{(PrA) (PA)} \times 100,$$

onde:

RPr = rendimento de extração de proteínas.

PrE = porcentagem de proteínas no extrato.

PE = peso do extrato produzido.

PrA = porcentagem de proteína na amostra.

PA = peso da amostra utilizada.

- c) Rendimento de extração de gordura - Utilizou-se a seguinte fórmula para seu calculo:

$$RG = \frac{(GE) (PE)}{(GA) (PA)} \times 100,$$

onde:

RG = rendimento de extração de gordura.

GE = porcentagem de gordura no extrato.

PE = peso do extrato produzido.

GA = porcentagem de gordura na amostra.

- d) Composição dos resíduos - Foram analisados os diferentes resíduos e determinou-se a sua composição em sólidos, proteína e gordura, empregando os métodos já mencionados para esses componentes.

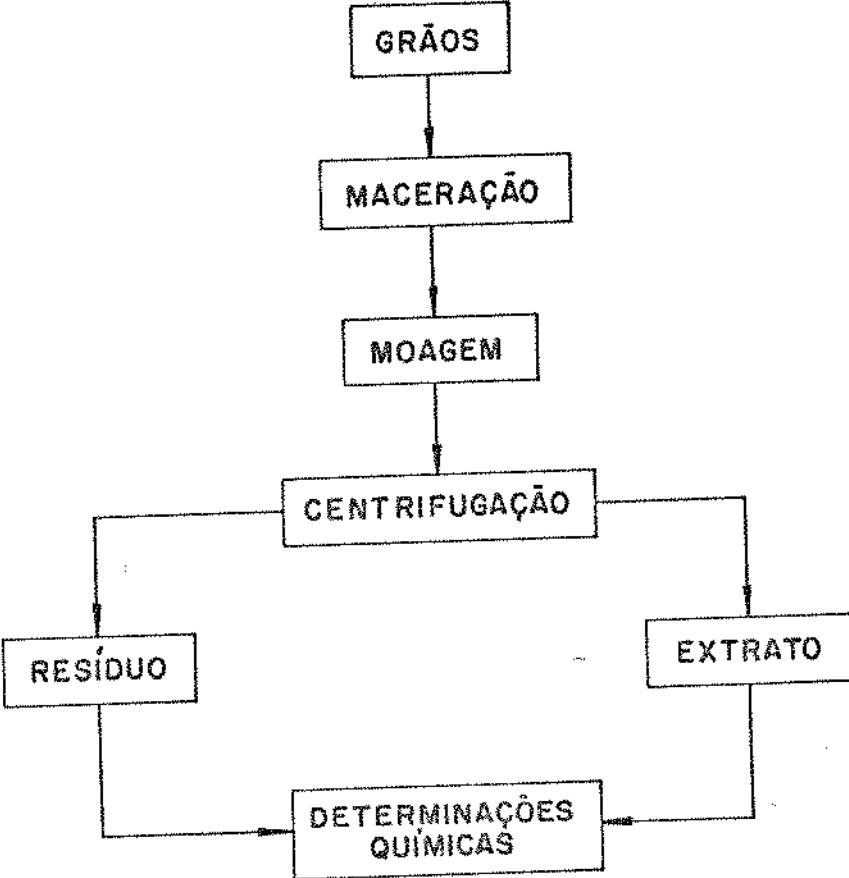


FIGURA 4 - FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO UTILIZADO DURANTE OS ENSAIOS DE EXTRAÇÃO.

2.2.5 Ensaio de extração: variação da relação girassol-soja.

Estes experimentos foram realizados com a finalidade de selecionar a melhor proporção de grãos de girassol-soja, que seria utilizada durante os ensaios de extração com água e com soro de queijo.

As diferentes misturas de grãos de girassol-soja testadas, variaram nas seguintes proporções (% p/p, na base seca): 70-30 e 60-40. A seleção destas proporções foi baseada na composição de proteínas das misturas.

A metodologia empregada para a produção destes diferentes extratos foi a mesma descrita no item "Ensaio de extração: variação da relação sólido:líquido", utilizando uma relação sólido : líquido de 1:10 durante a moagem do material.

Os diferentes extratos aquosos produzidos, foram analisados no laboratório e calculados os rendimentos de extração de sólidos, gordura e proteína, como descrito nos subitens (a), (b) e (c) do item 2.2.4. Quando utilizado o soro de queijo como meio líquido de extração os cálculos dos rendimentos de extração foram realizados levando em consideração a sua composição, nos diferentes parâmetros medidos.

2.2.6 Ensaio de extração: variação do meio líquido de extração e da relação sólido:líquido.

Estas experiências foram realizadas com a finalidade de estudar a influência do meio líquido de extração, utilizando água e soro de queijo clarificado, sobre a composição dos extratos, rendimentos de extração e composição dos resíduos.

As condições de processamento utilizadas durante a produção destes extratos, foram as mesmas usadas no item "Ensaio de Extração: variação da relação sólido:líquido". As diferentes relações sólido:líquido testadas foram: 1:6, 1:8, 1:10, 1:12, 1:14 e 1:16. Quando utilizado o soro de queijo como meio de extração, este foi preparado segundo o fluxograma indicado na FIGURA 3.

Os diferentes extratos produzidos foram analisados no laboratório e calculados os rendimentos de extração de sólidos, gordura e proteína, como indicado nos subitens (a), (b) e (c) do item 2.2.4. Quando utilizado o soro de queijo, os cálculos sobre os rendimentos de extração foram realizados como indicado no item 2.2.5.

2.2.7 Ensaio de extração: variação da temperatura de extração.

Estes ensaios foram realizados como indicado no item 2.2.5, utilizando uma relação girassol-soja de 70-30 (% p/p) e soro de queijo clarificado às temperaturas de 70 e 80°C, numa relação sólido:líquido de 1:10.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS

1.1 Determinações analíticas

As características físicas e químicas dos grãos de soja e girassol e do soro de queijo estão apresentados nos QUADROS 9, 10, 11, 12 e 13, e nas FIGURAS 5 e 6.

Os QUADROS 9 e 10, mostram a classificação por tamanho e peneira média dos grãos de soja e girassol, respectivamente. O valor de peneira média obtido para soja (17/64"), foi maior que o reportado por JORGE (52) (15/64") para a variedade Santa Rosa. Por outro lado, o valor de peneira média obtido para os grãos de girassol foi de 15/64", indicando que as dimensões do grão encontram-se entre 16/64" e 15/64" (equivalente a 0,60-0,64 cm de largura), que concorda com os dados obtidos por GARIBAY (36).

A FIGURA 5 mostra a classificação por tamanho, em porcentagem de retenção versus número de peneira, destas matérias primas. Nela pode-se observar que a maior parte dos grãos de soja (65,0%) encontram-se distribuída nas peneiras 17 e 18, indicando uma maior uniformidade no tamanho, quando comparada com o girassol cuja distribuição de tamanho é menos concentrada. Aproximadamente 53,0% dos grãos de girassol encontram-se distribuídos nas peneiras 14, 15 e 16, em proporções similares.

A uniformidade no tamanho é um fator muito importante pois, segundo CLARK et.al. (26), dele depende uma maior eficiência no processo de decorticação do grão.

O QUADRO 11 mostra outras características físicas apresentadas por estes materiais e, em geral, concordam com os encontrados na literatura, com pequenas diferenças devido, provavelmente, às variedades utilizadas.

O valor encontrado sobre o peso da soja difere um pouco do reportado por MIRANDA et.al (72) (18,11 g) para esta mesma variedade. Esta diferença é devido, provavelmente, ao teor de umidade do grão e à época em que foram realizadas as determinações.

A velocidade de absorção de água para os grãos de soja e girassol, com casca e sem casca, é mostrada na FIGURA 6. Nela pode-se apreciar que os grãos de girassol atingem o equilíbrio num tempo de maceração de três horas, enquanto que os grãos de soja apresentam tendência ao equilíbrio acima de oito horas. Nessa figura, pode ser observado que os grãos com casca absorvem mais água que os grãos sem casca, devido a diferentes fatores. Um dos fatores, de acordo com WILKENS e HACKER (119), é porque a casca protege fisicamente a sua estrutura interna (cotilédones) evitando a saída de sólidos de certo tamanho molecular, ou o desprendimento de pequenos pedaços, que podem diminuir seu peso final, influenciando assim o cálculo da taxa de absorção.

A proteção física proporcionada pela casca e pela membrana (mesocarpio) que cobre o cotilédone, tem sido demonstrada por diferentes autores. No caso do girassol, SOSULSKI, et.al. (113) observaram que quando foram macerados cotilédones de girassol com membrana (mesocarpio), o ácido clorogênico livre emigrou do interior do grão para a periferia deste, onde a membrana impediu sua saída para o meio de maceração.

Outro fator que produz uma maior taxa de absorção de água nos grãos com casca, é o espaço existente entre a casca e o

cotilédone que permite o depósito de certa quantidade de água que não é realmente absorvida pelo grão.

Outra observação que pode ser feita na mesma figura, é a diferença na taxa de absorção de água entre a soja e o girassol de aproximadamente 100,0%. De acordo com LIN et.al. (61), isto deve-se ao fato das proteínas de soja serem mais hidrofílicas que as de girassol. Segundo BREUER e KENNERLEY (mencionados por HUFFMAN et.al. 49), a capacidade de retenção de água das proteínas está relacionada à presença de grupos polares nas mesmas, e pode ser considerada próxima à soma das capacidades de reter água dos aminoácidos que as constituem. Outros fatores que podem influenciara capacidade de reter água, mencionados por HUFFMAN et.al. (49), são os teores de carboidratos, proteína e sais minerais no grão.

Os valores da composição química dos grãos de soja com casca e dos cotilédones de girassol, mostrados no QUADRO 12, são comparáveis com os encontrados na literatura. MIRANDA et.al. (72) reportaram valores sobre o teor de óleo e proteína, para a mesma variedade de soja, de 24,28% e 38,24%, respectivamente. Assim mesmo, os valores reportados por ROBERTSON e BURNS (95) sobre o teor destes dois componentes, no cotilédone de girassol, são de 62,9% e 21,2%, respectivamente.

Com respeito à composição química apresentada, vale esclarecer que foram analisados apenas os grãos de soja com casca e os de girassol sem casca (cotilédones), visto que ensaios preliminares de maceração e extração mostraram que as matérias primas seriam utilizadas dessa maneira, durante o desenvolvimento do presente trabalho. Sendo assim, considerou-se desnecessário analisar os grãos de soja decorticados (cotilédones) e os grãos de girassol com casca.

QUADRO 9. Classificação por tamanho e peneira média dos grãos de soja com casca.

Peneira	Amostras			Peso Médio (g)	Retenção (%)
	1 (g)	2 (g)	3 (g)		
20 (1/64")	4,00	7,50	9,00	6,83	2,28
19	30,50	30,50	28,50	29,83	9,94
18	85,00	92,50	88,50	88,67	29,56
17	111,00	100,50	104,00	105,00	35,00
16	49,50	48,50	50,00	49,33	16,44
15	16,50	15,50	14,50	15,50	5,17
14	3,00	3,50	4,50	3,67	1,22
13	0,50	1,50	1,00	1,00	0,33
12	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
Peneira média				17,23	
Peneira média $\approx$ 17/64"					

QUADRO 10. Classificação por tamanho e peneira média dos grãos de girassol com casca.

Peneira	Amostras			Peso Médio (g)	Retenção (%)
	1 (g)	2 (g)	3 (g)		
20 (1/64")	5,22	4,69	5,29	5,07	1,69
19	7,87	7,16	6,91	7,31	2,44
18	17,90	17,81	20,74	18,82	6,27
17	37,60	34,95	36,07	36,21	12,07
16	49,86	52,25	47,02	49,71	16,57
15	53,22	56,11	53,80	54,38	18,13
14	51,79	54,92	54,11	53,61	17,87
13	36,76	34,81	36,70	36,09	12,03
12	21,28	18,97	21,15	20,47	6,82
11	11,10	10,84	10,21	10,72	3,57
10	7,40	7,49	8,00	7,63	2,54
Peneira média				14,89	
Peneira média $\equiv$ 15/64"					

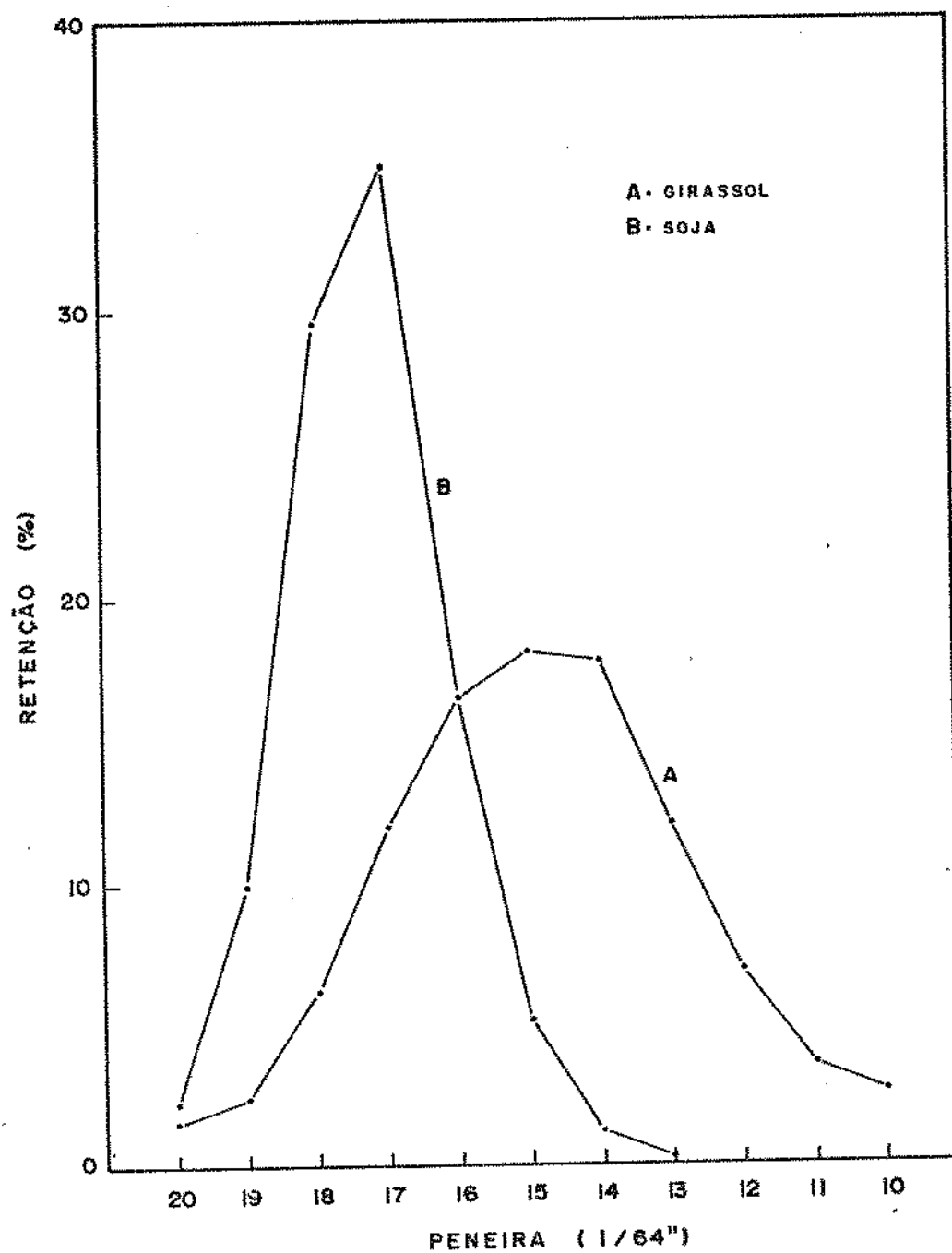


FIGURA 5 . CLASSIFICAÇÃO POR TAMANHO DOS GRÃOS UTILIZADOS COMO MATÉRIA PRIMA, INDICANDO TAMANHO DE PENEIRA VERSUS PORCENTAGEM DE RETENÇÃO.

QUADRO 11. Características físicas dos grãos de soja e girassol (a).

Características	Soja	Girassol
Peso/100 grãos (g)	21,16	6,36
Densidade aparente (g/mL)	0,54	0,45
Casca (%)	9,32	32,81
Cotilédone (%)	90,68	67,19
Taxa de absorção de água (b)	1,15	0,57

a) Determinações feitas com os grãos inteiros.

b) Calculada em g de água absorvida/g de amostra seca utilizando 16 horas de maceração.

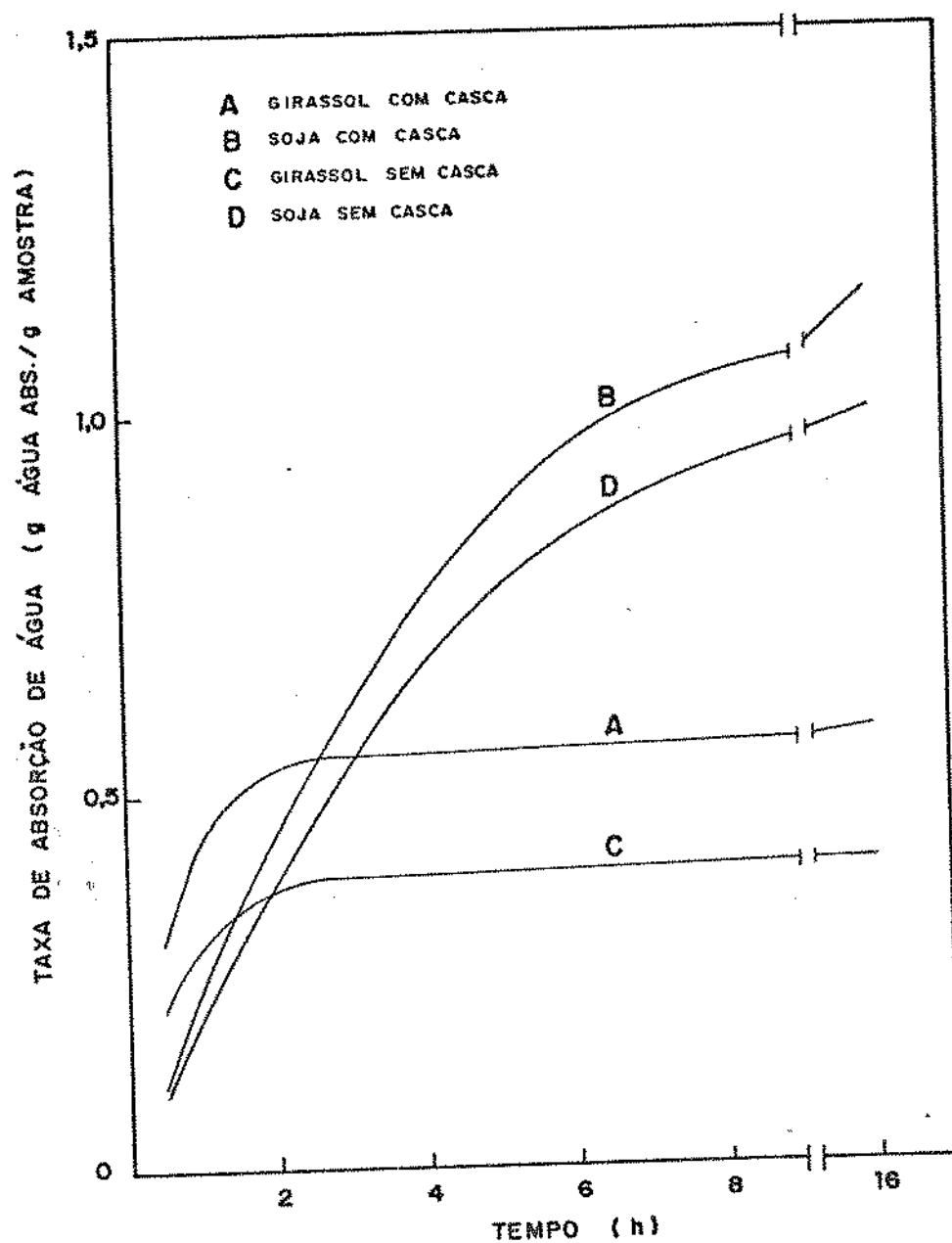


FIGURA 6 - TAXA DE ABSORÇÃO DE ÁGUA DURANTE A MACERAÇÃO DE GRÃOS DE GIRASSOL E SOJA, A TEMPERATURA AMBIENTE (26-29°C).

O soro de queijo foi analisado antes e depois de aplicar o tratamento de preparação indicado no fluxograma da FIGURA 3. Este tratamento foi com o objetivo principal de retirar-lhe a gordura, pois esta obstrui o papel de filtro utilizado na etapa de separação dos sólidos insolúveis, durante a elaboração dos extratos aquosos. Os resultados obtidos desta caracterização são apresentados no QUADRO 13.

1.2 Preparação das matérias primas

Soja - Os grãos de soja utilizados estavam praticamente livres de impurezas, contendo apenas cerca de 1,0 - 2,5% de partículas estranhas, que foram separadas com o tratamento de limpeza a que foram submetidas. Por outro lado, quando os grãos foram quebrados para separação dos cotilédones, obteve-se um rendimento de 85,0 - 88,0% aproximadamente. A porção não utilizável, considerada como "perdas", (12,0-15,0%) era constituída basicamente por casca e partículas finas de cotilédones produzidas durante a quebra dos grãos.

Girassol - Os tratamentos de limpeza, quebra e separação dos cotilédones, aplicados aos grãos de girassol, foram satisfatórios, obtendo-se um bom rendimento de cotilédones inteiros, os quais foram separados manualmente, como indicado na FIGURA 2.

Soro - O tratamento aplicado ao soro de queijo foi satisfatório, obtendo-se um produto com teores de proteína, gordura e sólidos totais aceitáveis, de pH neutro, que se denominou "soro clarificado". O referido tratamento apresentou uma eficiência de

QUADRO 12. Composição química dos grãos de soja e girassol.

Componente	Soja (a) (%)	Girassol (b) (%)
Sólidos totais	90,41	95,32
Nitrogênio total	6,37	3,81
Proteína bruta ($N_t \times f$) ^c	39,84	21,70
Gordura	22,11	57,48
Carboidratos	23,95	12,22
Cinza	4,50	3,92
Fibra crua	5,99	1,94

a) Grãos de soja com casca.

b) Grãos de girassol decorticados (cotilédones)

c) Fatores (f) utilizados, de acordo com FLEMING e SOSULSKI (34) e LO et.al. (64): soja, 6,25; girassol, 5,70.

QUADRO 13. Características do soro de queijo com e sem tratamento.

Componente	Sem tratamento (%)	Com tratamento (%)
Sólidos totais	6,80	6,15
Nitrogênio total	0,14	0,13
Proteína ($N_t \times 6,38$)	0,91	0,83
Gordura	0,75	0,15
pH	6,40	7,00

80,0% na separação da gordura, diminuindo seu teor no soro de 0,75% para 0,15%. Por outro lado, o teor de proteína diminuiu de 0,91% para 0,83%, resultando numa perda de 8,80%.

Como consequência da separação destes dois componentes do soro, produziu-se uma diminuição do teor de sólidos totais de 6,80% para 6,15%, significando uma perda de 9,60% deste componente.

Contudo, o soro clarificado apresentou uma composição em proteína e sólidos totais comparáveis com os dados encontrados na literatura.

2. ENSAIOS DE MACERAÇÃO: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DE MACERAÇÃO

Estes ensaios, como já mencionado anteriormente, foram realizados com a finalidade principal de determinar as melhores condições desta etapa, para serem utilizadas nos ensaios posteriores de extração. Para tal objetivo, foi estudado o efeito da temperatura de maceração sobre a taxa de absorção de água, perda de sólidos durante a maceração, rendimento de extração de sólidos durante a elaboração dos extratos aquosos e sobre o pH final da água de maceração, cujos resultados encontram-se apresentados nos diferentes gráficos das FIGURAS 7, 8, 9 e 10.

A FIGURA 7 mostra a taxa de absorção de água dos diferentes materiais estudados com respeito à temperatura de maceração. Nela pode ser observado que todos os materiais, exceto a soja sem casca, apresentam uma tendência crescente a absorver água conforme é aumentada a temperatura de maceração de 10°C até 35°C. Acima desta temperatura a taxa de absorção, no caso de soja com casca e girassol sem casca, diminui. No entanto, no caso do girassol com

casca, esta taxa continua a crescer proporcionalmente com o aumento da temperatura, apresentando uma tendência de se estabilizar, na faixa de temperatura estudada. Por outro lado, pode ser observado, na mesma figura, que o comportamento apresentado pela soja sem casca difere dos outros materiais, já que ela mostra uma tendência de decrescente na taxa de absorção de água, em todas as temperaturas estudadas.

O comportamento apresentado por todos os materiais ensaiados, sobre a perda de sólidos na água de maceração, pode ser observado na FIGURA 8, que mostra que quanto maior a temperatura de maceração, maior é a perda de sólidos. Observa-se também, que as perdas são mais acentuadas a temperaturas superiores a 35°C, e principalmente para os grãos sem casca.

Este comportamento geral concorda com os reportados por HINOJOSA (46); SOSULSKI e McCLEARY (112) e SOSULSKI et.al. (113).

A grande perda de sólidos ocorrida com a soja decortificada (cotilédones) foi devido, além da solubilização de componentes, principalmente, ao desprendimento de pequenos pedaços de material, em todas as temperaturas testadas. Este desprendimento foi mais acentuado em temperaturas acima de 35°C. No caso da soja inteira (com casca), o desprendimento de pequenos pedaços de casca após 6 - 8 horas de maceração e, posteriormente, o desprendimento de pequenos pedaços de cotilédones, principalmente nas temperaturas superiores a 45°C, foi o principal responsável pela perda de sólidos.

De uma maneira geral, o comportamento apresentado na FIGURA 8, correlaciona-se inversamente com o rendimento de extração de sólidos, apresentado na FIGURA 9, no sentido em que quanto maior a temperatura de maceração utilizada, maiores foram as perdas de sólidos e menores os rendimentos de extração.

Este mesmo comportamento foi reportado por WILKENS et. al. (118) e WILKENS e HACKLER (119), em pesquisas sobre leite de soja.

O baixo rendimento de extração de sólidos, apresentado em altas temperaturas de maceração (superiores a 60°C) deve-se, em parte, a uma desnaturação de proteínas ocorrida durante o longo período de maceração, diminuindo sua solubilidade (FLEMING e SOSULSKI, 34; LIN et.al., 61; SOSULSKI e McCLEARY, 112; SOSULSKI et.al., 113).

A FIGURA 9, mostra, também, uma queda drástica no rendimento de extração de sólidos dos grãos que foram macerados sem casca, nas temperaturas de 35 e 45°C. No caso da soja sem casca, pode-se observar que o rendimento atingiu um nível mínimo de 5,0%, aproximadamente.

Durante a etapa de elaboração do extrato aquoso de soja sem casca, observou-se que após a moagem do material, a massa obtida apresentou um alto grau de coágulos de proteína. Após centrifugação da massa, para separação dos sólidos insolúveis, obteve-se um líquido transparente, remanescendo, o resíduo e a proteína coagulada, no filtro da centrífuga.

No caso do girassol sem casca, o fenômeno foi semelhante, porém de menor intensidade. O extrato obtido deste material apresentou pouca coagulação e uma aparência mais próxima à do leite, porém os rendimentos de extração de sólidos foram muito baixos.

Quando utilizados os grãos com casca, os extratos produzidos apresentaram características de aparência e teor de sólidos normais, já esperados.

A variação do pH final da água de maceração, após um período de 16 horas, em relação à temperatura, é mostrada na FIGURA 10, para os grãos de soja e girassol com e sem casca. Pode-se

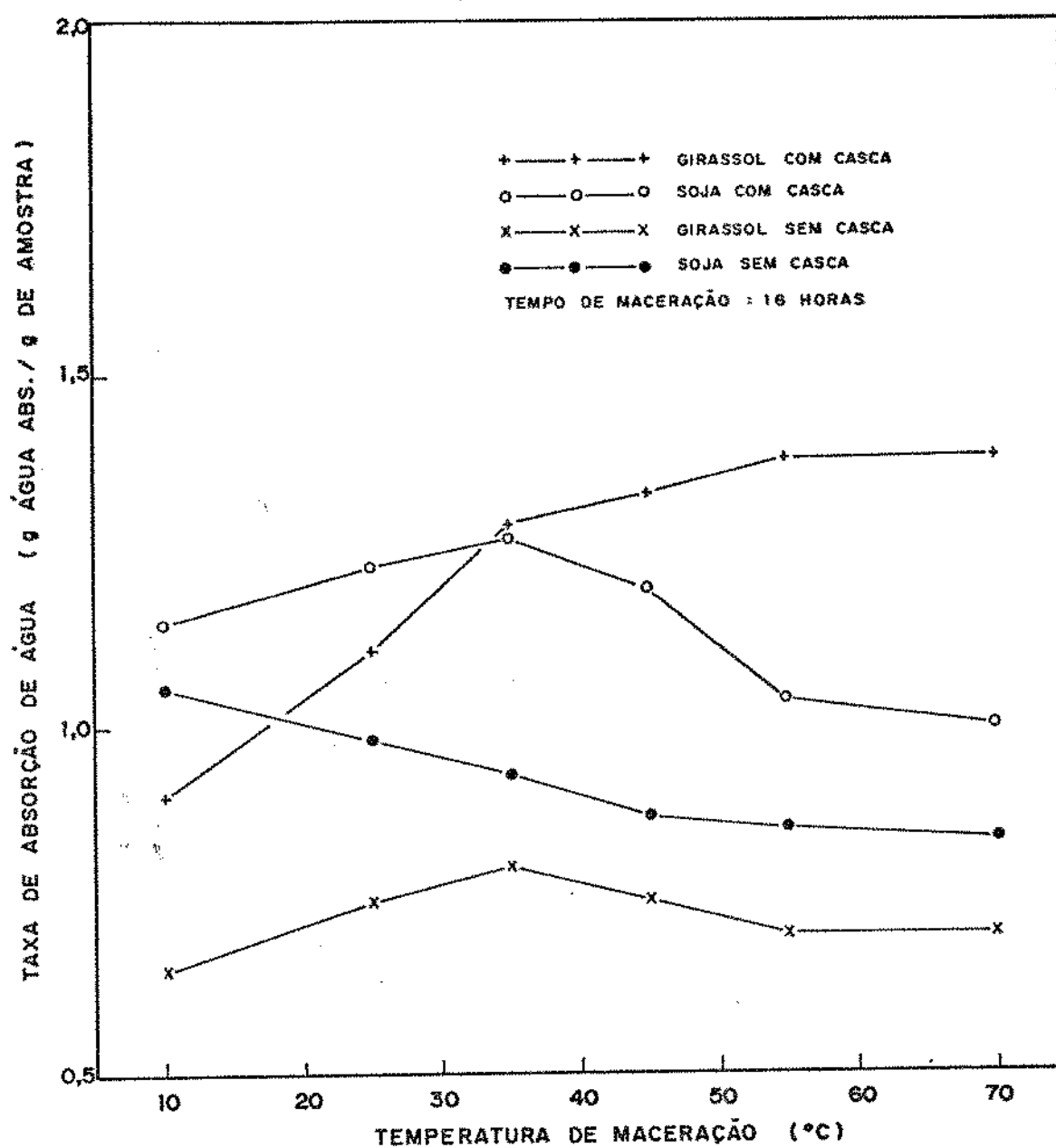


FIGURA 7 • EFEITO DA TEMPERATURA DE MACERAÇÃO SOBRE A TAXA DE ABSORÇÃO DE ÁGUA DE GRÃOS DE GIRASSOL E SOJA.

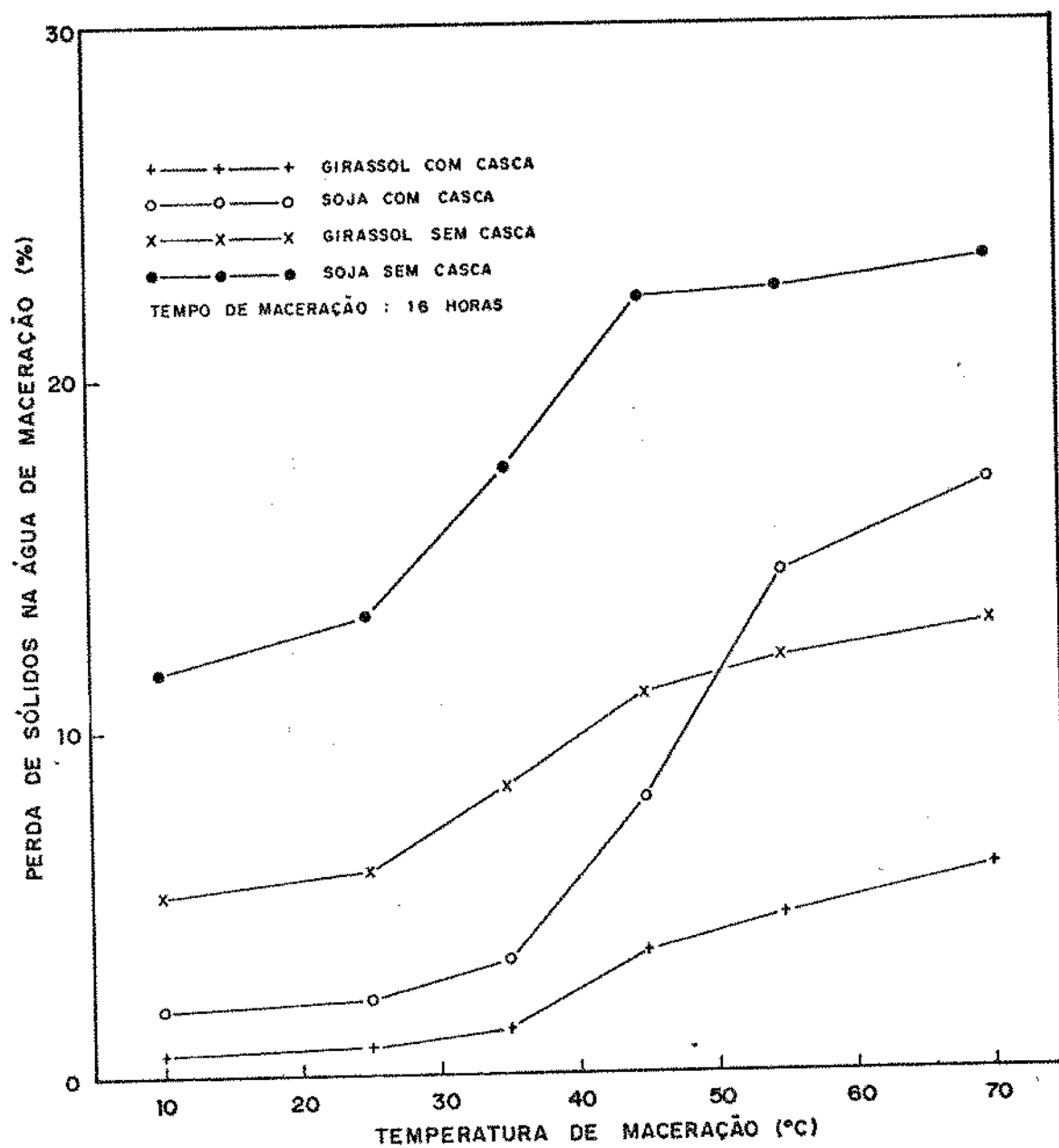


FIGURA 8 • EFEITO DA TEMPERATURA EM RELAÇÃO A PERDA DE SÓLIDOS DURANTE A MACERAÇÃO DE GRÃOS DE GIRASSOL E SOJA.

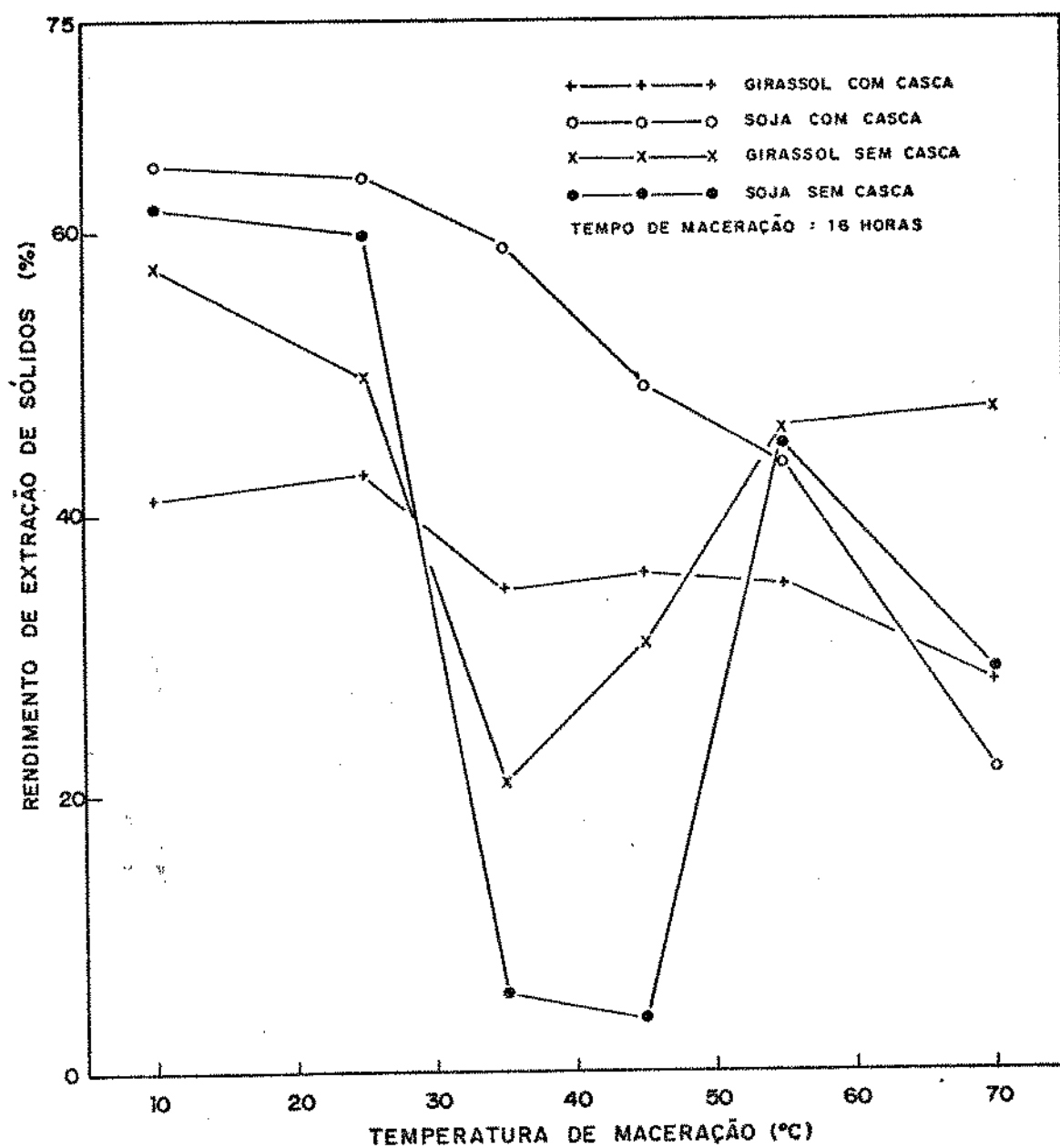


FIGURA 9 - EFEITO DA TEMPERATURA DE MACERAÇÃO SOBRE O RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO DE SÓLIDOS DE GRÃOS DE GIRASSOL E SOJA.

observar que existe uma queda do pH dos diferentes materiais estudados, que variam de valores próximos à neutralidade (6,2-6,8), à temperatura de 10°C, para valores francamente ácidos (4,2-4,8), nas temperaturas entre 35 e 45°C, com exceção do girassol com casca, cujo pH cai apenas para 5,3-5,4. Acima de 45°C o pH torna a subir, atingindo valores próximos à neutralidade, à temperatura de 70°C.

A queda drástica do pH nas temperaturas de maceração de 35 e 45°C, se correlaciona diretamente com a queda dos rendimentos de extração de sólidos nas mesmas temperaturas de maceração. Assim, uma das razões que pode ter ocasionado a queda desses rendimentos de extração, é o pH do meio de maceração. Por outro lado, segundo SOSULSKI e McCLEARY (111), a perda de sólidos durante a maceração é maior em pH ácidos, o que pode ter contribuído, também, na obtenção de baixos rendimentos de extração.

A maceração dos grãos por um certo período em pH ácido (4,0-5,0), correspondentes ao ponto isoelétrico dessas proteínas, pode ocasionar desnaturação das mesmas, de tal maneira que ao elaborar o extrato aquoso, as proteínas permanecem na porção insolúvel durante a etapa de centrifugação.

3. ENSAIOS DE MACERAÇÃO: INFLUÊNCIA DA AÇÃO MICROBIANA

Estes ensaios foram realizados com o objetivo de determinar a influência da ação microbiana na queda do pH durante os ensaios de maceração. A FIGURA 11 mostra a variação do pH da água de maceração em relação ao tempo, ao serem macerados cotilédones de girassol em água destilada com e sem a adição de um agente químico de preservação (mercaptolato).

Os cotilédones de girassol foram selecionados para realizar estes ensaios, por causa de ser este material o que apresentou maior queda do pH durante os ensaios de maceração. Assim mesmo, a temperatura de 35°C foi selecionada por ser esta onde se obtiveram as quedas mais acentuadas de pH e de rendimento de extração de sólidos.

Esta figura mostra que quando os cotilédones foram macerados em água destilada, o pH do meio permaneceu constante, sem variações, durante as primeiras cinco horas, ocorrendo, depois desse período, uma queda do pH de 6,0 para cerca de 4,2, nas cinco horas seguintes, quando permaneceu praticamente constante.

Por outro lado, quando foram macerados os cotilédones na solução contendo preservativo, não houve variação do pH, durante o período de tempo ensaiado.

Desta maneira, pode-se dizer que a queda do pH da água de maceração, é devido à ação microbiana sobre os sólidos solúveis extraídos dos grãos. De acordo com diversos autores (BADENHOP e HACKLER, 10; WILKENS e HACKLER, 119), estes sólidos são constituídos principalmente por carboidratos, que podem ser fermentados, sob certas condições, ocasionando uma diminuição do pH do meio de maceração.

Em geral, baseado nos ensaios de maceração, foram escolhidas as melhores condições para serem utilizadas nos ensaios de extração.

Desta maneira foram escolhidos os grãos de soja com casca e de girassol sem casca para servir como matéria prima durante os ensaios posteriores, por serem considerados mais apropriados.

Os grãos de soja inteiros (com casca) apresentaram maior taxa de absorção de água e menor perda de sólidos que os cotilédones.

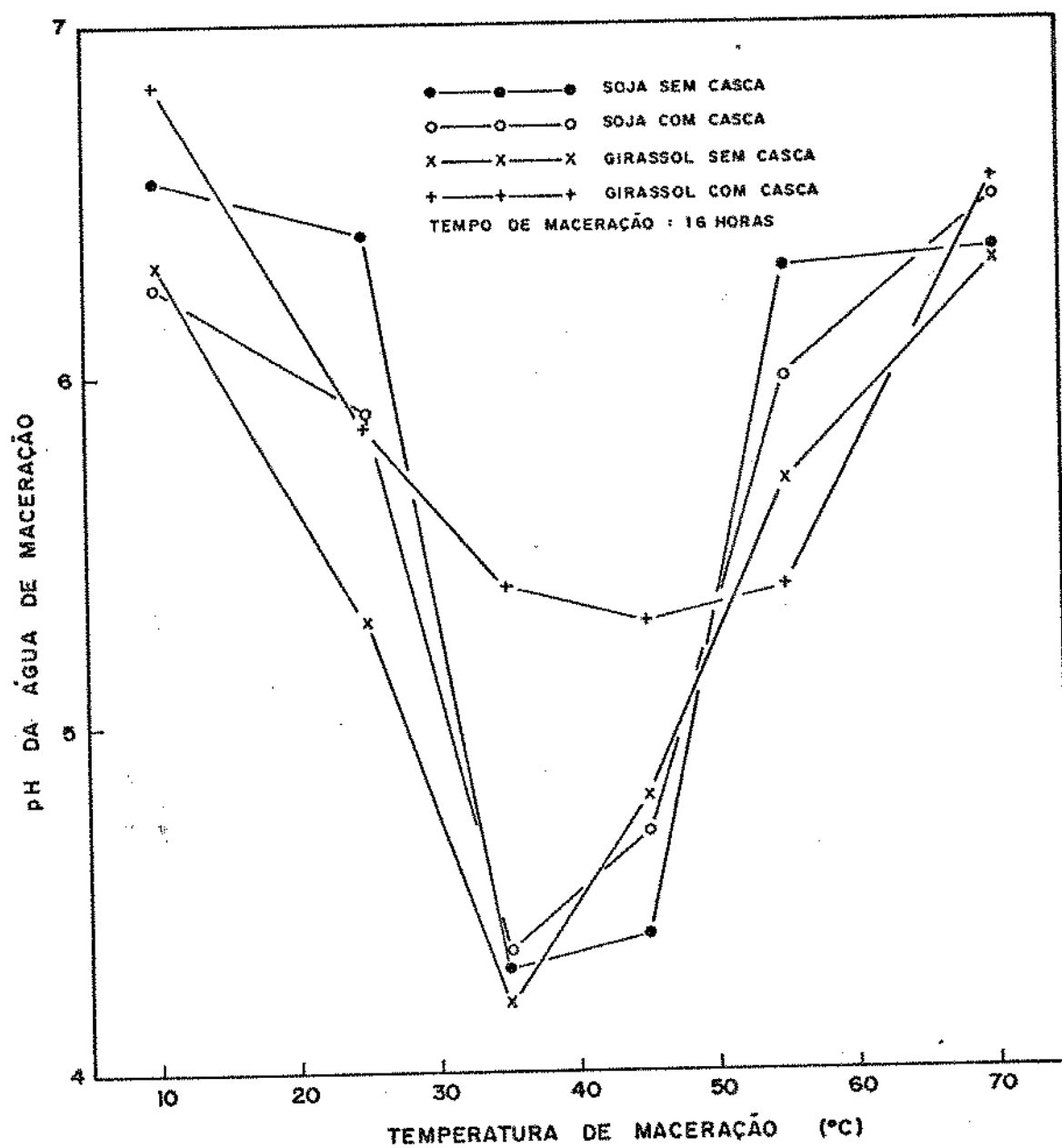


FIGURA 10 - EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE O pH FINAL DA ÁGUA, NA MACERAÇÃO DE GRÃOS DE GIRASSOL E SOJA.

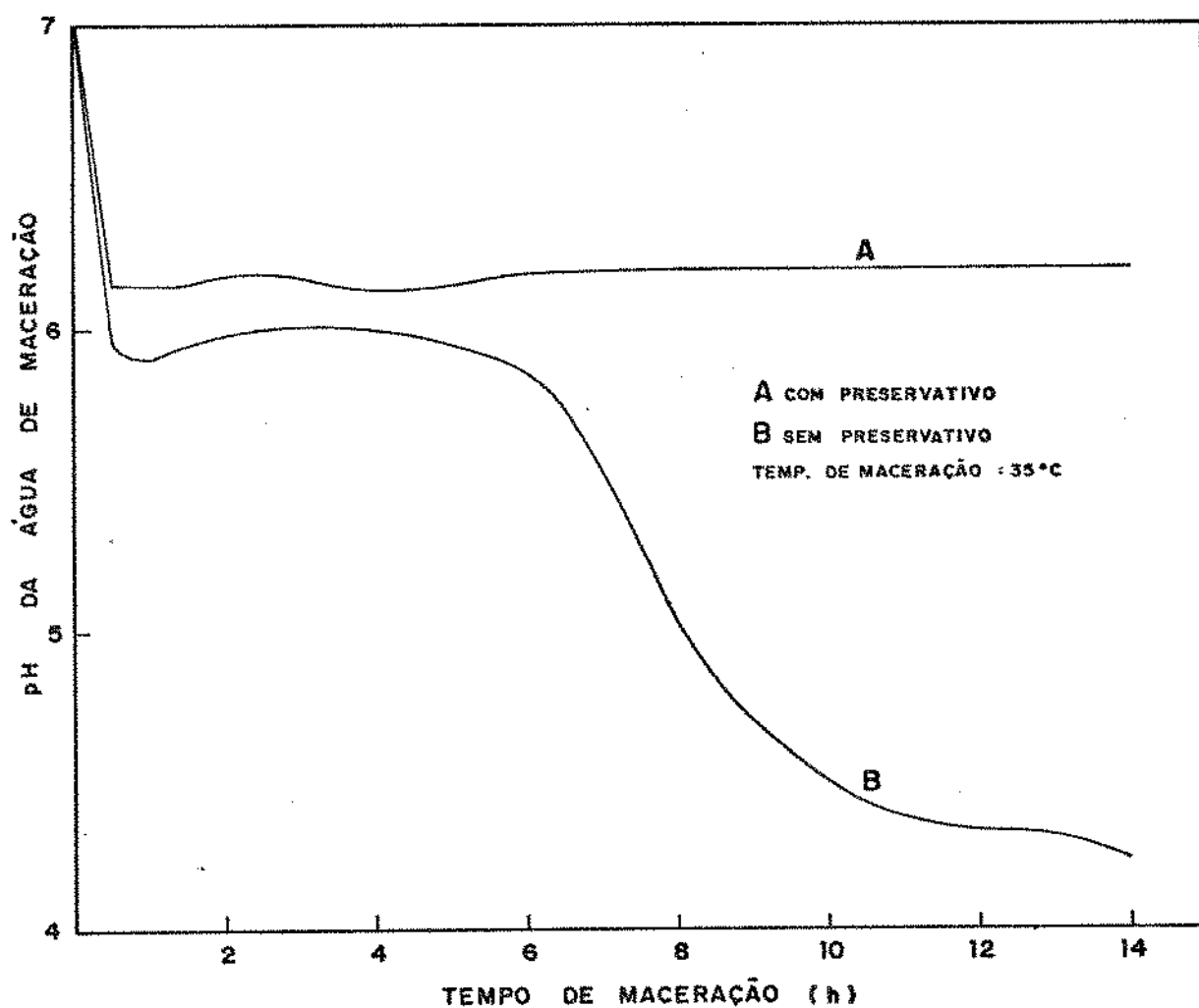


FIGURA 11 - EFEITO DO TEMPO SOBRE A VARIAÇÃO DO pH DA ÁGUA, DURANTE A MACERAÇÃO DE GRÃOS DE GIRASSOL SEM CASCA, COM E SEM PRESERVATIVO.

nes descascados. Uma maior taxa de absorção de água, segundo LO et.al. (64), facilita a moagem do material com ruptura da maioria das células, obtendo desta maneira um maior rendimento de extração de sólidos. Por outro lado, como já foi dito, uma maior perda de sólidos durante a etapa de maceração, se traduz num menor rendimento de extração de sólidos durante a elaboração dos extratos aquosos.

Além disso, a soja com casca apresentou um maior rendimento de extração de sólidos que a soja sem casca, principalmente nas temperaturas de 35 a 45°C, apesar destes dois materiais apresentarem um pH final semelhante, na água de maceração. Este fato indica que, provavelmente, a soja com casca permaneceu menos tempo exposta ao pH final da água de maceração (pH do ponto isoelétrico), ocasionando menor desnaturação de suas proteínas.

Com respeito ao girassol com casca, apesar de apresentar maior taxa de absorção de água, menor perda de sólidos e uma diminuição menos acentuada do pH final da água de maceração, ensaios preliminares mostraram que os extratos produzidos com o grão inteiro (com casca) apresentaram uma coloração mais escura que os produzidos com cotilédones descascados, como mencionado por ROBERTSON e BURNS (95) e SOSULSKI e FLEMING (114).

Destes ensaios, também, foi escolhida a temperatura de 25°C (ambiente) para ser utilizada nos ensaios posteriores, por razões práticas e econômicas, como recomendado por LÓPEZ (68), e visto que temperaturas superiores ocasionaram maiores perdas de sólidos e menores rendimentos de extração.

O processo de maceração descontínuo tipo "batch", apresenta a desvantagem de reter no próprio meio todos os sólidos lixiviados do grão (açúcar, peptídios, aminoácidos e outros), propiciam

do, desta maneira, o desenvolvimento de microorganismos. Visto que a maioria dos sólidos solúveis (acima de 70,0%) encontrados na água de maceração são carboidratos, a fermentação microbiana destes produz uma queda acentuada do pH do meio, principalmente às temperaturas de 35 e 45°C, como foi comprovado nas experiências de maceração realizadas.

Portanto, considerou-se que a utilização de um processo contínuo de maceração, com água corrente, em substituição ao processo descontínuo, durante os posteriores ensaios de extração, era mais adequado. O processo contínuo permite a renovação constante do meio de maceração, eliminando os sólidos solúveis e, desta maneira, diminuindo a multiplicação microbiana, como foi constatado em experiências preliminares.

Além disso, de acordo com SOSULSKI et.al. (113), embora o processo de maceração descontínuo resulte em menores perdas de sólidos, este processo também diminui a solubilidade das proteínas, principalmente às temperaturas elevadas (superiores a 60°C), quando comparado com o processo de maceração contínuo.

Com respeito à água de maceração, considerou-se mais apropriado a utilização de um fluxo controlado de água potável, em substituição à água destilada, visto que se assemelhava mais às condições reais industriais.

4. ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DA RELAÇÃO SÓLIDO:LÍQUIDO

Estes ensaios foram realizados utilizando grãos de soja inteiros (com casca) e cotilédones de girassol, por serem considerados os materiais mais apropriados, conforme foi demonstrado durante os diferentes ensaios de maceração.

Os resultados obtidos sobre o efeito da variação da relação sólido:líquido de extração, na faixa de 1:6 a 1:16, sobre a composição dos extratos, rendimentos de extração e composição dos resíduos, ao serem analisados sólidos, gordura e proteína, encontram-se graficados nas FIGURAS 12 à 17.

As FIGURAS 12 e 13 mostram o efeito da relação sólido: líquido sobre a composição dos extratos de soja e girassol. Nelas pode-se observar que o comportamento para ambas as oleaginosas é similar, indicando que à medida que a quantidade de solvente aumenta, a concentração dos diferentes elementos analisados no extrato diminui. O grau de diminuição ou diluição destes elementos, exceto gordura, também é similar. No caso de soja, o teor de sólidos diminui de 10,53%, quando utilizada uma relação sólido:líquido de 1:6, para 4,73% numa relação de 1:16, significando uma diluição de 55,0% deste elemento, contra uma diluição de 52,5% apresentada pelo girassol. Com respeito à gordura e proteína, os extratos de soja apresentaram uma diluição de 49,4% e 57,3%, respectivamente, e os extratos de girassol de 20,3% e 59,4%, respectivamente.

Nas mesmas figuras pode-se observar que para todas as relações sólido:líquido utilizadas, os extratos aquosos de soja apresentaram maior teor de proteína e menor teor de gordura, enquanto que os extratos de girassol mostraram maior teor de gordura e menor teor de proteína.

As FIGURAS 14 e 15 mostram os rendimentos de extração de sólidos, proteína e gordura obtidos durante a elaboração dos extratos de soja e girassol, quando utilizadas diferentes relações sólido:líquido. Pode-se observar que a tendência apresentada pelos diferentes parâmetros medidos, para ambos os materiais, é similar, isto é, quanto maior a quantidade de solvente utilizada, maiores são os rendimentos de extração obtidos.

No caso da soja, o maior aumento no rendimento de extração desses elementos, foi obtido entre as relações sólido:líquido de 1:6 e 1:8, acima da qual os aumentos foram gradativamente menores, principalmente para sólidos e gordura, que apresentaram uma tendência a permanecer constantes.

Com o girassol, acima de relação 1:10, os rendimentos de extração de sólidos permanecem praticamente constantes e os de proteína apresentam uma ligeira diminuição. No entanto, os rendimentos de extração de gordura apresentaram um acréscimo gradativo em todas as relações sólido:líquido ensaiadas, variando de 26,15%, quando utilizada uma relação de 1:6, para 59,10%, numa relação 1:16, significando um aumento de 226,0%.

A composição dos diferentes resíduos úmidos obtidos durante a elaboração dos extratos aquosos de soja e girassol, é mostrada nas FIGURAS 16 e 17. Nelas observa-se que os resíduos de soja obtidos nas relações de 1:8 até 1:16, apresentam praticamente a mesma composição, sendo de aproximadamente 18,4% de sólidos e pequenas quantidades de proteína (3,78%) e gordura (1,46%). No entanto, quando analisada a composição desses sólidos, na base seca, os valores médios de proteína e gordura nas relações 1:8 até 1:16 variaram para 20,6% e 7,8%, respectivamente (QUADRO 14).

Os resíduos de girassol apresentaram uma queda de 32,2% no teor de sólidos, quando foi variada a relação sólido:líquido de 1:6 para 1:16, que foi acompanhada por uma diminuição de 41,2% no teor de gordura, enquanto que o teor de proteína experimenta uma queda de apenas 23,5% na variação sólido:líquido já mencionada. No entanto, a composição dos sólidos desses resíduos, mostra um aumento no teor de proteína que varia de 22,34% para 26,28%. Desta maneira, pode-se dizer que a diminuição dos sólidos insolúveis no re

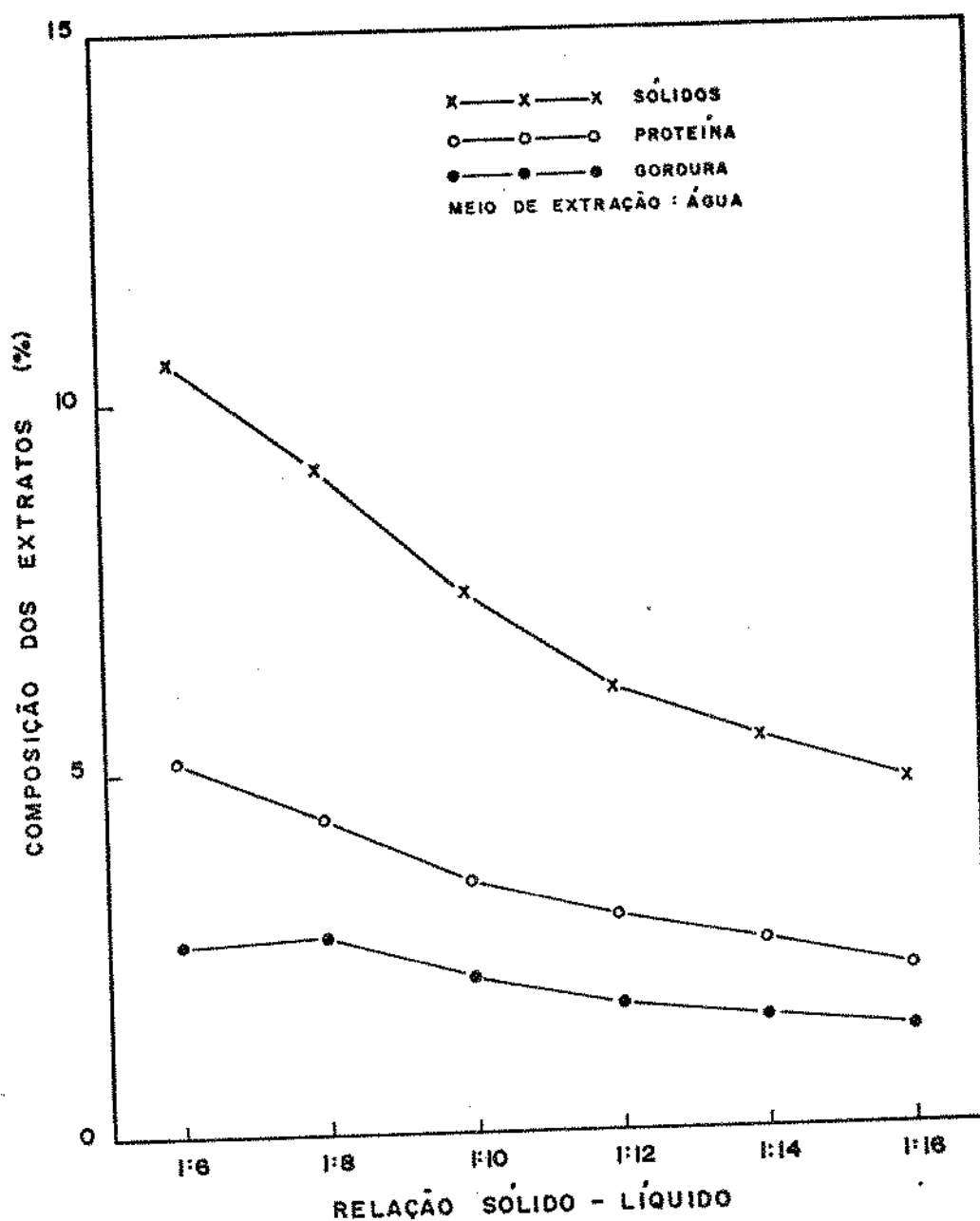


FIGURA 12 - EFEITO DA RELAÇÃO SÓLIDO - LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO SOBRE A COMPOSIÇÃO DE SÓLIDOS, PROTEÍNA E GORDURA DOS EXTRATOS DE SOJA.

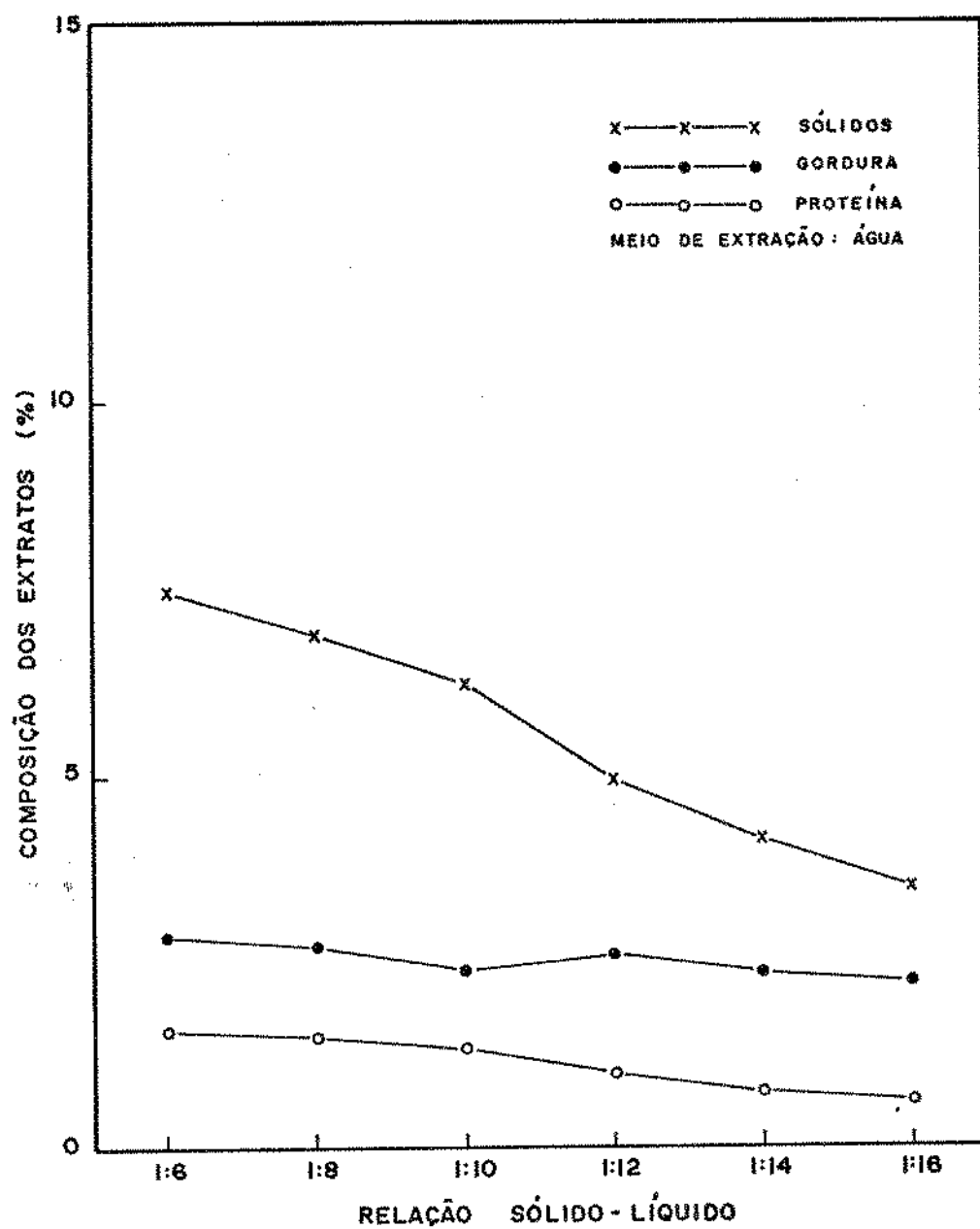


FIGURA 13 - EFEITO DA RELAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO SOBRE O CONTEÚDO DE SÓLIDOS, GORDURA E PROTEÍNA, DOS EXTRATOS DE GIRASSOL.

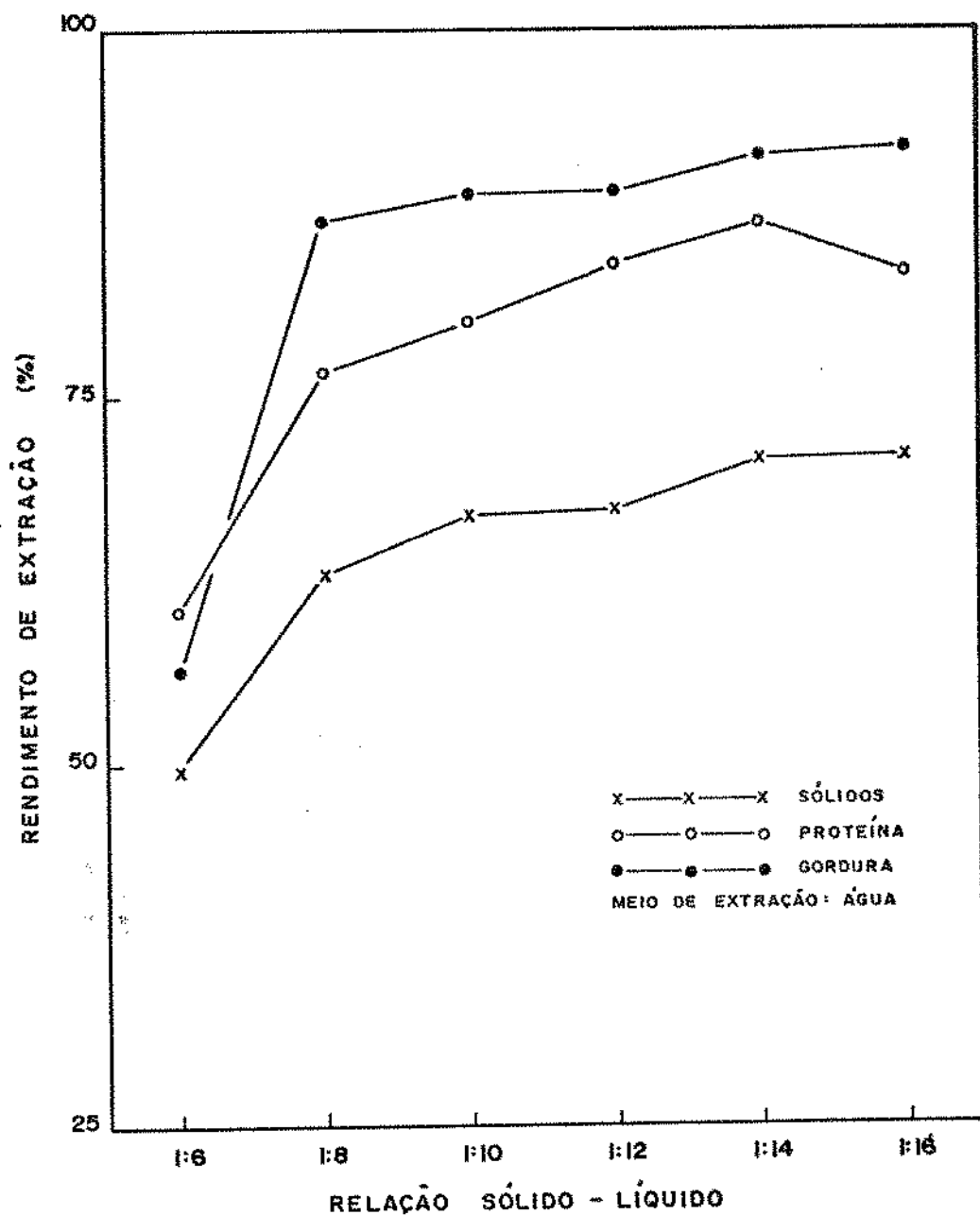


FIGURA 14 . RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO DE GORDURA, PROTEÍNA E SÓLIDOS DA SOJA EM FUNÇÃO DA RELAÇÃO SÓLIDO - LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO.

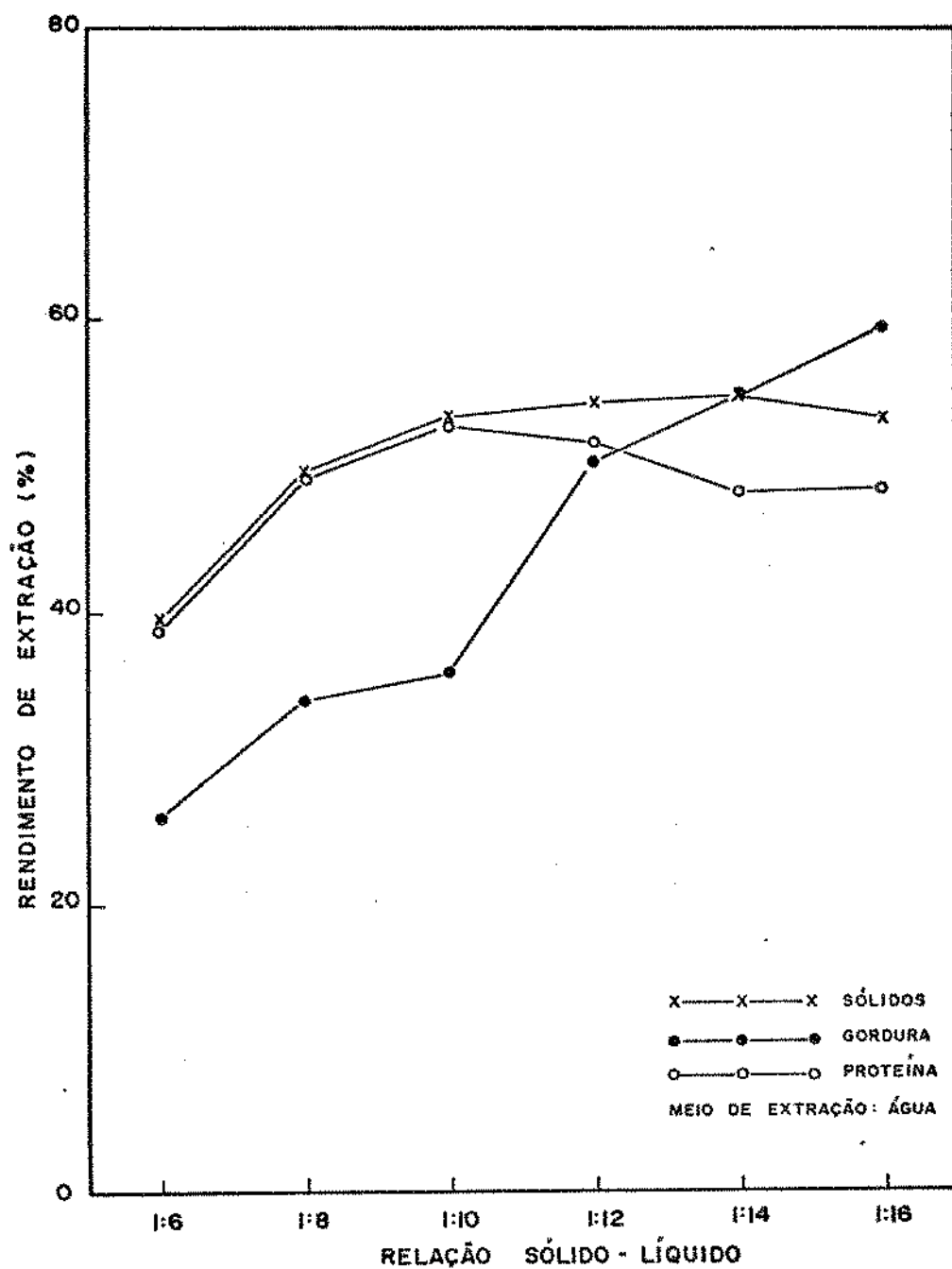


FIGURA 15 - RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO DE GORDURA, PROTEÍNA E SÓLIDOS DO GIRASSOL, EM FUNÇÃO DA RELAÇÃO SÓLIDO - LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO.

síduo de girassol deve-se, principalmente, a uma diminuição no teor de gordura.

Em geral, a variação da composição dos resíduos de girassol e soja apresenta uma tendência que concorda com os resultados obtidos sobre rendimentos de extração.

Por outro lado, a influência que exerce a variação da relação sólido:líquido de extração, sobre a composição dos extratos e rendimentos de extração, mostrada nestas experiências, concorda com os resultados apresentados por TAN (mencionado por HINOJOSA, 46). Segundo esse autor, a relação sólido:líquido utilizada durante a moagem do material influenciava grandemente o rendimento de extração de sólidos sendo que quanto menor a quantidade de solvente, menor é o rendimento de extração.

Segundo WOLF (121), quanto maior a quantidade de solvente de extração, maior é o rendimento de extração de proteína, mas resulta em extratos muito diluídos. Todavia, GHEYASUDDIN et.al. (37), trabalhando com farinha de girassol desengordurada demonstraram que a variação da relação sólido:líquido de extração não exercia efeito considerável sobre os rendimentos de extração.

Estas experiências mostram que a melhor relação sólido: líquido de extração é 1:10, que concorda com a recomendada por WOLF (121), visto que quantidades maiores de solvente produzem extratos muito diluídos, e o aumento no rendimento de extração é relativamente pequeno. Por outro lado, menores quantidades de solvente produzem dificuldades no manuseio dos extratos, pois são muito viscosos, e dos resíduos, principalmente na relação 1:6. Pequenas quantidades de solvente produzem, também, extratos com altas concentrações de proteína, gordura e sólidos, porém apresentam rendimentos de extração baixos.

Quando utilizada uma relação sólido:líquido de extração de 1:10, os teores de proteína e gordura do extrato de soja foram 3,46% e 2,13%, respectivamente. Estes valores concordam com os reportados por diferentes autores, que variam entre 2,2% e 3,5% de proteínas e de 1,51% e 2,8% de gordura (FERBER e COOKE, 33; HINOJOSA, 46).

Nas mesmas condições de extração, o extrato de girassol apresentou um valor de 1,34% de proteína e 2,41% de gordura. O valor de proteína obtido foi 42,5% superior ao reportado por FERBER e COOKE (33) (0,94%), enquanto que o de gordura foi muito próximo (2,69%).

No que se refere à estabilidade física dos extratos de girassol, observou-se que foi muito pequena, ocorrendo coagulação durante a moagem do material e separação de fases depois de uma hora de repouso.

Por outro lado, os extratos de soja apresentaram uma grande estabilidade física, mesmo depois de vários dias de repouso à temperatura de 5 - 8°C.

Os resíduos obtidos quando utilizada uma relação sólido:líquido de 1:10, apresentaram um teor de proteína e gordura, na base seca, de 21,6% e 8,0% para soja, e de 22,6% e 49,0% para o girassol. Estes valores concordam com os publicados por HAND et.al.(40), que obtiveram um resíduo com 21,2% de proteína e 9,7% de gordura para a soja. Por outro lado, BADENHOP e HACKLER (10) obtiveram um resíduo com 29,0% de proteína e 14,0% de gordura. Segundo MORETTI e HINOJOSA (76), o resíduo seco de soja, produzido com o processo FEAA-UNICAMP, apresenta um teor de 6,0% de umidade e 30,0% de proteína.

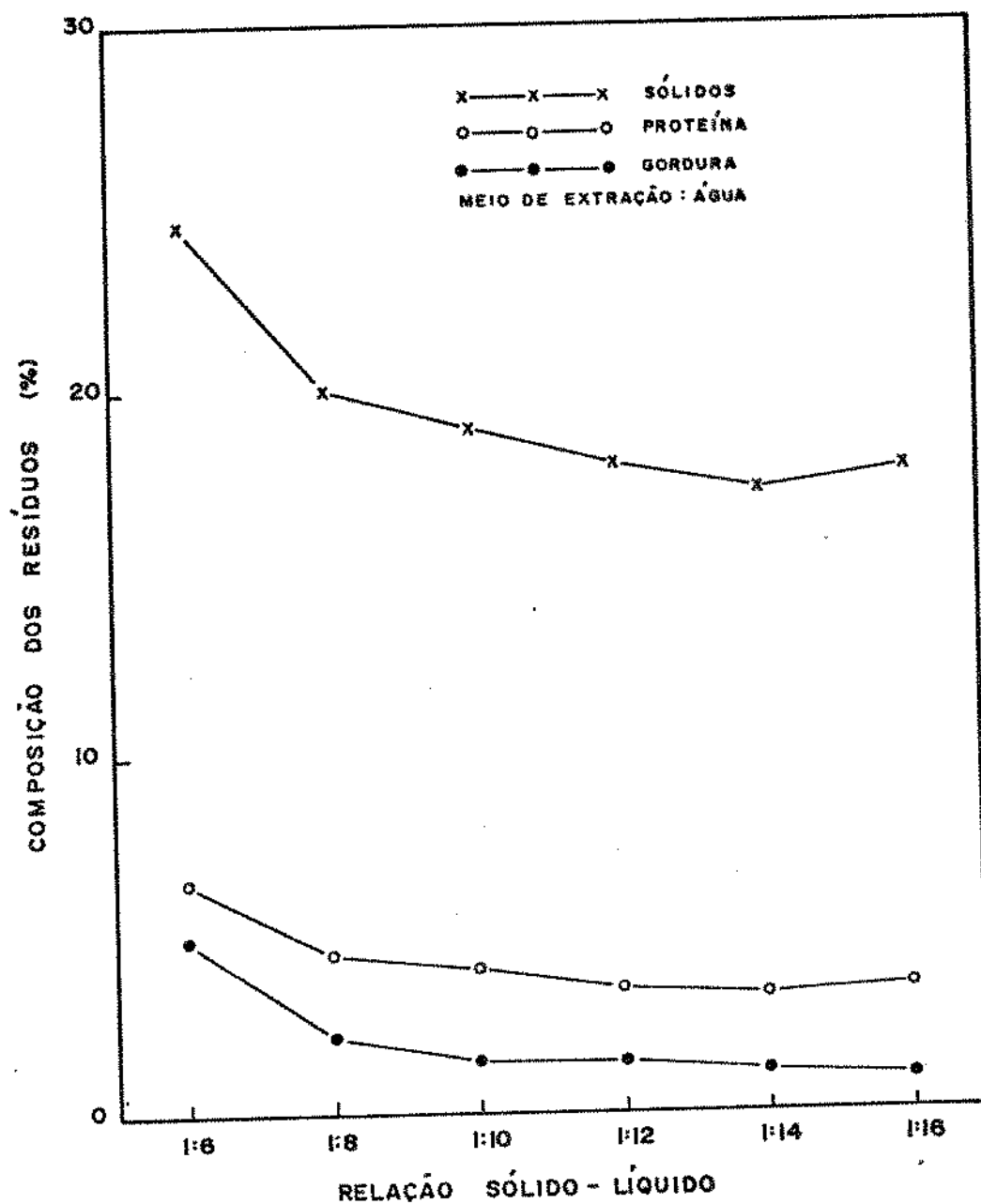


FIGURA 16 - EFEITO DA RELAÇÃO SÓLIDO - LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO SOBRE O CONTEÚDO DE SÓLIDOS, PROTEÍNA E GORDURA DOS RESÍDUOS DE SOJA.

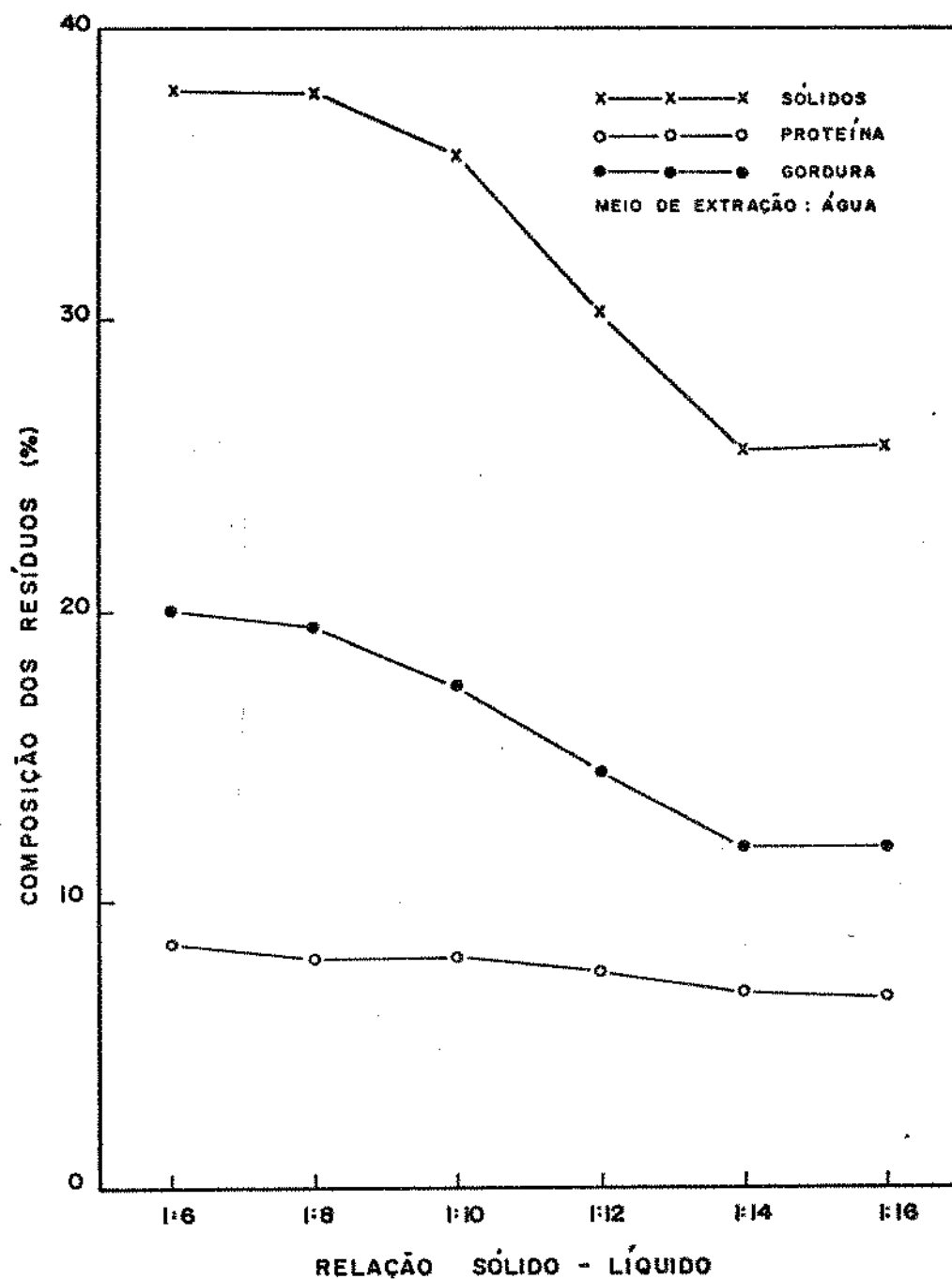


FIGURA 17 - EFEITO DA RELAÇÃO SÓLIDO - LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO SOBRE O CONTEÚDO DE SÓLIDOS, GORDURA E PROTEÍNA DOS RESÍDUOS DE GIRASSOL.

QUADRO 14. Composição em proteína e gordura dos resíduos secos dos extratos aquosos de girassol e soja, nas diferentes relações sólido:líquido.

Relação Sól:Líq. de Extração	Sólidos totais (a)		Proteína (b)		Gordura (b)	
	(%)		(%)		(%)	
	soja	girassol	soja	girassol	soja	girassol
1 : 6	24,63	37,72	26,17	22,34	19,93	53,50
1 : 8	20,07	37,72	22,28	21,31	10,99	51,64
1 : 10	18,93	35,62	21,59	22,63	7,89	48,82
1 : 12	17,98	30,13	19,77	24,68	8,29	48,35
1 : 14	17,21	25,50	19,16	26,47	6,70	46,39
1 : 16	17,83	25,56	19,85	26,28	6,00	46,24

(a) Contidos no resíduo úmido.

(b) Contidos nos sólidos totais em base seca.

No que se refere à composição do resíduo de girassol, não foram encontrados dados comparativos na literatura, mas pode ser observado que o teor de proteína é semelhante ao apresentado pelo resíduo de soja, no entanto, o teor de gordura é muito maior.

5. ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DA RELAÇÃO GIRASSOL-SOJA

A finalidade destes ensaios foi selecionar a melhor mistura entre o girassol e a soja, para ser utilizada nas experiências posteriores de extração. Esta seleção foi baseada em diferentes critérios, a saber: igual participação em proteína de ambas as oleaginosas, composição em sólidos, proteína e gordura dos extratos, e rendimentos de extração dessas substâncias.

A FIGURA 18 mostra a composição das diferentes misturas dos grãos de girassol e soja, bem como a proporção de proteína, gordura e sólidos que cada oleaginosa aporta nas diferentes misturas. Nessa figura pode-se observar que o ponto em que ambas as oleaginosas participam com a mesma quantidade de proteína, encontra-se entre a relação girassol-soja 70-30 e 60-40. Nesse ponto a mistura contém 26,0% de proteína, sendo 13,0% proteína de soja e 13,0% de girassol, e 41,9% de gordura, da qual 7,5% de soja e 34,4% de girassol.

Desta maneira, foram selecionadas as misturas 70-30 e 60-40 para realizar ensaios de extração, utilizando água destilada e soro de queijo clarificado como meio líquido de extração, e uma relação sólido:líquido de 1:10.

A composição em sólidos, proteína e gordura destes extratos, bem como os diferentes rendimentos de extração, são mostrados nas FIGURAS 19 e 20.

Os extratos elaborados com soro, em ambas as relações girassol-soja, apresentam maior teor de sólidos e proteína e maiores rendimentos de extração destas substâncias, que os extratos elaborados com água. O maior conteúdo em sólidos e proteínas desses extratos deve-se principalmente, ao aporte direto, dessas substâncias, proporcionado pelo soro. No entanto, a composição iônica do soro, como mencionado por diversos autores (FLEMING e SOSULSKI, 34; LÓPEZ et.al. 67) produz uma maior solubilização das proteínas e, portanto, um aumento na concentração de proteína e sólidos no extrato, bem como um aumento nos rendimentos de extração dessas substâncias.

Quando comparados os extratos elaborados com água, em ambas as relações girassol-soja, observa-se que quanto maior o teor de proteína aportado pela soja na mistura, maior é o teor de sólidos e proteína no extrato, bem como maiores são os rendimentos de extração desses elementos. Isto pode ser explicado devido à maior solubilidade em água das proteínas de soja que as de girassol, verificada em ensaios preliminares e amplamente comprovada por diferentes autores (FERBER e COOKE, 33; FLEMING e SOSULSKI, 34; LIN et.al., 61; MARTINEZ 69; SOSULSKI e FLEMING, 114).

Por outro lado, quando comparados os extratos elaborados com soro, eles apresentam o mesmo teor de sólidos e proteína, apesar da diferente relação girassol-soja empregada. No entanto, quando analisados os rendimentos de extração, pode-se observar que o extrato elaborado com a relação girassol-soja 70-30 apresentou maior rendimento de extração de proteínas que o extrato elaborado com a relação 60-40, devido, provavelmente, a que, segundo SOSULSKI e FLEMING (114), as proteínas de girassol apresentam maior solubilidade em soluções salinas que as proteínas de soja.

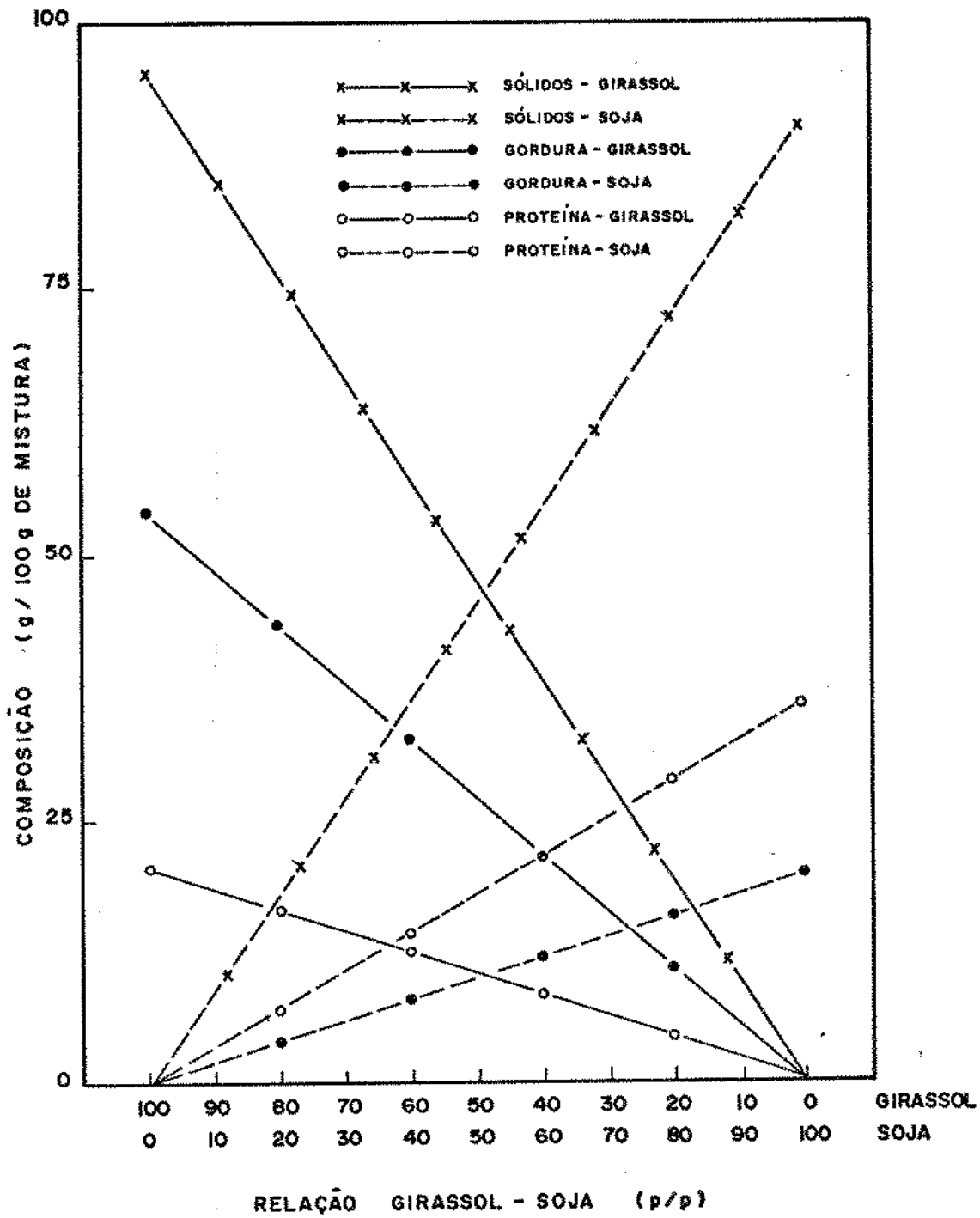


FIGURA 18 . CONTEÚDO DE SÓLIDOS TOTAIS, GORDURA E PROTEÍNA DAS DIFERENTES MISTURAS GIRASSOL - SOJA.

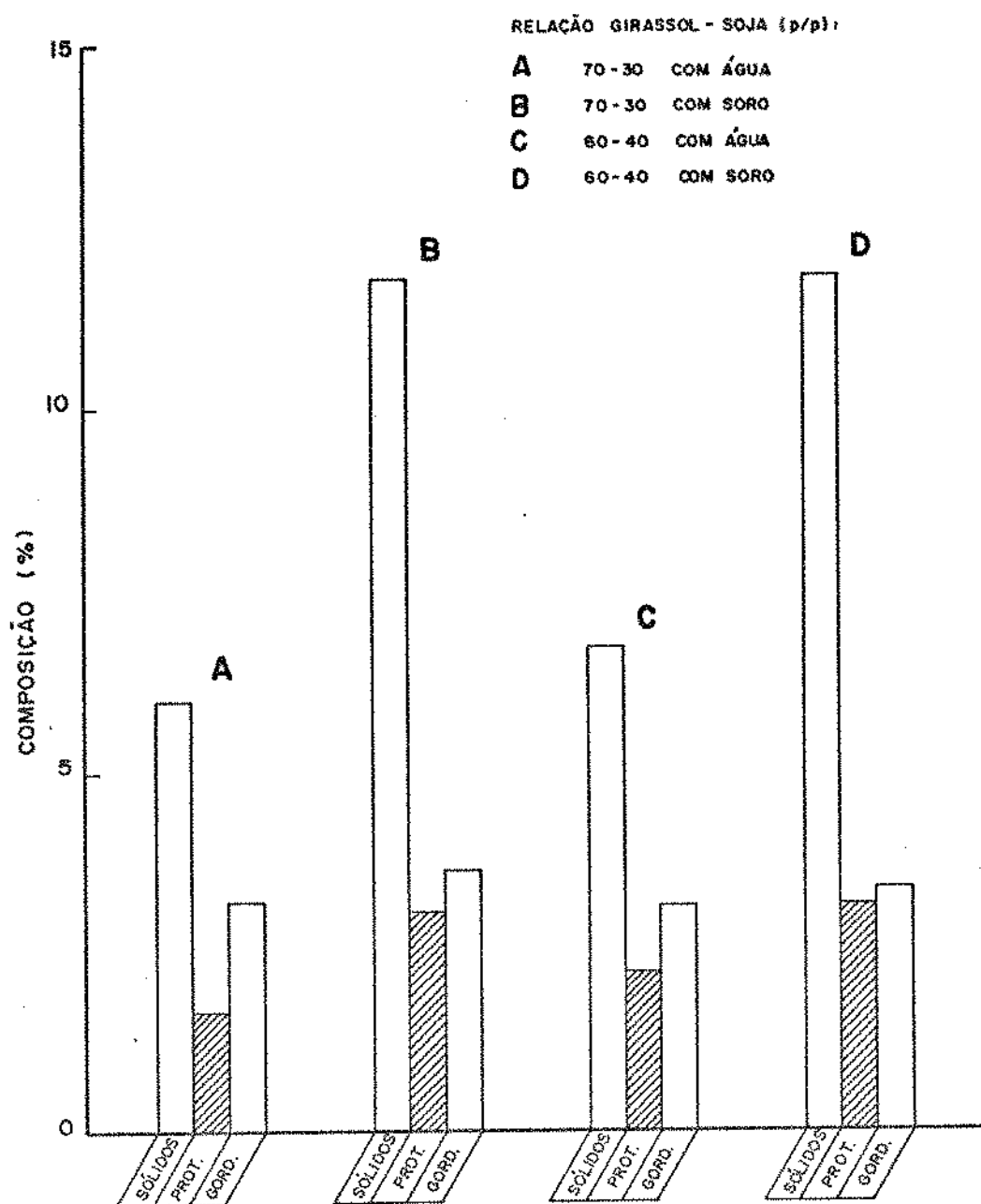


FIGURA 19 - COMPOSIÇÃO EM SÓLIDOS, PROTEÍNAS E GORDURA DOS DIFENTES EXTRATOS DE MISTURAS DE GIRASSOL-SOJA, UTILIZANDO ÁGUA E SORO COMO MEIO DE EXTRAÇÃO.

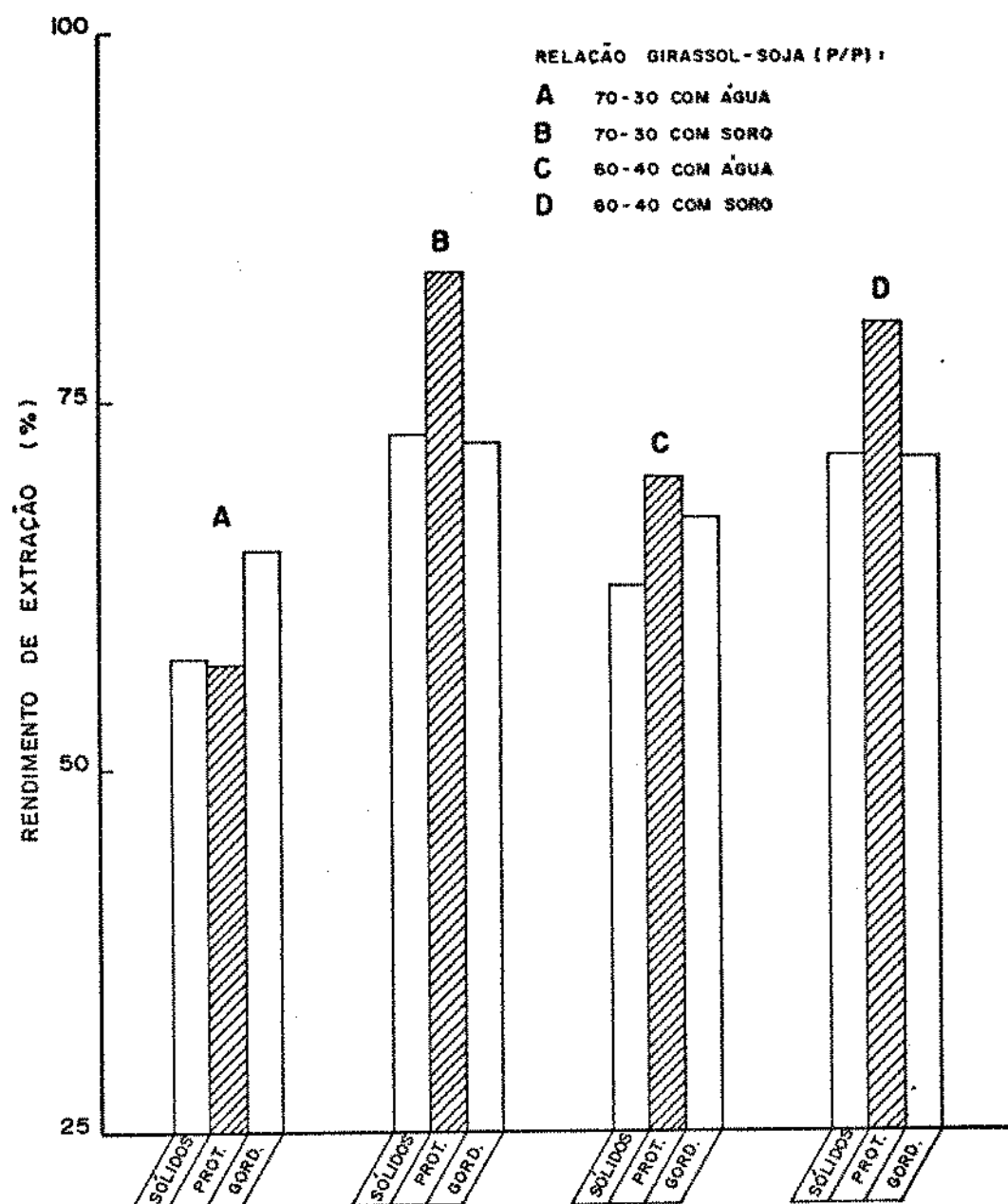


FIGURA 20 - RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO DE SÓLIDOS, PROTEÍNA E GORDURA DOS DIFERENTES EXTRATOS DE MISTURAS DE GIRASSOL-SOJA, UTILIZANDO ÁGUA E SORO COMO MEIO DE EXTRAÇÃO.

Vale a pena salientar que os extratos aquosos de girassol puro apresentaram uma baixa estabilidade física, ocorrendo separação de fases quando deixados em repouso durante uma hora aproximadamente, à temperatura ambiente ou geladeira (5-8°C). Quando rehomogeneizados estes extratos, observou-se um retorno a seu estado normal, desaparecendo as fases, porém, depois de uma hora de repouso novamente ocorria separação de fases. A instabilidade física do extrato é um fator indesejável na preparação de extratos aquosos tanto do ponto de vista tecnológico como funcional.

FERBER e COOKE (33) também observaram que os extratos de girassol apresentavam uma estabilidade física muito baixa, menor a 10,0%. Segundo estes autores, isto devia-se à composição protéica dos extratos, mais especificamente ao alto teor de globulinas (31,7%) comparado com o de albuminas (20,3%). Quando submetidos a tratamento enzimático, a estabilidade aumentou para 90,0% aproximadamente e o teor de globulinas e albuminas nos extratos foram de 2,9% e 71,8% respectivamente, o que, segundo estes autores, sugere que as albuminas contribuem grandemente para a estabilidade da emulsão, nesse sistema.

Em relação aos ensaios com misturas, estes extratos permaneceram em repouso durante várias horas (uma noite) à temperatura ambiente e vários dias à temperatura de 5-8°C, sem mostrar separação de fases, indicando assim uma boa estabilidade física. Assim mesmo, ensaios preliminares mostraram que a baixa estabilidade dos extratos de girassol puro, era aumentada com a adição de 10,0% ou mais de grãos de soja na mistura. FERBER e COOKE (33) recomendam a adição de 20,0% de soja, na mistura girassol-soja, para atingir uma estabilidade semelhante à apresentada pelo extrato de soja puro.

O aumento da estabilidade física dos extratos ao ser adicionada soja, pode-se atribuir a diversos fatores tais como participação de lecitina da soja, que age como estabilizante e emulsificante natural, e o aumento da relação albumina:globulina. Além disso, quando elaborados com soro de queijo, os íons cálcio presentes, além de aumentar a solubilidade das proteínas, podem ser responsáveis por um aumento na estabilidade desses extratos (FLEMING e SOSULSKI, 34). Por outro lado, as proteínas do soro de queijo, que contêm a maioria dos grupos sulfidrilos livres (-SH) existentes no leite, podem, sob certas circunstâncias, aumentar a estabilidade do extrato (PALUMBO, 86).

6. ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DO MEIO LÍQUIDO DE EXTRAÇÃO E DA RELAÇÃO SÓLIDO:LÍQUIDO

Os resultados obtidos destes ensaios encontram-se graficados nas FIGURAS 21 à 26. Nelas é mostrada a influência que exercem o meio líquido de extração, bem como a variação da relação sólido:líquido de extração, sobre a composição dos extratos, rendimentos de extração e composição dos resíduos.

A relação girassol-soja utilizada nestes ensaios foi de 70-30 (% p/p), a qual foi escolhida como a mais apropriada conforme demonstrado nos "ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DA RELAÇÃO GIRASSOL-SOJA".

A variação da composição em sólidos, proteína e gordura dos extratos, com respeito à variação da relação sólido:líquido, quando utilizados água e soro de queijo clarificado, é mostrada nas FIGURAS 21 e 22. Essas figuras mostram que quanto maior a quantidade de solvente utilizada, a porcentagem dos componentes no extra

to é menor. Pode-se observar também, que a concentração desses componentes é maior nos extratos elaborados com soro que nos elaborados com água, em todas as relações sólido:líquido testadas.

No caso dos extratos elaborados com água, o teor de sólidos diminuiu de 9,05% para 4,16%, o de gordura de 4,79% para 2,26% e o de proteína de 2,47% para 1,20%, quando variada a relação sólido:líquido de 1:6 para 1:16, respectivamente. Assim mesmo, os extratos elaborados com soro apresentaram uma diminuição em sólidos de 14,79% para 9,66%, gordura de 5,31% para 2,37% e de proteína de 3,94% para 2,11%, na mesma variação de relação sólido:líquido já mencionada.

Estes valores indicam que a diluição dos diferentes componentes nos extratos, nas condições de extração descritas, foi de aproximadamente 52,0% exceto para o conteúdo de sólidos dos extratos elaborados com soro, cuja diluição foi aproximadamente de 35,0%.

As FIGURAS 23 e 24 mostram os rendimentos de extração de sólidos, proteína e gordura desses extratos. Nessas figuras pode-se observar que os extratos elaborados com soro apresentam maiores rendimentos de extração que os elaborados com água. Além disso, observa-se, também, que os mencionados extratos atingem, praticamente, rendimentos máximos na relação 1:10, acima da qual os aumentos nos rendimentos são mínimos. Por outro lado, os extratos elaborados com água apresentam um aumento gradativo dos rendimentos de extração, conforme é aumentada a quantidade de solvente, em todas as relações sólido:líquido estudadas.

No caso dos extratos elaborados com água, o rendimento máximo de extração de proteína é atingido na relação 1:16, sendo de 66,7%, enquanto que nos extratos elaborados com soro, o valor máximo é atingido na relação 1:10, sendo de aproximadamente 81,0%.

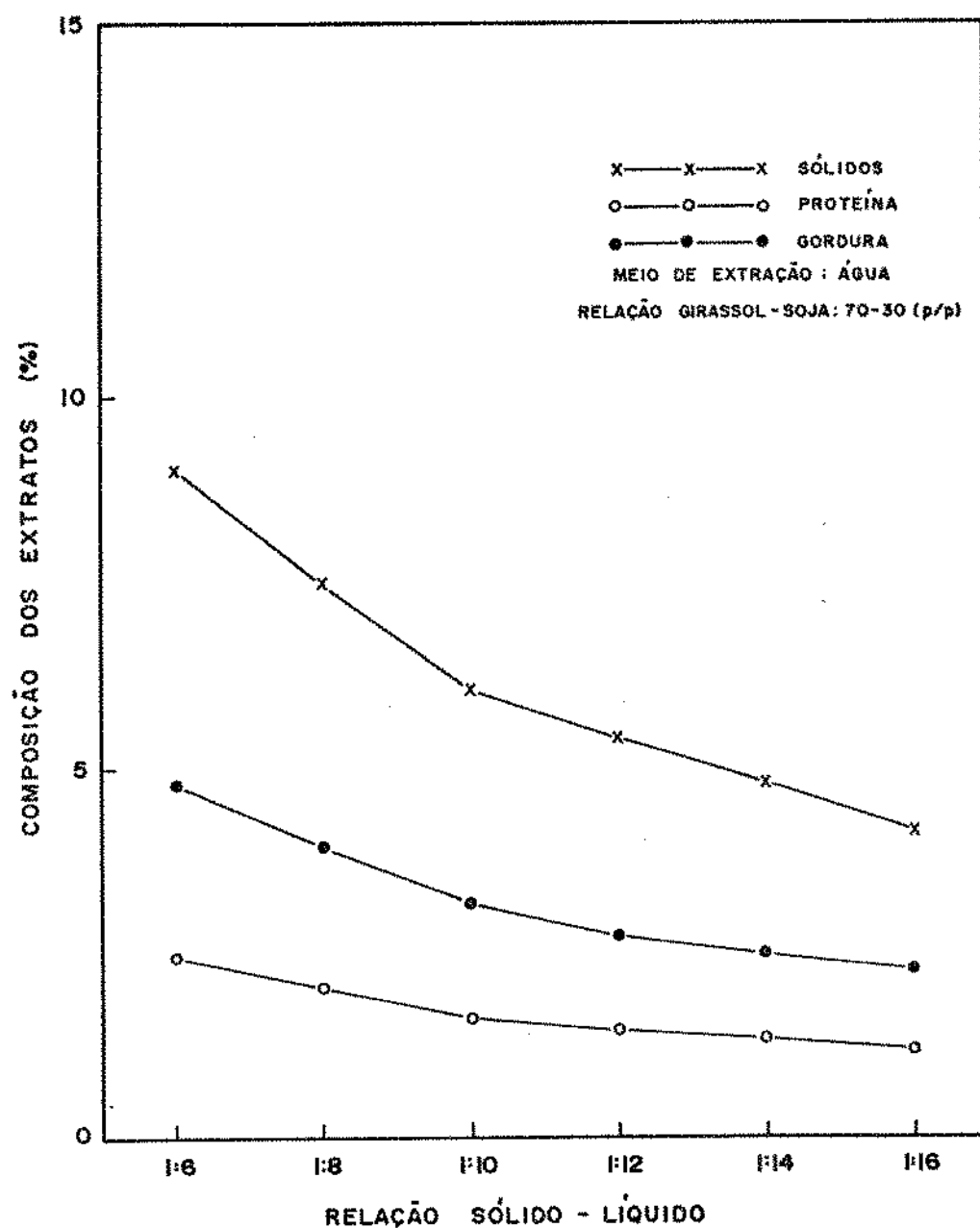


FIGURA 21 - EFEITO DA RELAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO SOBRE O CONTEÚDO DE SÓLIDOS, PROTEÍNA E GORDURA, DOS EXTRATOS DA MISTURA GIRASSOL - SOJA.

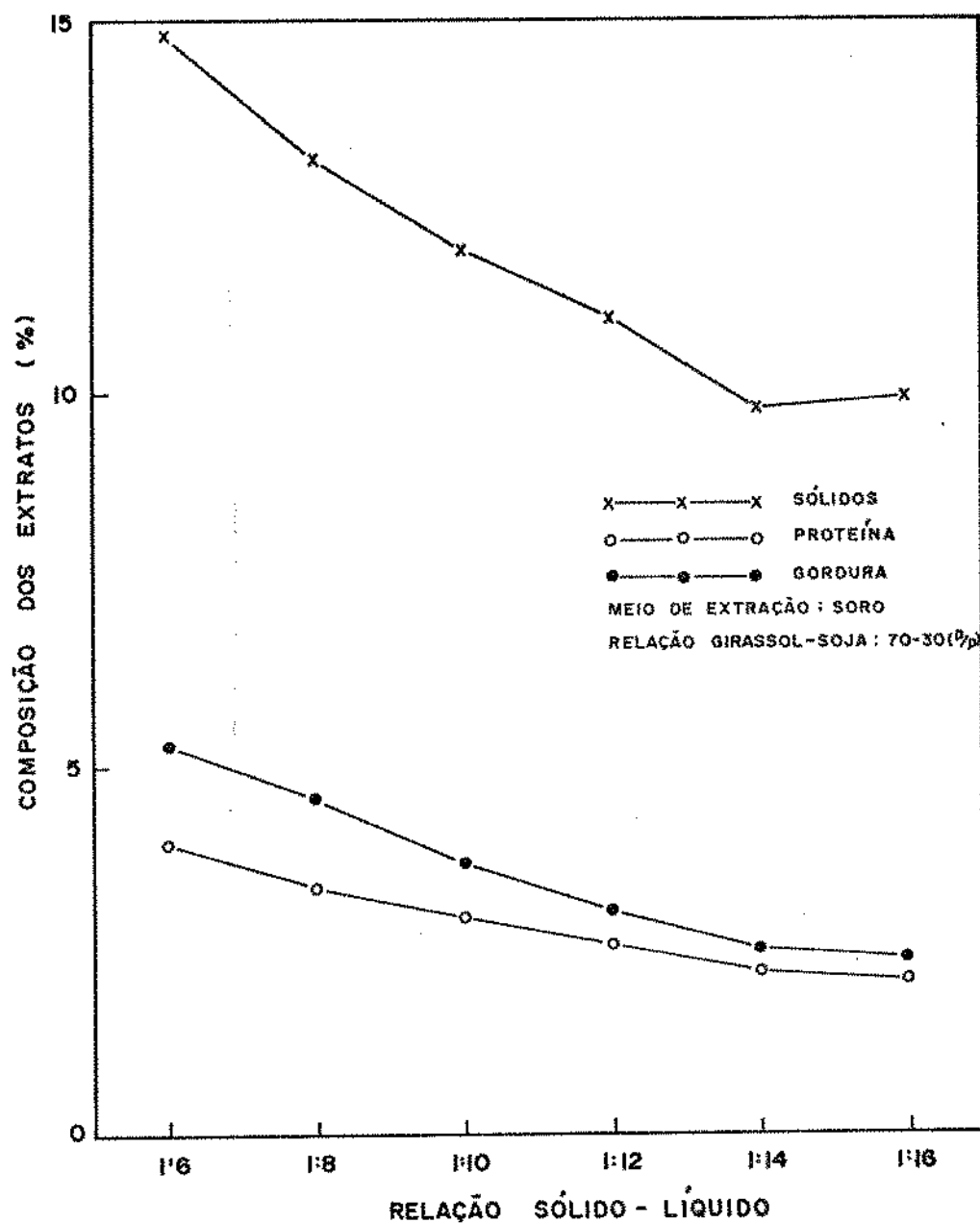


FIGURA 22 - EFEITO DA RELAÇÃO SÓLIDO - LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO SOBRE O CONTEÚDO DE SÓLIDOS, GORDURA E PROTEÍNA NOS EXTRATOS DA MISTURA GIRASSOL - SOJA E SORO.

Estes resultados mostram que o soro de queijo, ao ser utilizado como meio líquido de extração resulta em maiores teores na composição dos extratos, bem como maiores rendimentos de extração, que a água, quando utilizadas as mesmas condições de processamento.

A composição, na base úmida, dos resíduos insolúveis obtidos destas experiências, é mostrada nas FIGURAS 25 e 26. Os resíduos obtidos com água mostram uma diminuição gradativa na concentração dos seus componentes, à medida que a quantidade de solvente é aumentada de 1:6 para 1:16. No entanto, os resíduos obtidos com soro apresentam uma diminuição na concentração dos seus componentes quando variada a relação sólido-líquido de 1:6 para 1:10, acima da qual sua composição permanece praticamente constante, nas relações sólido-líquido ensaiadas.

Por outro lado, quando analisada a composição dos sólidos desses resíduos (QUADRO 15), observa-se que o teor de proteína varia de 21,20% para 19,07% para os resíduos obtidos com água, e de 20,05% para 16,51% para os resíduos obtidos com soro, quando variada a relação sólido:líquido de 1:6 para 1:16 respectivamente. Assim mesmo, o teor de gordura diminuiu de 43,52% para 38,70% para os resíduos obtidos com água e, de 34,66% para 33,91% para os resíduos obtidos com soro, quando utilizada a mesma variação da relação sólido:líquido já mencionada.

Nesse mesmo quadro pode-se observar que os teores de proteína e gordura nos resíduos obtidos com soro, são menores que os obtidos com água. Este fato indica que o soro extrai maiores quantidades desses elementos que a água, que concorda com os resultados obtidos sobre rendimentos de extração.

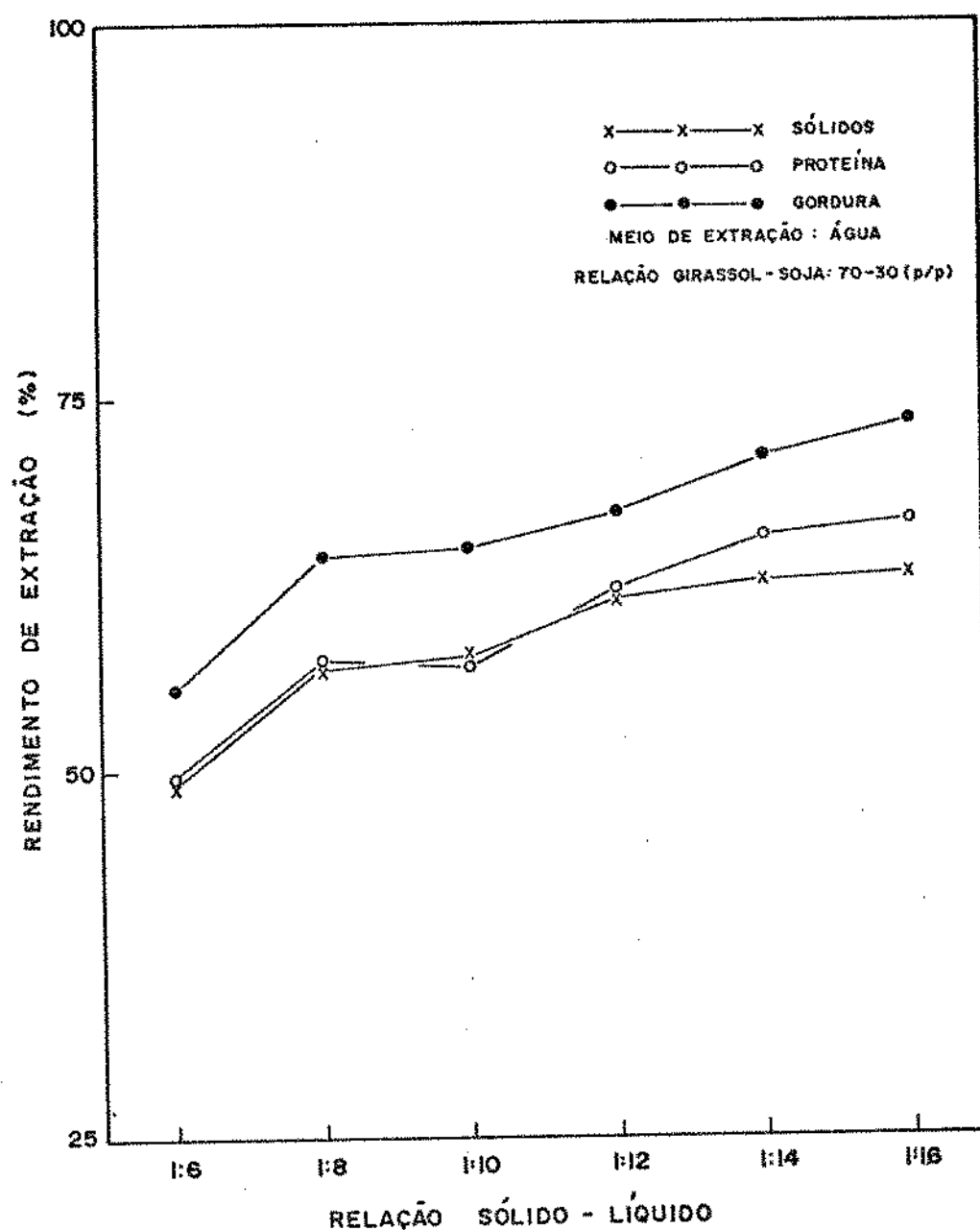


FIGURA 23 - RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO DE GORDURA, PROTEÍNA E SÓLIDOS DA MISTURA GIRASSOL - SOJA, EM FUNÇÃO DA RELAÇÃO SÓLIDO - LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO.

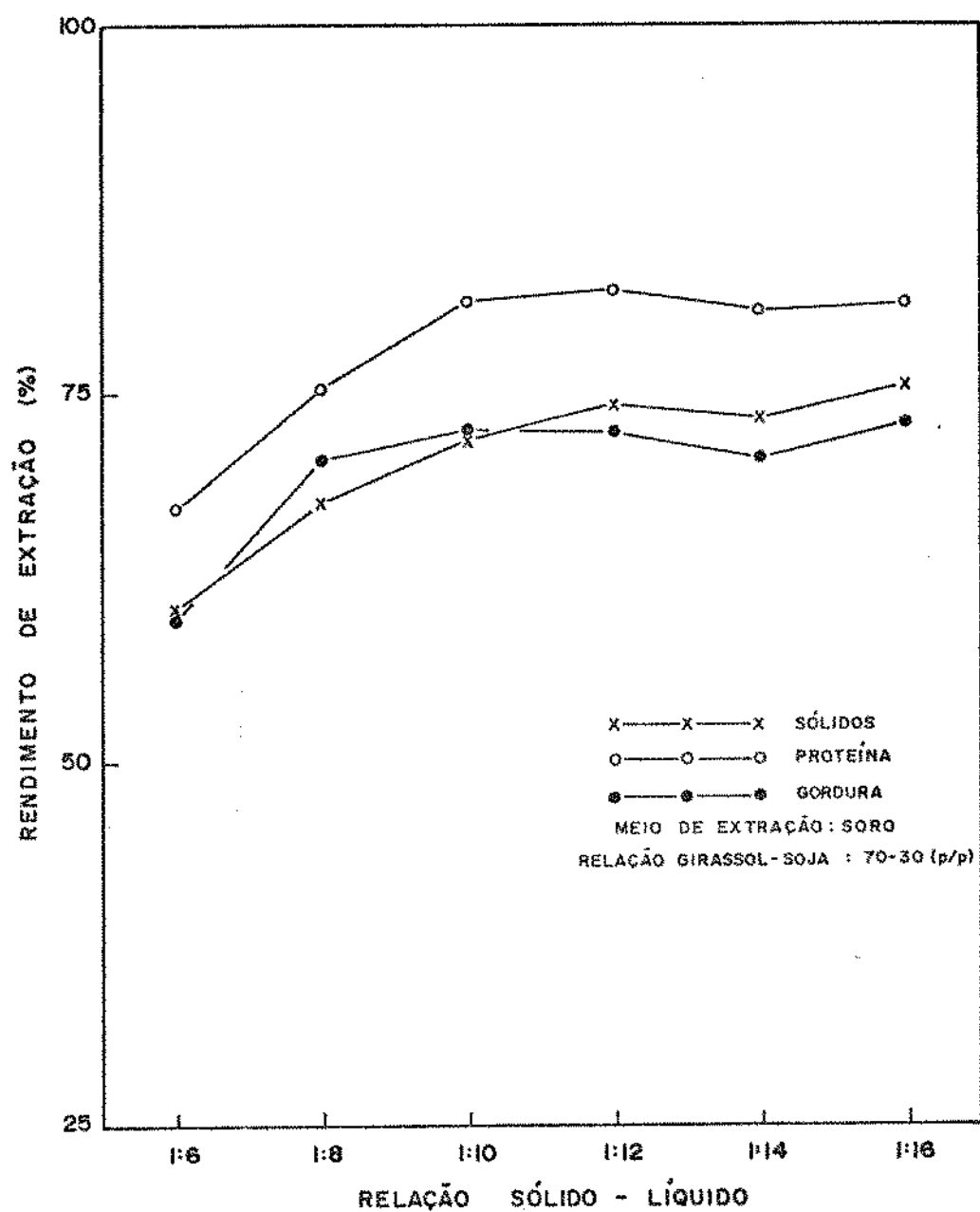


FIGURA 24 - RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO DE GORDURA, PROTEÍNA E SÓLIDOS DA MISTURA GIRASSOL - SOJA E SORO, EM FUNÇÃO DA RELAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO

A respeito da composição destes tipos de extratos, não foram encontrados na literatura dados comparativos sobre extratos formulados a partir de misturas de oleaginosas. No entanto, LÓPEZ et.al. (67) elaboraram um extrato aquoso que utilizava grãos inteiros e macerados de soja, e soro de queijo como meio líquido de extração, numa relação de 1:10. O extrato assim obtido apresentou um teor de sólidos, proteína e gordura de 13,0%, 3,5% e 3,8%, respectivamente. O resíduo derivado deste processamento, apresentou um teor de proteína de 45,52% e de gordura de 24,18%, segundo reportaram estes autores.

O efeito que o soro de queijo exerce sobre a composição dos extratos, rendimentos de extração e composição dos resíduos, deve-se principalmente à sua composição iônica, o qual já foi explicado no item "ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DA RELAÇÃO GIRASSOL-SOJA".

Em relação à estabilidade, foi observado que os extratos elaborados com água, bem como os elaborados com soro, em todas as relações sólido:líquido estudadas, quando deixados de repouso durante 72 horas à temperatura de 5-8°C, não apresentaram separação de fases, indicando assim uma boa estabilidade física. Todavia, quando estes extratos foram submetidos a tratamento térmico, houve separação de fases e coagulação das proteínas em temperaturas acima de 60°C.

Com base nestes resultados, a relação sólido:líquido 1:10 foi considerada como a mais apropriada, nas condições de estudo utilizadas visto que, no caso dos extratos elaborados com soro, nessa relação foram obtidos praticamente os rendimentos máximos de extração. Por outro lado, quando utilizadas maiores quantidades de solvente, os extratos produzidos apresentaram concentrações cada

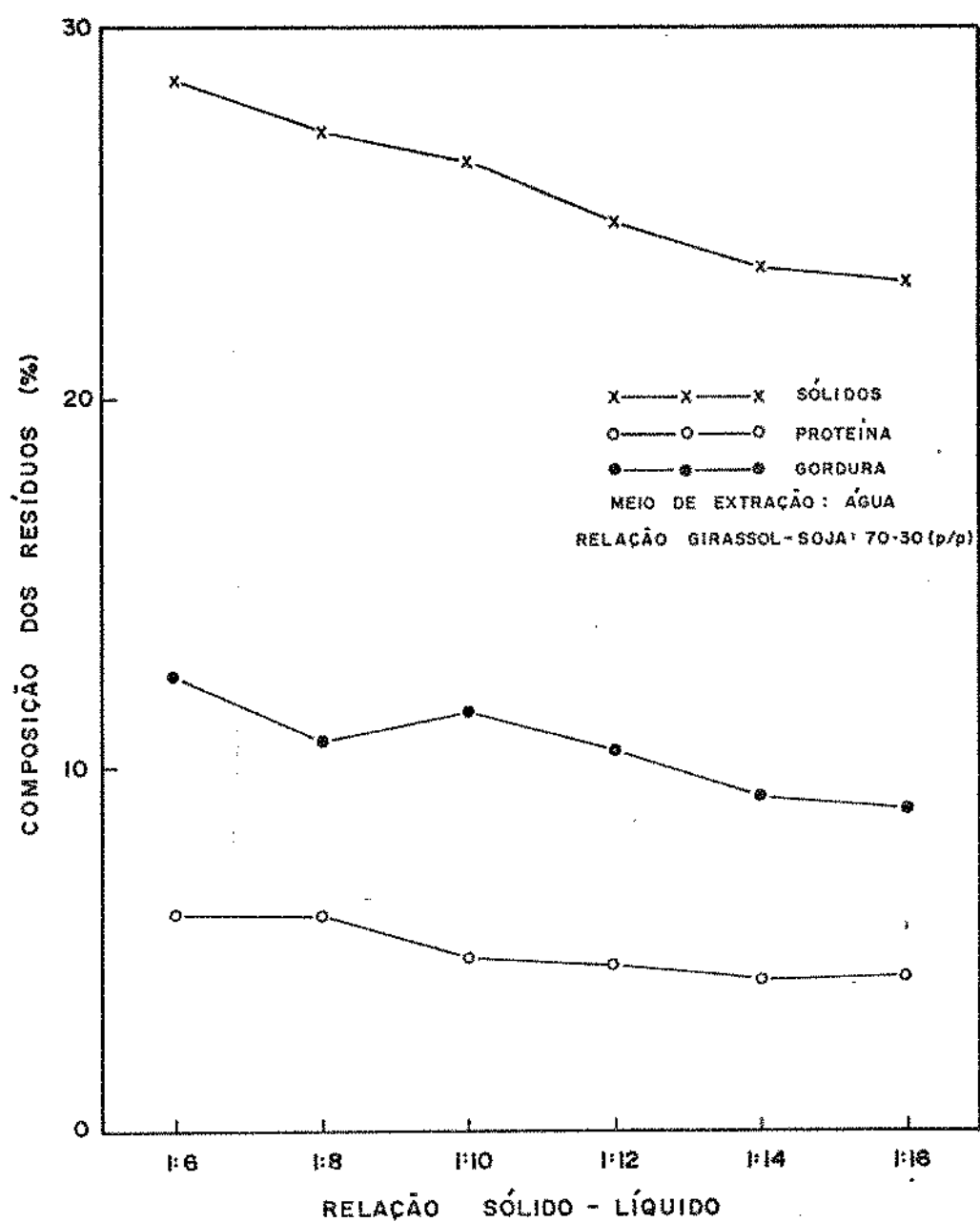


FIGURA 25 . EFEITO DA RELAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO SOBRE O CONTEÚDO DE SÓLIDOS, PROTEÍNA E GORDURA DOS RESÍDUOS DA MISTURA GIRASSOL-SOJA.

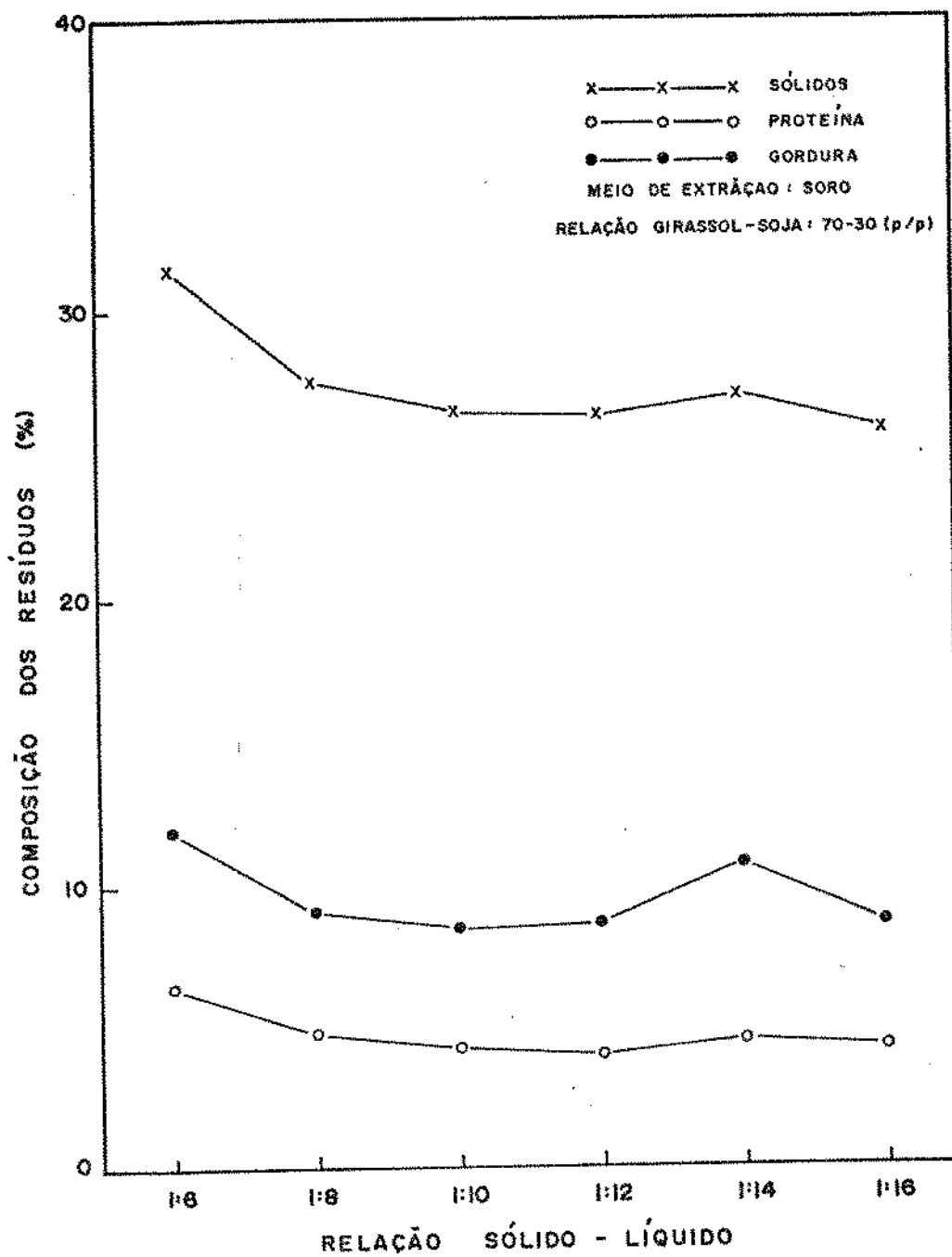


FIGURA 26 - EFEITO DA RELAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO NA EXTRAÇÃO SOBRE O CONTEÚDO DE SÓLIDOS, GORDURA E PROTEÍNA DOS RESÍDUOS DA MISTURA GIRASSOL-SOJA E SORO.

QUADRO 15. Composição em proteína e gordura dos resíduos secos dos extratos aquosos da mistura girassol-soja 70 - 30 (% p/p), utilizando água e soro de queijo, nas diferentes relações sólido:líquido.

Relação Sól:Líq. de Extração	Sólidos totais (a)		Proteína (b)		Gordura (b)	
	(%)		(%)		(%)	
	água	soro	água	soro	água	soro
1 : 6	28,58	31,41	21,20	20,05	43,52	34,66
1 : 8	27,10	27,42	22,15	17,24	39,42	33,18
1 : 10	26,37	26,38	18,41	16,40	43,38	32,23
1 : 12	24,71	26,30	18,96	15,57	41,57	32,72
1 : 14	23,55	26,96	18,46	16,71	38,93	39,50
1 : 16	23,14	25,71	19,07	16,51	38,70	33,91

(a) Contidos no resíduo úmido.

(b) Contidos nos sólidos totais em base seca.

vez menores dos seus componentes, sem aumentos significativos nos rendimentos.

Quando analisados de uma maneira geral todos os ensaios de extração estudados, observa-se que para todos os casos a relação sólido:líquido de extração de 1:10, foi considerada a mais apropriada. Assim sendo, o QUADRO 16 mostra a composição e rendimentos de extração em sólidos, proteína e gordura dos extratos de soja, girassol, girassol-soja-água e girassol-soja-soro, quando utilizada a relação sólido:líquido 1:10.

Nesse quadro pode-se observar que o extrato de soja apresenta maior teor de proteína e menor teor de gordura que os outros extratos. Observar-se que os rendimentos de extração dos extratos de soja são maiores que os de girassol e girassol-soja-água, e são similares aos apresentados pelo extrato de girassol-soja-soro, exceto em gordura.

No mesmo quadro pode-se apreciar, também, a influência que exerce a adição de soja e de soro sobre a composição e rendimentos de extração quando comparados com o extrato de girassol. Observa-se que ao se adicionar 30,0% de soja, os teores de proteína e gordura aumentam em 23,4% e 32,8%, respectivamente, e os rendimentos de extração destes componentes, aumentam em 8,7% e 81,0%, respectivamente. Da mesma maneira, ao se adicionar 30,0% de soja mais soro de queijo, os teores de proteína e gordura experimentam um aumento de 121,0% e 53,0%, respectivamente, e os rendimentos de extração aumentam em 54,0 e 102,0%.

7. ENSAIOS DE EXTRAÇÃO: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA

Durante estas experiências foi utilizada a relação girassol-soja 70-30 (% p/p), e soro de queijo como meio líquido de

QUADRO 16. Composição e rendimentos de extração em sólidos, proteína e gordura, dos diferentes extratos aquosos produzidos, utilizando uma relação sólido:líquido de extração de 1 : 10.

	Extratos				
	soja	girassol	gir-soja(a) água	gir-soja(a) soro	gir-soja(a) soro(70°C)
Composição (%):					
sólidos	7,40	6,24	6,06	11,92	12,37
proteína	3,46	1,34	1,64	2,96	3,10
gordura	2,13	2,41	3,20	3,69	3,64
Rendimentos de Extração (%):					
sólidos	67,11	53,28	57,50	71,80	72,52
proteína	80,17	52,73	57,30	81,16	81,73
gordura	88,93	35,80	64,80	72,25	69,05

(a) Mistura 70-30 (% p/p).

extração às temperaturas de 70 e 80°C.

Os extratos obtidos com a temperatura de moagem de 70°C, mostram resultados similares, quanto à composição e rendimentos de extração, aos obtidos com temperatura ambiente, nas mesmas condições de processamento, como pode ser observado no QUADRO 16.

Por outro lado, quando testada a temperatura de 80°C, a massa obtida após a moagem do material já apresentava coagulação. Durante a etapa de centrifugação para separação dos sólidos insolúveis, foram encontradas dificuldades que impediram uma eficiente recuperação do extrato, obtendo apenas 50,0% do volume total, quando comparado com o volume de extrato recuperado utilizando extração à temperatura ambiente.

Por causa de baixa recuperação do extrato, considerou-se desnecessário a sua caracterização química.

As dificuldades encontradas durante a etapa de centrifugação, foram devidas, provavelmente, à formação de uma camada de proteína desnaturada sobre a superfície do filtro, obstruindo assim a livre circulação do extrato.

LO et.al. (65) e WILKENS e HACKLER (119) também encontraram dificuldades durante a filtração, durante a etapa de separação dos sólidos insolúveis, ao utilizarem temperaturas de extração acima de 70°C, provocando uma diminuição substancial no rendimento de extração de sólidos, bem como no volume do extrato produzido.

Segundo estes autores, os problemas foram causados pela fração de carboidratos insolúveis, que possuem propriedades higroscópicas e aumentam de volume, e a um fenômeno de geleificação das frações protéicas solúveis e insolúveis, que se depositam sobre o filtro.

Além disso, os extratos obtidos com temperaturas de extração de 70 e 80°C, tiveram baixa estabilidade física, mostrando separação de fases quando deixados em repouso à temperatura ambiente, bem como na de 5-8°C.

8. ASPECTOS NUTRICIONAIS

De acordo com os ensaios anteriores de extração, o extrato aquoso produzido a partir da mistura girassol-soja (70-30,%, p/p), utilizando soro de queijo como meio líquido de extração na relação 1:10, foi considerado como o mais apropriado por apresentar rendimentos de extração similares ao extrato de soja. Além disso, a sua composição em sólidos (11,92%) e gordura (3,69%), é mais próxima à do leite de vaca (12,60% de sólidos e 3,70% de gordura) que o extrato de soja. Todavia, o teor de proteína do extrato aquoso de soja (3,46%) é mais próximo ao do leite de vaca (3,40%) que o extrato elaborado com a mistura girassol-soja-soro.

Discutir as características nutricionais deste produto, em comparação com o extrato de soja ou o leite de vaca, torna-se um tanto difícil, pois não foram realizados ensaios de laboratório que proporcionassem dados sobre valor biológico (V.B.), quociente de eficiência protéica (PER), digestibilidade e outros, deste produto. No entanto, experiências reportadas na literatura podem proporcionar uma idéia a respeito do valor nutricional do girassol, soja e soro de queijo, bem como dos extratos aquosos em geral.

Algumas das características químicas e nutricionais destes produtos já foram mencionadas, anteriormente, no capítulo de revisão bibliográfica. Nessa revisão, observou-se que as características nutricionais da soja, bem como de seus derivados (extrato

aquoso, isolado e concentrado protéico, farinhas e outros), tem sido muito estudadas, e são relativamente bem conhecidas. Assim mesmo, diferentes estudos realizados com misturas entre os mencionados produtos de soja e outros produtos vegetais ou animais, têm demonstrado que melhoram as características nutricionais e funcionais (BRESANI e ELIAS, 20; SGARBIERI et.al., 103).

Da mesma maneira, diferentes autores têm demonstrado as qualidades nutricionais do girassol e seus derivados, bem como suas misturas com outros produtos vegetais ou animais (BOURGES et.al., 17; SOSULSKI, 115).

No que se refere aos extratos aquosos, diferentes autores têm utilizado misturas entre soja e o soro de queijo ou leite de vaca, bem como misturas entre o girassol e o soro ou leite de vaca, aumentando assim o valor nutricional do produto elaborado (ARNDT, 7; FLEMING e SOSULSKI, 34; GUY, et.al., 39; KAPOOR e GUPTA, 54; LÓPEZ et.al., 67).

Desta maneira, o extrato elaborado com a mistura girassol-soja-soro, apesar de apresentar características de composição e extração similares ao extrato de soja, pode ser considerado como sendo de maior valor nutricional, pois além do alto valor nutricional do soro de queijo, já demonstrado por diferentes autores, a composição em aminoácidos essenciais de ambas as oleaginosas, bem como do soro, se complementam entre si.

Como pode ser observado no QUADRO 18, a proteína de girassol é deficiente em leucina e lisina, sendo este último seu aminoácido limitante. Já os aminoácidos limitantes da proteína de soja e do soro são os sulfurados (metionina + cistina) e os aromáticos (fenilalanina+tirosina), respectivamente.

Baseado nos aminoácidos limitantes destas duas oleaginosas, foram calculados os teores destes aminoácidos nas diferentes misturas girassol-soja mais soro de queijo, na relação 1:10 grãos:soro, cujos resultados encontram-se no QUADRO 17. No mesmo quadro, e na FIGURA 27 é mostrada a porcentagem destes aminoácidos (lisina e metionina + cistina) na mistura, com respeito ao padrão proposto pela FAO (1973).

Nessa figura, pode ser observado que a mistura onde a porcentagem dos aminoácidos limitantes é máxima, encontra-se na relação girassol-soja 70-30. Nesse ponto, os teores de lisina e metionina+cistina na mistura, representam 91,48% e 91,43% do recomendado pela FAO, respectivamente.

Tomando como base a mistura girassol-soja 70-30, observa-se que quando aumentada a proporção de girassol na mistura, o aminoácido limitante é a lisina, e quando diminuída essa proporção, os aminoácidos limitantes são os sulfurados (metionina+cistina), apresentando, em todos os casos, valores inferiores aos mencionados anteriormente, quando comparados com valores recomendados pela FAO.

Desta maneira, os dados aqui apresentados mostram que o melhor equilíbrio aminoacídico entre o girassol e a soja, quando utilizada uma relação grãos:soro de 1:10, é na mistura 70-30 (% p/p). Assim sendo, o QUADRO 18 mostra o teor em aminoácidos essenciais da mistura girassol-soja-soro, nas condições já mencionadas, calculado a partir de dados reportados na literatura sobre a composição em aminoácidos essenciais das proteínas de girassol, soja e soro.

Esse quadro mostra, também, os respectivos valores dos escores químicos dessas proteínas, bem como da mistura preparada. Observa-se que o escore químico da mistura é muito superior ao dos

QUADRO 17. Teor dos aminoácidos lisina e sulfurados (metionina + cistina) nas diferentes misturas girassol-soja e soro (relação 1:10, grãos:soro), e sua relação com o padrão da FAO (a).

Mistura Gir.-Soja (% , p/p)	g aa/100g Prot. na Mistura		x 100	
	Lys	Met+Cys	aa Referência*	
	(g/100g de Proteína)		Lys	Met+Cys
100 - 0	4,22	3,75	78,15	107,14
90 - 10	4,49	3,54	83,15	101,14
80 - 20	4,72	3,36	87,41	96,00
70 - 30	4,94	3,20	91,48	91,43
60 - 40	5,13	3,06	95,00	87,43
50 - 50	5,30	2,93	98,15	83,71
40 - 60	5,46	2,81	101,11	80,29
30 - 70	5,60	2,70	103,70	77,14
20 - 80	5,73	2,60	106,11	74,29
10 - 90	5,86	2,51	108,52	71,71
0 - 100	5,97	2,42	110,55	69,15

* = Padrão proposto pelo FAO/WHO - 1973 (BAU et.al., 11).

(a) Valores calculados a partir de dados da literatura.

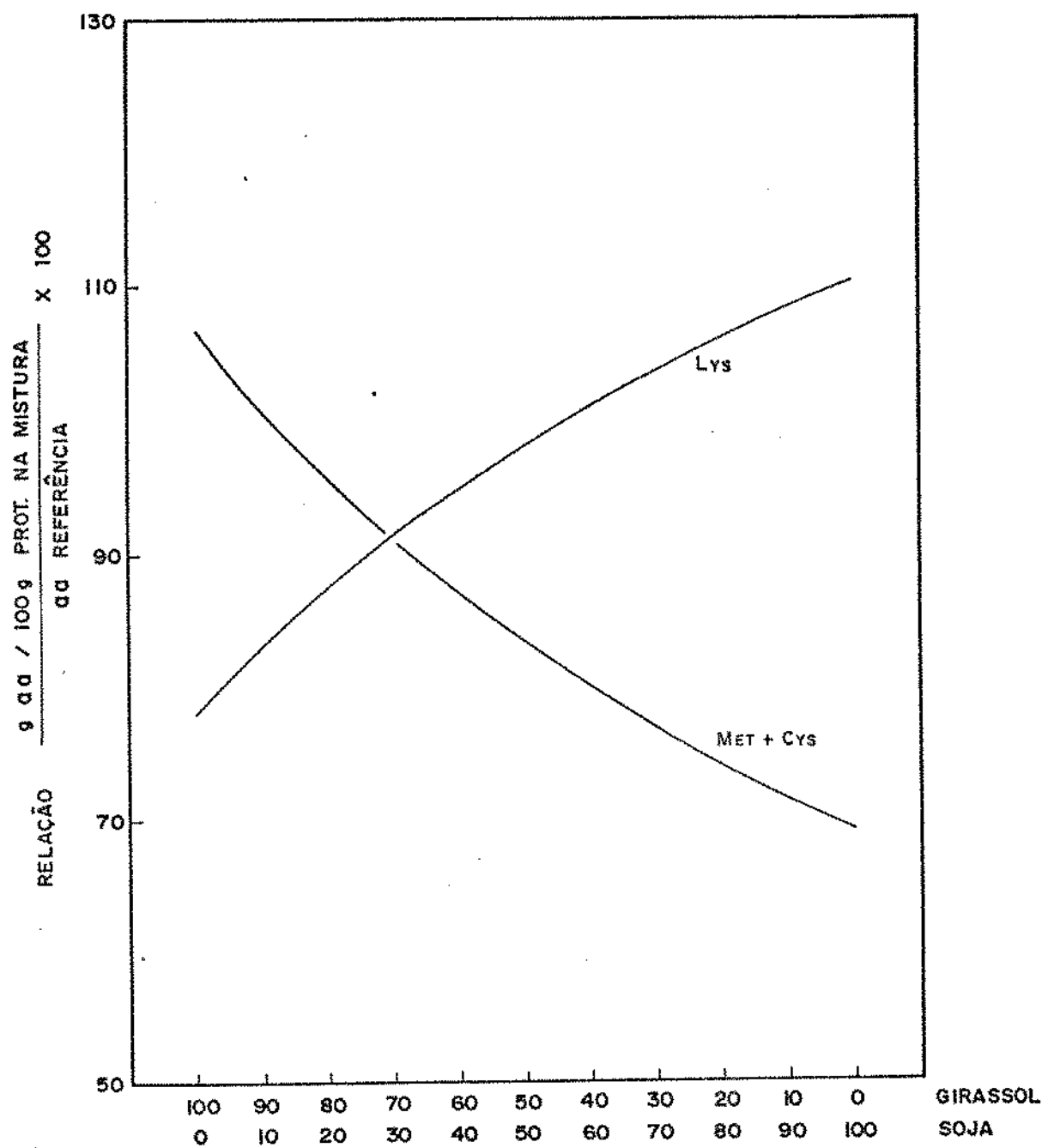


FIGURA 27. TEOR DOS AMINOÁCIDOS LISINA E SULFURADOS (METIONINA+CISTINA) COM RELAÇÃO AO PADRÃO DA FAO, PRESENTES NAS DIFERENTES MISTURAS GIRASSOL - SOJA E SORO (RELAÇÃO 1:10, GRÃOS: SORO).

QUADRO 18. Composição em aminoácidos essenciais (g aa/100g proteína) e escores químicos das proteínas de girassol, soja e soro, e da mistura girassol-soja (70-30, %) mais soro (relação 1:10, grãos:soro).

Aminoácido	Farinha Desengordurada de Girassol(a)	Extrato Aquoso de soja(b)	Soro de Queijo (c)	Mistura Girassol+ Soja+Soro	Padrão FAO (d)
Isoleucina	4,21	4,99	5,66	4,79	4,0
Leucina	6,23	8,03	8,06	7,25	7,8
Lisina	3,60*	5,96	5,97	4,94	5,4
Met + Cistina	3,70	2,15*	3,88	3,20*	3,5
Fenilalanina+Tir	7,22	8,78	3,80*	7,02	6,1
Treonina	3,71	3,84	5,27	4,07	4,0
Triptofano	1,11	1,30	1,16	1,18	1,0
Valina	5,01	5,06	5,66	5,16	5,0
Escore Químico	66,66	61,43	62,29	91,43	

a) Referências:BAU et.al. (11) e GARIBAY (36).

b) Soja comercial. Análise realizada na FEAA-UNICAMP.

c) Referências: GORDON e KALAN (38) e WEISBERG e GOLDSMITH (117).

d) Padrão proposto pela FAO/WHO-1973 (BAU et.al., 11).

* = Aminoácido limitante.

outros materiais, fato este que pode proporcionar uma idéia sobre o efeito benéfico da mistura dos materiais.

Por outro lado, além de se obter uma composição em aminoácidos muito superior que o apresentado por cada um dos materiais utilizados separadamente, a adição de soja proporciona maior estabilidade física ao extrato, devido, em parte, ao seu conteúdo em lecitina. Além disso, a presença de lecitina no extrato, faz dele um produto de maior valor alimentício, graças às suas propriedades fisiológicas intrínsecas, mencionadas por ROHR (97).

A adição de soro proporciona, além das proteínas de alto valor nutritivo, a maioria das vitaminas hidrossolúveis encontradas no leite de vaca, e uma quantidade muito grande de lactose (aproximadamente 40,0% dos sólidos encontrados no extrato produzido), obtendo assim um produto de maior valor calórico e, portanto, um melhor equilíbrio do ponto de vista NDPCal%, que o leite de soja puro. O soro proporciona, também, uma quantidade considerável de eletrólitos importantes para a nutrição humana e/ou animal.

V. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

- No processo de maceração descontínuo, a temperatura exerce um papel importante, não apenas na absorção de água, como também, em determinadas faixas (35-45°C), ocorre um rápido crescimento microbiano, o qual diminui o pH do meio de maceração. Esta redução do pH, além de afetar sensivelmente a estabilidade física dos extratos, promove uma diminuição do rendimento de extração dos sólidos solúveis, principalmente dos grãos decorticados, por afetar os processos posteriores à maceração, e de modo especial, a filtração.
- Em relação à eficiência de extração dos grãos, de soja e de girassol e de suas misturas, o aumento do líquido na moagem mostrou ter um efeito significativo no rendimento de extração, sendo que, em geral, os maiores incrementos foram atingidos na relação sólido:líquido 1:10, acima da qual o efeito foi pouco significativo.
- A mistura girassol-soja 70-30 (% p/p) foi escolhida como adequada, devido à composição dos extratos e aos rendimentos de extração apresentados.
- Quanto à natureza do meio líquido de extração, o soro de queijo, quando utilizado na mistura girassol-soja 70-30 (% p/p), mostrou maior eficiência na extração de sólidos, de proteína e de gordura, que a água.

- A utilização da soja como um dos componentes na mistura estudada, mostrou-se sumamente importante por proporcionar maior estabilidade física aos extratos de girassol. No entanto, trabalhos futuros deverão ser desenvolvidos a fim de estudar o uso de estabilizantes ou de enzimas, para garantir a estabilidade física nos tratamentos térmicos, fundamentais para a obtenção destes produtos.
- Quanto ao aspecto nutricional, a combinação das proteínas de soja, de girassol e do soro de queijo, complementam-se entre si de maneira muito vantajosa, visto que o escore químico de cada um destes materiais é menor que 66,0, enquanto que para a mistura escolhida como adequada, isto é, girassol-soja 70-30 (% p/p) e soro de queijo (1:10), atingem-se níveis de 91,0. Proporções de grãos diferentes a esta, resultam em escores químicos menores.
- A utilização do girassol na mistura escolhida resulta num extrato com 3,7% de gordura, o que o torna mais equilibrado do ponto de vista NDPcal %, ou seja, a proporção do valor calórico das proteínas em relação ao valor calórico total do extrato é mais equilibrado do que o extrato de soja puro.
- As experiências realizadas mostraram a viabilidade tecnológica e nutricional da utilização do soro de queijo, na elaboração de bebidas protéicas. Devido a esses fatores e à disponibilidade, no Brasil, de uma tecnologia própria, simples e compacta, possibilitaria a produção deste tipo de bebida em locais próximos às pequenas usinas produtoras de queijo e, portanto, um melhor aproveitamento do soro de queijo líquido.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. AACC. - A proved methods of the American Association of Cereal Chemists. 7.ed. St. Paul, 1976.
2. ANONIMO. - World produces 163.2 million MT of oilseeds. J.A.O.C.S. 58(8): 664A-675A, 1981.
3. ANONIMO. - Curt comunicacion: world oilseed productionprospects increase paced by U.S. Oil Mill Gazetteer. 87(3): 28, 1982.
4. ANONIMO. - World forecast record oilseed production. J.A.O.C.S. 59(10): 752A-766A, 1982.
5. ANTUNES, P.L. & SCARBIERI, V.C. - Propriedades físicas, químicas e nutricionais das proteínas da soja. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p. 850-857.
6. AOAC. - Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12.ed. HORWITZ, W. ed. Washington, 1980.
7. ARNDT, R.H. (Ralston Purina Co.). - Method of preparing a simulated milk product, U.S. pat. 3642493. Dairy Science Abstracts, Abstract 3595 34(8): 604, 1972.
8. ASHRAF, H.L. & SNYDER, H.E. - Influence of ethanolic soaking of soybeans on flavor and lipxygenase activity of soymilk. J. Food Sci. 46: 1201-1204, 1981.
9. BADENHOP, A.F. & WILKENS, W.F. - The formation of 1-octen-3-ol in soybeans during soaking. J.A.O.C.S. 46: 179-182, 1969.

10. BADENHOP, A.F. & HACKLER, L.R. - Effects of soaking soybeans in sodium hidroxide solution as pretreatment for soy milk production. Cereal Science Today 15(3): 84-88, 1970.
11. BAU, H.M.; MOHTADI-NIA, Dj.; MEJEAN, L.; DEBRY, G. - Preparation of colorless sunflower protein products: effect of processing on physicochemical and nutritional properties. J.A.O.C.S. 60(6): 1141-1148, 1983.
12. BEARD, B.H. - The sunflower crop. Scientific American 244(5): 150-161, 1981.
13. BECKEL, A.C.; BELTER, P.A.; SMITH, A.K. - Effect of temperature and water-flakes ratio on soybean protein production. Ind. Eng. Chem. 38: 731-734, 1946.
14. BELTER, P.A. & SMITH, A.K. - Protein denaturation in soybean meal during processing. J.A.O.C.S. 24(5): 170-174, 1952.
15. BETSCHART, A.A.; LYON, C.K.; KOHLER, E.O. - Sunflower, safflower, sesame and castor protein. In: PIRIE, N.W., ed. Food protein sources. Great Britain, Cambridge University Press, 1975. p. 79-104.
16. BLIGH, E.G. & DYER, W.J. - A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911-917, 1959.
17. BOURGES, R.H.; MORALES de L., J.C.; HERNÁNDEZ C., R. - Obtención de harina e de um concentrado proteinico a partir de semillas de *Helianthus annuus* (girasol) y su incorporacion en galletas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 30(4): 564-579, 1980.

18. BOURNE, M.C. - Recent advances in soybean milk processing technology. PAG Bulletin 10: 14-21, 1970.
19. BOURNE, M.C.; ESCUETA, E.E.; BANZON, J. - Effect of sodium alkalis and salts on pH and flavor of soymilk. J. Food Sci. 41(1): 62-66, 1976.
20. BRESSANI, R. & ELIAS, L.G. - All-vegetable protein mixtures for human feeding. The development of INCAP vegetable mixture 14 based on soybean flour. J. Food Sci. 31(4): 626-631, 1966.
21. BURNS, E.E.; TALLEY, L.J.; BRUMMETT, B.J. - Sunflower utilization in human foods. Cereal Science Today 17(9): 287-298, 1972.
22. CAMACHO, L.H. - Expanding the genetical potential of the soybean. World conference on soya processing and utilization. J.A.O.C.S. 58(3): 125-127, 1981.
23. CHRISTENSEN, V.W. - Whey utilization in the United States. Dairy Industries International 41(3): 84-87, 1976.
24. CIRCLE, S.J. & SMITH, A.K. - Soybean: processing and products. In: PIRIE, N.W., ed. Food protein sources. Great Britain, Cambridge University Press, 1975. p. 47-64.
25. CLANDININ, D.R. - Sunflower seed oil meal. In: ALTSCHUL, A.M., ed. Processed plant protein foodstuffs. New York, Academic Press Inc., 1958. p. 557-575.
26. CLARK, S.P.; BAKER, G.W.; WAN, P.J.; MATLOCK, S.W. - Separating kernels and hull from oilseed type sunflower seed. Transactions of the ASAE 23(1): 20-24, 1980.

27. COSTA, S.I. da; MORI, E.E.M.; FUJITA, J.T. - Características químicas, organolépticas e nutricionais de algumas cultivares de soja. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p. 839-844.
28. COSTA, S.I. da. - Alimentos derivados da soja. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p. 857-865.
29. CRAIG, T.W.; HUSTON, R.L.; JONAS, J.J.; MARTH, E.H.; SPECKMANN, E.W.; STEINER, T.F.; WEISBERG, S.M. - Protein from dairy products. In: MILNER, M.; SCRIMSHAW, N.S.; WANG, D.I.C., eds. Protein resources and technology: status and research needs. Westport, AVI Publishing, 1978. p. 348-388.
30. DORREL, D.G. - Processing and utilization of oilseed sunflower. In: CARTER, J.F., ed. Sunflower science and technology. A series of monographs, Nº 19. Madison, The American Society of Agronomy, Inc., 1978. p. 407-440.
31. FAO. Production Yearbook. Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1974-1982.
32. FARREL Jr., H.M. & THOMPSON, M.P. - Physical equilibria: proteins. In: WEBB, B.H.; JOHNSON, A.H.; ALFORD, J.A., eds. Fundamentals of Dairy Chemistry. Westport, AVI, 1974. p. 442-473.
33. FERBER, C.E. & COOKE, R.D. - Factors involved in the preparation of sunflower milk. J. Sci. Food Agric. 30: 974-980, 1979.
34. FLEMING, S.E. & SOSULSKI, F.W. - The utilization of sunflower protein in milk-like beverages. J. Inst. Can. Sci. Techol. Aliment. 10(4): 229-232, 1977.

35. FOX, K.K. - Casein and whey products. In: WEBB, B.H. & WHITTIER, E.O., ed. Byproducts from milk. Westport, AVI Publishing, 1970. p. 331-355.
36. GARIBAY B.,C. - Isolado proteico de girassol: obtenção e propriedades. Campinas, 1984. 97p. Tese (mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola - Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
37. GHEYASUDDIN, S.; CATER, C.M.; MATTIL, K. - Effect of several variables on the extractability of sunflower seed protein. J. Food Sci. 35: 453-456, 1970.
38. GORDON, W.G. & KALAN, E.B. - Proteins of milk. In: WEBB, B.H.; JOHNSON, H.A.; ALFORD, J.A., eds. Fundamentals of dairy chemistry. Westport, AVI Publishing, 1974. p. 87-124.
39. GUY, E.J.; VETTEL, H.E.; PALLANSCH, M.J. - Spray drying cheese whey-soy fluor mixtures. J. Dairy Science 52(4): 432-438, 1969.
40. HAND, D.B.; STEINKRAUS, K.H.; VAN BUREN, J.P.; HACKLER, L.R.; EL RAWI, I.; PALLESEN, H.R. - Pilot-plant studies of soymilk. Food Technology 18(12): 139-142, 1964.
41. HANSEN, R.G.; WYSE, B.W.; SORENSON, A.W. - Nutritional quality index of foods. Westport, AVI Publishing, 1979. 636p.
42. HARGROVE, R.E. & ALFORD, J.A. - Composition of milk products. In: WEBB, B.H.; JOHNSON, A.H. & ALFORD, J.A., eds. Fundamentals of dairy chemistry. Westport, AVI Publishing, 1974. p. 58-86.

43. HARKINS, R.W. & SARETT, H.P. - Methods of comparing protein quality of soybean infant formulas in rat. J. Nutr. 91: 213-218, 1967.
44. HARTMAN, A.M. & DRYDEN, L.P. - The vitamins in milk and milk products. In: WEBB, B.H.; JOHNSON, A.H.; ALFORD, J.A., eds. Fundamentals of dairy chemistry. 2.ed. Westport, AVI Publishing, 1974. p. 325-401.
45. HETRICK, J.H. - Imitation dairy products: past, present and future. J.A.O.C.S. 42(2): 58A-62A, 1969.
46. HINOJOSA, G., R. - Contribuição ao estudo da extração e concentração do leite de soja. Campinas, 1974. 46p. Tese (mestrado) - Faculdade de Tecnologia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
47. HORTON, B.S. - Prevents whey pollution, recovers profitable by-products. Food Eng. 42(7): 81-83, 1970.
48. HSU, K.H.; KIM, C.J.; WILSON, L.A. - Factors affecting water uptake of soybeans during soaking. Cereal Chemistry 60(3): 208-211, 1983.
49. HUFFMAN, V.L.; LEE, C.K.; BURNS, E.E. - Selected functional properties of sunflower-meal (*Helianthus annuus*). J. Food Sci. 40: 70-74, 1975.
50. JOHNSON, A.H. - The composition of milk. In: WEBB, B.H.; JOHNSON, A.H.; ALFORD, J.A., eds. Fundamentals of dairy chemistry. Westport, AVI Publishing, 1974. p. 1-57.
51. JOHNSON, D.W. - Oilseed proteins: properties and applications. Food Product Development 3(8): 78-87, 1970.

52. JORGE, J.T. - Determinação de algumas propriedades físicas e mecânicas da soja, variedade Santa Rosa. Campinas, 1977. 173p. Tese (mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola - Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
53. KAMER, J.H. VAN DE & GINKEL, L.V. - Rapid determination of crude fiber in cereals. Cereal Chemistry 29(4): 239-251, 1952.
54. KAPOOR, C.M. & GUPTA, S.K. - Soy-whey weaning food. I. Method of Manufacture. J. Food Sci. and Technology 18(2): 55-58, 1981.
55. KAPOOR, C.M. & GUPTA, S.K. - Soy-whey weaning food. II. Storage studies. J. Food Sci. and Technology 18(2): 58-61, 1981.
56. KASTER, M. & BONATO, E.R. - Evolução da cultura da soja no Brasil. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p.857-865.
57. KHALEQUE, A.; BANNATYNE, W.R.; WALLACE, G.M. - Studies on the processing and properties of soymilk. I. Effect of pre-processing conditions on the flavour and compositions of soymilks. J. Sci. Food Agric. 21(11): 579-583, 1970.
58. LANZANI, A.; CARDILLO, M.; PETRINI, M.G. - Tecnologia integrale di estrazione e preparazione di farine a partire da semi di girasole. Nota I. La Revista Italiana delle Sostanze Grasse 56(3): 107-110, 1979.
59. LIENER, I.E. - Introduction. In: ----- . Toxic constituents of plant foodstuffs. New York, Academic Press, 1969. Chapter 1, p.1-6.

60. LIENER, I.E. - Nutritional value of food protein products. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J., eds. Soybean: chemistry and technology. Westport, AVI Publishing, 1972. v.1, p.203-277.
61. LIN, M.J.Y.; HUMBERT, E.S.; SOSULSKI, F.W. - Certain functional properties of sunflowers meal products. J. Food Sci. 39(2): 368-370, 1974.
62. LISCHENKO, V.F. - World production of food proteins: situation, structure, trends. J.A.O.C.S. 56(3): 178-180, 1979.
63. LO, K.S. - Pioneering soymilk in southeast asia. Soybean Digest 24(7): 18-20, 1964.
64. LO, W.Y.; STEINKRAUS, K.H.; HAND, D.B.; HACKLER, L.R.; WILKENS, W.F. - Soaking soybeans before extraction as it affects chemical compositions and yield of soymilk. Food Techn. 22(9): 1188-1190, 1968.
65. LO, W.Y.; STEINKRAUS, K.H.; HAND, D.B.; WILKENS, W.F.; HACKLER, L.R. - Yield of extracted solids in soymilk as affected by temperature of water of various pre-treatments of beans. Food Techn. 22(10): 1322-1324, 1968.
66. LOFGREN, J.R. - Sunflower for confectionary food, birfood and petfood. In: CARTER, J.F., ed. Sunflower science and technology. A series of monographs, N° 19. Madison, The American Society of Agronomy, 1978. p.441-456.
67. LÓPEZ, H.J.; FARIAS, R.N.; ADRIS, J.; RANK, E.F. de; SAMMAN, N.; AVELLANEDA, R. - Leche de soja enoblecida con suero de leche de vaca. La Alimentación Latinoamericana 15(128): 65-67, 1981.

68. LÓPEZ, M.J.L. - Estudo do processamento e avaliação nutricional de misturas contendo leite de soja, milho, leite de vaca e soro de queijo. Campinas, 1975. 95 p. Tese (mestrado) - Faculdade de Tecnologia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
69. MARTINEZ, W.H. - Functionality of vegetable protéins other than soy. J.A.O.C.S. 56(3):281-284, 1979.
70. MARTINS, J.F.P.; BALDINI, V.L.S.; FIGUEIREDO, I.B. de; FERNANDES, A.G. - Qualidade do leite da bacia leiteira de Campinas. I. Composição centesimal do leite para fins de processamento de queijo. Boletim do ITAL 18(1): 85-97, 1981.
71. MATTIL, K.F. - The functional requirements of proteins for foods. J.A.O.C.S. 48(9): 477-480, 1971.
72. MIRANDA, M.A.C. de; MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, N.R.; KIIHL, R.A. de S. - Cultivar de soja "IAC-8". Campinas, Instituto Agronômico, 1980. 8 p. (Circular Nº 113).
73. MORETTI, R.H. - Utilização de proteínas de soro de queijo como complemento na alimentação básica; Simpósio Nacional de Medicamentos e Indústria Farmacêutica, 1., Brasília, 22-25 jun. 1975. Campinas, Fundação Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, 1975. p.1-5.
74. MORETTI, R.H.; BARIONI, J.R.L.; ROMEIRO, S.R. - Equipamento compacto para produção de extratos vegetais e/ou animais. Patente PI-7904296, Brasil, 1979.
75. MORETTI, R.H. - Soy milk developments in Latin America. World conference on soya processing and utilization. J.A.O.C.S. 58(3): 521-522, 1981.

76. MORETTI, R.H. & HINOJOSA G., R. - Produção de leite de soja em escala semi-industrial. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p.979-986.
77. MORETTI, V.A.; NETO, L. de C.B.; FILHO, J.G.; VIEIRA, L.F.; MARQUES, J.F. - Estudo técnico-econômico sobre a produção do VITAL. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p.1054-1062.
78. MUSTAKAS, G.C.; ALBRECHT, W.J.; BOOKWALTER, G.N.; MCGHEE, J.E.; KWOLEK, W.F.; GRIFFIN Jr., E.L. - Extruder-processing to improve nutritional quality, flavor and keeping quality of full-fat soy flour. Food Techn. 24: 1290-1296, 1970.
79. MUSTAKAS, G.C.; ALBRECHT, W.J.; BOOKWALTER, G.N.; SOHNS, V.E.; GRIFFIN Jr., E.L. - New process for low-cost, high-protein beverage base. Food Techn. 25(5): 80-86, 1971.
80. MUSTAKAS, G.C. - A new soy lipid-protein concentrate for beverage. Cereal Sci. Today 19(2): 62-73, 1974.
81. NAGEL, R.H.; BECKER, H.C.; MILNER, R.T. - Some physical factors affecting the dispersion of soybean proteins in water. Cereal Chemistry 15(4): 463-471, 1938.
82. NELSON, A.I.; STEINBERG, M.P.; WEI, L.S. - Illinois process for preparation of soymilk. J. Food Sci. 41(1): 57-61, 1976.
83. NICKERSON, T.A. - Lactose. In: WEBB, B.H.; JOHNSON, A.H.; ALFORD, J.A., eds. Fundamentals of dairy chemistry. Westport, AVI Publishing, 1974. p.273-324.
84. NUTTING, G.C. - The byproducts of milk. In: WEBB, B.H. & WHITTIER, E.O., eds. Byproducts from milk. Westport, AVI Publishing, 1970. p.1-23.

85. OLIVEIRA, J.F. & SCATENA, L. - Nutritional value of protein from a soybean milk powder. J. Food Sci. 32: 592-594, 1967.
86. PALUMBO, M.S. - Milk and milk products. In: PAUL, P.C. & PALMER, H.H., eds. Food theory and aplications. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1972. p.563-611.
87. PARRY Jr., R.M. - Milk coagulation and protein denaturation. In: WEBB, B.H.; JOHNSON, A.H.; ALFORD, J.A., eds. Fundamentals of dairy chemistry. Westport, AVI Publishing, 1974. p.603-661.
88. PAUL, A.A. & SOUTHGATE, D.A.T. - McCance and Widdowson's the compositions of foods. 4.ed. London, Her Majesty's Stationery Office, 1978. 418 p.
89. PEARSON, D. - The chemical analysis of foods. 7.ed. New York, Churchill Livingstone, 1976. 585 p.
90. PELLET, P.L. & YOUNG, V.R. - Ensayos quimicos y microbiologicos de calidad proteínica. In: ----- . Evaluación nutricional de alimentos proteínicos /Nutritional evaluation of food protein/. Tokio, Universidad de las Naciones Unidas, 1980. Cap. 3, p.31-46.
91. PIERCE, R.M. - Sunflower processing techniques. J.A.O.C.S. 47(7): 248A-269A, 1970.
92. POMENTA, J.V. & BURNS, E.E. - Factors affecting chlorogenic, quinic and caffeic acid lebel's in sunflower kernels. J. Food Sci. 36(3): 490-492, 1971.
93. PORTELA, F. - Algumas cultivares brasileiras quanto ao aspecto nutricional. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p.827-832.

94. RAMOS, A.M. - El aprovechamiento del suero de queseria. Revista Española de Lecheria 88(6): 61-70, 1973.
95. ROBERTSON, J.A. & BURNS, E.E. - Use of sunflower seed in food products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 6(2): 201-240, 1975.
96. ROBINSON, R.K. & TAMINE, A.Y. - Some aspects of the utilisation of whey. Dairy Industries International 43(3): 14-25, 1978.
97. ROHR, R. - A soja como fator de enriquecimento da alimentação e aproveitamento de sub-produtos para a indústria farmacêutica; Simpósio Nacional de Medicamentos e Indústria Farmacêutica, 1., Brasília, 22-25 jun. 1975. Campinas, Fundação Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, 1975. p.7-13.
98. ROY, N.D. & BHAT, R.V. - Tripsin inhibitor content in some varieties of soybean (*Glycine max*) and sunflower seed (*Helianthus annuus*). J. Sci. Food Agric. 25: 265-269, 1974.
99. RUTKOWSKI, A. - Oilseed proteins and their characteristics. Rivista Italiana delle Sostanze Grasse 49: 416-427, 1972.
100. SALOMON, J.B.; DOREA, J.G.; GARRONE Jr., D. - O extrato hidrossolúvel de soja integral na alimentação infantil. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p.890-900.
101. SANTOS, K.L. dos & ZANETTI, E.L.S. - Obtenção, purificação e usos da lecitina de soja. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p.963-971.

102. SAVASINI, J.A.A.; ZOCKUN, M.H.G.P.; FERREIRA, P.M.M.D. - Situa
ção da industrialização da soja no Brasil. In: MIYASAKA, S.
& MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL,
1981. p.916-920.
103. SGARBIERI, V.C.; GARRUTTI, R. dos S.; GUZMAN, E.C. - Grãos de
soja na alimentação humana em mistura com feijão comum. In:
MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campi
nas, ITAL, 1981. p.839-844.
104. SHURPALEKAR, S.R. & KORULA, S. - Studies on the preparation,
chemical composition, and nutritive value of a spray-dried
soya food suitable for feeding weaned infants. J. Sci. Food
Agric. 16: 90-94, 1965.
105. SILVA, J.G. da - Introdução e evolução da soja no Brasil. A
campanha da soja: o período 1950/1955. In: MIYASAKA, S. &
MEDINA, J.C., eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981.
p.26-29.
106. SMITH, A.K. & BECKEL, A.C. - Soybean or vegetable milk. Chemical and Engineering News 24(1): 54-56, 1946.
107. SMITH, A.K. & JOHNSEN, V.L. - Sunflower seed protein. Cereal Chemistry 25(6): 399-406, 1948.
108. SMITH, A.K. & NASH, A.M. - Water absorption of soybeans.
J.A.O.C.S. 38(3): 120-123, 1961.
109. SMITH, A.K. - Practical consideration in comercial utilization
of oilseed. J.A.O.C.S. 48(1): 38-48, 1971.
110. SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. - Historical background. In:-----.
Soybean: chemistry and technology. Westport, AVI Publi-
shing, 1972. v.1, p.1-26.

111. SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. - Chemical composition of the seed.
In: ----- . Soybean: chemical and technology. Westport,
AVI Publishing, 1972. v.1, p.61-92.
112. SOSULSKI, F.W. & McCLEARY, C.W. - Diffusion extraction of chlorogenic acid from sunflower kernels. J. Food Sci. 37: 253-256, 1972.
113. SOSULSKI, F.W.; SABIR, M.A.; FLEMING, S.E. - Continuous diffusion of chlorogenic acid from sunflower kernels. J. Food Sci. 38: 468-470, 1973.
114. SOSULSKI, F.W. & FLEMING, S.E. - Chemical, functional and nutritional properties of sunflower protein products.
J.A.O.C.S. 54(2): 100A-104A, 1977.
115. SOSULSKI, F.W. - Food uses of sunflowers proteins. J.A.O.C.S. 56(3): 438-442, 1979.
116. TEIXEIRA NETO, R.O.; CAVINI, M.L.; VITALI, A.A. - Estudo sobre a extração do "leite" de soja. Coletânea ITAL, 11: 37-51, 1980.
117. WEISBERG, S.M. & GOLDSMITH, H.I. - Whey for foods and feeds.
Food Techn. 23(2): 186-190, 1969.
118. WILKENS, W.F.; MATTICK, L.R.; HAND, D.B. - Effect of processing method on oxidative off-flavors of soybean milk. Food Techn. 21(12): 1630-1633, 1967.
119. WILKENS, W.F. & HACKLER, L.R. - Effect of processing condition on the composition of soy milk. Cereal Chemistry 46(4): 391-397, 1969.

120. WOLF, W.J. - What is soy protein? Food Techn. 26(5): 44-54, 1972.
121. WOLF, W.J. - Purification and properties of the proteins. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J., eds. Soybean: chemistry and Technology. Westport, AVI Publishing, 1972. v.1, p.93-143.
122. ZANGELMI, A.C.B.; TAGLIOLATTO, M.A.; DIAS, E.L.; LANGE, D.A. - Produtos de soja-leite, farinha e outros. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 157 p. (Série Tecnologia Agroindustrial, 10).