

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da Tese defendida por Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva e aprovada pelo Conselho Julgador em 21.12.87, Campinas, 21 de dezembro de 1987

M. Azevedo
presidente da Banca

SELEÇÃO DE VARIEDADES DE SOJA (*Glycine max* (L) Merrill) VIÁVEIS AO CONSUMO HUMANO. ESTUDO SOBRE MODIFICAÇÕES SENSORIAIS, QUÍMICAS E NUTRICIONAIS OCORRIDAS DURANTE O ARMAZENAMENTO.

MARIA APARECIDA AZEVEDO

PEREIRA DA SILVA

Eng^o de Alimentos

19/87

Profa. Dra. MARIA ANTONIA MARTINS GALEAZZI
Orientadora

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Este trabalho é dedicado a meus pais,
a Nilo e a Cecília, que se superaram
para melhor me ajudar.

AGRADECIMENTOS

À Prof^ª Dra Maria Antonia M. Galeazzi, pela orientação inteligente e segura durante toda a realização deste trabalho.

À Prof^ª Dra Maria Amélia C. Moraes, pela orientação na condução dos trabalhos referentes à análise sensorial.

À Prof^ª Dra Débora de Queiroz Tavares, pela compreensão, incentivo e apoio; importantes na conclusão deste trabalho.

À Prof^ª Maria Lucia Settina, pela realização da análise estatística referente aos resultados da análise sensorial.

Aos colegas do Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição, pelo apoio humano e profissional.

Ao Instituto Agronômico de Campinas que, na pessoa do pesquisador Manoel A.C. Miranda, forneceu a matéria prima para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq - pelo apoio financeiro.

A Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação - ABIA - pela concessão das fotocópias.

A todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial à bibliotecária Creusa Kasuni Nomura, à técnica Ana Paula D'Elia Vinhal Ricardo, à Cesarina de Araújo, à Aracilda V. Moreira e à Cleusa Pedi, esta última pelos serviços datilográficos.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	i
SUMMARY	iii
1. JUSTIFICATIVA	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1. Morfologia da Semente de Soja	9
2.2. Características de Cocção da Soja	12
2.2.1. Tempo de Cocção	12
2.2.2. Capacidade de Hidratação	15
2.2.3. Mecanismos que Regulam a Capacidade e Velocidade de Absorção de Água em Leguminosas	17
2.2.4. Grãos Duros	20
2.3. Atributos Sensoriais Relevantes em Grãos de Soja	20
2.3.1. Sabor	20
2.3.2. Textura	25
2.3.3. Métodos Estatísticos Sensoriais e Terminologia Des - critiva para Sabor e Textura	27
2.4. Avaliação da Qualidade Proteica do Grão	32
2.4.1. Índices Químicos de Avaliação de Qualidade Proteica .	34
2.4.2. Métodos Enzimáticos de Avaliação de Qualidade Protei- ca	43
2.5. Inibidor de Tripsina	51
2.5.1. Ocorrência e Variabilidade	51
2.5.2. Ação Fisiológica e Nutricional dos Inibidores de Trip sina	53
2.5.3. Classificação e Variações Genéticas dos Inibidores de Tripsina	55
2.5.4. Inativação Térmica	58
3. MATERIAIS E MÉTODOS	61
3.1. Matéria-Prima	61

3.2. Análises Físicas	63
3.2.1. Diâmetro Médio	63
3.2.2. Peso de Cem Grãos	64
3.2.3. Grãos Duros	64
3.2.4. Características de Hidratação: Curvas de Hidratação, Relação de Hidratação e Tempo de Hidratação	64
3.2.5. Características de Cocção: Tempo de Cocção e Rela - ção de Hidratação após Cocção	65
3.3. Análise Sensorial	66
3.3.1. Equipe de Provadores	66
3.3.2. Tratamento da Matéria-Prima	66
3.3.3. Caracterização de Sabor	67
3.3.4. Caracterização de Textura	67
3.3.5. Tratamento Estatístico	67
3.4. Análises Químicas	67
3.4.1. Determinação do Teor de Umidade	67
3.4.2. Determinação do Teor de Proteína	68
3.4.3. Determinação do Extrato Etéreo	68
3.4.4. Determinação da Digestibilidade Proteica "in vitro"	68
3.4.5. Determinação de Metionina	69
3.4.5.1. Metionina total na amostra	69
3.4.5.2. Teor de metionina liberada por hidrólise enzimá - tica "in vitro"	69
3.4.5.3. Teor de metionina disponível em grãos de soja ...	70
3.4.6. Atividade do Inibidor de Tripsina	70
3.4.7. Análise Estatística	71
4. RESULTADOS	72
4.1. Análises Físicas	72
4.1.1. Diâmetro Médio, Peso Médio de Cem Grãos e Grãos Du- ros	72
4.1.2. Características de Hidratação: Curva de Hidratação, Relação de Hidratação e Tempo de Hidratação	72

4.1.3. Características de Cocção: Tempo de Cocção e Relação de Hidratação após Cocção	78
4.2. Análise Sensorial	84
4.2.1. Sabor	84
4.2.2. Textura	86
4.3. Correlações entre Parâmetros Físicos e Sensoriais ..	86
4.4. Análises Químicas	88
4.4.1. Teor de Umidade	88
4.4.2. Teor de Proteína	88
4.4.3. Extrato Etéreo	91
4.4.4. Correlação entre Teor Proteico e Extrato Etéreo ..	91
4.4.5. Digestibilidade Proteica "In Vitro"	92
4.4.6. Metionina	94
4.4.6.1. Metionina Total	94
4.4.6.2. Teor de Metionina Liberado por Hidrólise Enzimática "In Vitro"	94
4.4.6.3. Teor de Metionina Disponível	97
4.4.7. Atividade dos Inibidores de Tripsina	99
4.4.8. Correlações entre Métodos Químicos de Avaliação de Qualidade de Proteína de Grãos de Soja	99
4.5. Efeito do Tempo e Condições de Armazenamento, sobre Alguns Parâmetros Químicos de Caracterização da Semente de Soja	101
4.5.1. Efeito do Armazenamento sobre o Teor de Umidade de Equilíbrio	101
4.5.2. Efeito do Armazenamento sobre a Digestibilidade Proteica "In Vitro"	104
4.5.3. Efeito do Armazenamento sobre a Metionina Disponível	107
4.5.4. Efeito do Armazenamento sobre os Inibidores de Tripsina	107
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	113
5.1. Características Físicas e Sensoriais	113

5.2. Características Químicas e Nutricionais	125
5.3. Efeito do Tempo e Condições de Armazenamento sobre Alguns Parâmetros Químicos e Nutricionais de Caracterização de Semente de Soja	136
6. CONCLUSÕES	139
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
ANEXOS	163

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Fotomicrografia do tegumento de leguminosa em microscopia eletrônica de varredura (400 x) ...	10
FIGURA 2.	Fotomicrografia do cotilédone de leguminosa (400 x) evidenciando as células cotiledonares e conteúdo	12
FIGURA 3.	Grupos de métodos usados para avaliação de qualidade proteica	33
FIGURA 4.	Reação de desmetilação de metionina por ação do ácido iodídrico	37
FIGURA 5.	Reação da degradação de aminoácido com ninhidrina	39
FIGURA 6.	Reações de aminoácidos livres com ninhidrina ..	39
FIGURA 7.	Mecanismo de inibição retroativa devido à atividade proteolítica do inibidor do intestino delgado	54
FIGURA 8.	Efeito da variedade sobre a velocidade e capacidade de hidratação de grão de soja	74
FIGURA 9.	Efeito da variedade sobre a velocidade e capacidade de hidratação de grão de soja	75
FIGURA 10.	Efeito do tempo e condições de armazenamento sobre o teor de umidade de equilíbrio (% b.s.) de semente de soja variedade Mineira	102
FIGURA 11.	Efeito do tempo e condições de armazenamento sobre o teor de umidade de equilíbrio (% b.s.) de semente de soja variedade IAC-73-228	103

FIGURA 12. Efeito do tempo e condições de armazenamento <u>so</u> bre a digestibilidade proteica in vitro (%) de semente de soja da variedade Mineira	105
FIGURA 13. Efeito do tempo e condições de armazenamento <u>so</u> bre a digestibilidade proteica in vitro (%) de semente de soja da variedade IAC-73-228	106
FIGURA 14. Efeito do tempo e condições de armazenamento <u>so</u> bre a metionina disponível (gr/100 gr prot.) em semente de soja de variedade Mineira	108
FIGURA 15. Efeito do tempo e condições de armazenamento <u>so</u> bre a metionina disponível (gr/100 gr prot.) em semente de soja da variedade IAC-73-228	109
FIGURA 16. Efeito do tempo e condições de armazenamento <u>so</u> bre a atividade inibidora de tripsina (VTI/mg prot.) em semente de soja da variedade IAC-73- 228	110
FIGURA 17. Efeito do tempo e condições de armazenamento <u>so</u> bre a atividade inibidora de tripsina (VTI/mg prot.) em sementes de soja da variedade Mineira	111

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1.	Exportação de soja e derivados efetuada pelo Brasil no período de 1979/1983	2
QUADRO 2.	Exportação de soja e derivados efetuada pelos E. U.A. no período de 1979/1983	2
QUADRO 3.	Importação de soja e derivados efetuada pelo Japão no período de 1979/1983	4
QUADRO 4.	Tempo e custo requerido em bioensaios e índices químicos de avaliação de qualidade proteica ...	34
QUADRO 5.	Umidade relativa oferecida por soluções salinas saturadas, em função da temperatura ambiental .	62
QUADRO 6.	Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade de grãos de soja, sobre a velocidade de absorção de água (ml H ₂ O/h) na lag-fase do processo de embebição dos grãos	163
QUADRO 7.	Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade de grãos de soja, sobre a velocidade de absorção de água (ml H ₂ O/h) na fase linear do processo de embebição dos grãos	163
QUADRO 8.	Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade de grãos de soja, sobre a velocidade de absorção de água (ml H ₂ O/h) na fase de saturação do processo de embebição dos grãos	163
QUADRO 9.	Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade de grãos de soja, sobre a relação de hidratação	163

QUADRO 10. Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento sobre o tempo de cocção dos grãos de soja	164
QUADRO 11. Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento, sobre a relação de hidratação após cocção, de grãos de soja	164
QUADRO 12. Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade sobre o sabor de grãos de soja no período de caracterização inicial	164
QUADRO 13. Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade sobre o sabor de grãos de soja no período final do armazenamento	165
QUADRO 14. Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade sobre a textura de grãos de soja no período de caracterização inicial	165
QUADRO 15. Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade sobre a textura de grãos de soja no período final do armazenamento	165
QUADRO 16. Coeficientes de correlação entre parâmetros físicos e sensoriais de grãos, de diversas variedades de soja	166
QUADRO 17. Correlação entre parâmetros físicos e sensoriais de grãos de diversas variedades de soja	166

QUADRO 18. Quadro de análise de variância relativo ao efeito da variedade sobre o teor de proteína do grão de soja. Caracterização inicial	167
QUADRO 19. Quadro de análise de variância relativo ao efeito da variedade sobre o teor de extrato etéreo de grão de soja. Caracterização inicial	167
QUADRO 20. Quadro de análise de variância relativo ao efeito da variedade e tratamento térmico sobre a digestibilidade proteica de grãos de soja. Caracterização inicial	167
QUADRO 21. Quadro de análise de variância relativo ao efeito da variedade e tratamento térmico sobre o teor de metionina total determinado pelo aminograma característico de farinha de soja integral. Caracterização inicial	168
QUADRO 22. Quadro de análise de variância relativo ao efeito da variedade e tratamento térmico sobre o teor de metionina determinado no aminograma característico do hidrolizado enzimático de farinha de soja integral	168
QUADRO 23. Quadro de análise de variância relativo ao efeito de variedade e tratamento térmico sobre a metionina disponível em grãos de soja	169
QUADRO 24. Quadro de análise de variância relativo ao efeito da variedade sobre o teor de inibidores de tripsina na farinha de soja integral crua	169

QUADRO 25. Coeficiente de correlação entre testes químicos de avaliação de qualidade proteica de grãos de doze variedades de soja	170
---	-----

QUADRO 26. Correlação entre testes químicos de avaliação de qualidade proteica de grãos de doze <u>varieda</u> des de soja	171
--	-----

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1.	Efeito da variedade sobre as características físicas de diâmetro e peso médio de semente de soja	73
TABELA 2.	Efeito da variedade sobre a velocidade de água de grãos de soja, expressa em ml H ₂ O absorvida/h, nas três fases do processo de embebição. Caracterização inicial dos grãos	76
TABELA 3.	Representação do resultado dos testes estatísticos de média, referentes ao efeito da variedade sobre a relação de hidratação dos grãos de soja. Caracterização inicial	79
TABELA 4.	Efeito da variedade sobre o tempo de hidratação dos grãos de soja. Período de caracterização inicial	80
TABELA 5.	Representação do resultado dos testes estatísticos de média, referentes ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento, sobre o tempo de cocção dos grãos de soja	81
TABELA 6.	Representação dos resultados dos testes estatísticos de média, referentes ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento, sobre a relação de hidratação após cocção de grãos de soja	83

TABELA 7.	Representação dos resultados dos testes estatísticos de média, referentes ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento sobre o sabor dos grãos de soja	85
TABELA 8.	Representação dos resultados dos testes estatísticos de média, referentes ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento sobre a textura de grãos de soja	87
TABELA 9.	Teor de umidade de grãos de soja, em função da variedade e etapas do estudo, expressos como porcentagem, em base seca (%b.s.)	89
TABELA 10.	Representação do resultado dos testes estatísticos de média, referentes ao efeito da variedade sobre o teor de proteínas e extrato etéreo dos grãos de soja. Caracterização inicial	90
TABELA 11.	Representação dos testes estatísticos de média referentes ao efeito da variedade e cocção sobre a digestibilidade proteica de grãos de soja. Caracterização inicial	93
TABELA 12.	Representação dos testes estatísticos de média referentes ao efeito da variedade e da cocção sobre o teor de metionina total determinado no aminograma característico, da farinha de soja integral crua e tratada termicamente. Caracterização inicial	95

TABELA 13. Representação dos testes estatísticos de média referente ao efeito da variedade e da cocção sobre o teor de metionina liberada por hidrólise enzimática "in vitro" da farinha de soja integral. Caracterização inicial	96
TABELA 14. Representação dos testes estatísticos de média referentes ao efeito da variedade e do tratamento térmico sobre o teor de metionina disponível na farinha de soja integral. Caracterização inicial	98
TABELA 15. Representação dos testes estatísticos de média referente ao efeito da variedade sobre a atividade de inibidores de tripsina na farinha de soja integral crua	100
TABELA 16. Teor de liberação de metionina em proteína de soja, submetida a hidrólise enzimática "in vitro".....	133

RESUMO

O presente trabalho, teve por objetivo estudar variedades brasileiras de soja (Glycine max (L) Merrill) com base em suas características físicas, sensoriais, químicas e nutricionais, de forma a oferecer suporte a programas de melhoramento genético, que tenham por meta, o desenvolvimento de variedades de soja destinadas ao mercado mundial de grãos para consumo humano.

Doze variedades nacionais de soja, correspondentes à safra de 1983, cultivadas no Instituto Agronômico de Campinas, foram avaliadas segundo suas características físicas de diâmetro e peso médio de grão, porcentagem de grãos duros, curva de hidratação, tempo de hidratação, relação de hidratação, tempo de cocção e relação de hidratação após cocção; características sensoriais de sabor e textura dos grãos cozidos; características químicas e nutricionais referentes a teor protéico e de extrato etéreo, digestibilidade protéica "in vitro", teor de metionina total, teor de metionina liberada por hidrólise enzimática "in vitro", teor de metionina disponível e atividade antitriptica. Estabilidade dos grãos ao tempo e condições de armazenamento foi também avaliada.

Com base nos resultados obtidos, foi possível sugerir uma metodologia básica para programas de seleção que necessitem caracterizar grande número de variedades e linhagens, fundamentada nas características físicas de peso médio de grãos, tempo de hidratação, relação de hidratação e tempo de cocção; características sensoriais de sabor e textura de grãos cozidos; características químicas e nutricionais de teor de proteína e extrato etéreo, digestibilidade protéica "in vitro", teor de metionina liberada por hidrólise enzimática "in vitro" e, finalmente, estabilidade das varie

dades ao tempo e condições de estocagem.

O presente trabalho nos permitiu também sugerir que os seguintes parâmetros de qualidade são passíveis de serem melhorados em variedades de soja nacionais, por técnicas da genética clássica: tamanho dos grãos, tempo de hidratação, estabilidade do tempo de cocção à estocagem, sabor, textura, teor protéico e de extrato etéreo, digestibilidade proteica "in vitro" e teor de metionina liberada por hidrólise enzimática.

SUMMARY

The purpose of the present study was to evaluate Brazilian soybean (Glycine max (L) Merrill) according to their physical, sensorial, chemical and nutritional characteristics, in order to provide support to genetic improvement programs aiming at the development soybean varieties for human consumption capable of competing with available varieties in the world market.

Twelve Brazilian varieties, from the 1983 harvest, cultivated by the Instituto Agronômico of Campinas, were evaluated with respect to their physical characteristics: mean diameter and weight of the bean, hard-shell bean percentage, water absorption curve, soaking time, cooking time, absorption ratio and absorption ratio after cooking; sensorial characteristics: flavour and texture of cooked beans; chemical and nutritional characteristics: total protein and fat, "in-vitro" protein digestibility, total methionine, methionine content liberated by "in-vitro" enzymatic hydrolyses, methionine availability and antitryptic inhibitor activity. Bean stability with respect to storage was also analyzed.

Based on the results obtained, it was possible to suggest a fundamental methodology for selection programs that include the screening of large numbers of lines using: mean weight of beans, soaking time, absorption ratio and cooking time as physical characteristics; flavour and texture of cooked beans as sensorial characteristics; total protein and fat content, "in-vitro" protein digestibility, methionine content liberated by "in-vitro" enzymatic hydrolyses as chemical and nutritional characteristics and stability of varieties with respect to storage.

The present study suggest that the following character-

ristics may still be genetically improved: weight of bean, soaking time, storage stability of the cooking time, flavour, texture, total protein and fat content, protein digestibility and methionine con tent liberated by "in-vitro" enzymatic hydrolyses.

1. JUSTIFICATIVA

A produção de soja no mundo atingiu a partir de 1980 a casa dos 80 milhões de toneladas de grãos, das quais, 27 milhões são comercializadas no mercado internacional, movimentando 7 bilhões de dólares/ano. (FAO, 1983; FAO, 1985).

Os maiores compradores de grãos de soja são a Europa e o Japão; sendo os Estados Unidos da América, a Argentina e o Brasil, os principais países exportadores. (FAO, 1982; FAO, 1984).

Com uma produção estimada de 13,3 milhões de toneladas para a safra 85/86, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, antecedido apenas pelos Estados Unidos da América. (Prognóstico, 1986).

O mercado internacional de soja, trata um complexo constituído por óleo, farelo e grãos, que movimenta 13,8 bilhões de dólares anualmente. Os grãos são responsáveis por 50% do volume financeiro desse mercado. (FAO, 1984).

A soja brasileira, destina-se majoritariamente à produção de óleo combustível e farelo, e, a mesma tendência pode ser observada com relação às exportações. Neste aspecto, o Brasil se comporta de forma diversa do mercado internacional e dos outros dois grandes países exportadores do complexo soja, os quais comercializam basicamente grãos. (FAO, 1984).

A receita brasileira de exportação do complexo de soja, flutua ao redor dos 2,5 bilhões de dólares anuais, nos quais, a participação dos grãos raramente ultrapassa os 13% (Quadro 1). Nos Estados Unidos da América, os grãos participam com 75% da receita norte-americana de exportação de soja e derivados. (Quadro 2).

Quadro 1 - Exportação de soja e derivados efetuada pelo Brasil no período de 1979/1983

Ano Produto	Quantidade (ton)					Valor (US 1.000)				
	79	80	81	82	83	79	80	81	82	83
Soja em grão	638.466	1.548.883	1.449.729	500.804	1.295.095	179.506	393.930	403.672	123.457	308.571
Torta	5.176.808	6.581.925	8.884.373	7.957.000	8.502.851	1.138.008	1.449.013	2.136.176	1.678.290	1.791.944
Óleo	528.229	743.922	1.281.267	849.380	1.070.887	330.011	421.251	650.997	379.014	475.718
T o t a l						1.647.515	2.264.194	3.190.845	2.120.761	2.576.233

Fonte: FAO - Trade Yearbook, 35/37. Statistic Series, 43/57. Roma, 1982/1984.

Quadro 2 - Exportação de soja e derivados efetuada pelo E.U.A. no período de 1979/1983

Ano Produto	Quantidade (ton)					Valor (US 1.000)				
	79	80	81	82	83	79	80	81	82	83
Soja em grão	20.904.582	21.786.451	21.859.725	25.519.968	22.728.176	5.707.769	5.882.911	6.199.640	6.239.881	5.925.421
Torta	6.086.705	7.024.495	6.344.021	6.220.730	6.488.281	1.416.462	1.654.233	1.588.551	1.411.441	1.527.074
Óleo	1.100.085	1.067.746	797.746	876.408	773.605	746.960	665.652	458.127	450.846	415.157
T o t a l						7.871.191	8.202.796	8.246.318	8.102.168	7.867.652

Fonte: FAO - Trade Yearbook, 35/37. Statistic Series, 43/57. Roma, 1982/1984.

Com relação à demanda do mercado internacional de grãos de soja, esta depende principalmente do preço de oferta, do comportamento da economia dos países importadores e de suas disponibilidades em produtos e mercados alternativos. (Secretaria da Indústria e Comércio Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo).

Analísado sob esse prisma, o mercado japonês pode ser considerado altamente interessante e promissor, tanto pela alta dependência desse país com relação ao produto, como pelo crescimento e regularidade da demanda, que nos últimos dez anos cresce a uma taxa média de 1,8% ao ano, representando, sem dúvida, um volume financeiro significativo. (Quadro 3).

O Japão vem de há muito enfrentando os altos e baixos do comércio exterior, em consequência da sua dependência econômica em vários setores de produção, notadamente o setor de grãos alimentícios, e dentre estes a soja.

A produção japonesa de soja, cerca de 200.000 toneladas anuais, é incapaz de atender mais do que 5% da demanda do país. Assim, o setor de grãos e derivados de soja do mercado importador japonês, movimentou, nos últimos anos, cerca de 1,4 bilhões de dólares anuais, dos quais, 95% se devem aos grãos e os 5% restantes aos demais componentes do complexo soja. Por esse motivo, o Japão é o maior importador de grãos de soja do mundo, respondendo por um volume comercializado no mercado internacional da ordem de 5 milhões de toneladas de grãos, que corresponde a 18,5% do comércio mundial dessa semente oleaginosa. (Miyasaka & Araujo, 1973; FAO, 1984).

Até 1970, os Estados Unidos da América, forneciam cerca de 90% do total de grãos de soja importados anualmente pelo Japão, porém a retração da exportação da soja por parte do governo

Quadro 3 - Importação de soja e derivados efetuada pelo Japão no período de 1979/1983

Ano Produto	Quantidade (ton)					Valor (US 1.000)				
	79	80	81	82	83	79	80	81	82	83
Soja em grão	4.131.751	4.400.605	4.196.685	4.343.861	4.994.883	1.265.616	1.321.288	1.383.776	1.147.420	1.375.659
Torta	282.932	325.544	213.655	86.684	234.149	74.446	88.744	70.638	22.138	61.915
Óleo	33	42	29.410	37.555	7.220	1.551	1.793	17.611	18.413	3.332
Total						1.341.613	1.411.825	1.472.025	1.187.971	1.440.906

Fonte: FAO - Trade Yearbook, 35/37. Statistic Series, 43/57. Roma, 1982/1984.

norte-americano, no ano de 1972, demonstrou ao Japão a inconveniência de depender de forma tão vital do suprimento de apenas um fornecedor.

Assim, a partir de 1972, o governo japonês partiu à procura de novos possíveis mercados fornecedores de soja e derivados, declarando inclusive, interesse em manter intercâmbio comercial de soja com o Brasil, dada a vantagem de defasagem da época da colheita brasileira com a dos Estados Unidos da América e o potencial de produção, em função da vasta extensão territorial.

O mercado japonês de grãos de soja, entretanto, apresenta peculiaridades às quais os países exportadores precisam ajustar-se. Enquanto a soja, para os povos ocidentais, destina-se unicamente à produção de óleo vegetal e farelo, para os povos orientais, notadamente os japoneses, boa parte dessa semente oleoginosa, cerca de 23%, é destinada à indústria de alimentos típicos de consumo direto; quais sejam: tofu, shoyu, natto, misso, kinako, dentre outros. Assim, as exigências de padrões de qualidade, sustentadas pelos importadores japoneses, especialmente pelas indústrias de produtos alimentícios típicos, são muito rigorosas. (Miyasaka & Araujo, 1973).

Quando a soja se destina à alimentação humana, características organolépticas como sabor, textura e aparência, e, características culinárias como tempo de cozimento e capacidade de absorção de água, são atributos de importância primária, vindo a determinar a sua aceitação.

Representantes de indústrias japonesas, por ocasião do Simpósio sobre Soja, promovido em Tóquio pela Jetro (Japan External Trade Organization) em 1973, declararam que as variedades de

soja colocadas pelo Brasil no mercado internacional deixam muito a desejar no que se refere à utilização em indústrias de alimentos típicos. (Miyasaka & Araujo, 1973).

Na verdade, este fato torna-se perfeitamente compreensível, quando consideramos que, por se destinar majoritariamente à produção de óleo comestível e farelo, a soja brasileira sempre foi desenvolvida e melhorada para atender a esse mercado, não se preocupando, os pesquisadores nacionais, em melhorarem suas características culinárias e organolépticas.

Não é surpreendente, portanto, o baixo consumo de soja pela população brasileira. Apresentada como um produto alternativo, de baixo custo, que poderia substituir alimentos profundamente enraizados no hábito alimentar do brasileiro, como o leite (leite de soja); o feijão (feijão de soja), a carne (a carne de soja); a introdução da soja na alimentação brasileira já estava destinada ao fracasso, uma vez que essa leguminosa possui características organolépticas próprias, e perceptíveis nos seus produtos derivados. Quando apresentada como um alimento básico, às dificuldades naturais de introdução da soja e derivados na alimentação dos povos ocidentais, adiciona-se no Brasil, o fato de não se ter disponíveis, cultivares especiais para consumo humano.

O número de cultivares de soja recomendados para plantio, atualmente no Brasil, é de 48, dos quais, 26 são oriundos de programas nacionais de melhoramento (híbridos) enquanto 22 foram introduzidos diretamente dos Estados Unidos da América, muitos na forma de linhagens. (Kaster & Bonato, 1981).

Entretanto, o número de variedades de soja existentes no mundo, é de centenas e, dentre estas, existem as que são cultivadas visando a alimentação humana; principalmente no Oriente.

Assim, é perfeitamente viável o melhoramento genético das variedades aqui cultivadas atualmente.

Para o Brasil, a implantação de um programa de melhoramento genético que selecione variedades, onde às boas características de cultivo, se associem boas características organolépticas, culinárias e nutricionais, trará perspectivas de abertura de novos mercados de exportação e possibilidade de melhorar a aceitação da soja na mesa do brasileiro, fato altamente desejável, dado o excelente valor nutricional e baixo custo da mesma.

Assim, considerando-se as oportunidades e necessidades anteriormente expostas, o presente trabalho tem por objetivo, selecionar variedades brasileiras de soja, segundo suas características culinárias, organolépticas e nutricionais; oferecendo, desta forma, suporte a um futuro programa de melhoramento genético, que tenha por meta, desenvolver variedades de soja para consumo humano.

Por outro lado, as condições de estocagem para diferentes leguminosas é um sério problema no Brasil, onde a estocagem dos grãos em silos, após a secagem, raramente é realizada sob condições controladas, que mantenham suas qualidades nutricionais e organolépticas, dentre outras.

Pesquisas realizadas no Japão National Food Research Institute, com sojas locais, mostraram que, além da variedade, as diferentes condições de estocagem interferem na qualidade proteica e na disponibilidade dos aminoácidos essenciais (Galleazzi et alii, 1981; Yanagi et alii, 1981).

No Brasil, Antunes, 1979, mostrou que as condições de estocagem contribuem para a diminuição do valor nutricional de proteínas de feijão (*Phaseolus vulgaris*).

Na literatura científica, existem atualmente poucos trabalhos que relacionam valor nutricional de leguminosas como função de diferentes variedades e condições de estocagem.

Assim, um estudo que envolva seleção de novas variedades para melhoramento genético, deve ter o cuidado de acompanhar as modificações físicas, químicas e nutricionais que poderão ocorrer com as variedades selecionadas, sob armazenamento em diferentes condições. Em função disso, uma vez selecionadas as variedades de interesse ao melhoramento genético de semente de soja, este trabalho acompanhará as possíveis transformações químicas e nutricionais ocorridas em doze meses de armazenamento dos grãos sob diferentes condições de estocagem, caracterizando novamente, ao final de doze meses, por testes físicos e sensoriais, todo o material estocado sob condições ambientais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Morfologia da Semente de Soja

A nomenclatura utilizada para a soja cultivada atualmente no mundo, foi alvo de numerosos trabalhos, dos quais resultou o nome aceito pela quase totalidade da comunidade científica atual; *Glycine max* (L) Merrill (MULLER; 1981).

As sementes de soja têm a aparência típica da semente de leguminosa. A forma é esférica, podendo às vezes ser alongada ou ovalada.

Como a maioria das sementes maduras, a semente de soja compõe-se de duas partes: tegumento, e embrião.

O tegumento, testa ou cobertura seminal da semente de soja, é relativamente delgado, similar ao de outras leguminosas cultivadas, como ervilha ou feijão, mas com diferenças específicas na estrutura.

O tegumento da soja é composto por: epiderme, hipoderme e parênquima interno.

A epiderme é constituída por uma camada única de células paliçádicas cilíndricas compactas, recobertas na face superior externa por uma camada cuticular (fig.1).

A hipoderme é igualmente constituída por uma única camada celular.

Na camada hipoderme, as células apresentam a forma de pilares, ou de colunas. A principal característica da hipoderme é o comum espaço existente entre as células e a forte lignificação de suas paredes celulares.

O parênquima que se segue, é composto por seis a oito camadas de células achatadas, praticamente sem conteúdo, seguidas de uma camada de células cúbicas, chamada camada de aleurona, contendo proteínas e lípidos.

Abaixo da camada de aleurona, seguem-se várias camadas de células parenquimatosas, também achatadas, desprovidas de conteúdo.

A camada de aleurona e as camadas parenquimatosas inferiores são o que resta do endosperma, que na semente de soja une-se ao tegumento e com ele permanece quando se descasca o grão (CARLSON, 1973; ESAU, 1974).

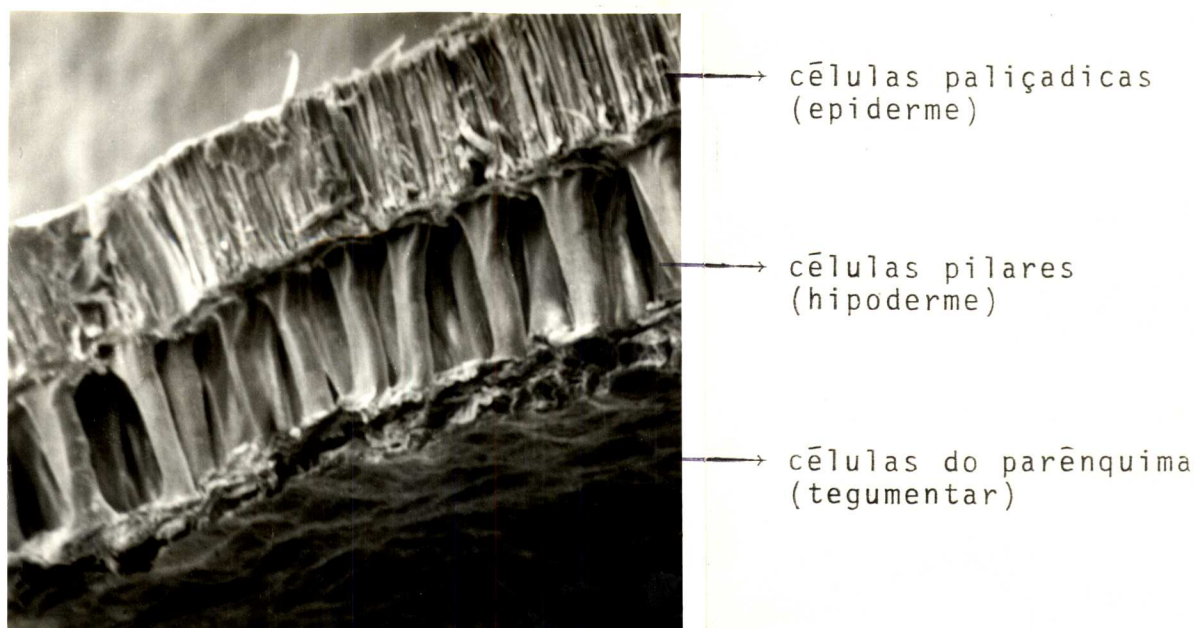


Fig.1 - Fotomicrografia do tegumento de leguminosa em microscopia eletrônica de Varredura (400 x).

O embrião do grão de soja mostra a estrutura típica da dicotiledônea. Apresenta dois cotilédones ovalados, a plúmula, o epicótilo, o hipocótilo e a radícula (MULLER, 1981).

No tegumento da semente de soja, situa-se o hilo, junto ao qual encontra-se a micrôpila, uma pequena abertura por onde se projeta a radícula ao se iniciar a germinação.

Os cotilédones representam praticamente a totalidade do volume e peso da semente, contendo quase todo óleo e proteínas do grão (SCOTT & ALDRICH, 1970).

Cada uma das partes que compõe a semente de soja, exerce uma função específica, quais sejam: o tegumento protege a semente, os cotilédones são órgãos de reserva de nutrientes da semente.

mente para o período de germinação e desenvolvimento da plântula, a radícula transforma-se em raiz primária, e o epicótilo na parte aérea da plântula (SILVA & ORTOLANI, 1981).

Cada cultivar ao ser recomendada é descrita por vários caracteres botânicos e agronômicos dentre os quais, a cor do hilo, do tegumento e da semente.

A cor do hilo é considerada o melhor fator de identificação, podendo variar entre preto, preto imperfeito, marrom, marrom amarelado, cinza e amarelo. Os principais pigmentos que compõem a cor do hilo são as antocianinas, com picos de absorbância geralmente situados entre 530-541nm (HOWELL & CALDWELL, 1972).

A forma do hilo pode ser também utilizada como fator de identificação.

Quanto ao tegumento, este apresenta uma diversidade de cores que variam dentre diversas tonalidades; do amarelo ao verde, do marrom ao preto.

As cores escuras do tegumento, ou seja, marrom e preto, se devem a efeitos especiais de diferentes tipos de antocianinas ou seus derivados contidos no tegumento (MULLER, 1981).

Os cotilédones, por sua vez, são verdes antes da maturação, dada a presença da clorofila, tornando-se amarelos com a maturação das sementes. Alguns genótipos, retêm a cor verde do cotilédone na maturidade, mas esta característica não deve ocorrer nos grãos comerciais (HOWELL & CALDWELL, 1972).

As sementes de soja podem apresentar cores uniformes, podem ser moteadas ou bicolores, variando entre o amarelo, verde, marrom ou preto.

Nas sementes verdes, a cor pode ser causada tanto pela retenção de clorofila pelo tegumento como pelo efeito da combinação da cor do tegumento com o cotilédone verde. Podem ocorrer, também, combinações entre antocianinas e clorofila no embrião, ori

ginando diferentes tonalidades. Cor moteada no grão pode ser causada pela presença de viroses nas sementes (MULLER, 1981).

2.2 Características de Cocção da Soja

2.2.1 Tempo de Cocção

As células do cotilédone das leguminosas assemelham-se a sacos plásticos colapsados na largura, contendo em seu interior, grânulos de amido com diâmetro aproximado de 25μ (fig.2).

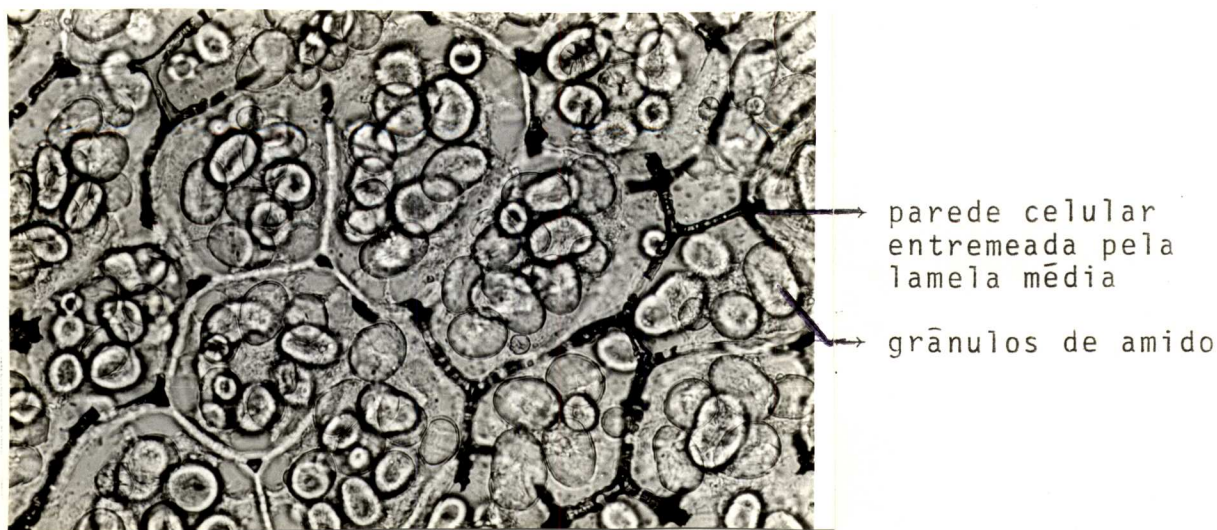


Fig. 2 - Fotomicrografia do cotilédone de leguminosa (400 x) evidenciando as células cotiledonares e conteúdo.

Um corte transversal revela uma estrutura semelhante a um favo de mel, dentro do qual se encerram os grânulos de amido (fig.2). Partículas irregulares, presumivelmente proteínas, ocupam os espaços entre os grânulos de amido.

A lamela média dos tecidos das plantas é, principalmente, composta por hemicelulose e substâncias pecticas associadas a cations divalentes, como cálcio e magnésio e, possivelmente, material proteináceo (JOSLYN, 1962).

MATTSON, 1968 reportou que a cozinhabilidade de diferentes variedades de ervilhas (*Pisum sativum*), está correlacionada com seus conteúdos em ácido fítico e cálcio. Ele sugeriu que quando o teor de ácido fítico é baixo, a pectina da lamela média, forma pectatos insolúveis de cálcio e magnésio, causando baixa

qualidade de cocção.

ROCKLAND & JONES , 1974 observaram que durante o cozimento em água fervente, o material intercelular da lamela média de grãos leguminosos (*P. vulgaris* e *P. lunatus*) hidrata-se e permite a separação das células adjacentes intactas. Eles reportaram, também, que diferentes taxas de cozimento parecem estar associadas a diferentes graus com que a separação ocorre e sugerem que esta separação pode estar relacionada à transposição e remoção dos cations divalentes, cálcio e magnésio, das ligações da matriz pectinácea da lamela média.

SEFA-DEDEH et alii, 1978 evidenciaram, através de técnicas de microscopia eletrônica, que o amaciamento de ervilhas pelo cozimento a temperaturas entre 25 e 100°C, estava associado ao rompimento da lamela média que cimenta as células individuais. Eles sugerem que esse fenômeno possa ser explicado da seguinte maneira: no estado cru, a lamela média é usualmente mais forte que a parede celular, o que faz com que qualquer esforço aplicado, rompa o tecido das paredes celulares; entretanto, durante o cozimento, a lamela média hidrata-se, separando-se longitudinalmente quando qualquer esforço é aplicado. Esses pesquisadores também sugerem que o rompimento da lamela média possa ainda estar associado a uma despolimerização da mesma pelo calor.

VARRIANO - MARSTON & DE OMARRA, 1979, mostraram que a ação dos sais de sódio no amaciamento do feijão (*P. vulgaris*) ocorre devido a um fenômeno de troca iônica e também possivelmente de quelação. Eles acreditam que os ions cálcio e magnésio, responsáveis pela firmeza celular, são trocados pelos ions sódio, resultando na solubilização das substâncias pecticas da lamela média durante o cozimento ou embebição.

KON, 1968, realizou estudos comparativos entre o tempo de cozimento e o teor de substâncias pecticas em feijões armazenados com baixo e alto teor de umidade e evidenciou substancial

aumento no tempo de cocção dos feijões armazenados com alto teor de umidade. Outrossim, a diferença total de substâncias pecticas entre os feijões não foi significativa.

Posteriormente, KON & SANSHUCK, 1981, estudando o teor de fitato em grãos leguminosos (*P.vulgaris*, *P.lunatus*, *Vicia faba*, *Vigna unguiculata* e *Pisum sativum*) e seus efeitos na qualidade de cocção, encontraram uma boa correlação (-0,71) entre a taxa de cozimento e a taxa obtida pela razão ácido fítico / % Ca. Eles evidenciaram também que, grãos armazenados com alto teor de umidade, apresentando portanto longo tempo de cocção, quando embebidos em solução de ácido fítico antes do cozimento, sofriam significativa redução no tempo de cocção e, a taxa de separação das células acontecia de forma similar aos grãos armazenados com baixo teor de umidade. Da mesma forma, grãos armazenados com alto teor de umidade, quando embebidos em solução aquosa, contendo E.D.T.A., apresentaram redução no tempo de cozimento, uma vez que o E.D.T.A. é um agente quelante capaz de retirar o cálcio do pepectato de cálcio durante o cozimento. Por fim, esses pesquisadores sugerem que a mudança na pectina da lamela média durante o cozimento ocorre quando a proporção do ácido fítico para o cálcio é adequada.

MORRIS et alii, 1950, avaliaram a qualidade para processamento, de variedades e linhagens de feijões e observaram considerável variação entre as variedades no que se referia ao tempo de cocção que elas podiam tolerar antes que se desintegrassem.

MORRIS & WOOD, 1956, estudando a influência do teor de umidade na qualidade de cocção de feijões, verificaram que o teor de umidade do feijão durante o armazenamento é o mais importante fator que influe sobre sua estabilidade, notadamente sabor e textura.

BURR et alii, 1968, estudaram o efeito da temperatura, tempo de estocagem e teor de umidade dos grãos armazenados,

de uma mesma linhagem, sementes menores tendem a ser mais macias após cozimento que sementes maiores. O efeito do tamanho da semente, dentro das linhagens, mostra a necessidade de se ter amostras de tamanho uniforme nos testes de cozinhabilidade envolvendo seleção de variedades.

2.2.2 Capacidade de Hidratação

Quase todos os processos culinários e tecnológicos aplicados à soja incluem sua prévia embebição em água. Esta embebição facilita a troca de calor e massa, permitindo a redução do tempo de cozimento do grão, otimizando os processos de extração de nutrientes e a inativação dos fatores antinutricionais (MOLINA et alii, 1975).

LO, YAU-LAI et alii, 1968, verificaram que grãos de soja embebidos 8 horas antes da extração apresentam maior rendimento em sólidos extraídos do que grãos não embebidos ou do que extração a partir da farinha; a despeito da perda de 1,6% de sólidos na água de embebição. Isso ocorre porque os processos de embebição tornam possíveis uma melhor dispersão de sólidos do grão durante a embebição.

WANG et alii, 1979, em seus estudos sobre o efeito da hidratação da soja integral na perda de sólidos solúveis e na qualidade culinária do grão, encontraram que o peso e a maciez dos grãos cozidos aumentaram pela hidratação antes do cozimento. Enquanto grãos não embebidos, requereram 1,5 horas de cozimento, grãos embebidos por 3,5 horas levaram 1 hora de cozimento para atingirem a mesma maciez. Por outro lado, grãos não hidratados, embora submetidos a maior tempo de cozimento, não alcançaram a mesma maciez que grãos embebidos e cozidos por 1,5 horas. A embebição também melhorou a aparência dos grãos cozidos e reduziu grandemente o teor de hemaglutinina dos grãos integrais.

QUAST & SILVA, 1977, reportaram após estudos sobre o e

feito da hidratação na taxa de cozimento de leguminosas que, indicadores como peso drenado e maciez de feijões enlatados (*P.vulgaris*), melhoram com o processo de embebição aplicado antes do enlatamento.

JACKSON & VARRIANO-MARSTON, 1981, realizando testes experimentais de cozimento com grãos de feijão preto (*P.vulgaris*), encontraram que o tempo de cozimento dos mesmos era inversamente proporcional ao teor de umidade por eles alcançado no processo de embebição.

Da mesma forma, SILVA et alii, 1981, estudando a influência da embebição sobre a maciez e a qualidade organoléptica de feijões pretos (*P.vulgaris*) reportaram que a embebição aumentou significativamente a maciez dos feijões no cozimento e que a maciez adequada requer que o grão absorva, no processo de embebição, uma determinada quantidade de água. Eles concluíram também que a água de embebição requerida para prover a maciez adequada aos grãos é função da solução de embebição, do tempo de embebição e das condições de cozimento.

SEFA-DEDEH et alii, 1978, utilizando medidas objetivas de textura para verificar o efeito do tempo de embebição sobre a textura de feijões de corda (*Vigna unguiculata*) cozidos, encontraram uma boa correlação (-0,97) entre a textura dos feijões embebidos e cozidos e a quantidade de água absorvida pelos mesmos no processo de embebição.

A despeito dos estudos de SEFA-DEDEH et alii, 1978, QUAST et alii, 1977, não encontraram uma boa correlação entre a textura dos grãos e a quantidade de água absorvida no processo de embebição.

Finalmente, sob o ponto de vista de comercialização de grãos, a capacidade de absorção de água pela soja é um atributo de importância primária, que determina sua aceitação ou rejeição no mercado importador japonês (MIYASAKA & ARAUJO, 1973).

2.2.3 Mecanismos que Regulam a Capacidade e Velocidade de Absorção de Água em Leguminosas

Em função dos efeitos positivos que a hidratação da soja exerce sobre suas características culinárias, tecnológicas, organolêpticas e nutricionais, muitos estudos têm sido realizados com vistas a se descobrir os fatores que regulam e influem sobre a permeabilidade e capacidade de absorção de água pela semente de soja.

BLACKLOW, 1972, procurando uma descrição matemática para a influência da temperatura e qualidade do grão na embebição de sementes de milho, sugeriu que a absorção de água por grãos, consiste primeiramente de um processo de permeação e posteriormente um processo de ganho de água propriamente dito, sendo que ambos ocorrem em tempos diferentes, podendo ser facilmente discriminados.

WAGGONER & PARLANGE, 1976, em seus estudos sobre absorção e difusividade da água em sementes, concluíram que a curva de absorção de água pelos grãos em função do tempo, compreende três fases distintas: uma rápida absorção inicial, um período mais longo que pode ser aproximadamente expresso por uma função linear e, finalmente, uma vagarosa absorção antes da saturação.

Alguns pesquisadores, identificam a fase inicial do processo de embebição, quando ocorre uma rápida absorção de água pelas sementes, por "lag-fase" à semelhança dos fenômenos de troca de calor e crescimento microbiano (SILVA et alii, 1981; QUAST & SILVA, 1977).

HSU et alii, 1983, atribuem a "lag-fase" ao tempo de preenchimento dos capilares na superfície da casca e do hilo.

PARRISH & LEOPOLD, 1977, estudando a cinética de absorção de água por cotilédones de soja na "lag-fase", encontraram

uma rápida taxa de embebição que declinou depois de 10 minutos para uma taxa linear mais vagarosa. Após uma hora, os tecidos a proximaram-se da saturação. Os autores reportam que a rápida absorção de água inicial pode ser considerada um processo incontrolável e a sua extensão pode ser estimada pela extrapolação da parte linear da reta até a ordenada. Eles sugerem que para a soja, diversos processos físicos e bioquímicos ocorrem nos primeiros cinco minutos de embebição, dos quais eles puderam verificar um influxo de água acompanhado por uma rápida perda de solutos das células e liberação de gases absorvidos. Finalmente, esses pesquisadores propõem que o fenômeno de rápida absorção de água seguido pelo decréscimo da taxa de absorção pode ser explicado pela reorganização das membranas celulares que passam de uma presumível condição porosa, devido a uma relativa desorganização das membranas, até uma efetiva barreira semipermeável das unidades funcionais, dada a reorganização das membranas.

Posteriormente, LEOPOLD, 1980, estudando a efetividade da reorganização das membranas celulares como uma barreira ã entrada de água nos cotilédones, concluiu que a entrada de água nas sementes não é apreciavelmente limitada pela reorganização das membranas. Na verdade, o autor sugere que a taxa de água absorvida pode ser considerada, principalmente, uma função da difusão da água e da hidratação de polieletrólitos nos tecidos.

Do ponto de vista da tecnologia e engenharia de alimentos, tão interessante como entender os mecanismos que regulam a capacidade e velocidade de absorção de água pelos grãos de soja, é conhecer também os fatores que influem sobre esses dois parâmetros.

Verifica-se que a taxa de absorção de água pela soja, expressa como porcentagem de aumento de peso/100 gr. de matéria seca, é função de vários fatores: condições de crescimento da

planta, variedade da semente, teor de umidade inicial dos grãos, dentre outros, porém, a temperatura de embebição é o mais importante. (ARECHAVALETA - MEDINA & SNYDER, 1981; SMITH & NASH, 1961).

WANG et alii, 1979, encontraram que a taxa de absorção de água pela soja aumenta com o aumento da temperatura da água de embebição. Completa hidratação foi atingida após 6 horas de embebição dos grãos a 37°C, enquanto que grãos embebidos a 20°C demandaram 16 horas para completar o processo.

HSU et alii, 1983, também verificaram que a taxa de absorção de água pela soja apresenta correlação positiva com a temperatura de embebição e evidenciaram ainda que a mesma é função da variedade da semente. Esses pesquisadores encontraram uma fraca correlação entre a taxa de absorção e o tamanho e peso específico dos grãos e, nenhuma correlação entre a taxa de absorção e o teor de proteínas do grão.

ARECHAVALETTA-MEDINA & SNYDER, 1981, a despeito das conclusões de SAI0, 1976, estudando o mecanismo de embebição de grãos em água com corante, concluíram que a água normalmente penetra a casca do grão primeiramente na região oposta ao hilo (onde ocorre um enrugamento nos primeiros momentos de embebição) ou através de uma fenda na casca, mas não através da micrôpila e que, na verdade, toda a área superficial da casca das sementes normais de soja é permeável à água. Esses pesquisadores concluíram, também, que no tegumento da soja a camada cuticular é a mais provável barreira à absorção de água e que o teor de umidade da casca e do cotilédone dos grãos duros é menor que dos grãos normais.

Assim, pode-se concluir que a absorção de água por leguminosas é um processo complexo de difusividade e de ganho de água onde duas resistências distintas se contrapõem à difusão: a casca da semente e o cotilédone (QUAST & SILVA, 1977).

2.2.4 Grãos Duros

Ao se embeber a soja ou outras sementes de leguminosas, observa-se que algumas variedades apresentam grãos menores que, embora em embebição, não absorvem água em quantidade satisfatória. A ocorrência desses grãos é indesejável, na medida em que este fenômeno prejudica o rendimento e a qualidade do produto final.

Esses grãos impermeáveis são denominados "hardshell", grãos de tegumento duro ou simplesmente grãos duros, e o tempo de maceração que possibilita seu isolamento e identificação é variável segundo diversas metodologias.

SMITH & NASH, 1961, definiram grãos duros como sendo aqueles que não absorvem, em 16 horas de embebição, quantidade suficiente de água para tornarem-se macios após cozimento. Esses pesquisadores atribuem ao tegumento o principal fator de controle da absorção de água.

SAIO, 1976, definiu como grãos duros aqueles que resistem à absorção de água após 72 horas de embebição e, através de técnicas de microscopia eletrônica, microscopia ótica e difração de raios X, observou que a micropila dos chamados grãos duros apresenta-se oclusa e, o tegumento dos referidos grãos, possui maior concentração de cálcio e maior dureza. Ela sugere que tanto o teor de cálcio no tegumento, como a estrutura da micropila podem estar relacionadas com a absorção da água.

2.3 Atributos Sensoriais Relevantes em Grãos de Soja

2.3.1 Sabor

O sabor característico da soja e produtos derivados, comumente identificado como "cru", "verde", "feijão verde", amargo e adstringente, tem sido um dos principais obstáculos ao consumo

direto desses alimentos pelos povos ocidentais (ELDRIDGE, 1972; BUCLLE, 1981; RACKIS et alii, 1970; KON et alii, 1970; MOSER et alii, 1967).

Esse sabor característico e desagradável, é proveniente da interação de uma grande variedade de componentes individuais de "sabor estranho" que derivam tanto dos constituintes químicos do grão integral cru, como do efeito do processamento e condições de estocagem (WATANABE & KISHI, 1984).

BUCCLE, 1981, caracteriza dois tipos de problemas relacionados com o sabor desagradável da soja e derivados: o primeiro se refere à natureza e intensidade dos componentes individuais de sabor estranho e o segundo diz respeito à ausência de um sabor atrativo próprio.

Isolar e identificar componentes de sabor, tem sido exaustivo campo de trabalho para muitos pesquisadores, que para tanto, aliam aos métodos físicos, químicos e físico-químicos de isolamento e identificação, métodos sensoriais para a caracterização dos componentes isolados.

FUJIMAKI et alii, 1972 e ARAI et alii, 1970, isolaram e identificaram positivamente trinta componentes que contribuem para o sabor característico do grão de soja cru. Dos componentes identificados, álcoois, alcanos, aldeídos aromáticos, ácidos graxos, ácidos fenólicos, aminas e ésteres, são os álcoois os que se encontram em maior concentração, notadamente o n-hexanol, o qual contribui de forma mais significativa para a presença do sabor identificado como "feijão cru" na soja (FUJIMAKI et alii, 1972; WATANABE & KISHI, 1984).

Os ácidos fenólicos, notadamente o ácido siríngico e clorogênico, embora presentes na soja em baixas concentrações, concorrem para o sabor rançoso, amargo e adstringente (SMITH, 1972).

WANG et alii, 1976, reportaram que o efeito do sabor pútrido, característico das poliaminas, é mascarado na farinha de soja, mas eles sugerem ser possível, interações entre poliaminas e outros constituintes da soja de forma a se originarem outros componentes de odor e sabor significativos.

Grande parte dos componentes de odor e sabor desagradável da soja decorrem da ação da enzima lipoxidase sobre os componentes lipídicos.

A lipoxidase catalisa como reação primária, a hidroxidação de certos ácidos graxos insaturados e vários lipídeos poliinsaturados contendo resíduos de *cis-cis* 1,4 pentadieno. Os produtos dessa reação se decompõem formando aldeídos e álcoois, já reportados como os maiores componentes do sabor de "feijão verde", "feijão cru" e gosto amargo na soja e produtos derivados.

MUSTAKAS et alii, 1969, reportaram que o valor do peróxido no grão de soja, aumenta com o aumento do tempo de embebição e, atribuem esse fenômeno à ação da lipoxidase.

KON et alii, 1970, isolaram e caracterizaram a formação de pentanal, hexanal e acetaldeído, como componentes de odor e sabor estranho desenvolvido durante o processo de moagem dos grãos de soja.

BADENHOP & WILKENS, 1969, identificaram a formação do 1-octeno-3-ol, durante a embebição do grão, caracterizando-o como um componente de odor estranho da soja. Vários autores sugerem que o processo de formação desse composto é autoxidativo.

MATTICK & HAND, 1969, atribuíram o odor e sabor de "feijão verde" desenvolvido após a maceração do grão de soja, ao componente volátil etil-vinil-cetona e sugeriram que o mecanismo de formação desse composto é favorecido pela ação da lipoxidase.

Embora enzima e lipídios estejam presentes no grão de soja, desde que o tecido não seja rompido, nenhum odor ou sabor estranho é desenvolvido. Entretanto, processos mecanizados por que passa a soja durante a colheita, transporte e armazenamento, concorrem para a lesão dos tecidos do grão, liberando tanto a enzima como o substrato, o que por sua vez leva ao desenvolvimento dos componentes de odor e sabor intrínsecos à soja (RACKIS et alii, 1970; DELLA MODESTA & GARRUTTI, 1982).

Testes sensoriais, realizados com produtos de soja preparados com 0, 25, 50, 75 e 100% de grãos levemente danificados, indicaram que um painel de provadores não treinados podia facilmente detectar o sabor de "feijão verde" no produto preparado com 25% de grãos levemente danificados (FERRIER, 1975).

Devido aos significativos problemas decorrentes da ação da lipoxigenase na soja, muitos estudos têm sido realizados e em decorrência, tem sido reportado, para maioria das variedades, a presença de pelo menos três isoenzimas lipoxigenase: lipoxigenase 1 (L-1), lipoxigenase 2 (L-2) e lipoxigenase 3 (L-3). Entretanto, variedades de soja lipoxigenase mutantes, isto é, com ausência de uma ou mais isoenzimas, também têm sido identificadas. KITAMURA et alii, 1984, admitem ser possível, através de melhoramento genético, diminuir extremamente os níveis de lipoxigenase nos cultivares de soja, de forma a se obter novas linhagens onde a ação enzimática seja geneticamente reduzida, com a consequente diminuição do desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis, obtendo-se assim sementes de odores e sabores mais brandos.

Características organolépticas como sabor e textura, têm sido indicadas como sendo função da variedade do grão.

MOSER et alii, 1967, encontrou que a variedade de soja Bansei tem o sabor menos acentuado que outras variedades por eles pesquisadas.

WOODRUFF & KLASS, 1930, estudaram 466 variedades diferentes de soja quanto à sua palatibilidade e conseguiram selecionar seis de grande aceitação para o homem rural norte-americano.

No Brasil, poucos estudos têm sido realizados com o objetivo de se comparar características organolêpticas das diferentes cultivares de soja.

REIS (1957) observou que o leite de soja de variedade Mogiana tinha melhor paladar que o da variedade Abura.

COSTA, et alii, 1981, avaliaram as características organolêpticas de sabor de farinhas obtidas de sete cultivares de soja e encontraram diferenças significativas quanto aos atributos sensoriais avaliados com relação às variedades testadas.

DELLA MODESTA & GARRUTTI, 1982, com o objetivo de comparar textura e sabor de vários cultivares de soja procedentes de alguns estados brasileiros, realizaram uma série de testes de avaliação sensorial e concluíram que de um modo geral, as cultivares Paranã e Santa Rosa destacavam-se pelos melhores resultados sensoriais, independente do estado de origem.

Na verdade, o número de variedades de soja existentes no mundo é de centenas, dentre elas, existem as que por possuírem sabor e odor mais brandos, são cultivadas com vistas a alimentos humanos de consumo direto. Assim, o melhoramento genético das variedades comerciais, objetivando a utilização como alimentos de consumo direto é bastante viável.

BANAFUNZI et alii, 1981, com o objetivo de desenvolver novas variedades de soja para consumo humano direto que não possuíssem sabor de "feijão verde", através de técnicas de melhoramento genético, realizaram o cruzamento da variedade Kahala, de boas características organolêpticas, com a variedade Lee-68 de

boa resistência a quebras. Esses autores reportam a obtenção de novas linhagens que às boas características organolêpticas, somam boa resistência a quebras e maior produtividade.

2.3.2 Textura

Textura é um atributo de importância primária na avaliação sensorial dos alimentos.

SZCZESNIAK & KAHN, 1971, verificaram que quando consumidores detectam no alimento, uma textura que lhes pareça inapropriada, a tendência é rejeitar o produto.

Desta forma, o cozimento das leguminosas se faz necessário não só para melhorar suas características nutricionais e de sabor, como também para amaciar a casca e o cotilédone do grão, tornando sua textura aceitável.

Nos grãos, a textura do cotilédone tem maior efeito sobre a aceitabilidade que a textura do tegumento (CABRAL & DELLA MODESTA, 1981).

SGARBIERI et alii, 1978, estudando a aceitação de uma mistura de feijão comum (*P.vulgaris*) e soja (*G.max*), verificaram que um dos fatores que influem sobre a baixa aceitação da soja é sua textura grosseira.

DELLA MODESTA & GARRUTTI, 1982, através de uma série de testes de avaliação sensorial executados com o objetivo de conhecer a textura de cultivares de soja procedentes de vários Estados brasileiros, concluíram que as melhores variedades, em termos de textura, i.e., as mais macias, de um modo geral, eram a "Viçoja", "Santa Rosa", "Bossier", "Paraná" e "IAC-4".

TURATTI, 1981, realizou a caracterização sensorial da soja cultivar "Santa Maria" na dieta alimentar brasileira e en

controu grande semelhança entre o perfil de textura da feijoadá enlatada de soja (*G.max*) e a feijoadá enlatada comercial (*P.vulgaris*), à exceção dos descriptors mastigabilidade, adesividade e grumosidade, onde a pesquisadora observou diferença significativa ao nível de 5%. Com relação aos demais descriptors como dureza da casca, dureza do tegumento, umidade, maciez, deslizamento e quebramento, não houveram diferenças significativas ao nível de 5% de significância.

JACKIX, 1978, realizando avaliação sensorial da textura de grãos de feijão (*P.vulgaris*), verificou que o provador notava amolecimento do grão em função do aumento do tempo de cocção e que a percepção era mais acentuada na faixa de 20 a 30 minutos de cocção dos mesmos em panela de pressão.

MAKKAR et alii, 1982, avaliaram objetivamente, a firmeza de duas variedades de soja (*G.max*) cozidas em panela de pressão, para tempos de cozimento de 5, 15 e 25 minutos. Os autores reportaram diferenças significativas de textura entre as variedades estudadas, DS -24 - 2 e UPSM - 19, para os três intervalos de tempo.

VOISEY & LARMOND, 1972, estudaram diversas técnicas para avaliar, objetivamente, a textura de feijões (*P.vulgaris*) assados, utilizando várias células do INSTRON UNIVERSAL TESTING MACHINE. Os autores procederam também testes sensoriais, tanto para a dureza como para coesividade e concluíram que a seleção do método para avaliar a textura, seja por método sensorial ou instrumental poderá ser realizada em base econômica.

LA BELLE & HACKLER, 1976, afirmam que durante a cocção, ocorrem reações como pré gelatinização e hidrólise parcial do amido, desnaturação de proteínas, as quais estão relacionadas com o amaciamento do grão para fácil ingestão.

ROCKLAND & METZLER, 1967, reportaram correlação positiva entre o teor de carboidratos e a maciez do grão de soja (*G.max*) e que esta era função da variedade do mesmo.

2.3.3 Métodos Estatísticos Sensoriais e Terminologia Descritiva para Sabor e Textura

A avaliação sensorial dos alimentos é função primária do homem, que os aceita ou rejeita de acordo com a sensação experimentada ao observá-lo, cheirá-lo ou ingeri-lo.

Este aspecto da qualidade dos alimentos, que incide diretamente na reação do consumidor, denomina-se qualidade sensorial. Embora os estímulos que promovem a percepção sensorial humana possam ser medidos objetivamente, é impossível classificá-los como agradável/desagradável ou característico/não característico, através da análise instrumental. Assim, a avaliação sensorial dos alimentos utiliza o elemento humano como instrumento de medida, e a interpretação dos resultados, dado o fator psicológico, requer estudos básicos, sobre os quais desenvolveu-se o campo da Análise Sensorial, com suas técnicas de caracterização e métodos estatísticos sensoriais (MORAES, 1983).

Os métodos estatísticos sensoriais, usados para a análise subjetiva de sabor, textura ou outro atributo sensorial, apresentam várias classificações.

No Brasil, GARRUTTI, 1985, classifica-os de acordo com o objetivo do teste em: discriminativos, descritivos, afetivos e qualitativo/quantitativo.

MORAES, 1983 e MONTEIRO, 1982, classificam os métodos estatísticos sensoriais em: métodos de diferença, métodos analíticos, métodos de sensibilidade, métodos de escala e métodos de preferência e aceitação.

Quando se objetiva quantificar características sensoriais de um produto, utiliza-se métodos quantitativos que, via de regra, usam como sistema de medida, diversos tipos de escala, e, em especial, escalas de categoria.

Escalas de categoria consistem de um número limitado de categorias ordenadas de forma ascendente ou descendente sobre um contínuo, expressas em termos numéricos, verbais ou através de símbolos apropriados, que indicam graus de variação da propriedade medida. A pressuposição fundamental desse método, como de qualquer escalonamento racional, é que o valor que expressa cada categoria seja proporcional à propriedade a ser medida (PLANK, 1948).

O número de categorias usadas, pode variar de acordo com a situação e a preferência do pesquisador, entretanto, ele não deve ser grande nem pequeno. Na prática, de um modo geral, sete a nove categorias podem ser, adequadamente, discriminadas sem cansar o provador (HARPER, 1972).

ANDERSON, 1958, estabeleceu alguns requisitos básicos para que um sistema de escala seja eficiente: desenvolvimento de uma ficha realista e lógica, não utilização de escalas demasiadamente grandes, obtenção de concordância entre os provadores, evitando grande variação de notas entre eles, procurar um sistema que permita fácil análise estatística e, por fim, sempre que possível, realizar análises físicas e químicas para completar a avaliação sensorial.

CARLIN, et alii, 1956, compararam o coeficiente de variação, o desvio padrão e a sensibilidade de três tipos de escalas numéricas: escala de 0 a 5 pontos, escala de 0 a 10 pontos e escala de 0 a 100 pontos. A conclusão foi que, de um modo geral, a escala 0 a 100 pontos foi pior que a escala de 0 a 5 pontos, e que a de 0 a 10 pontos foi melhor que a de 0 a 5.

Assim, as escalas podem ser estruturadas ou não, total_{mente} ou parcialmente ancoradas, devendo o provador ser informa_{do} qual o extremo da escala correspondente ao valor mais baixo ou mais alto. Quando o atributo medido pode estar ausente na a mostra avaliada, a escala deve começar com zero; quando está pre_{se}nte em diferentes graus em todas as amostras, a escala deve co_{me}çar pelo valor 1 (GARRUTTI, 1985).

Para a análise dos resultados, valores numéricos são alocados a categorias, o que permite que eles sejam discutidos e manipulados como se fossem medidas ordinariamente científicas (GRIDGEMAN, 1984).

GRIDGEMAN, 1984, acredita que a diferença entre medidas sensoriais e as elegantes medidas físicas se dá somente quanto ao grau de acuidade e precisão.

Assim, a necessidade de acuidade na avaliação e ancora_{me}nto dos índices de qualidade é um processo básico para se ter um estudo de avaliação sensorial de qualidade bem orientado (DAHAZY, 1971).

Um dos importantes problemas com relação à avaliação sensorial e em especial com relação às escalas, está em se desen_{vol}ver nomenclatura apropriada para descrição e translado das qua_{li}dades sensoriais, para características mensuráveis precisamente definidas. Essa nomenclatura apresenta problemas inerentes: em muitos casos, um número muito grande de termos é usado para des_{cre}ver uma mesma característica; em outros, um mesmo termo é usa_{do} para descrever características diferentes. Acrescente-se ain_{da} que, as mesmas palavras podem ter significados diferentes para pessoas diferentes (SZCZESNIAK, 1963).

No sentido de contribuir para uma base lóg_{ica} e bem de_{fin}ida na avaliação sensorial da textura dos alimentos, SZCZESNIAK,

1963, organizou uma tabela que relaciona parâmetros de textura a termos da nomenclatura popular. Essa tabela tem sido muito útil, uma vez que explica o significado dos parâmetros texturais e torna mais universal a nomenclatura utilizada.

Posteriormente, BRANDT, 1963, trabalhando com base na classificação das características texturais de SZCZESNIAK, 1963, definiu um modelo de perfil de textura, que compreende características mecânicas, geométricas e outras, nas fases de sensação inicial, sensação mastigatória e sensação residual.

Para avaliar a qualidade sensorial de grãos de soja cozidos de 466 variedades de soja, WOODRUFF & KLAAS, 1938, utilizaram os seguintes descritores para a caracterização do sabor: forte, médio, suave, doce e sabor de noz. Para a avaliação de textura, os pesquisadores utilizaram as seguintes características texturais: polpuda, dura, gordurosa, farinácea e nodosa.

CARVALHO et alii, 1979, com o objetivo de estudar a estabilidade de soja frita, realizaram avaliações organolépticas para verificação da diferença entre amostras armazenadas e um padrão. Para verificação da diferença, os pesquisadores utilizaram escala de categoria estruturada de 1 a 9 pontos. Os trabalhos não mencionam os termos verbais atribuídos a cada categoria.

MOSER et alii, 1967, utilizaram como sistema de avaliação da intensidade de várias características de sabor de farinha de soja crua, escalas de categoria não estruturadas de 9 cm, onde o valor 10 representava o sabor mais brando e o valor 1 o sabor mais forte. Como descritores das características de sabor, esses pesquisadores utilizaram as seguintes expressões verbais: sabor de feijão (beany), amargo, verde, sabor de noz, doce e torrado.

PERRY et alii, 1976, em seus estudos sobre o efeito da variedade e método de cozimento sobre a palatibilidade de grãos

cozidos de soja, realizaram avaliação subjetiva da aparência, cor, textura, sabor e ausência de sabor estranho nos grãos, através de escalas de categoria estruturadas, de 5 pontos, onde 1 correspondia à categoria muito pobre e 5 a muito bom.

SILVA et alii, 1981, usando escalas de categorias estruturadas de 9 pontos avaliaram a cor, textura, sabor e preferência de feijões pretos cozidos. Para cor, sabor e preferência, 1 representava excelente e 9 extremamente pobre. No caso de textura, 1 correspondia a extremamente macia e 9 extremamente dura. A nota 5 foi apontada pelos provadores como um consenso de textura adequada e aceitável.

Para estimar a vida de prateleira de soja frita com base no delineamento estatístico parcialmente escalonado, SHYROSE, et alii, 1978, selecionaram e treinaram dez provadores que avaliaram cada amostra separadamente, utilizando escala de categoria de sete pontos, estruturada com as seguintes expressões verbais: (1) livre de sabor estranho, (2) sabor estranho muito ligeiro, (3) sabor estranho ligeiro, (4) sabor estranho moderado, (5) sabor estranho moderadamente intenso, (6) sabor estranho intenso, (7) sabor estranho muito intenso.

DURAN & CALVO, 1982, em seus estudos de seleção dos parâmetros que definem a qualidade sensorial de feijões brancos em conserva, estabeleceram um glossário de termos obtidos através do perfil de sabor por eles realizados. Dentre a terminologia desenvolvida, destacamos aquela que se refere à dureza e sabor. O primeiro atributo sensorial foi definido como a força necessária para comprimir o alimento entre os dentes e mastigá-lo, e sua intensidade foi avaliada em uma escala não estruturada de 9 cm ancorada nas extremidades com as expressões verbais: branda e dura. Com relação ao sabor, os autores definiram-no como intensidade total de sabor característico de feijão branco. Eles

avaliaram a intensidade do sabor em uma escala não estruturada de 9 cm ancorada nas extremidades com os termos: fraco e intenso.

ABDULLAH et alii, 1984, avaliaram as propriedades sensoriais de brotos de pequenas sementes de soja, utilizando como sistema de avaliação de intensidade das características sensoriais, escalas de categoria de 5 pontos, onde 1 indicava nenhuma percepção e 5 percepção muito intensa. Os atributos avaliados foram aroma de feijão (beany) e de noz; para sabor: doce, amargo, de noz, gorduroso e sabor de feijão (beany); finalmente, para textura, utilizou-se como descriptors os termos: grosseiro e macio.

DELLA MODESTA & GARRUTTI, 1982, utilizaram escalas de categoria não estruturada de 9 cm para avaliação sensorial da textura de diferentes cultivares de soja provenientes de seis regiões brasileiras. A escala foi ancorada em suas extremidades nos descriptors: "macia" e "dura".

2.4 Avaliação da Qualidade Protéica do Grão

A função da proteína dietética é suprir o organismo animal com material necessário à síntese de suas próprias proteínas e outros metabólitos nitrogenados. Seu valor nutricional ou, a qualidade da proteína, é função de sua capacidade em satisfazer as necessidades de nitrogênio e aminoácidos essenciais do organismo (MITCHELL & CARMAN, 1926, PELLET & YOUNG, 1980).

Desta forma, MELNICK et alii, 1946, definiram que os principais fatores que determinam o valor de um alimento como fonte protéica são: 1) seu conteúdo em proteínas com relação aos sólidos totais; 2) a composição em aminoácidos essenciais de suas proteínas; e 3) a disponibilidade desses aminoácidos essenciais, para a formação de tecidos e metabólitos nitrogenados no organismo.

Com o propósito de avaliar a qualidade protéica de várias fontes de origem alimentar, existe atualmente grande número de metodologias disponíveis (PELLETT & YOUNG, 1980) as quais, conforme BEKES et alii, 1984, podem ser divididas, segundo os parâmetros sobre os quais estão baseadas, em quatro grupos básicos: métodos biológicos, métodos bioquímicos, métodos microbiológicos e métodos químicos (fig.3).

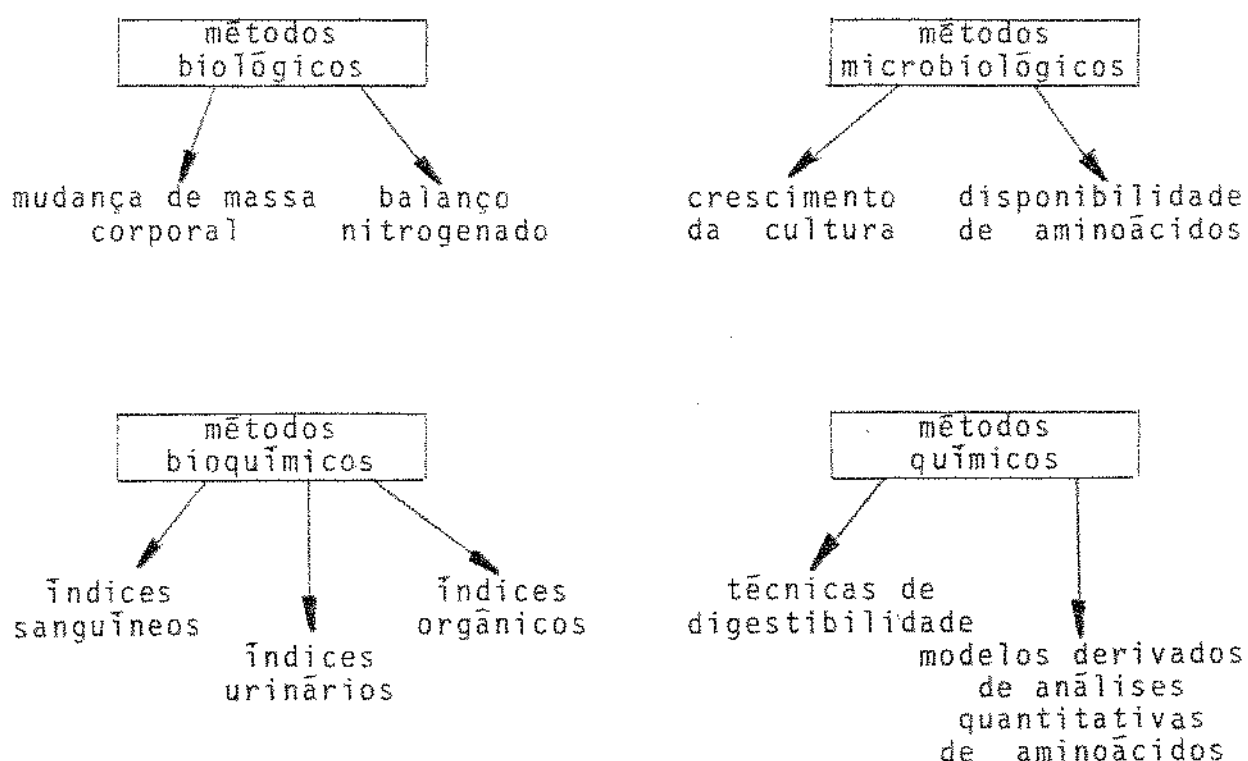


Fig.3 - Grupos de métodos usados para avaliação de qualidade protéica (BEKES et alii, 1984).

O propósito das várias metodologias disponíveis é proporcionar à proteína teste, um índice que, variando linearmente de zero até um valor arbitrário, ofereça-lhe uma caracterização nutricional (PELLETT & YOUNG, 1980). Os critérios de decisão adotados na escolha da metodologia, recaem sobre os seguintes parâmetros: precisão, reproducibilidade, validade estatística, proporcionalidade, simplicidade e custo (PELLETT, 1978).

A qualificação nutricional definitiva de uma proteína desconhecida, recai sem dúvida no domínio dos ensaios biológicos. Esses experimentos no entanto são caros e consomem muito tempo,

além de apresentarem resultados difíceis de serem comparados, em função das muitas variáveis que devem ser levadas em consideração no decorrer do experimento. Estritamente falando, um número suficiente de indivíduos de uma espécie particular, deve sempre ser tomado para a determinação do valor nutricional da proteína em ensaio. Todos os indivíduos devem possuir a mesma idade, sexo e características hereditárias, além de apresentarem condições fisiológicas e psicológicas idênticas (MENDEN & CREMER, 1970).

BEKES et alii, 1984, relacionaram o tempo e o custo médio requerido em bioensaios e índices químicos de avaliação de qualidade protéica (Quadro 4) demonstrando assim, uma parcela das limitações e dificuldades enfrentadas na utilização de ensaios biológicos.

Quadro 4 - Tempo e custo requerido em bioensaios e índices químicos de avaliação de qualidade protéica

Método de Avaliação	Tempo Requerido (dias)	Custo por Amostra (US\$)
Bioensaio: método do balanço nitrogenado (V.B.)	35 - 45	12.000 - 18.000
PER	28	100 - 300
Índices químicos	1,5 - 2	50

Fonte: BEKES et alii, 1984.

As dificuldades citadas anteriormente fizeram com que, muitos pesquisadores, ao longo dos anos, desenvolvessem métodos úteis, menos onerosos e mais práticos, baseados em ensaios realizados "in vitro" (BENDER, 1973).

2.4.1 Índices Químicos de Avaliação de Qualidade Protéica

MITCHELL & BLOCK, 1946, introduziram o conceito de que

a deficiência nutricional de uma proteína podia ser avaliada pela comparação das concentrações dos seus aminoácidos essenciais, com os requerimentos em aminoácidos do animal experimental, ou com as concentrações dos respectivos aminoácidos em uma proteína padrão. O maior déficit percentual, definiria o aminoácido limitante da proteína teste e a deficiência nutricional da mesma. Como padrão eles utilizaram a proteína do ovo integral. Usando dados de literatura disponíveis à época, esses pesquisadores foram hábeis em mostrar uma boa correlação (-0,86) entre o índice químico por eles definido e o valor biológico de 23 fontes proteicas. Desde então, o índice químico de avaliação de qualidade proteica tem sido muito utilizado, porém calculado como porcentagem de adequacidade, ao invés de déficit como sugerido (FAO/WHO, 1973).

Num esforço em se obter melhor concordância entre as previsões biológicas e químicas do valor nutricional das proteínas, foram introduzidas, ao longo dos anos, outras proteínas referências, bem como outros métodos de cálculo. Em 1957, propôs-se a substituição da proteína do ovo, até então utilizada como padrão, por uma proteína hipotética, derivada de estimativas dos requerimentos humanos em aminoácidos (FAO, 1957). Essa inovação fez-se necessária, porque a proteína do ovo possui excesso de aminoácidos sulfurados e, desta forma, tende a subestimar o valor biológico das demais proteínas, notadamente aquelas deficientes em aminoácidos sulfurados. Em 1965, o grupo de trabalho da FAO (FAO/WHO, 1965) recomendou um novo padrão, baseado novamente nos aminoácidos essenciais da proteína do ovo, introduzindo ainda um novo método de cálculo, que por ser muito trabalhoso, não foi amplamente adotado. Posteriormente, outro grupo de trabalho da FAO (FAO/WHO, 1973), propôs um padrão para a determinação do índice de aminoácidos, baseado em avaliações mais recentes dos requerimentos humanos em aminoácidos, e que tem se mostrado efetivo (PELLET & YOUNG, 1980). O índice de aminoácido ou "escore de aminoácido" foi então definido como:

$$\text{escore de a.a.} = \frac{\text{mg de a.a. essencial por g de prot. teste}}{\text{mg de a.a. essencial por g de prot. padrão}}$$

A razão obtida para o aminoácido limitante define o escore químico da proteína teste.

Em 1951, OSER, 1951, ponderou que seria mais razoável avaliar uma proteína por sua contribuição com relação a todos os aminoácidos essenciais, ao invés de simplesmente sobre o seu maior déficit, propondo então, um índice de aminoácidos essenciais (EAAI) baseado nos onze aminoácidos essenciais ao homem.

Posteriormente, MITCHELL (apud HACKLER; 1977) propôs um índice modificado de aminoácido essencial (MEAAI) que omitia a arginina, considerada não essencial, e incluía a tirosina.

Vários trabalhos mostraram correlação consistentemente alta entre os valores do EAAI, MEAAI e PER (RAMA RAO et alii, 1964; HACKLER & STILLING, 1967; HACKLER et alii, 1967A).

Na prática, duas questões são freqüentemente levantadas quanto à utilização de índices químicos para a avaliação nutricional da proteína: a primeira se refere à perda de aminoácidos durante o procedimento analítico de determinação da composição da proteína; a segunda se refere à disponibilidade biológica desses mesmos aminoácidos (CARPENTER & BJAMASON, 1970; YOUNG & SCRINSHAW, 1978).

KNIPFELL et alii, 1971, estudaram as variações inter e intra laboratoriais associadas à análise de aminoácidos da caseína, farinha de soja e farinha de peixe, analisadas por cinco laboratórios que utilizaram cromatografia de troca iônica. Eles concluíram que a maior parte das variações nos resultados, se deveu à manipulação das amostras, ao invés da análise em si. Diferença entre resultados foi particularmente evidente no caso da metionina da caseína.

Metionina já havia sido apontada como dificuldade analítica no hidrolizado protéico (PORTER, 1974; MOORE, 1963) e, como consequência, procedimentos de hidrólise alternativa foram desenvolvidas para se estimar metionina em proteína.

Desde que MUELLER, 1922, isolou o aminoácido que posteriormente denominou-se metionina, diversos métodos titulométricos, colorimétricos e cromatográficos para determinação analítica desse aminoácido têm sido propostos.

As primeiras metodologias de determinação analítica de metionina (I) basearam-se na desmetilação redutora (fig.4) que ocorre na proteína quando essa é hidrolizada sob refluxo em ácido iodídrico concentrado, liberando-se assim, iodometil (II) e tiolato de homocisteína (III) que podem ser determinados quantitativamente por titulometria, utilizando-se tiocianato ou tiosulfato (BARGER & COYNE, 1928; BAERSNSTEIN, 1932, 1934, 1936).

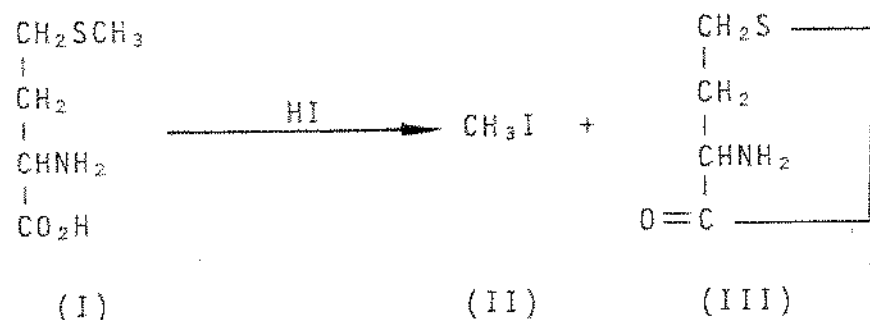


Fig.4 - Reação de desmetilação de metionina por ação do ácido iodídrico.

Posteriormente, foram desenvolvidas metodologias que se basearam na partição de enxofre, assumindo que, virtualmente, todo o enxofre da molécula protéica pode ser estimado pela quantidade presente na cistina, cisteína, metionina e sulfatos. Desta forma, esses métodos propõem que o total de enxofre, liberado na forma de sulfato, a partir de hidrólise ácida da proteína com ácido clorídrico, somado à quantidade de enxofre liberado na forma de sulfato após o tratamento da mesma com ácido nítrico e, sub-

traído do teor de enxofre total, oferece uma medida quantitativa do teor de metionina, uma vez que todo enxofre da cistina e cisteína é oxidado a sulfato pela ação do ácido nítrico e apenas uma quantidade negligenciável do mesmo na metionina é oxidado (BAILEY, 1937; LUGG, 1938).

Baseado em que a reação da metionina com iodo é reversível pela simples alteração do pH da mistura de reação, LAVINE, 1943; desenvolveu um ensaio iodométrico específico para metionina. Ele propôs que ao se adicionar excesso de iodo a uma solução de pH entre 7 e 9, contendo metionina, ocorre a formação de um composto intermediário e duas moléculas de ácido iodídrico. A remoção do excesso de iodo livre, com tiossulfato, seguida pela acidificação da mistura de reação, leva a uma reação reversa com liberação de uma quantidade estequiométrica de iodo que pode ser determinada por titulação com tiossulfato.

TOENNIES & CALLAN, 1939 desenvolveu uma metodologia de determinação de metionina total, envolvendo a oxidação seletiva da mesma a sulfóxido, por um excesso de peróxido de hidrogênio em presença de ácido perclórico, seguida de tratamento da mistura de reação com iodeto de potássio e molibdato de amônio, e, titulação do iodo liberado com solução padrão de tiossulfato de sódio.

A observação de que a adição de nitroprussiato de sódio em uma solução alcalina de metionina, seguida pela acidificação da mistura de reação, produz uma forte cor vermelha, permitiu a MCCARTHY & SULLIVAN, 1941, desenvolverem um método colorimétrico específico para determinação quantitativa desse aminoácido. Para a formação do complexo, é necessário que a metionina presente no peptídeo, além de reduzida, esteja estericamente desimpedida. Algumas substâncias como triptofano, histidina e pigmentos, podem interferir nessa determinação, porém, dado que, via de regra, a proteína passa por um processo de hidrólise ácida que destrói triptofano, e que a presença de histidina pode ser eliminada por pre

cipitação com ácido fosfotungstênico, ou por tratamento da reação com solução alcalina de glicina, esse método é muito utilizado em procedimentos e situações onde se conhece que não existirão interferentes (GREENSTEIN & WINITZ, 1961; BADIALE, E., 1979).

LEISMANN & TURBA, 1957, verificaram que alanina, valina, leucina, metionina e fenilalanina, quando aquecidos com ninidrina formam aldeídos voláteis (II) que, quando sifonados para uma solução ácida de 2:4 dinitrofenilhidrazina, são transformados nas correspondentes 2:4 dinitrofenilhidrazona (III) (fig. 5) as quais podem ser separadas cromatograficamente entre si em uma coluna de sulfato de magnésio para posterior quantificação colorimétrica.

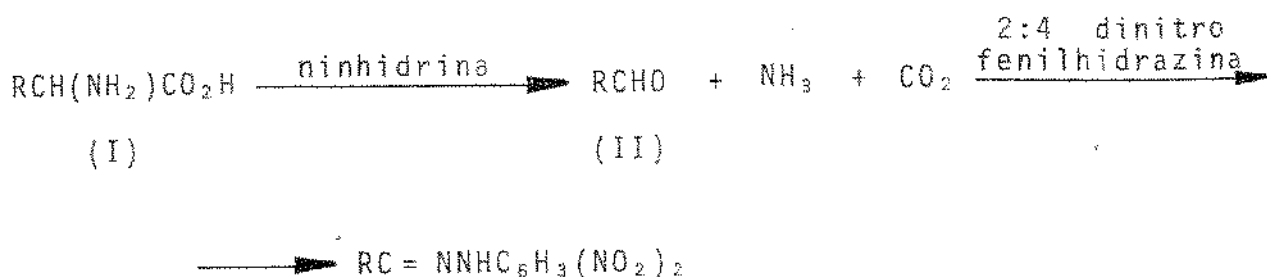


Fig.5 - Reação da degradação de aminoácido com ninidrina.

SPACKMAN et alii, 1958, desenvolveram um aparelho denominado analisador automático de aminoácidos, capaz de avaliar e registrar automaticamente a concentração dos aminoácidos eluídos de uma coluna de troca iônica, pela leitura da absorbância a 570 e 440 nm, da solução resultante da reação entre o aminoácido eluído com ninidrina (fig.6).

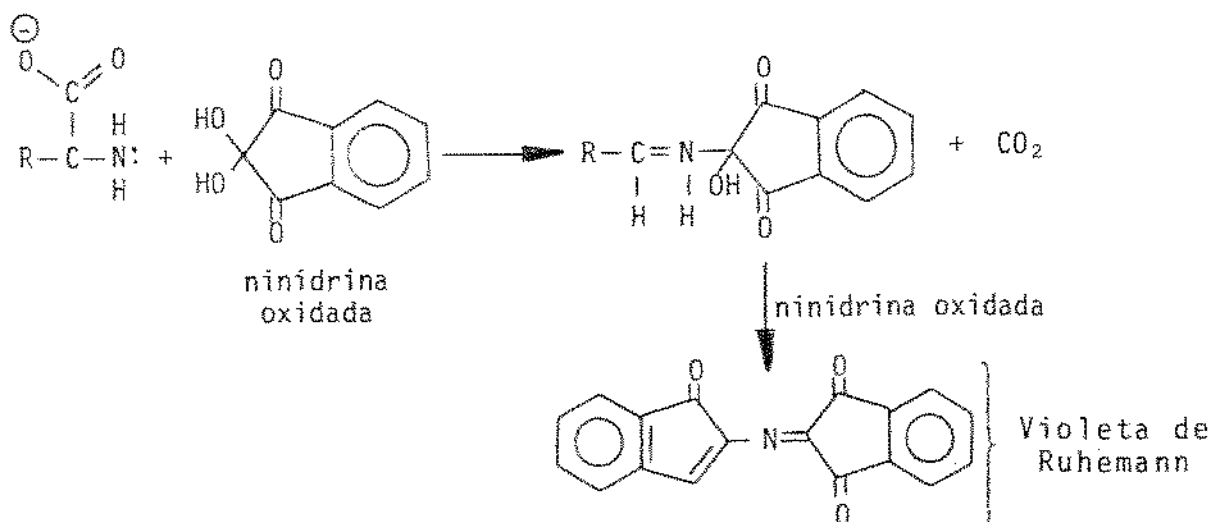


Fig.6 - Reações de aminoácidos livres com ninidrina

A concentração do aminoácido no efluente é registrada na forma de um pico em uma única curva, que pode ser integrada com uma precisão de $100 \pm 3\%$ para uma quantidade de 0,1 a $3,0 \mu\text{mol}$ de aminoácido.

Este método de análise de aminoácidos em colunas de resina de troca iônica em analisador automático de aminoácidos, é atualmente um procedimento muito usado. No entanto, para se analisar os aminoácidos das proteínas, tem-se inicialmente que fazer a hidrólise, que pode ser ácida, com ácido clorídrico 6N, básica ou enzimática. Durante a hidrólise ácida ou básica, aminoácidos sulfurados como metionina, por serem particularmente susceptíveis, são parcialmente destruídos, por isso, vários pesquisadores realizam antes da hidrólise ácida, oxidação de metionina, com ácido perfórmico, produzindo assim metionina sulfona que é mais estável às condições de hidrólise (JENNINGS & LEWIS, 1969; SLUMP & VERBEEK, 1968; SGARBIERI, 1977; SPINDLER et alii, 1984; GEHRKE, et alii, 1985).

Por outro lado, grande número de laboratórios usam hidrólise ácida direta das proteínas sob atmosfera de nitrogênio ou cuidados especiais de remoção de oxigênio do tubo de hidrólise (JAMALIAN & PELLET, 1967; MOODIE et alii, 1982; KUMAGAI, 1983). Resultados mais uniformes podem ser obtidos, se cuidados na remoção de oxigênio do frasco de hidrólise, bem como na remoção do ácido após a hidrólise e imediata dissolução da amostra seca em tampão pH 2,2 com estocagem em ambiente refrigerado, forem observados (HACKLER, 1977).

Em 1970, INGLIS & EDMAN descreveram uma reação que ocorre entre metionina e brometo de cianogênio, a qual libera metilcianato, que pode ser determinado quantitativamente por cromatografia gás-líquido. A partir de então, diversas metodologias, baseadas na reação proposta por esses pesquisadores foram desenvolvidas. Mais recentemente, APOSTOLATOS & HOFF, 1981, apresentaram

um procedimento modificado de determinação de metionina em alimentos protéicos, através da reação da proteína com brometo de cianogênio e cromatografia gasosa do produto de degradação (CH_3SCN), o qual, com a mesma precisão de resultados, exigia um tempo bem menor de reação, quando comparado ao procedimento de INGLIS & EDMAN, 1970. O método apresentou resultados que se correlacionaram estreitamente com valores de metionina total obtido por oxidação com ácido perfórmico e posterior detecção em analisador automático de aminoácidos. Para farinhas desengorduradas de soja, o novo método detectou 0,62 a 0,66 g de metionina/100 g de farinha, enquanto o método tradicional de oxidação com ácido perfórmico detectou 0,64 a 0,69 g metionina/100 g farinha respectivamente. O método de INGLIS & EDMAN, não detecta de forma direta, óxidos de metionina, porém, esses compostos podem ser determinados indiretamente, por diferença a partir da metionina total, obtida por oxidação com ácido perfórmico (ELLINGER & SMITH, 1971) ou por redução dos sulfóxidos presentes, com tricloreto de titânio e posterior determinação de metionina, via método brometo de cianogênio/cromatografia líquido-gasosa (KLAAS et alii, 1983; DUNCAN et alii, 1984, 1984A).

Sulfóxido de metionina pode também ser determinado por um grande número de metodologias que envolvem cromatografia de troca iônica após hidrólise básica do material com hidróxido de sódio ou bário, ou ainda, técnicas prévias de alcalinização do material, seguidas por hidrólise ácida e cromatografia de troca iônica (CUQ et alii, 1977; TODD et alii, 1984). Através dessa técnica, analisando 9 produtos formulados à base de isolado protéico de soja, TODD et alii, 1984, reportaram que, de todos os produtos, apenas um, apresentou o valor de sulfóxido de metionina acima de 7% com relação à metionina total obtida por oxidação com ácido perfórmico. Em média, nesses produtos, a metionina representava 82% da metionina total.

A biodisponibilidade da metionina na proteína é determinada por dois fatores: 1) o grau com que esse aminoácido é liberado da proteína pelas proteases e peptidases; e 2) a estrutura química (grau de oxidação) do aminoácido liberado. A biodisponibilidade das várias formas oxidadas de metionina e cistina, diferem em função do grau de oxidação. Metionina sulfona é completamente indisponível para o rato, enquanto sulfóxido de L-metionina é reportado como sendo parcialmente utilizado por esses animais (BLOCK & JACKSON, 1932; MILLER et alii, 1970; ANDERSON et alii, 1976).

CHANG et alii, 1985, estudaram a biodisponibilidade da metionina em ratos jovens e adultos, e verificaram que, enquanto os resíduos de sulfóxido de metionina não apresentavam nenhum efeito significativo sobre a digestibilidade protéica de ratos jovens e adultos, ou sobre o PER de ratos adultos, os mesmos resíduos diminuam significativamente, ao nível de 5% de significância, o crescimento (PER) do grupo de ratos jovens. Os resultados desse estudo indicaram que, para cada 10% de resíduo de metionina, presente na dieta como metionina sulfóxido, o PER de proteína diminuía a 0,0845 unidades.

Índices químicos de avaliação da qualidade protéica, trazem as vantagens de, ao se identificar os aminoácidos limitantes na proteína, poder-se prever a forma de suplementação ou complementação da mesma. Porém, esses índices deixam a desejar, na medida em que não podem prever a disponibilidade dos aminoácidos na proteína e nem a presença de substâncias tóxicas ou fatores antinutricionais na dieta (HACKLER & STILLINGS, 1967; BENDER, 1973).

O valor nutricional de proteínas de origem vegetal determinado por ensaios biológicos, é sempre menor que aquele antecipado por métodos químicos após hidrólise ácida. Isso ocorre notadamente em sementes leguminosas cruas, porque nem todos os aminoácidos estão disponíveis, quer pela diferença entre a extensão

da hidrólise ácida in vitro, quer pela condição em que se encontra o lado reativo do aminoácido na cadeia peptídica (MAURON, 1970).

CHAVEZ & PELLET, 1976, estudaram a qualidade protéica de 12 diferentes misturas alimentares comuns a América Latina, utilizando ensaios biológicos como o PER, NPR, RNV, RPV e escore químico conforme FAO/WHO, 1973. Eles fizeram a correlação entre os valores do RPV e os demais métodos e concluíram que, embora o escore químico oferecesse valores comparáveis ao RPV, a correlação era baixa (0,79), e, em alguns casos, superestimava a qualidade nutricional da proteína.

HACKLER, 1967A, calculou os escores químicos de várias fontes protéicas, segundo metodologia da FAO/WHO, 1973 e correlacionou-os com vários índices de avaliação protéica obtidos por ensaios biológicos: BV.; PER; NPU. Embora os índices químicos superestimassem a qualidade protéica, o autor encontrou alto nível de correlação e concluiu que o método químico pode ser útil na estimativa do valor nutricional da proteína.

PELLETT & YOUNG, 1980, recomendam o ajuste do escore químico de aminoácido por um fator de digestibilidade. A estimativa do valor nutricional da proteína, seria então dada pela multiplicação do escore de aminoácido pela digestibilidade. MAURON, 1970, recomenda também a complementação da avaliação química da proteína com procedimentos enzimáticos.

2.4.2 Métodos Enzimáticos de Avaliação de Qualidade Protéica

MELNICK et alii, 1946, foram um dos primeiros pesquisadores a considerarem o conceito de disponibilidade de aminoácidos. Eles tomaram a taxa de liberação dos aminoácidos da proteína sob digestão pancreática in vitro, como importante fator na determinação de sua qualidade nutricional. Esses pesquisadores ve

rificaram que, na proteína de soja, metionina era liberada a uma taxa inferior à leucina e lisina e que o processamento térmico aumentava grandemente a taxa de liberação desse aminoácido, indicando acentuada diferença na suscetibilidade das proteínas termicamente tratadas, à digestão enzimática.

RIESEN et alii, 1947, realizaram um estudo acerca da liberação dos aminoácidos essenciais por hidrólise ácida, alcalina e pancreática de farinha de soja crua, tratada termicamente de forma adequada e superaquecida. Os resultados indicaram que, dos aminoácidos essenciais liberados pela hidrólise ácida, apenas lisina, arginina e triptofano foram afetados pelo tratamento térmico, enquanto que a hidrólise pancreática detectou diminuição da quantidade de todos os aminoácidos essenciais liberados pela farinha superaquecida e aumento dos aminoácidos essenciais liberados pela farinha tratada termicamente de forma adequada. Assim, esses pesquisadores concluíram que a digestão enzimática indica a extensão da liberação dos aminoácidos, enquanto que a hidrólise ácida não necessariamente o faz.

Estudos bastantes elaborados acerca das modificações provocadas pela autoclavagem da soja, utilizando hidrólise ácida e enzimática foram realizados por EVANS & BUTTS, 1949, 1949A, 1949B. Hidrólise enzimática de farinha de soja integral com pepsina e eripsina, revelou que a autoclavagem provocava significativa redução na liberação de lisina, ácido aspártico e ácido glutâmico; e pequena redução na liberação de metionina e demais aminoácidos essenciais, porém, esses mesmos aminoácidos eram liberados por hidrólise ácida. Verificou-se, também, que a autoclavagem de proteína de soja em presença de sacarose, diminuía a liberação enzimática de todos os aminoácidos, alguns em maior extensão que outros. Lisina, arginina e cistina não puderam ser recuperadas por hidrólise ácida. Segundo esses pesquisadores, dos resultados obtidos, aparentemente três tipos de reação estão envol

vidos na inativação dos aminoácidos: a) reação do grupo amino livre da lisina com sacarose ou outro açúcar redutor, destruindo-a; b) no caso da lisina, ácido aspártico e ácido glutâmico; reação do grupo carboxila livre dos aminoácidos dicarboxílicos com o grupo amino da lisina, formando-se uma nova ligação peptídica, resistente ao ataque enzimático, mas não à hidrólise ácida; c) ligação entre metionina, cistina e histidina com sacarose, formando-se ligação resistente à hidrólise enzimática in vitro, sem contudo destruir o aminoácido, apenas inativando-o.

Desde que digestão in vitro envolve o acúmulo de produtos que in vivo são rapidamente absorvidos e que podem progressivamente inibir as reações digestivas, MAURON et alii, 1955, desenvolveram um procedimento de digestibilidade enzimática onde a proteína teste é simultaneamente dializada e digerida com pepsina e posteriormente com pancreatina. Eles avaliaram o grau de destruição e inativação do triptofano, metionina, tirosina e lisina, em função do processo tecnológico aplicado ao leite. Nenhuma inativação de triptofano e tirosina foi encontrada. Metionina foi levemente inativada no processo "roller-drier" e lisina foi significativamente inativada na maioria dos processos.

Seguindo o mesmo procedimento de digestibilidade enzimática com diálise para proteína de leite em pó, MAURON & MOTTU, 1958, verificaram que a disponibilidade da lisina diminui com o aquecimento, e que existe uma relação essencialmente linear ($r = 0,991$) entre a disponibilidade in vitro da lisina e o PER. Eles concluíram que esta relação pode ser usada para prever o valor nutricional da proteína in vivo, a partir de testes enzimáticos in vitro.

No sentido de estabelecer uma metodologia que atendes-se de igual forma, a similaridade de contínua remoção dos produtos de digestão in vivo, FORD & SALTER, 1966, desenvolveram uma

metodologia de digestibilidade in vitro, com filtração em gel, para a resolução dos produtos da hidrólise: proteína solúvel, peptídeos e aminoácidos livres. Preparações de bacalhau liofilizado, submetidas a diferentes tratamentos térmicos, foram digeridas in vitro, por diversos sistemas enzimáticos. Resultados dos ensaios in vitro e in vivo demonstraram que o tratamento térmico tornou indisponível, em diferentes graus, lisina, metionina e isoleucina. O aumento da severidade do tratamento, provocou a queda da disponibilidade biológica desses aminoácidos em ratos.

SHEFFNER et alii, 1956, estudando a relação entre o perfil de aminoácidos liberados por enzimas digestivas e o valor biológico de proteínas alimentares, estabeleceram um índice de aminoácidos do resíduo da digestão péptica, que combina o perfil de aminoácidos liberados pela digestão com pepsina, com o perfil de aminoácidos do resíduo de proteína. O índice, denominado PDR, envolve a determinação do perfil quantitativo dos oito aminoácidos essenciais, além da cistina, tirosina e histidina; tanto no hidrolizado enzimático como no hidrolizado total. A proteína padrão utilizada, é a proteína integral do ovo em pó. SHEFFNER, 1967, estabeleceu comparações entre o PDR e Valor Biológico (V.B.), NPU, escore químico e MEAA para as seguintes fontes protéicas: ovo integral, albumina, ovo desengordurado, lactalbumina, farinha de soja, caseína, levedura e farinha de trigo. Ele obteve excelente correlação entre o valor da fração PDR/Digestibilidade, e o Valor Biológico determinado por ensaio in vivo, tanto para homens como para ratos. O coeficiente de correlação da regressão obtida entre os valores do PDR/Digestibilidade e o Valor Biológico, foi levemente melhor que o da regressão entre o Valor Biológico e o MEAA. Entretanto, a linha de regressão para o PDR/Digestibilidade passa forçosamente pela origem e mostra um desvio padrão bem menor, indicando que esse índice, mede muito mais acuradamente, diferenças quantitativas na qualidade nutricional de proteínas. SHEFFNER, 1967, estudou ainda a correlação entre o PDR e o NPU

para uma grande variedade de fontes proteicas tratadas termicamente, dentre elas a farinha de soja. Ele encontrou excelente correlação entre os dois índices, à exceção dos valores para a farinha de soja crua, para a qual o PDR foi muito alto. Ele reportou que, de um modo geral, o PDR reflete muito bem o NPU obtido em ensaios com ratos.

Posteriormente, devido ao considerável trabalho envolvendo a determinação do PDR, SHEFFNER, 1967, introduziu um método reduzido de avaliação de qualidade proteica, similar ao PDR, denominado PDR reduzido. O novo método envolve a quantificação microbiológica de três aminoácidos apenas: metionina, lisina e triptofano; para obter-se um fator de disponibilidade de aminoácidos que, conforme demonstrou SHEFFNER, 1967, é muito similar aos valores oferecidos pelo método original, bem como ao NPU.

A despeito das boas correlações existentes entre os valores do PDR e os valores oferecidos por ensaios biológicos, do ponto de vista prático, o procedimento é tedioso, um vez que dez aminoácidos devem ser determinados por hidrólise ácida e peptíca, o que descarta essa metodologia para avaliações rápidas de grande número de proteínas alimentares (MAURON, 1973). Outra crítica que se faz a esse método, é que para aquelas proteínas de baixa digestibilidade peptíca, o PDR subestima o valor nutricional, já que digestibilidade peptíca nesse método, é fator preponderante (MAURON, 1970).

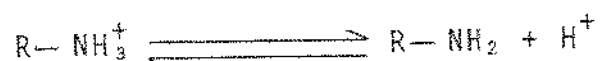
Para reduzir o trabalho, bem como suprir deficiências apresentadas pelo método do PDR, um outro procedimento, baseado em hidrólise enzimática mais completa, foi introduzido por AKESON & STHAMANN, 1964. O índice, denominado índice do digerido peptíco pancreático, PPD, foi calculado a partir dos aminoácidos liberados por digestão de proteína in vitro com pepsina, seguida por digestão com pancreatina. Os aminoácidos liberados, são determinados por cromatografia de troca iônica em analisador automático de

aminoácidos. Usando a proteína do ovo integral como padrão, esses pesquisadores observaram excelente correlação entre os valores do PPD de doze proteínas situadas em uma larga faixa de qualidade protéica, e seus Valores Biológicos reportados na literatura. Os valores do PPD mostraram melhor correlação com o Valor Biológico (0,995) que o EAAI, o qual tende a superestimá-lo, ou que o escore químico, que tende a subestimá-lo.

MAURON, 1970, comparou os valores do PPD, PDR, PDR/Digestibilidade, com os respectivos Valores Biológicos reportados na literatura, para proteínas de sete diferentes fontes alimentares, algumas delas de baixo Valor Biológico. Os resultados mostraram boa correlação entre os valores do PPD e os Valores Biológicos. Houve também correlação entre o PPD e o PDR, sendo que os valores do PPD tendem a ser maiores, notadamente para a caseína. MAURON, 1970, acredita que o PPD produz valores mais próximos que o PDR, dos ensaios in vivo, devido à subsequente digestão pancreática. Entretanto, uma vez que a avaliação dos aminoácidos liberados no digerido pēptico no caso da metodologia do PDR, é realizada por ensaios microbiológicos, pequenos peptídeos são incluídos, aproximando assim os valores do PDR aos valores do PPD (SHEFFNER, 1967; MAURON, 1970).

MAURON, 1970, combinou o procedimento de digestão e diálise, com a metodologia e cálculo do PPD e, desta forma, definiu um novo índice, denominado índice do digerido pēptico-pancreático, PPDD, que mostrou melhor correlação que o PPD com os valores biológicos reportados na literatura para sete proteínas de diferentes fontes alimentares.

Durante a hidrólise enzimática de uma proteína em mistura de digestão não tamponada, pH 7,0 a 8,0, verifica-se uma queda de pH. Essa redução do pH em função do tempo de digestão, decorre da dissociação do grupo protonado α -amino, formado durante a digestão:



Graficando a curva de redução do pH da mistura de digestão proteica não tamponada, em função do tempo, durante 10 minutos de incubação MAGA et alii, 1973, avaliaram a digestibilidade de cinco alimentos proteicos, mostrando ser viável a utilização dessa metodologia na avaliação da digestibilidade das proteínas.

Através de uma modificação do método de MAGA et alii, 1973, HSU et alii, 1977, desenvolveram um método multienzimático de digestibilidade proteica in vitro, no qual a digestibilidade é avaliada pela medida do pH após 10 minutos de digestão. O método foi testado utilizando-se vinte e três fontes proteicas e apresentou alta correlação ($r = 0,90$) com a digestibilidade aparente, obtida por ensaios biológicos. O método mostrou ainda alta sensibilidade para detectar os efeitos da inibição de tripsina e tratamento térmico, sobre a digestibilidade proteica.

Utilizando uma modificação da metodologia proposta por HSU et alii, 1977, bem como o perfil de aminoácidos essenciais, SATTERLEE et alii, 1979, desenvolveram um modelo matemático para prever o PER obtido por ensaio biológico. Ao parâmetro assim obtido, eles chamaram PER calculado ou C-PER. Sob a metodologia proposta, foram testados treze alimentos proteicos, demonstrando-se possuir o modelo, boa acuracidade para prever o PER.

Posteriormente, SATTERLEE et alii, 1982, em um ensaio que envolveu seis laboratórios, testaram o método do C-PER, utilizando seis alimentos proteicos e caseína como proteína padrão. Nessa ocasião, eles concluíram que o C-PER era um modelo capaz de prover estimativas razoáveis acerca da qualidade proteica para a maioria dos alimentos, recomendaram sua utilização como mé-

todo alternativo de discriminação em um controle rotineiro, desde que anteriormente o alimento avaliado seja testado também por ensaio biológico.

MOZERSKY & PANETTI IERI, 1983, foram os primeiros pesquisadores a alertarem acerca das limitações da metodologia proposta por SATTERLEE et alii, 1979. Eles compararam a digestibilidade proteica de nove alimentos protéicos, segundo procedimento de SATTERLEE et alii, 1979, com a medida da extensão da hidrólise da mistura de digestão, ao fim do período de incubação. A medida da extensão da hidrólise, foi avaliada por meio de um fator F, definido pela relação entre a quantidade de grupos aminos e NH_3 contidos no hidrolizado enzimático, e o nitrogênio total contido no substrato. Os resultados indicaram não existir qualquer correlação entre as medidas de digestibilidade calculadas pelos dois diferentes métodos. Esses pesquisadores sugeriram que essa correlação, caso existisse, dar-se-ia dentro de limites até então desconhecidos, e recomendaram precaução na aplicação do C-PER para predizer digestibilidade proteica in vivo.

Com o objetivo de elaborar uma base teórica para a metodologia proposta por HSU et alii, 1977, e outras dela derivadas, HUNG et alii, 1984, 1984A, determinaram a cinética de reação e as taxas de digestão relativa de vários alimentos protéicos. Esses pesquisadores evidenciaram que, para alguns alimentos como farinha de soja e lentilha em grão, a digestibilidade proteica seguia uma cinética de pseudo primeira ordem, com relação à concentração de proteína remanescente; o que não ocorria para outros alimentos, como a caseína e o leite em pó, onde a velocidade de digestão proteica não era proporcional à concentração de proteína. Assim, a primeira limitação estabelecida à utilização da metodologia de HSU et alii, 1977, foi de que, caseína não pode ser utilizada como referência para comparar, por esse método, digestibilidade de diferentes proteínas. Para comparar a taxa de di

gestão relativa dos alimentos testados, esses pesquisadores tomaram como referência o RDR, definido como a relação dos tempos correspondentes ao mesmo grau de digestão, de duas amostras proteicas; uma delas tomada como referência, sendo que ambas devem seguir cinética de primeira ordem. Os resultados evidenciaram que o valor do RDR variava com o progresso da digestão. Os pesquisadores sugeriram que esse feito, se devia à variação das quantidades relativas de componentes protéicos, exibindo diferentes suscetibilidades à tripsina. Assim, a segunda restrição à utilização da metodologia de HSU et alii, 1977, é de que, só é razoável se comparar, por essa metodologia, digestibilidade protéica de alimentos de mesma fonte protéica.

2.5 Inibidor de Tripsina

2.5.1 Ocorrência e Variabilidade

Nos alimentos de origem vegetal, notadamente nos grãos leguminosos, ocorre uma grande variedade de componentes químicos minoritários, biologicamente ativos, que sob certas circunstâncias, exibem toxidez ou riscos de produzirem danos biológicos e/ou nutricionais para quem os ingere. OSBORNE & MENDEL, 1917, foram os primeiros pesquisadores a reportarem a toxidez da soja crua em ratos.

Posteriormente, BOWMAN, 1944, descobriu em frações derivadas de soja crua, a presença de uma substância que, in vitro, retardava a digestão triptica da caseína.

Foi, no entanto, KUNITZ, 1946, que, através da precipitação com T.C.A., conseguiu pela primeira vez isolar e cristalizar um inibidor de tripsina de soja, também chamado por SBTI, o qual ele reportou ter peso molecular de 24.000.

Mais recentemente, objetivando melhoramento genético, vários pesquisadores vêm buscando identificar variedades e linha

gens de soja com baixos níveis de inibição de tripsina. KAKADE et alii, 1972, investigaram a atividade antitriptica de 57 variedades comerciais de soja e 51 novas linhagens, encontrando larga faixa de variação na atividade inibidora de tripsina entre as 108 variedades e linhagens estudadas. Com base nessas determinações, esses pesquisadores dividiram as diferentes amostras, entre três categorias arbitrárias, representando baixa, média e alta atividade antitriptica. Na faixa de baixa atividade antitriptica, determinada pelo intervalo entre 66,0 e 121,0 UTI/mg de prot., foram classificadas 22 variedades. Cinquenta e nove variedades, cuja atividade antitriptica se situou na faixa entre 122,0 e 177,0 UTI/mg prot., foram consideradas como de média atividade antitriptica. Finalmente, na faixa de alta atividade antitriptica, foram classificadas 27 variedades, cujas atividades variaram entre 178,0 e 223 UTI/mg prot.

PORTELLA, 1977, determinou a atividade inibidora de tripsina de 12 variedades comerciais e experimentais de sojas brasileiras, reportando variações em função da variedade do grão. A atividade antitriptica variou na faixa de 30,3 a 47,2 UTI/ml do extrato aquoso.

SILVA et alii, 1979, analisaram os níveis de inibidores proteolíticos de 48 variedades de sojas brasileiras, e encontraram a atividade antitriptica variando na faixa de 15,34 e 107,22 UTI/ml do extrato aquoso.

PRADO et alii, 1980, estudaram a atividade antitriptica do extrato aquoso alcalino (pH 8,5) de farinha de soja desengordurada de cinco variedades brasileiras. Eles demonstraram diferenças quanto às atividades inibidoras de tripsina, em função das variedades estudadas. A faixa de variação se situou entre 92,7 e 127,8 UTI/ml do extrato aquoso o que correspondia a 152,9 e 307,5 UTI/mg de proteínas.

GHANDI et alii, 1984, estudaram a atividade inibidora

de tripsina de onze variedades de sojas indianas, e os resultados revelaram que a atividade do inibidor de tripsina variava na faixa de 8,1 a 33,5 UTI/mg de farinha. As variedades de casca preta apresentaram os maiores valores de atividade inibidora.

2.5.2 Ação Fisiológica e Nutricional dos Inibidores de Tripsina

Os efeitos nocivos, para animais monogástricos, alimentados com soja crua, farinha de soja crua ou extratos de soja que contenham elevada atividade antitriptica, são vários: inibição de crescimento, redução da digestibilidade dos alimentos, aumento dos requerimentos de aminoácidos sulfurados, hipertrofia do pâncreas por estímulo à secreção enzimática, estímulo à atividade da vesícula biliar, redução da energia metabolizável e inibição da proteólise. A inibição do crescimento parece ser determinada pela somatória de todos os outros efeitos, sendo que vários mecanismos inibitórios podem estar ocorrendo e interagindo simultaneamente (RACKIS, 1974).

Muitos estudos têm comprovado, que a secreção das enzimas pancreáticas, é controlada por mecanismo de inibição retroativa, em função do nível de tripsina ativa no intestino delgado (fig. 6). O agente regulador desse mecanismo, é o hormônio colecistoquinina (C.C.K.), liberado de sítios formadores localizados na mucosa do duodeno. A presença de proteína e inibidor de tripsina no duodeno, resulta na liberação de C.C.K. (GERATZ, 1979).

Experimentos com ratos, demonstraram que, em equilíbrio satisfatório, atividade de tripsina e quimotripsina no intestino delgado, extingue a secreção de enzimas pancreáticas. Quando a atividade dessas cai abaixo de um valor crítico, o mecanismo de inibição retroativa é suprimido, e o pâncreas é induzido à produção de enzimas. O inibidor de tripsina suprime o mecanismo da inibição

retroativa da tripsina pela formação do complexo inibidor de tripsina-tripsina, que reduz a atividade proteolítica no intestino delgado e, conseqüentemente, aumenta a síntese protéica no pâncreas (GREEN et alii, 1972; GREEN et alii, 1973; SCHNEEMAN & LYMAN, 1975).

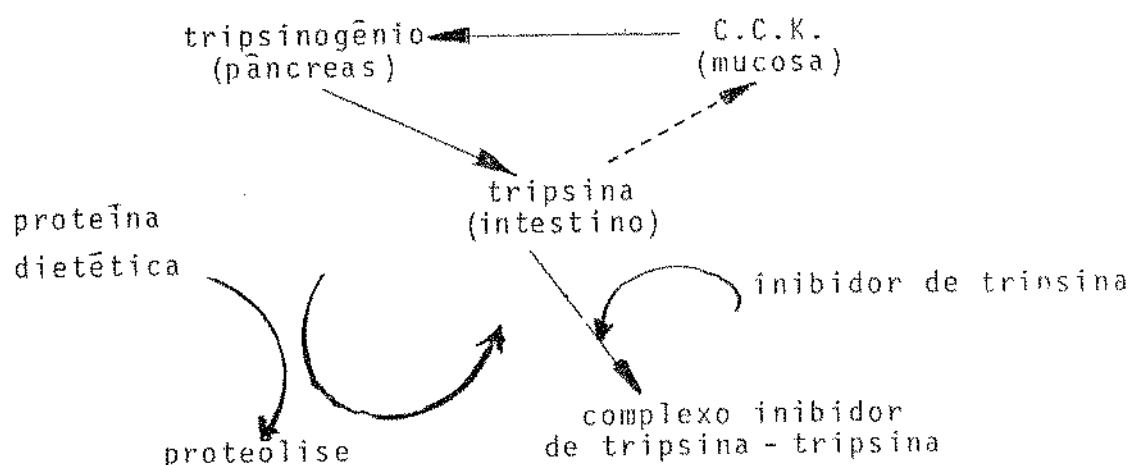


Fig.7 - Mecanismo de inibição retroativa devido a atividade anti-proteolítica do inibidor de tripsina no intestino delgado.

A redução do crescimento por ingestão do inibidor de tripsina, tem sido atribuída à perda endógena de aminoácidos essenciais nas enzimas secretadas pelo pâncreas, devido à hiperatividade pancreática, em resposta ao efeito estimulatório dos inibidores. Uma vez que na soja, o aumento dos requerimentos de aminoácidos sulfurados, não pode ser compensado por sua proteína, ocorrerá um desbalanço no metabolismo de aminoácidos do animal, resultando, no decorrer do tempo na dieta, uma redução da taxa de crescimento (WOLF & COWAN, 1971; RACKIS & MCGHEE, 1975).

LEPKO VISKY et alii, 1971, sugeriram outro mecanismo de inibição do crescimento animal, provocado por farinha de soja crua, onde os inibidores de tripsina inibem a proteólise não pela diminuição da atividade proteolítica no trato intestinal, mas mais propriamente pela formação de um complexo inibidor de tripsina-proteína dietética, que resiste à digestão, mesmo na presença de alta concentração de enzimas digestivas. A inibição do crescimento ocorreria então, devido à perda de proteína nas fezes.

GREEN et alii, 1973, postularam que proteínas desnaturadas de soja, podem formar um complexo tripsina-proteína, que resiste à proteólise e causa um efeito similar ao complexo tripsina-inibidor de tripsina.

Usando cromatografia de afinidade, LIENER, 1979, removeu todas as diferentes formas de inibidores de tripsina de farinha de soja crua e verificou que apenas 40% do efeito da inibição do crescimento, bem como 40% do efeito de hipertrofia pancreática do extrato original, se deveu aos inibidores de tripsina. O pesquisador postulou que a resistência da proteína não desnaturada da soja crua à proteólise, pelas enzimas digestivas, foi responsável pelos 60% da inibição de crescimento remanescentes e pelos efeitos de hipertrofia pancreática do extrato cru.

RACKIS et alii, 1975, acreditam que não é necessário destruir completamente a atividade do inibidor de tripsina para alcançar o valor nutritivo máximo da soja ou de qualquer outra leguminosa. Eles demonstraram que a destruição de 54% da atividade do inibidor de tripsina é suficiente para evitar hipertrofia pancreática em ratos, e sugeriram que o aumento adicional no valor nutricional da farinha de soja com cozimento suplementar, pode ser devido a um aumento na digestibilidade protéica. Eles verificaram ainda que, máximo peso corporal, PER e digestibilidade protéica foram alcançados em ratos alimentados com farinha de soja onde 80% da atividade inibidora de tripsina havia sido inativada.

2.5.3 Classificação e Variações Genéticas dos Inibidores de Tripsina

Os inibidores de proteases compreendem uma mistura complexa de proteínas que, de forma ampla, podem ser classificadas em dois grupos. Um grupo, cujo exemplo mais conhecido é o inibi

dor de tripsina de Kunitz, designado KSTI, tem peso molecular na faixa de 20.000 a 25.000, inibe especificamente tripsina e é relativamente termolábil; está presente na soja crua em concentração próxima a 1,4%. O outro grupo, melhor exemplificado pelo inibidor de Bowman-Birk, designado ou A, ou PI-V ou inibidor III ou BBSTI-E, consiste de uma família de proteínas, com peso molecular próximo a 8.000 e, por causa de seu alto teor em cistina, é considerado relativamente termoestável. Está presente em soja crua, em quantidade aproximada de 0,6% (WOLF & COWAN, 1971; Liener & Tomlinson, 1981).

Dentro de cada grupo de inibidores de proteases, existem formas isoinibidoras. RACKIS & ANDERSON, 1964, isolaram quatro inibidores de tripsina de soja, designados SBTIB₁, SBTIB₂, SBTIA₁ e SBTIA₂; todos eles com alta atividade inibitória e pesos moleculares variando entre 8.000 e 24.000.

FRATALI & STEINER, 1968, demonstraram a existência de três isoinibidores de tripsina nas preparações comerciais do inibidor de Kunitz, os quais eles denominaram F₁, F₂ e F₃. O componente majoritário era aparentemente idêntico ao inibidor de Kunitz.

Três isoinibidores de Kunitz foram descritos por ORF & HYMOWITZ, 1979, que os designaram T_i^a, T_i^b e T_i^c.

HAFEZ & MOHAMED, 1983, verificaram que alguma atividade antitriptica permanecia em solução, após a precipitação do extrato aquoso de soja com T.C.A. a 16% ou sulfato de amônio saturado. Aos compostos que originavam essa atividade inibidora de tripsina, que representava cerca de 27 a 55% da atividade inibidora inicial, os pesquisadores chamaram inibidores de tripsina não protéicos (NPTI). A separação cromatográfica em coluna Sephadex-G 25 do extrato NPTI, revelou a presença de três diferentes inibidores de tripsina, com pesos moleculares inferiores a 5.000

A frequência de distribuição dos vários tipos de inibidores de tripsina presentes no germoplasma de sojas japonesas, norte americanas e européias diferem entre si. Vários pesquisadores reportaram que variedades de soja, contendo inibidores de tripsina eletroforicamente diferentes, promovem diferentes níveis de crescimento em animais com elas alimentados (RACKIS, 1972; RACKIS et alii, 1975).

SINGH et alii, 1969, analisaram através de eletroforese de disco, o extrato protéico aquoso de diversas variedades de soja. Quase todas as variedades apresentaram uma intensa banda protéica que correspondia à banda majoritária do SBTI comercial. Duas linhagens apresentaram ausência dessa banda, mas, revelaram por sua vez, uma delas, uma banda de menor mobilidade e a outra, uma banda de maior mobilidade, ambas delimitadas pela banda majoritária do SBTI. A semente resultante do cruzamento entre essas duas linhagens (F_1), possuía ambas as bandas, enquanto a semente da geração seguinte (F_2), segregada, mostrava ora uma ora outra banda. Esses resultados, levaram os autores a postularem que, essa variação, era de caráter genético, controlada por um gen simples com dois alelos codominantes.

ORF & HYMOWITZ, 1979A, registraram a existência de uma linhagem de soja coreana com ausência de SBTI. No estado cru, essa linhagem era nutricionalmente superior a uma variedade comercial, embora obviamente inferior à farinha processada termicamente. Posteriormente, HYMOWITZ, 1973, HYMOWITZ & COLLINS, 1974 demonstraram que os múltiplos inibidores de tripsina presentes na soja crua são também variáveis geneticamente controladas, reguladas por um sistema alélico múltiplo codominante, em um locus simples.

Mais recentemente, TAN-WILSON et alii, 1985, identificaram dez isoinibidores de proteínas em soja, pertencentes ao grupo Bowman-Brik, onde o clássico inibidor BBSTI-E apareceu como

componente majoritário. Esses pesquisadores sugeriram que a diferença nas formas isoínibidoras de proteases de soja, pode ocorrer devido a diferenças na ordem dos gens codificadores dos inibidores presentes, na expressão desses gens durante a maturação, ou na possível ocorrência de proteólise durante a maturação e estocagem da semente.

Assim, embora essa classe de fatores antinutricionais possa ser eliminada pelo calor, uma vez que eles podem ser geneticamente manipulados, obtendo-se níveis inferiores de atividade, o desenvolvimento de programas de seleção de variedades ou linhagens contendo menor atividade antitriptica, demonstra-se atualmente viável (RACKIS, 1972).

2.5.4 Inativação Térmica

Aumento no valor nutricional da soja, pode ser alcançado pela inativação térmica dos inibidores de tripsina. Neste caso, além do tempo, temperatura e condições de umidade empregados durante o tratamento térmico, o tamanho das partículas e o teor de umidade inicial, são fatores importantes, que determinam o grau de destruição do inibidor (RACKIS & MCGHEE, 1975).

A pressão atmosférica, a maior parte dos inibidores de tripsina presentes nos grãos integrais de soja, são inativados em 15 min., se o teor de umidade inicial for de 20%. Se por embebição prévia dos grãos, o teor de umidade inicial for de 60%, 5 minutos de cozimento são suficientes para a inativação (WOLF & COWAN, 1971).

BAINTER, 1981, estudou o efeito do calor seco e do calor úmido sobre os inibidores de proteinases de farinha de soja crua, e verificou que os inibidores mostraram uma resistência consideravelmente maior ao calor seco.

BUERA et alii, 1984, reportaram que em farinha de feijão, a taxa de perda de atividade do inibidor de tripsina é gran

demente elevada, com o aumento do teor de umidade inicial, e que a mesma, segue uma cinética de reação de 1ª ordem.

KAILASAPATHY et alii, 1985, reportaram que, embebição prévia de feijões alados (*Psophocarpus tetragonolobus* L.D.C.) seguida de tratamento térmico, mostrava redução muito mais efetiva da atividade do inibidor de tripsina, do que tratamento térmico sem embebição prévia. Eles verificaram ainda que, somente a embebição dos grãos por 12 horas em solução a 0,5% de bicarbonato, carbonato e cloreto de sódio, reduzia de 30 a 40% a atividade do inibidor de tripsina.

TAN et alii, 1984, reportaram que tratamento tanto por calor seco a 200°C por 30 min. de grãos não embebidos, como o cozimento normal em panela aberta por 4 hs de três variedades de feijões alados previamente embebidos, inativaram todo o inibidor de tripsina. Cozimento parcial em água fervente por 20 min. sem embebição prévia dos grãos, destruiu apenas 94% da atividade dos inibidores, enquanto autoclavagem dos grãos não embebidos por 5 min., promoveu de 35 a 60% de inativação. A efetividade da autoclavagem e da água fervente em destruir a atividade inibidora de tripsina, variou em função da variedade da semente.

AL-BAKIR et alii, 1982, encontraram grandes diferenças na estabilidade térmica dos inibidores de tripsina de várias leguminosas iraquianas por eles estudadas. Eles também verificaram que, embebição prévia dos grãos, reduziu a atividade dos inibidores de tripsina na maior parte delas.

KAUR & BHATIA, 1984 reportaram que tratamento térmico exercido sobre a fração protéica aquosa extraída de farinha de guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub) não causava efeito sobre a atividade do inibidor de tripsina.

A eliminação dos fatores antinutricionais pelo calor,

em leguminosas, é sem dúvida, uma solução parcial e viável. Uma solução mais adequada pode ser encontrada, pelo desenvolvimento de programas de seleção de variedades ou linhagens com menores atividade dos fatores antinutricionais, ou contendo fatores antinutricionais menos estáveis (RACKIS, 1972).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Matéria-Prima

As cultivares de soja utilizadas no presente estudo, correspondem à safra de 1983, cultivada na Estação Experimental do Instituto Agronômico de Campinas (Campinas). Foram elas: IAC-Santa Maria 702; Santa Maria; NC - 55 - Jaboticabal; IAC-8 - Preta; IAC - 11; Paraná; IAC - 2; IAC - 5; IAC - 1; Mineira; IAC - 73 - 228 e IAC - 7.

As vagens foram colhidas manualmente, procedendo-se em seguida, o descascamento mecânico e secagem dos grãos até 12% de umidade, em secador de túnel, utilizando-se ar forçado sob condições ambientais. Parte do material foi acondicionado em sacos de algodão, dispostos em pilhas sobre estrado e armazenado sob condições ambientais.

Parte do material, correspondente às variedades Mineira e IAC - 73 - 228 (selecionadas em função de suas características organolépticas de sabor), foi espurgada com fosfina e armazenada em recipientes plásticos, hermeticamente fechados, em condições de temperatura e umidade relativa controladas. Os recipientes continham, além das sementes, solução saturada de sal específico, destinado a manter a umidade de equilíbrio desejada. Os sais e temperaturas empregados, encontram-se no quadro 5.

Para evitar que o CO₂ produzido pela respiração das sementes atingisse níveis superiores a 12%, a partir do qual, a atividade respiratória do grão de soja começa a ser afetada, os recipientes foram abertos durante cinco minutos, uma vez a cada cinco dias, com o propósito de renovação do oxigênio interior. (SANJINES, 1977).

Quadro 5 - Umidade relativa oferecida por soluções salinas saturadas, em função da temperatura ambiental

Temperatura de Armazenamento	Sal Empregado	Umidade Relativa Resultante
15°C	Cloreto de sódio (NaCl)	75%
	Brometo de sódio (NaBr)	60%
30°C	Cloreto de sódio (NaCl)	75%
	Brometo de sódio (NaBr)	60%

Fonte: Hall, W.C. Drying Farm Crops. Agricultural Consulting Associates. Edwar Brothers INC. Michigan, 1967, p.32-37.

Imediatamente após a secagem, todo o material foi submetido a testes físicos, sensoriais e químicos, com o objetivo de caracterização inicial.

Testes químicos foram realizados com o material cru e tratado termicamente, ambos na forma de farinha integral de soja, 100 mesh. Para se evitar a interferência dos pigmentos da casca, os grãos foram previamente descascados.

Para os grãos crus, as sementes descascadas foram finamente moidas em moinhos de facas, contendo camisa de água para manutenção da baixa temperatura durante a moagem, e, posteriormente, o material assim obtido foi passado em peneira de aproximadamente 100 mesh, obtendo-se assim a farinha integral.

O tratamento térmico, consistiu na autoclavagem dos grãos previamente embebidos por doze horas em água destilada e descascados, à temperatura de 121°C por 20 minutos para a

caracterização inicial. Posteriormente, todo o material cozido foi liofilizado e transformado em farinha integral de soja.

Testes sensoriais foram realizados apenas com o grão inteiro e tratado termicamente.

Após as caracterizações iniciais, testes químicos de a valiação nutricional, foram realizados a cada três meses, com o material armazenado sob condições de umidade e temperatura controladas.

Finalmente, após doze meses de armazenamento, o mate rial estocado sob condições ambientais, foi caracterizado novamente por testes físicos e sensoriais. A excessão das variedades IAC - Santa Maria - 702 e NC - 55 - Jaboticabal, que sofreram exces siva deterioração.

Na caracterização final, o tratamento térmico dos grãos previamente embebidos em água destilada por doze horas e descas das, consistiu na autoclavagem dos mesmos a 121°C por quarenta minutos. Seguiu-se ao tratamento térmico, a liofilização do ma terial e transformação do mesmo em farinha integral.

3.2 Análises Físicas

3.2.1 Diâmetro Médio

O diâmetro médio dos grãos, de cada variedade, foi ob tido pela determinação da média geométrica entre uma medida de comprimento, uma de largura e uma de espessura da semente. As me didas foram tomadas por meio de um paquímetro, e o número de re petições foi determinado pela seguinte fórmula (PIMENTEL, 1978):

$$N = \frac{\sigma^2}{\xi \delta}, \text{ onde: } N = \text{número de repetições}$$

σ = desvio padrão

ξ = precisão do instrumento = 0,002

δ = nível de significância = 0,05

3.2.2 Peso de Cem Grãos

O peso médio de cem grãos, foi determinado por pesagem direta de cem grãos previamente selecionados, utilizando-se balança semi-analítica com precisão de 0,01 g, e expresso em base seca.

3.2.3 Grãos Durós

A porcentagem de grãos duros presentes em uma amostra de cem grãos previamente selecionados, foi determinada por contagem direta dos grãos que não embeberam após doze horas de hidratação em água destilada

3.2.4 Características de Hidratação: Curva de Hidratação, Relação de Hidratação e Tempo de Hidratação

A capacidade de hidratação das sementes, expressa como função do tempo, foi determinada por medição indireta do volume de água absorvida, conforme metodologia proposta por MORRIS et alii, 1950, utilizando-se proveta graduada de 250 ml, com precisão de 5,0 ml, e erlenmeyers de 500 ml, que após a introdução dos grãos, foram vedados com telas de nylon.

Para a determinação, 50,00 g de grãos previamente sele_ccionados, foram embebidos em água destilada ã proporção peso/vo

lume igual a 1:4. O sistema foi previamente molhado, escoado e em seguida pesado com precisão de 0,01 g.

O volume de água absorvida, foi determinado de uma em uma hora até a quarta hora, e de duas em duas horas até a décima segunda hora.

A décima segunda hora, após drenagem de toda água, o sistema foi novamente pesado, e o peso da água absorvida foi determinado por diferença. A partir do peso final dos grãos, foi possível corrigir-se o volume de água absorvida, de forma a minimizar o erro relativo à evaporação da água e ao escoamento.

Curvas de embebição foram então traçadas, graficando-se em papel milimetrado, o volume corrigido de água absorvida, expresso como porcentagem do peso dos grãos, em base seca, em função do tempo de embebição.

Calculou-se também a relação de hidratação, dada pela taxa: peso inicial da amostra/peso final da amostra.

A partir da curva de embebição, determinou-se o tempo de hidratação, definido por LAM-SANCHES et alii, 1981, como o tempo em horas, necessário para a semente dobrar seu peso.

As determinações foram feitas em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância univariada (ANOVA) (COCKRAN & COX, 1957).

3.2.5 Características de Cocção: Tempo de Cocção e Relação de Hidratação após Cocção

O tempo experimental de cozimento foi determinado em a parelho especialmente construído, conforme módulo proposto por BURR et alii, 1968.

Para as determinações, os grãos foram previamente selecionados e embebidos por doze horas em água destilada, em relação peso/volume de água igual a 1:4.

O cozimento foi realizado em panela aberta à temperatura de ebulição.

As determinações foram realizadas em quadruplicada e os resultados submetidos à análise de variância univariada (ANOVA) (COCKRAN & COX, 1957).

A relação de hidratação após cocção foi determinada por pesagem direta, e expressa como a taxa entre a quantidade total de água absorvida até o final de cocção e o peso inicial dos mesmos. O numerador dessa fração inclui também a água absorvida durante as 12 horas de embebição prévia dos grãos. Neste caso, a cocção foi realizada sob pressão a 121°C, por 20 minutos para a caracterização inicial e 40 minutos após doze meses de armazenamento.

3.3 Análise Sensorial

3.3.1 Equipe de Provadores

Os testes sensoriais foram conduzidos, utilizando-se uma equipe de dez provadores selecionados e treinados, sendo to dos eles consumidores habituais de soja e derivados.

Durante a fase de treinamento da equipe, realizada com o objetivo de desenvolver e padronizar a terminologia descritiva de sabor e textura dos grãos, estabeleceu-se que os melhores descriptores para sabor eram "característico" e "não característico", este último, aplicado àquelas leguminosas que possuíam sabores estranhos. Os descriptores selecionados para textura foram "macia" e "grosseira".

3.3.2 Tratamento da Matéria-Prima

Para os testes sensoriais, os grãos previamente embebidos em água destilada por doze horas, foram cozidos durante vinte minutos para o período inicial de armazenamento e quarenta minutos para o período final de armazenamento, à temperatura de 121°C, em recipientes de vidro. As amostras foram servidas em

copos bequer de 50 ml, tampados e condicionados em bandejas térmicas que mantiveram a temperatura constante, neste caso em 50°C, durante as provas. Os provadores foram instruídos a levarem si multaneamente à boca, cinco grãos em cada prova.

3.3.3 Caracterização de Sabor

A caracterização de sabor das variedades testadas, foi realizada utilizando-se escala de categoria não estruturada, representada por uma linha de 9 cm, ancorada nas extremidades esquerda e direita, nos descriptors "característico" e "não característico", respectivamente.

3.3.4 Caracterização de Textura

A caracterização de textura foi realizada, utilizando-se igualmente escala de categoria não estruturada, de nove centímetros, ancorada nas extremidades esquerda e direita, nos descriptores "grosseira" e "macia", respectivamente.

3.3.5 Tratamento Estatístico

Para as avaliações sensoriais, foi empregado como delineamento, o lattice retangular para doze tratamentos, com doze repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância univariada (ANOVA) (COCKRAN & COX, 1957).

3.4 Análises Químicas

3.4.1 Determinação do Teor de Umidade

O teor de umidade das amostras, foi determinado pelo mētodo de estufa, utilizando-se uma faixa de temperatura entre 98 e 100°C, até peso constante, segundo procedimento nº 14084 da AOAC, 1980. Os resultados foram expressos em porcentagem e as determinações realizadas em triplicata.

3.4.2 Determinação do Teor de Proteína

Para esta análise, determinou-se inicialmente o teor de nitrogênio total pelo método micro-Kjeldahl, procedimento nº 46-13 da AACC, 1976. O conteúdo protéico foi então obtido, multiplicando-se o teor de nitrogênio total, expresso em porcentagem (base seca), pelo fator 5,71 (AOAC, 1980). As determinações foram realizadas em triplicata.

3.4.3 Determinação do Extrato Etéreo

A determinação do extrato etéreo de cada amostra foi realizada por extração direta, utilizando-se éter de petróleo como solvente, em extrator Goldfich, numa adaptação do procedimento nº 14.088 da AOAC, 1980, para extrator Soxlet. O resultado foi expresso em porcentagem (base seca) e as determinações realizadas em triplicata.

3.4.4 Determinação da Digestibilidade Protéica "in Vitro"

Digestibilidade da fonte protéica, com e sem tratamento térmico, foi determinada por digestão enzimática "in vitro", conforme metodologia proposta por AKESON & STAHMANN, 1964, modificada por GALLEAZZI, 1981: 1 g de farinha foi incubado a 37°C, em 10 ml de solução ácida contendo pepsina a uma concentração de 3 mg/ml, em HCl 0,1 N, por 3 horas em banho agitador metabólico, movimento longitudinal a 60 rpm. Decorrida a fase inicial de digestão, o hidrolizado foi neutralizado com 10 ml de NaOH 0,2 N, adicionando-se a seguir, 10 ml de uma solução de pancreatina (conc. 0,4% em tampão fosfato pH 8,0). Novamente o hidrolizado foi incubado a 37°C, sob agitação, por mais 22 horas após as quais, a hidrólise foi interrompida pela adição de 10 ml de solução de T. C. A. a 30%, seguida pelo ajuste do volume a 50 ml com T.C.A. a 5%. O sobrenadante foi então filtrado e tomado pa

ra as determinações de digestibilidade protéica (D) e metionina.

Um branco da enzima foi preparado, sob as condições descritas anteriormente, omitindo-se a amostra.

A digestibilidade foi calculada através da seguinte fórmula:

$$D (\%) = \frac{Nd - Nbe}{Nt}, \text{ onde:}$$

Nd = mg de nitrogênio contido no digerido enzimático

Nbe = mg de N contido no branco da enzima

Nt = mg de N total contido na amostra

3.4.5 Determinação de Metionina

3.4.5.1 Metionina total na amostra

Metionina presente na farinha de soja desengordurada, crua e tratada termicamente, foi aqui definida, como aquela liberada pela hidrólise ácida do material, a 115°C por 22 hs, em HCl 6N e determinada segundo metodologia proposta por SPAKMAN et alii, 1958, utilizando-se resina de troca iônica em analisador automático de aminoácidos Beckman Instruments, 1977. As determinações foram realizadas em triplicata.

3.4.5.2 Teor de metionina liberada por hidrólise enzimática "in vitro"

O teor de metionina liberada por hidrólise enzimática "in vitro" da amostra, com e sem tratamento térmico, foi determinado por hidrólise ácida do hidrolizado enzimático, em HCl 6 N a 115°C por 22 horas, seguida pela determinação em analisador automático de aminoácidos Beckman Instruments, conforme metodologia proposta por SPAKMAN et alii, 1958. As determinações foram realizadas em triplicata.

3.4.5.3 Teor de metionina disponível em grãos de soja

O teor de metionina disponível, presente em grãos de soja com e sem tratamento térmico, foi calculado em função da metionina presente no hidrolizado enzimático das fontes protéicas, determinado conforme metodologia proposta por MCCARTHY & SULLIVAN, 1941, modificada por GALLEAZZI, 1981: a 1 ml do digerido enzimático, adicionou-se 0,5 ml de NaOH 5N, seguindo-se a adição de 0,8 ml de nitroprussiato de sódio a 1%, acidificação do meio com 1 ml de HCl 8N, agitação e leitura da absorbância a 510 nm transcorrido 5 minutos de reação. Efetuou-se um branco da reação, usando-se para tanto, 1 ml de água destilada em lugar da amostra. Construiu-se ainda, uma curva padrão utilizando-se L-metionina.

3.4.6 Atividade do Inibidor de Tripsina

A atividade antitriptica foi determinada segundo procedimento proposto por KAKADE et alii, 1969, que se baseia na inibição equimolar da tripsina bovina pelo inibidor de tripsina presente na farinha de soja desengordurada, utilizando-se caseína como substrato.

A extração da amostra foi efetuada em solução tampão fosfato 0,1 M pH 7,6, com diluição suficiente para se obter de 40 a 60% de inibição da tripsina, a fim de se ter uma relação linear entre atividade antitriptica e a concentração do inibidor de tripsina.

O extrato diluído foi incubado a 37°C por 20 minutos em solução de tripsina bovina, diluída a 0,004% em HCl 0,001 M.

Os aminoácidos liberados na hidrólise foram lidos a 280 nm em espectrofotômetro. A absorbância foi convertida para unidade de tripsina, definida como aumento de 0,01 unidade de absorbância a 280 nm por 10 ml de mistura da reação, nas condições do teste.

As determinações foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em UTI/mg de proteína na farinha integral.

3.4.7 Análise Estatística

Todos os resultados obtidos através das análises químicas, foram submetidos à análise de variância univariada (ANOVA) (COCKRAN & COX, 1957), realizando-se posteriormente, para as médias, teste de Tukey.

4. RESULTADOS

4.1 Análises Físicas

4.1.1 Diâmetro Médio, Peso Médio de Cem Grãos e Grãos Duros

As características físicas de diâmetro e peso médio das sementes variaram, como esperado, em função da variedade do grão (Tab.1). Os valores encontrados variaram na faixa de 0,540 a 0,709 cm para o diâmetro médio e, de 9,05 a 18,24 g para o peso médio de cem grãos. As sementes de menor diâmetro e peso médio, corresponderam às variedades IAC-73-228 e IAC - Santa Maria-702. As variedades IAC-8 Preta e IAC-1 foram aquelas de maior peso e diâmetro médio.

Nenhuma das variedades estudadas, apresentou ocorrência significativa de grãos duros, tanto na caracterização inicial como na caracterização final, após 12 meses de armazenamento.

4.1.2 Características de Hidratação: Curva de Hidratação, Relação de Hidratação e Tempo de Hidratação

Os resultados dos testes de embebição, foram apresentados na forma de curvas de hidratação, Fig.8 e 9; e velocidade de absorção de água (ml/h), Tab.2, cuja análise estatística encontra-se expressa nos Quadros 6, 7 e 8 em anexo. Esses resultados confirmam que a curva de hidratação da semente é função da variedade do grão. O tempo de armazenamento dos grãos não influenciou significativamente sobre as características de hidratação das variedades estudadas.

Os resultados foram apresentados, considerando-se que, o processo de hidratação das sementes, compreende três fases distintas: uma rápida absorção inicial, denominada lag-fase; um período mais longo que pode ser aproximadamente expresso por uma função linear, denominado por fase aproximadamente linear, e, finalmente, uma va

Tab. 1 - Efeito da Variedade sobre as Características Físicas de
Diâmetro e Peso Médio de Sementes de Soja

Variedade	Diâmetro Médio (cm)	C.V. (1) (%)	Peso Médio de Cem Grãos (gr)	C.V. (1) (%)
IAC - Santa Maria - 702	0,563	6	11,52	4
Santa Maria	0,610	5	14,70	5
NC - 55 - Jaboticabal	0,583	6	12,21	5
IAC - 8 - Preta	0,709	4	18,17	3
IAC - II	0,636	4	14,42	4
Paraná	0,599	7	14,02	6
IAC - 2	0,639	7	15,89	5
IAC - 5	0,669	4	17,70	4
IAC - 1	0,691	5	18,24	5
Mineira	0,644	6	16,01	5
IAC - 73 - 228	0,540	7	9,05	7
IAC - 7	0,614	4	13,57	3

(1) C.V. - coeficiente de variação, expresso em porcentagem.

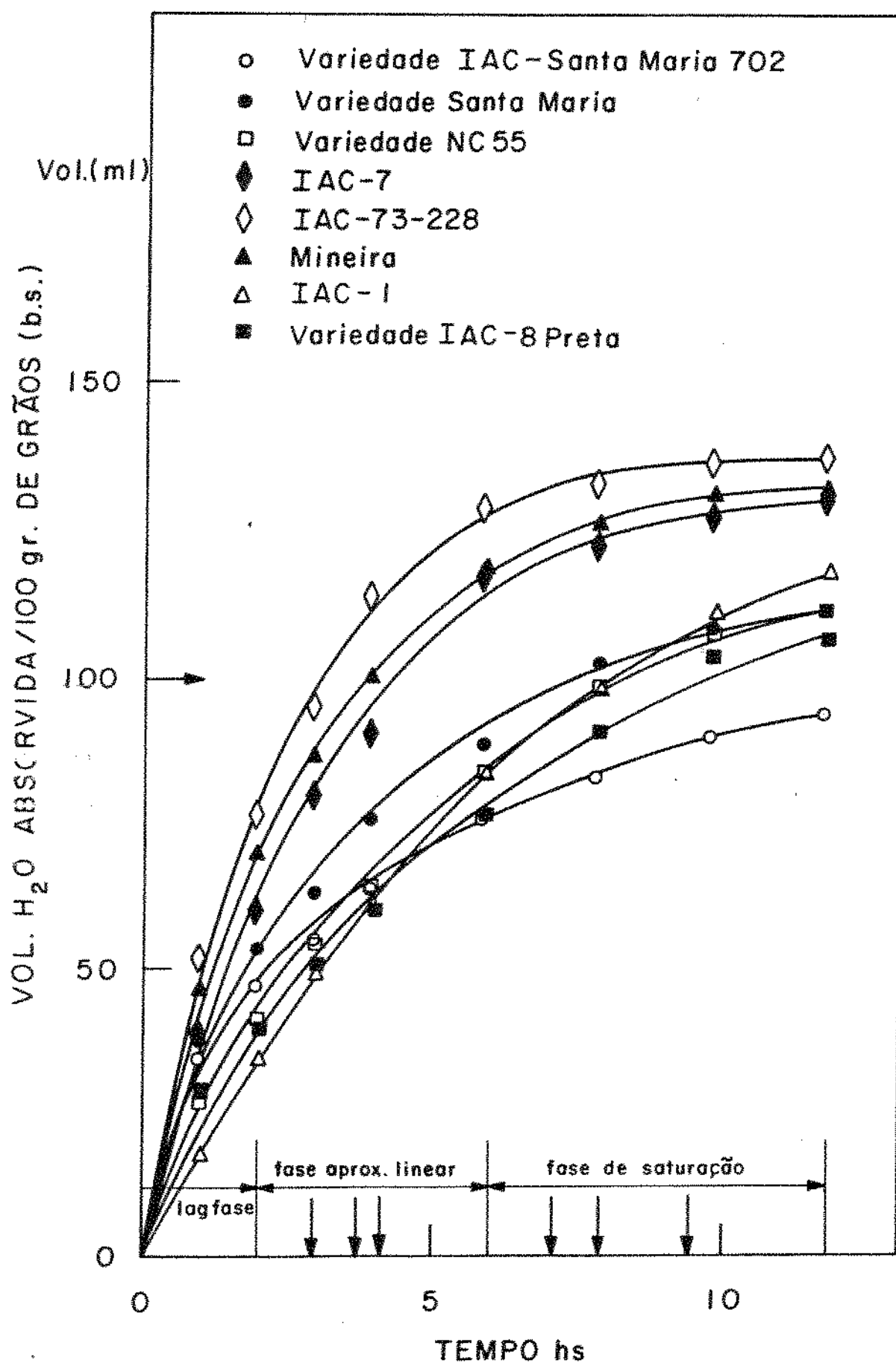


FIG.8 EFEITO DA VARIEDADE SOBRE A VELOCIDADE E CAPACIDADE DE HIDRATAÇÃO DE GRÃO DE SOJA

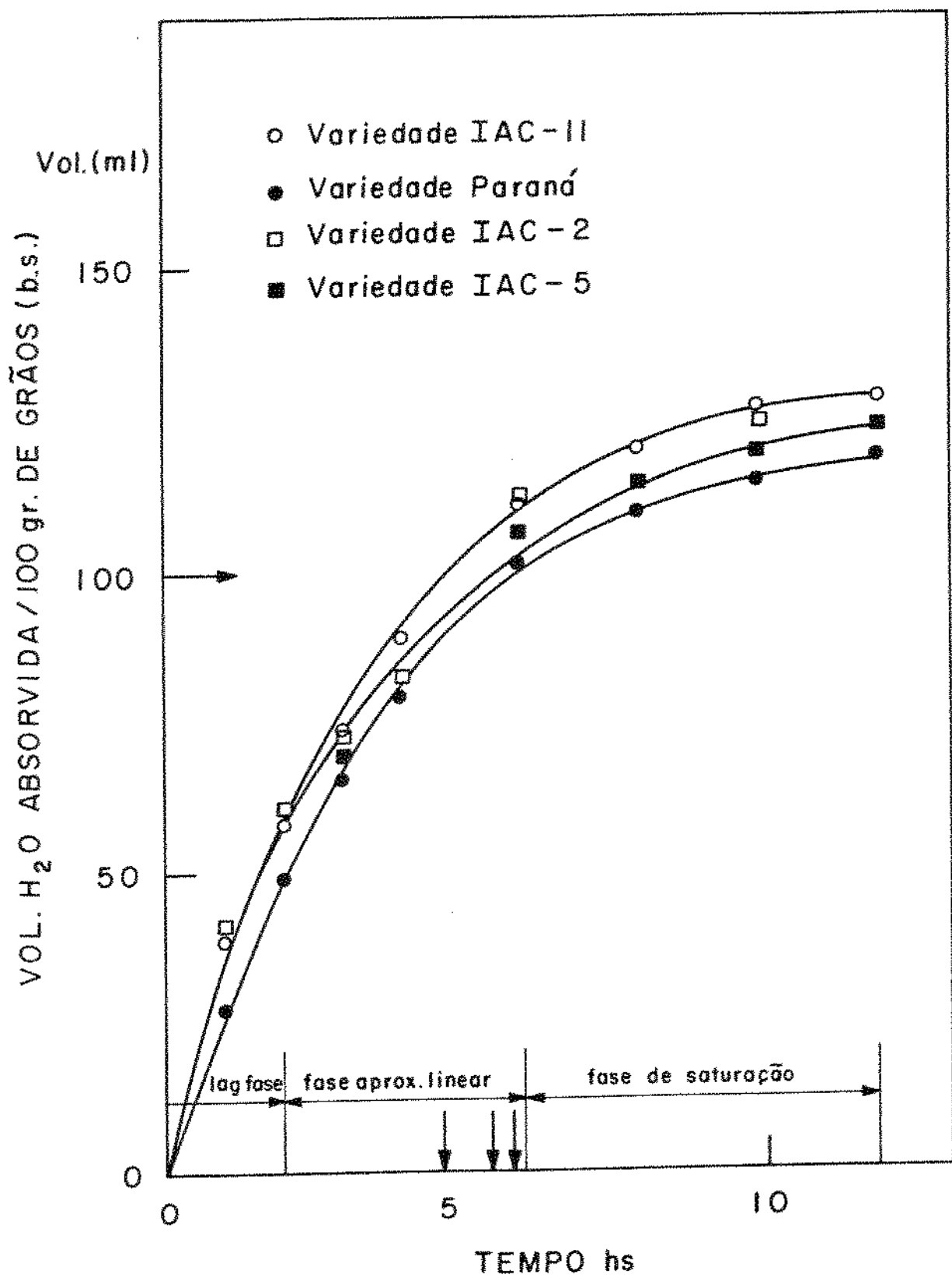


FIG.9 EFEITO DA VARIEDADE SOBRE A VELOCIDADE E CAPACIDADE DE HIDRATAÇÃO DE GRÃO DE SOJA

Tab. 2 - Efeito da variedade, sobre a velocidade de absorção de água de grãos de soja, expressa em ml H₂O absorvida/h, nas três fases do processo de embebição. Caracterização inicial dos grãos.

LAG - FASE		FASE - LINEAR		FASE DE SATURAÇÃO	
Variedade	Velocidade de Absorção (ml/h)	Variedade	Velocidade de Absorção (ml/h)	Variedade	Velocidade de Absorção (ml/h)
IAC - 73 - 228	39.0	IAC - 7	14.5	IAC - 1	5.8
Mineira	35.5	IAC - 73 - 228	13.3	IAC - 8 - Preta	5.0
IAC - 7	30.5	Paraná	13.3	NC - 55 - Jaboticabal	4.2
IAC - 2	30.5	IAC - 11	13.3	Santa Maria	3.8
IAC - 11	29.5	IAC - 2	13.0	IAC - Santa Maria - 702	3.0
IAC - 5	29.0	IAC - 1	12.5	IAC - 11	2.8
Santa Maria	27.0	IAC - 5	12.3	Paraná	2.8
Paraná	24.5	Mineira	12.3	IAC - 5	2.8
IAC - Santa Maria - 702	24.0	IAC - 8 - Preta	9.5	IAC - 2	2.7
NC - 55 - Jaboticabal	21.0	Santa Maria	9.0	Mineira	2.3
IAC - 8 - Preta	20.0	IAC - Santa Maria - 702	7.3	IAC - 7	2.2
IAC - I	17.5	NC - 55 - Jaboticabal	6.1	IAC - 73 - 228	1.3

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (—————), não diferem estatisticamente entre si, a 5% de significância.

garosa absorção antes da saturação, fase esta, denominada fase de saturação. (BLACKLOW, 1972; WAGGONER & PARLANGE, 1976; QUAST & SILVA, 1977; HSU et alii, 1983).

Desta forma, em função da velocidade de embebição no período da lag-fase, Tab.2, pudemos classificar as variedades ensaiadas em três grupos: um primeiro grupo, de alta velocidade de embebição inicial, constituído pelas variedades IAC - 73 - 228 e Mineira; um segundo grupo, de baixa velocidade de embebição inicial, constituído pelas variedades IAC - 1, IAC - 8 Preta e NC - 55 Jaboticabal, e, finalmente, um grupo intermediário, constituído pelas demais variedades. O grupo de alta velocidade inicial de embebição, cuja velocidade de hidratação situou-se entre 35,5 e 39,0 ml/h, diferiu significativamente do grupo de baixa velocidade de embebição, com valores situados entre 21,0 e 17,5 ml/h, ao nível de 5% de significância.

Na fase aproximadamente linear da embebição Tab.2, as variedades puderam ser reagrupadas em um primeiro grupo, de menor velocidade de absorção, constituído por variedades de casca negra: IAC-Santa Maria-702, Santa Maria, NC-55-Jaboticabal e IAC-8 Preta; um segundo grupo, constituído por variedades de casca amarela e com maior velocidade de absorção: IAC-7, IAC-73-22, Paraná, IAC-11, IAC-2 e IAC-1. Finalmente, pudemos distinguir nesta fase, um terceiro grupo, constituído pelas demais variedades de casca amarela, de velocidade de absorção intermediária. O primeiro grupo diferiu do segundo ao nível de 5% de significância. As velocidades de hidratação das variedades que constituíram o primeiro grupo situaram-se na faixa entre 6,1 e 9,5 ml/h, e daquelas que constituíram o segundo grupo, situaram-se entre 12,5 e 14,5 ml/h.

Ao término do processo de embebição, todas as velocidades de absorção são bastante baixas, sendo que as variedades que apresentaram menor velocidade de absorção em uma, ou ambas as fases anteriores, apresentaram na fase de saturação, valores supe-

riores de velocidade (Tab. 2). Nessa fase do processo de embebição, a velocidade de absorção de todas as variedades, situou-se entre 1,3 e 5,8 ml/h.

A capacidade total de hidratação dos grãos, expressa pelo Índice relação de hidratação, peso inicial/peso final dos grãos (Tab.3), mostrou ser função da variedade do grão (Quadro 9 anexo). As variedades negras apresentaram os menores Índices, sendo que a variedade IAC-Santa Maria-702, foi a que alcançou menor relação de hidratação, diferindo das variedades amarelas ao nível de 5% de significância. As variedades IAC-73-228, Mineira e IAC-7 apresentaram os maiores Índices de hidratação, diferindo de todas as variedades negras, ao nível de 5% de significância, não diferindo significativamente das demais variedades de casca amarela. Os valores encontrados para a relação de hidratação situaram-se entre 1,95, observado no caso da variedade IAC-Santa Maria-702 e 2,39, valor observado para a variedade IAC-73-228.

Da mesma forma, as variedades de casca amarela, apresentaram menor tempo de hidratação, Tab. 4, sendo que, destas, as variedades IAC-73-228 e Mineira foram as que alcançaram os menores tempos, situados na faixa entre 3 a 4 horas de embebição. As variedades negras obtiveram os maiores Índices, podendo-se verificar que a variedade IAC-Santa Maria-702 não chegou a dobrar o seu peso. As variedades negras apresentaram tempos de hidratação situados entre 7 e 10 horas. Nossos resultados indicaram que o tempo de armazenamento não alterou significativamente o parâmetro relação de hidratação.

4.1.3 Características de Cocção: Tempo de Cocção e Relação de Hidratação após Cocção

A análise estatística dos resultados dos testes de cozinhabilidade, mostrou que o tempo de cocção é, também, função da variedade do grão (Tab.5 e Quadro 10, em anexo).

Tab. 3 - Representação do Resultado dos Testes Estatísticos de Média, referentes ao efeito da variedade, sobre a Relação de Hidratação dos Grãos de Soja. Caracterização Inicial

Variedade	Relação de Hidratação
IAC - 73 - 228	2.39
Mineira	2.34
IAC - 7	2.32
IAC - 11	2.29
IAC - 2	2.29
IAC - 5	2.24
IAC - 1	2.20
Paraná	2.19
Santa Maria	2.13
NC - 55 - Jaboticabal	2.10
IAC - 8 - Preta	2.08
IAC - Santa Maria - 702	1.95

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (|—|), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância.

Tab. 4 - Efeito da Variedade, sobre o Tempo de Hidratação dos Grãos de Soja. Período de Caracterização Inicial

Variedade	Faixa de Tempo de Hidratação (hs)
IAC - 73 - 228	3
Mineira	3 - 4
IAC - 7	4 - 5
IAC - II	4 - 5
IAC - 2	4 - 5
IAC - 5	5 - 6
IAC - 1	8
Paraná	5 - 6
Santa Maria	7 - 8
NC - 55 - Jaboticabal	8
IAC - 8 - Preta	9 - 10
IAC - Santa Maria - 702	

Tab. 5- Representação do Resultado dos Testes Estatísticos de Média, referentes ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento, sobre o tempo de cocção dos grãos de soja.

Período Inicial		Armazenamento		Período Final de Armazenamento	
Variedade		Tempo de Cocção (horas)		Variedade	Tempo de Cocção (horas)
IAC - 7		63		IAC - 1	118
IAC - 1		62		IAC - 7	115
IAC - 5		59		IAC - 5	113
IAC - 73 - 228		56		IAC - 73 - 228	93
Mineira		54		IAC - II	93
IAC - 11		53		Santa Maria	91
Paraná		47		IAC - 8 - Preta	90
IAC - Preta		46		IAC - 2	85
NC - 55 - Jaboticabal		45		Mineira	68
Santa Maria		45		Paraná	67
IAC - Santa Maria - 702		44			
IAC - 2		38			

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (———), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

O tempo de cocção mostrou ser ainda função do tempo de armazenamento (Quadro 10 anexo).

A interação tempo x variedade do grão foi significativa ao nível de 5% de significância, para o parâmetro tempo de cocção; evidenciando que as transformações que ocorrem nos grãos durante o período de armazenamento, são funções de variedade do mesmo (Quadro 10 anexo).

Na caracterização inicial, pudemos distinguir, através dos valores de tempo de cocção (Tab. 5), dois grupos de variedades: um primeiro grupo de tempo de cocção situado entre 59 e 63 minutos, formado pelas variedades IAC-7, IAC-1 e IAC-5, de maiores tempos de cocção; e, um segundo grupo, com tempos de cocção entre 38 e 47 minutos, composto pelas variedades Paranã, IAC-2 e todas as variedades de casca negra, de tempos de cocção inferiores. Esses dois grupos diferiram entre si, ao nível de 5% de significância.

No período final de armazenamento, as variedades IAC-1, IAC-7 e IAC-5 compuseram o grupo de variedades de maior tempo de cocção, com valores entre 118 e 113 minutos (Tab.5). As variedades Mineira e Paranã, compuseram o grupo de menor tempo de cocção, com respectivamente 68 e 67 minutos, e as demais variedades, formaram um terceiro grupo, de valores intermediários de tempo de cocção. Todos os três grupos diferiram entre si, ao nível de 5% de significância.

A análise estatística dos resultados relativos à relação de hidratação dos grãos após cocção, indicou que também esse parâmetro de qualidade de grãos de soja, é função da variedade da semente (Tab. 6, Quadro 11 anexo). Entretanto, a relação da hidratação após cocção, não é função do tempo de armazenamento (Quadro 11 anexo).

A relação de hidratação após cocção, na fase de caracte

Tab. 6 - Representação dos resultados dos testes estatísticos de média, referentes ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento, sobre a relação de hidratação após cocção de grãos de soja

Período Inicial de Armazenamento (carac. inicial)		Período Final de Armazenamento (após 12 meses)	
Variedade	Relação de Hidratação	Variedade	Relação de Hidratação
IAC - 73 - 228	2.52	IAC - 73 - 228	2.50
Mineira	2.48	Mineira	2.46
IAC - 1	2.42	IAC - 1	2.40
IAC - 11	2.42	IAC - II	2.40
Paraná	2.41	Paraná	2.40
IAC - 2	2.40	IAC - 2	2.40
Santa Maria	2.40	IAC - 7	2.40
IAC - 7	2.39	Santa Maria	2.38
IAC - 5	2.36	IAC - 5	2.33
IAC - 8 - Preta	2.33	IAC - 8 - Preta	2.30
IAC - Santa Maria - 702	2.33		
NC - 55 - Jaboticabal	2.27		

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (———), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

terização inicial de semente, Tab. 6, determinou a existência de dois grupos: um grupo de variedades de menor relação de hidratação após cocção, composto pelas variedades IAC-8 Preta, IAC - Santa Maria - 702 e NC - 55 - Jaboticabal, com valores de relação de hidratação situados entre 2,27 e 2,33; e, um segundo grupo, composto por variedade de maiores índices, quais sejam: IAC-73-228 e Mineira, cujos valores de relação de hidratação situaram-se entre 2,52 e 2,46 e, um terceiro grupo, composto pelas demais variedades. Os dois primeiros grupos, diferiram entre si ao nível de 5% de significância.

4.2 Análise Sensorial

4.2.1 Sabor

O sabor demonstrou ser função da variedade das sementes de soja (Tab. 7 e Quadros 12 e 13 anexos). No período de caracterização inicial pudemos distinguir um grupo de variedades de pior sabor, com médias de sabor característico de 7,18 e 6,50, composto respectivamente pelas variedades IAC-73-228 e IAC-11; que se diferenciaram ao nível de 5% de significância; das variedades Mineira, IAC-8, Santa Maria, IAC-1 e IAC-Santa Maria - 702, as quais formaram o grupo de variedades de melhor sabor. A variedade Mineira foi a de melhor sabor característico não apresentando diferença significativa da maioria das variedades, diferenciando apenas, do grupo de variedades de pior sabor ao nível de 5% de significância.

Doze meses após a caracterização inicial, i.e., no período final de armazenamento, realizado sob condições ambientais, pudemos evidenciar a presença de dois grupos: um grupo de melhor sabor, formado pelas variedades de casca negra, com valores médios situados entre 5,35 e 5,48, que se destacou ao nível de 5% de significância, de um segundo grupo, composto pelas variedades de casca amarela, de pior sabor, as quais apresentaram médias de sabor característico entre 6,32 e 6,90. As variedades de casca amarela não apresentaram diferença significativa entre si, Tab.7.

Tab. 7 - Representação dos resultados dos testes estatísticos de média, referentes ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento sobre o sabor dos grãos de soja

Período Inicial de Armazenamento (carac. inicial)		Período Final de Armazenamento (após 12 meses)	
Variedade	Valores Médios de Sabor	Variedade	Valores Médios de Sabor
Mineira	4.00	Santa Maria	5.35
IAC - 8 - Preta	4.48	IAC - 8 - Preta	5.48
Santa Maria	4.49	IAC - 2	6.32
IAC - 1	4.58	IAC - 5	6.43
IAC - Santa Maria - 702	4.69	IAC - 7	6.48
IAC - 5	4.93	IAC - II	6.50
IAC - 7	5.30	Paraná	6.55
Paraná	5.31	IAC - 1	6.63
NC - 55 - Jaboticabal	5.64	Mineira	6.75
IAC - 2	5.68	IAC - 73 - 228	6.90
IAC - 11	6.50		
IAC - 73 - 228	7.18		

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (———), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

O efeito do tempo de armazenamento sobre o sabor das variedades de semente de soja não foi analisado estatisticamente, dado o grande intervalo de tempo existente entre a caracterização inicial e final, período no qual, a equipe não trabalhou com o material, perdendo-se assim, o efeito comparativo entre as médias obtidas nas duas caracterizações.

4.2.2 Textura

Embora a textura dos grãos de soja tenha demonstrado ser função da variedade da semente (Quadros 14 e 15 anexos) o teste de média indicou não haver muita variação de textura em função da variedade, na caracterização inicial. A única diferença apontada pelo teste de média, foi entre as variedades IAC - Santa Maria - 702, de pior textura, com média de 5,89, e as variedades Mineira e IAC-73-228, de melhor textura, com valores de 7,69 e 7,57, respectivamente, ao nível de 5% de significância (Tab. 8).

O tempo de armazenamento, entretanto, introduziu maiores diferenças entre as variedades, com relação à textura (Tab. 8). Após 12 meses de armazenamento, sob condições ambientais, pudemos distinguir um grupo de variedades de melhor textura, composto pelas variedades IAC-73-228 e Mineira, com valores médios de 7,58 e 6,92, respectivamente; um grupo de variedades de pior textura, representados pelas variedades de casca negra Santa Maria e IAC-8 Preta, com valores médios de 5,33 e 4,92, respectivamente, e, finalmente, um terceiro grupo, composto por variedades de textura intermediária. Testes estatísticos de média indicaram que a diferença entre os três grupos foi significativa ao nível de 5% de significância.

4.3 Correlações entre Parâmetros Físicos e Sensoriais

O estudo das correlações entre os parâmetros físicos e sensoriais dos grãos de soja, Quadros 16 e 17, demonstrou que a

Tab. 8 - Representação dos resultados dos testes estatísticos de média, referentes ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento sobre a textura de grãos de soja

Período Inicial de Armazenamento (carac. inicial)		Período Final de Armazenamento (após 12 meses)	
Variedade	Valores Médios de Textura	Variedade	Valores Médios de Textura
Mineira	7.69	IAC - 73 - 228	7.58
IAC - 73 - 228	7.57	Mineira	6.92
IAC - 2	7.46	IAC - 7	6.45
IAC - 5	7.45	IAC - 1	6.37
IAC - 1	7.35	IAC - II	6.35
IAC - II	7.25	IAC - 2	6.10
Paraná	6.98	IAC - 5	5.98
IAC - 8 - Preta	6.95	Paraná	5.92
Santa Maria	6.53	Santa Maria	5.33
IAC - 7	6.49	IAC - 8 - Preta	4.92
NC - 55 - Jaboticabal	6.04		
IAC - Santa Maria - 702	5.89		

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (|——|), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

relação de hidratação e relação de hidratação após cocção, foram os únicos parâmetros de avaliação de qualidade de grãos cozidos que apresentaram correlação significativa a 1% de significância com a textura avaliada sensorialmente. Ainda assim, deve-se considerar que os raios de correlação, mostraram-se muito pequenos ($r = 0,7478$ e $r = 0,7436$, respectivamente) para se tomar a relação de hidratação como um bom estimador de textura sensorial dos grãos.

Por outro lado, o tempo de hidratação, apresentou correlação linear altamente significativa com a relação de hidratação ($r = -0,9295$), mostrando-se um bom indicador do parâmetro relação de hidratação.

4.4 Análises Químicas

4.4.1 Teor de Umidade

Os teores de umidade das sementes estudadas, expressos como porcentagem em base seca, encontram-se na Tabela 9 e referem-se à umidade com a qual os grãos foram colhidos, umidade alcançada ao final da secagem dos mesmos e umidade após doze meses de armazenamento.

4.4.2 Teor de Proteína

O teor de proteína, demonstrou ser função da variedade do grão, conforme pode se verificar no Quadro 18 de análise de variância (anexo).

A análise estatística dos resultados, expressos na Tabela 10 como porcentagem de proteína (b.s.), revelou a existência de um grupo de variedades de maior teor protéico, quais sejam: IAC - Santa Maria - 702, IAC - 73 - 228 e Santa Maria, cujos conteúdos

Tab.9 - Teor de umidade de grãos de soja, em função da variedade e etapas do estudo, expressos como porcentagem, em base seca (% b.s.)

Variedade	Umidade dos grãos durante a colheita		Umidade após secagem Carac.Inicial		Umidade após doze meses de armazenamento	
	(% b.s.)	C.V.(%)	(% b.s.)	C.V.(%)	(% b.s.)	C.V.(%)
IAC-Sta.Maria-702	22,5	3,2	12,7	1,3	-	-
Santa Maria	12,0	0,5	12,0	0,7	9,6	0,9
NC-55-Jaboticabal	20,5	0,6	11,9	0,2	-	-
IAC-08-Preta	11,6	2,4	11,6	1,1	9,2	0,8
IAC-11	14,3	0,2	11,9	0,9	9,0	0,3
Paraná	12,1	1,1	12,0	2,3	8,7	0,5
IAC-2	18,1	0,8	12,8	1,5	8,0	1,3
IAC-5	17,0	2,4	12,2	1,7	8,5	1,1
IAC-1	21,4	4,2	11,6	0,2	9,6	0,7
Mineira	14,2	1,8	11,9	0,5	9,7	1,2
IAC-73-228	11,8	1,0	11,8	0,7	10,4	1,7
IAC-7	11,8	0,5	11,8	1,0	10,0	0,7

Nota: C.V. (coeficiente de variação)

Tab. 10 - Representação do Resultado dos Testes Estatísticos de Média referentes ao efeito da variedade sobre o teor de proteínas e extrato etéreo dos grãos de soja. Caracterização inicial

Variedade	Proteína (%) (b.s.)	Variedade	Extrato Etéreo (%) (b.s.)
IAC-Sta.Maria-702	44,5	Paraná	23,8
IAC-73-208	43,7	IAC-7	22,5
Santa Maria	43,4	IAC-11	22,3
IAC-5	42,4	IAC-2	21,7
IAC-1	40,2	Mineira	21,2
Mineira	40,2	IAC-8 Preta	21,1
IAC-8 Preta	40,2	IAC-5	20,5
Paraná	40,0	IAC-73-228	20,4
NC-55-Jabotica-bal	39,5	NC-55-Jabotica-bal	20,2
IAC-2	38,8	IAC-1	19,9
IAC-7	38,4	Santa Maria	19,6
IAC-11	38,0	IAC-Sta.Maria-702	18,4

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (—), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

protéicos variaram entre 44,5 e 43,4% (b.s.); discriminando ainda um segundo grupo de menor conteúdo protéico, composto pelas variedades IAC-2, IAC-7 e IAC-11 de valores iguais a 38,8, 38,4 e 38,0 (b.s.), respectivamente. O primeiro grupo diferiu do segundo ao nível de 5% de significância. As demais variedades, apresentaram valores intermediários com relação a conteúdo protéico. No grupo de variedades ensaiadas, o valor médio do conteúdo protéico foi de 40,8% (b.s.).

4.4.3 Extrato Etéreo

À semelhança do teor protéico, o extrato etéreo dos grãos de soja, revelou-se também, função da variedade da semente, conforme indicou a análise de variância dos resultados, (Quadro 19 anexo).

Os resultados apresentados na Tab.10, indicaram que as variedades Paraná, IAC-7 e IAC-11, compõem o grupo das variedades de maior teor de extrato etéreo, cujos valores expressos em b.s., variaram entre 23,8 e 22,3%. As variedades NC-55-Jaboticabal, IAC-1, Santa Maria e IAC-Santa Maria-702, com extratos etéreos variando entre 20,2 e 18,4% (b.s.), formaram o grupo das variedades de menor extrato etéreo. O primeiro grupo, diferiu do segundo ao nível de 5% de significância. A média verificada para o grupo de variedades estudadas foi de 20,9% (b.s.).

4.4.4 Correlação entre Teor Protéico e Extrato Etéreo

Testes de correlação entre teor protéico e extrato etéreo, indicaram a existência de correlação linear significativa entre esses dois parâmetros ($r = -0,7433$) ao nível de 1% de significância.

4.4.5 Digestibilidade Protéica "In Vitro"

A digestibilidade protéica dos grãos de soja, demonstrou ser função tanto da variedade da semente como do tratamento térmico aplicado às mesmas, verificando-se ainda a existência de interação significativa entre esses dois fatores (Quadro 20 anexo).

Os resultados dos testes de média, realizados com o material cru (Tab.11), indicaram que as variedades IAC-2 e IAC-1, com digestibilidade protéica respectivamente de 74,8 e 71,1%, apresentaram os mais altos índices, diferindo das demais variedades ao nível de 5% de significância. Os grãos crus, da variedade NC-55 Jaboticabal, apresentaram a menor digestibilidade protéica do grupo das variedades estudadas, qual seja 66,0%. A maioria das variedades ensaiadas, não apresentaram entre si, diferenças significativas com relação à digestibilidade protéica do material cru.

Os resultados obtidos junto aos grãos que sofreram tratamento térmico (Quadro 20 anexo e Tab.11), demonstraram que a cocção aumentou significativamente a digestibilidade protéica das sementes. Neste caso, as variedades IAC-8-Preta, Mineira, IAC-2, IAC-7, Paranã, IAC-5 e IAC-73-228, não diferiram significativamente entre si, e juntas compuseram o grupo das variedades de maior digestibilidade protéica. Esse grupo, cujos índices de digestibilidade variaram entre 82,2 e 80,4%, diferiu ao nível de 5% de significância, das variedades Santa Maria, NC-55 - Jaboticabal e IAC-11, cuja digestibilidade no material tratado termicamente variou entre 78,5 e 76,1%.

Em média a digestibilidade protéica dos grãos crus foi de 68,7% e dos grãos cozidos foi de 80,1%.

Tab. 11 - Representação dos Testes Estatísticos de Média referentes ao Efeito da Variedade e Cocção sobre a Digestibilidade Proteica de Grãos de Soja. Caracterização Inicial

Material Cru		Material Tratado Termicamente	
Variedade	Digestibilidade (%)	Variedade	Digestibilidade (%)
IAC-2	74,8	IAC-8 Preta	82,1
IAC-1	71,1	Mineira	81,9
IAC-5	68,9	IAC-2	81,7
IAC-8 Preta	68,9	Paraná	81,4
IAC-Sta.Maria-702	68,4	IAC-7	80,7
Santa Maria	68,4	IAC-5	80,6
IAC-7	68,2	IAC-73-228	80,4
Mineira	67,8	IAC-1	80,2
Paraná	67,7	IAC-Sta.Maria-702	80,0
IAC-11	67,3	Santa Maria	78,5
IAC-73-228	67,2	NC-55-Jabotical	77,8
NC-55-Jabotical	66,0	IAC-11	76,1

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (—), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

4.4.6 Metionina

4.4.6.1 Metionina Total

Os resultados relativos ao conteúdo de metionina total dos grãos crus e dos grãos que sofreram tratamento térmico, encontram-se na Tab.12, expressos como g metionina/100 g proteína. A análise estatística desses resultados revelou que também a quantidade de metionina total presente nos grãos de soja é função da variedade do grão, porém, neste caso, o tratamento térmico não alterou de forma significativa, o teor de metionina total das sementes (Quadro 21 anexo). As variedades IAC - 8 - Preta, IAC - 1 e IAC - Santa Maria - 702, apresentaram os maiores conteúdos de metionina total, diferindo ao nível de 5% de significância, das variedades NC - 55 - Jaboticabal, IAC-11, Mineira e Paraná que, do grupo de variedades estudadas, apresentaram os menores índices. O primeiro grupo, apresentou valores que variaram entre 1,22 e 1,16 g metionina/100 g proteína e o segundo, valores entre 1,08 e 0,98 g metionina/100 g proteína.

4.4.6.2 Teor de Metionina Liberado por Hidrólise Enzimática "In Vitro"

A hidrólise enzimática liberou entre 0,62 g metionina/100 g de proteína a 0,44 g metionina/100 g de proteína para o material cru e entre 0,77 a 0,50 g metionina/100 g de proteína para o material que sofreu tratamento térmico (Tab.13). A análise estatística dos resultados revelou que tanto a variedade, como o tratamento térmico influem sobre a metionina liberada pela hidrólise enzimática, havendo ainda interação significativa entre esses dois parâmetros (Quadro 22 anexo). Desta forma, o material cru, sob hidrólise enzimática "in vitro", liberou entre 52,1 a 38,9% da metionina total do grão e o material sob tratamento térmico liberou entre 68,8 e 44,3% da metionina total. Em média, o material cru apresentou uma porcentagem de liberação de metioni

Tab. 12-Representação dos Testes Estatísticos de Média Referentes ao Efeito da Variante e da Cocção sobre o Teor de Metionina Total Determinado no Aminograma Característico, da Farinha de Soja Integral Crua e Tratada Termicamente. Caracterização Inicial

Material Cru		Material Tratado Termicamente	
Variedade	g metionina/100g prot.	Variedade	g metionina/100g prot.
IAC-8 Preta	1,22	IAC-8 Preta	1,21
IAC-1	1,19	IAC-1	1,19
IAC-Sta.Maria-702	1,16	Santa Maria	1,15
Santa Maria	1,14	IAC-Sta. Maria-702	1,15
IAC-5	1,13	IAC-5	1,13
IAC-2	1,11	IAC-2	1,12
IAC-7	1,11	IAC-7	1,12
IAC-73-228	1,09	IAC-73-228	1,10
NC-55-Jabotical	1,08	NC-55-Jabotical	1,09
IAC-11	1,07	IAC-11	1,08
Mineira	1,05	Mineira	1,06
Paraná	0,98	Paraná	0,93

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (—), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

Tab.13 - Representação dos Testes Estatísticos de Média Referente ao Efeito da Variedade e da Cocção sobre o Teor de Metionina Liberada por Hidrólise Enzimática "In Vitro" da Farinha de Soja Integral. Caracterização Inicial

Material Cru			Material Tratado Termicamente		
Variedade	g metionina/ 100 gr prot.	(1) % de libe- ração	Variedade	g metionina/ 100 gr prot.	(1) % de libe- ração
IAC-1	0,62	52,1	IAC-1	0,77	64,7
NC-55-Jaboticabal	0,55	50,9	NC-55-Jaboticabal	0,67	61,5
IAC-Sta. Maria-702	0,54	46,6	IAC-11	0,67	62,0
IAC-2	0,54	48,6	IAC-8 Preta	0,67	55,4
Santa Maria	0,53	46,5	Santa Maria	0,64	55,7
IAC-8 Preta	0,51	41,8	Paraná	0,64	68,8
Paraná	0,51	52,0	IAC-73-228	0,63	57,3
Mineira	0,51	48,6	IAC-Sta. Maria	0,63	54,8
IAC-73-228	0,51	46,8	Mineira	0,62	58,5
IAC-7	0,51	46,0	IAC-2	0,60	53,6
IAC-11	0,47	43,9	IAC-7	0,59	52,7
IAC-5	0,44	38,9	IAC-5	0,50	44,3

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (————), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

$$(1) - \frac{\text{g metionina liberada}/100 \text{ g proteína}}{\text{g metionina total}/100 \text{ g proteína}} \times 100$$

na de 46,9%, enquanto o material tratado termicamente apresentou uma porcentagem média de liberação de metionina por hidrólise igual a 57,5%.

De um modo geral, as variedades IAC-1 e NC-55-Jabotical destacaram-se como aquelas que apresentaram maiores porcentagens de liberação de metionina, tanto para o material cru como para o material que sofreu tratamento térmico, as duas variedades diferiram ao nível de 5% de significância da variedade IAC-5, de menor porcentagem de liberação de metionina para o material cru e sob tratamento térmico.

4.4.6.3 Teor de Metionina Disponível

Os resultados referentes ao teor de metionina disponível, expressos em g metionina disponível/100 g proteína, (Tab.14) variaram entre 0,463 g metionina/100 g proteína e 0,269 g metionina/100 g proteína para o material cru e entre 0,461 e 0,217 g metionina/100 g proteína para o material tratado termicamente. Esses valores indicam que nas variedades estudadas, a porcentagem de metionina disponível, porcentagem esta, calculada com relação à metionina total, variou entre 39,9% e 25,2% para o material cru e entre 40,1 e 18,2% para o material que sofreu tratamento térmico.

Em média a porcentagem de metionina disponível foi de 32,8% para o material cru e 30,9% para o material tratado termicamente.

Algumas variedades aumentaram a porcentagem de metionina disponível, em função do tratamento térmico, outras diminuíram e outras permaneceram mais ou menos estáveis.

A análise estatística dos resultados, expressa no Quadro 23 anexo, indica que, tanto a variedade como o tratamento térmico são significativos na determinação do teor de metionina

Tab. 14 - Representação dos Testes Estatísticos de Média, Referentes ao Efeito da Variedade e do Tratamento Térmico sobre o Teor de Metionina Disponível na Farinha de Soja Integral. Caracterização Inicial

Material Cru			Material Tratado Termicamente		
Variedade	$\frac{\text{g prot.}}{100 \text{ g prot.}}$	% met.	Variedade	$\frac{\text{g prot.}}{100 \text{ g prot.}}$	% met.
IAC-Sta. Maria-702	0,463	39,9	IAC-Sta. Maria-702	0,461	40,1
IAC-8 Preta	0,445	36,5	IAC-8 Preta	0,436	36,0
IAC-2	0,402	36,2	NC-55-Jabotical	0,362	33,2
IAC-7	0,388	35,0	IAC-7	0,355	31,7
Santa Maria	0,373	32,7	IAC-73-228	0,354	32,2
Paraná	0,368	37,6	Mineira	0,354	33,4
NC-55-Jabotical	0,362	33,5	Paraná	0,337	36,2
IAC-5	0,356	31,5	Santa Maria	0,336	29,2
IAC-73-228	0,342	31,4	IAC-5	0,309	27,4
IAC-1	0,317	26,6	IAC-11	0,306	28,3
Mineira	0,282	26,9	IAC-2	0,281	25,1
IAC-11	0,269	25,2	IAC-1	0,217	18,2

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (—), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

disponível no grão de soja, e que há interação entre esses dois fatores, o que explica o fato de algumas variedades terem seus valores de metionina disponível aumentados com o tratamento térmico, e outras diminuídos.

De um modo geral, considerando-se o material cru e o material tratado termicamente, as variedades IAC-Santa Maria-702 e IAC-8-Preta, apresentaram maior disponibilidade de metionina e as variedades IAC-1 e IAC-11 as menores disponibilidades.

4.4.7 Atividade dos Inibidores de Tripsina

A atividade dos inibidores de tripsina na farinha integral de soja crua, demonstrou ser função da variedade da semente (Quadro 24 anexo).

Os resultados, expressos na Tab.15 como U.T.I./mg proteína, variaram, em função da variedade do grão, entre 159,2 U.T.I./mg proteína e 80,1 U.T.I./mg proteína. Basicamente, duas variedades, IAC-11 e IAC-Santa Maria-702, destacaram-se das demais variedades estudadas devido à alta atividade inibidora apresentada, quais sejam: 159,2 e 149,7 U.T.I./mg proteína, respectivamente. Por outro lado, a variedade IAC-2, revelou possuir, comparativamente com o grupo das variedades ensaiadas, baixa atividade inibidora, no caso, 80,1 U.T.I./mg proteína, o que representou aproximadamente, a metade dos valores exibidos pelas variedades de maiores atividades inibidoras. A atividade inibidora média verificada para o grupo das variedades estudadas, foi de 122,9 U.T.I./mg proteína.

4.4.8 Correlações entre Métodos Químicos de Avaliação de Qualidade de Proteína de Grãos de Soja

Testes de correlação entre os resultados obtidos junto aos vários métodos químicos de avaliação de qualidade protéica de

Tab. 15 - Representação dos Testes Estatísticos de Média Referente ao Efeito da Variedade sobre a Atividade de Inibidores de Tripsina na Farinha de Soja Integral Crua

Variedade	Atividade Inibidora de Tripsina (UTI/mg prot.)
IAC-11	159,2
IAC-Santa Maria-702	149,7
Mineira	136,2
IAC-73-228	134,3
IAC-8 Preta	131,3
IAC-7	127,9
IAC-1	121,3
IAC-5	116,8
Paraná	110,0
Santa Maria	105,2
NC-55-Jaboticabal	102,9
IAC-2	80,1

Nota: Os valores contidos sob uma mesma barra (|—|), não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância

grãos, de doze variedades de soja, quais sejam: digestibilidade protéica "in vitro", metionina total, teor de metionina liberado por hidrólise enzimática "in vitro", teor de metionina disponível e atividade dos inibidores de tripsina (Quadros 25 e 26 anexos), identificaram a existência de correlação linear significativa, apenas entre digestibilidade protéica "in vitro" e teor de metionina liberada por hidrólise enzimática "in vitro" ($r=0,7074$). Essa correlação foi significativa ao nível de 0,1% de significância. Entre os demais parâmetros químicos de avaliação de qualidade, os resultados não revelaram haver correlações lineares significativas.

4.5 Efeito do Tempo e Condições de Armazenamento, sobre Alguns Parâmetros Químicos de Caracterização da Semente de Soja

4.5.1 Efeito do Armazenamento sobre o Teor de Umidade de Equilíbrio

As Figuras 10 e 11, mostram que o efeito do tempo sobre o teor de umidade de equilíbrio das sementes das variedades Mineira e IAC-73-228, não é significativo para a maior parte das condições de armazenamento empregadas neste estudo. Excetua-se a condição de 30°C - 75% U.R. para a qual os resultados indicaram que, em ambas as variedades, ocorreu aumento sensível do teor de umidade de equilíbrio dos grãos em seis meses de estocagem.

Ao final de seis meses de acondicionamento, a 30°C - 75% U.R., os grãos da variedade Mineira, atingiram 14,8% de umidade de equilíbrio (b.s.) e os da variedade IAC-73-228, 15,0% (b.s.). Para essas sementes, após seis meses de armazenamento, verificou-se a ocorrência de fungos, acompanhada por mudança na coloração da casca, que de amarelo pálido, passou a amarelo escuro. O desenvolvimento de fungos nas sementes armazenadas a 30°C - 75% U.R., determinou o descarte das mesmas, com a interrupção das análises para essa condição de estocagem.

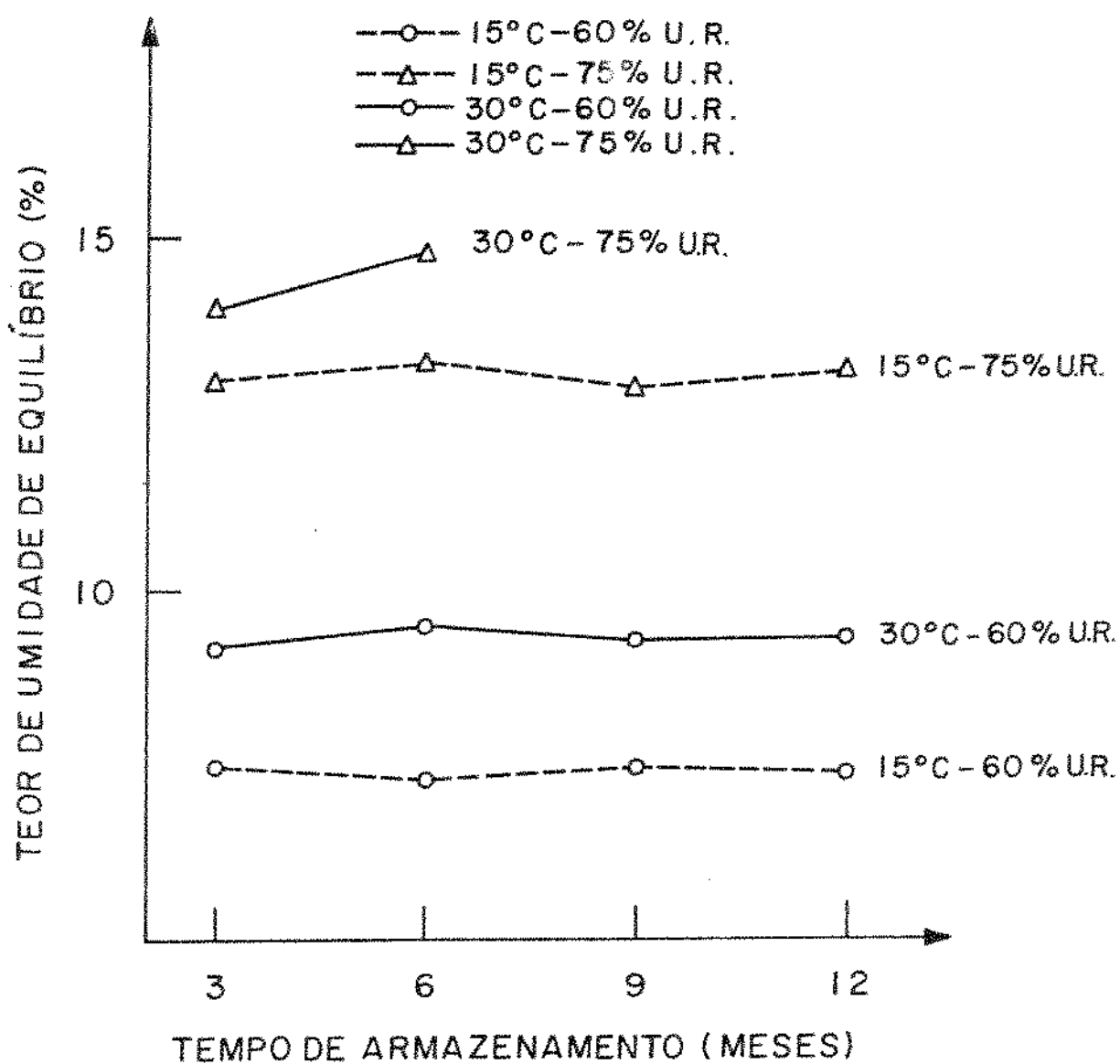


FIG. 10-EFEITO DO TEMPO E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE O TEOR DE UMIDADE DE EQUILÍBRIO (% bs) DE SEMENTE DE SOJA VARIEDADE MINEIRA.

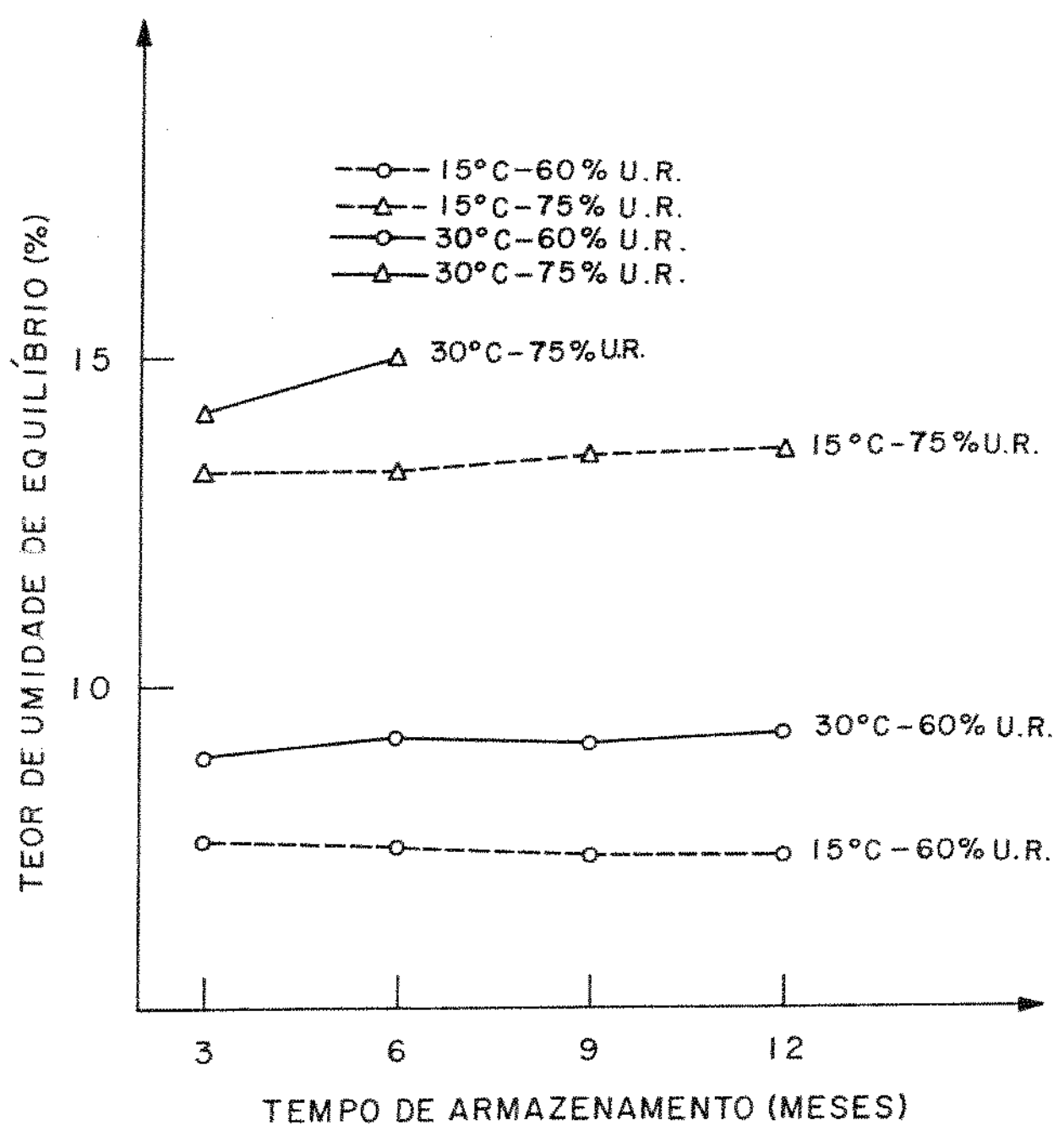


FIG. II- EFEITO DO TEMPO E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE O TEOR DE UMIDADE DE EQUILÍBRIO (%bs) DE SEMENTE DE SOJA DA VARIEDADE IAC-73-228.

4.5.2 Efeito do Armazenamento sobre a Digestibilidade Protéica "In vitro"

Os resultados do estudo sobre o efeito do tempo e condições de armazenamento sobre a digestibilidade "in vitro" das proteínas das variedades de soja Mineira e IAC-73-228, foram submetidos a uma análise de correlação, a qual não demonstrou a existência de correlação linear significativa, entre tempo de armazenamento e digestibilidade protéica "in vitro" para cada uma das condições de armazenamento e variedades estudadas.

Os resultados apresentados nas Figuras 12 e 13, indicam duas mudanças significativas da digestibilidade protéica em função do tempo de armazenamento

A primeira, se refere ao aumento da digestibilidade, durante os três primeiros meses de estocagem nas condições de 15°C - 60% U.R.; 15°C - 75% U.R. e 30°C - 60% U.R.. De um modo geral, nesta etapa de estudo, a digestibilidade protéica aumentou para cada uma das variedades, em função da condição de armazenamento.

A segunda mudança, refere-se à digestibilidade protéica dos grãos condicionados a 30°C - 75% U.R., a qual sofreu marcante redução, durante os seis primeiros meses de armazenamento, após os quais as determinações analíticas foram interrompidas, dado que ocorreu desenvolvimento de fungos nas sementes, de ambas as variedades.

De um modo geral, após os três primeiros meses, não houve alteração da digestibilidade protéica das sementes estocadas nas condições de 15°C - 60% U.R. para ambas as variedades, enquanto que os grãos armazenados a 15°C - 75% U.R. e 30°C - 60% U.R., apresentaram uma pequena redução na digestibilidade (Figs. 12 e 13).

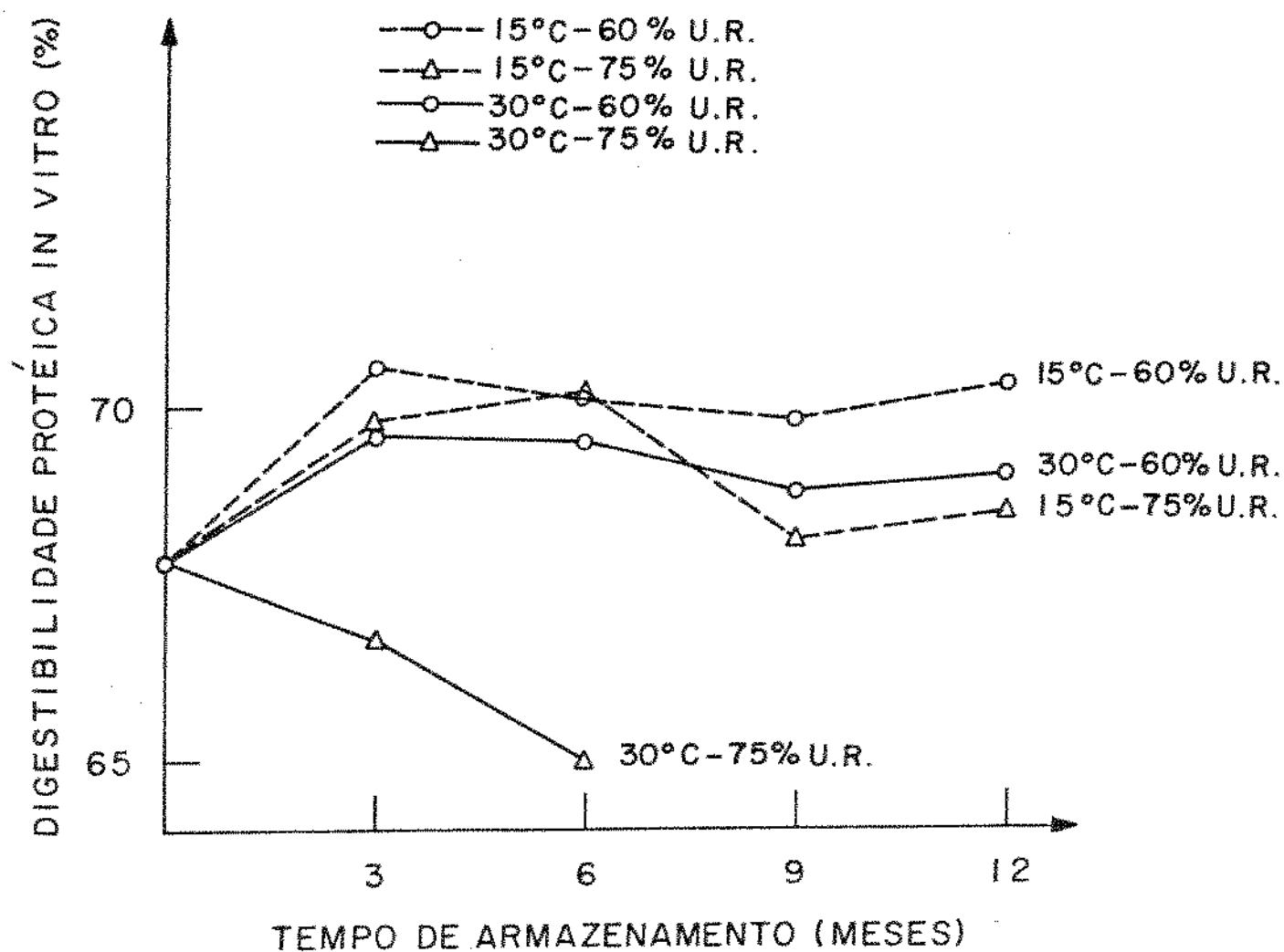


FIG.12- EFEITO DO TEMPO E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE A DIGESTIBILIDADE PROTÉICA IN VITRO (%) DE SEMENTE DE SOJA DA VARIEDADE MINEIRA.

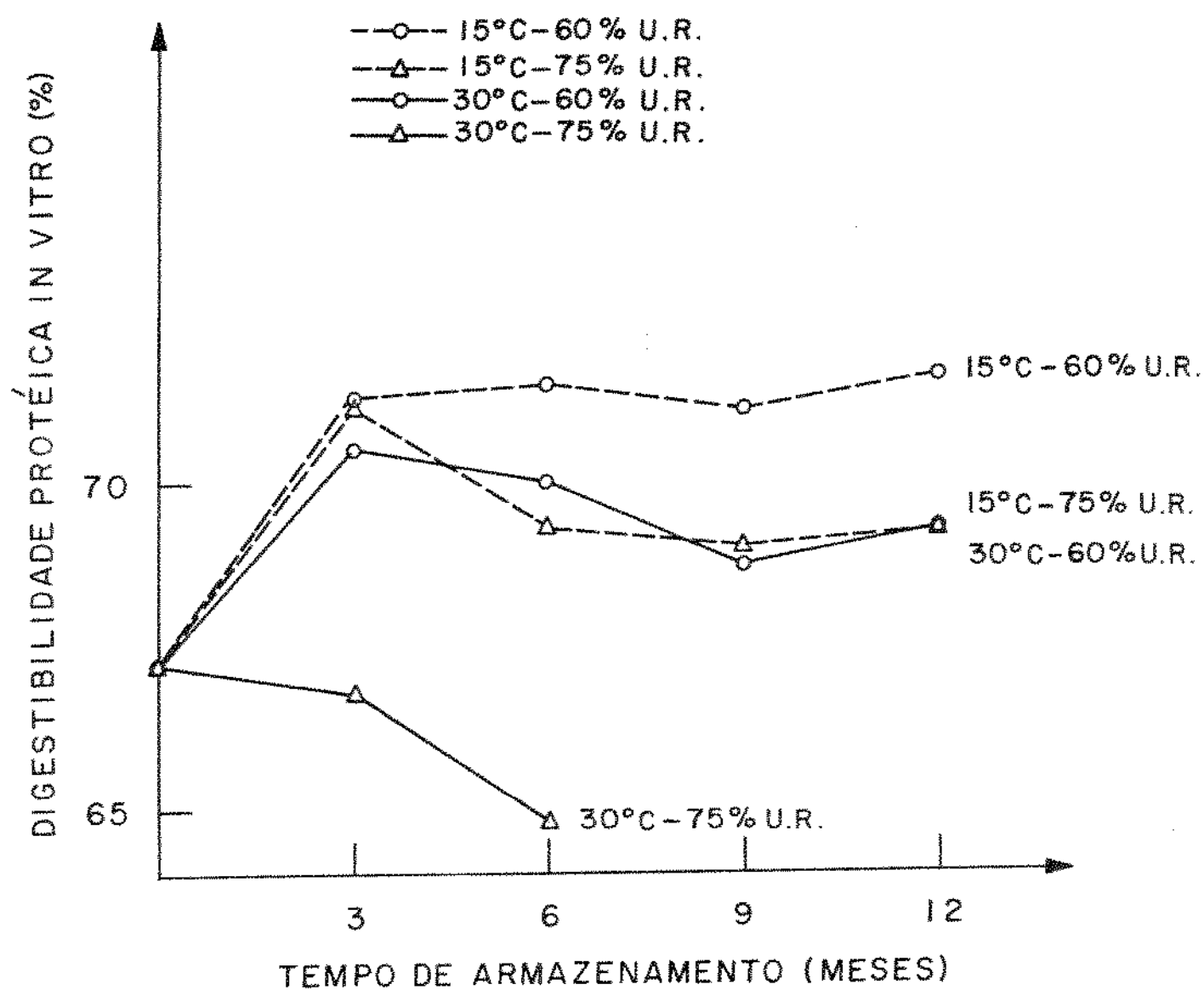


FIG. 13- EFEITO DO TEMPO E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE A DIGESTIBILIDADE PROTÉICA IN VITRO (%) DE SEMENTE DE SOJA DA VARIEDADE IAC-73-228.

4.5.3 Efeito do Armazenamento sobre a Metionina Disponível

Com relação ao efeito do tempo e condições de armazenamento sobre o teor de metionina disponível em grãos de soja, a observação dos resultados expostos graficamente nas figuras 14 e 15 demonstraram que para ambas as variedades estudadas, sob todas as condições de armazenamento, o teor de metionina disponível de cresceu em função do tempo, comparativamente aos valores iniciais. Entretanto, hidrólise ácida de todas as amostras não mostraram perda significativa de metionina total das sementes.

Análises de correlação entre teor de metionina disponível (expresso em g met./100 g proteína) e tempo de armazenamento, para cada uma das condições de estocagem, revelaram existir correlação linear significativa entre esses dois parâmetros ao nível de 5% de significância, para a variedade Mineira submetida à condição de armazenamento de 15°C - 75% U.R. e para a variedade IAC-73-228 condicionada a 15°C - 75% U.R. e 25°C - 75% U.R..

A estocagem dos grãos a 30°C - 75% U.R. provocou uma que da marcante no teor de metionina disponível em ambas as variedades estudadas durante os seis primeiros meses de armazenamento, após os quais, as análises foram interrompidas devido ao desenvolvimento de fungos nas sementes armazenadas.

Na condição de armazenamento de 15°C - 60% U.R., ambas as variedades apresentaram, aos 3 meses de estocagem, elevação marcante nos índices de metionina disponível, que posteriormente, foram gradativamente caindo até os doze meses de armazenamento.

4.5.4 Efeito do Armazenamento sobre os Inibidores de Tripsina

Os resultados do estudo acerca do efeito do tempo e condições de armazenamento sobre a atividade do inibidor de tripsi-

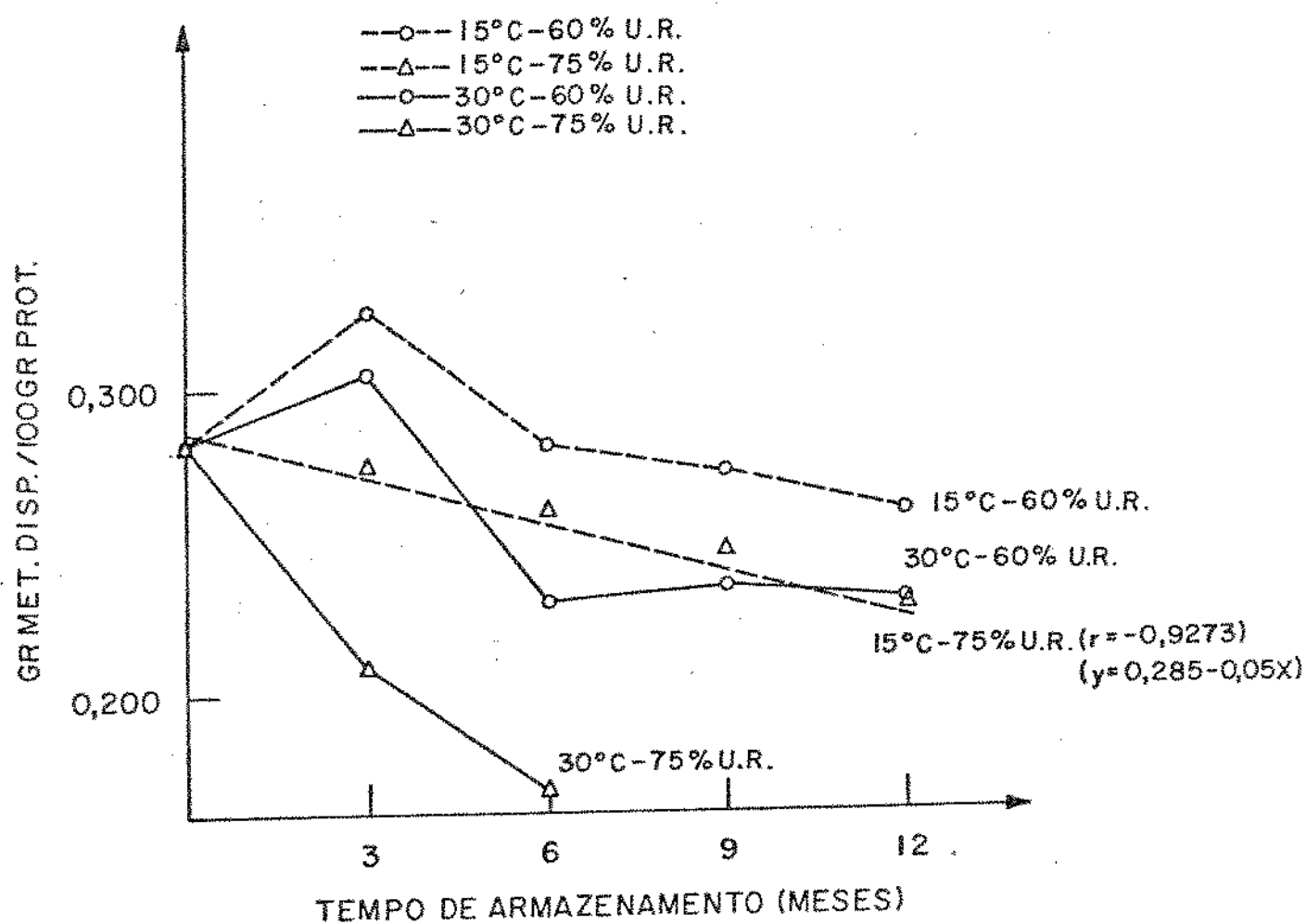


FIG.14 - EFEITO DO TEMPO E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE A METIONINA DISPONÍVEL (gr/100 gr prot.) EM SEMENTE DE SOJA DE VARIEDADE MINEIRA.

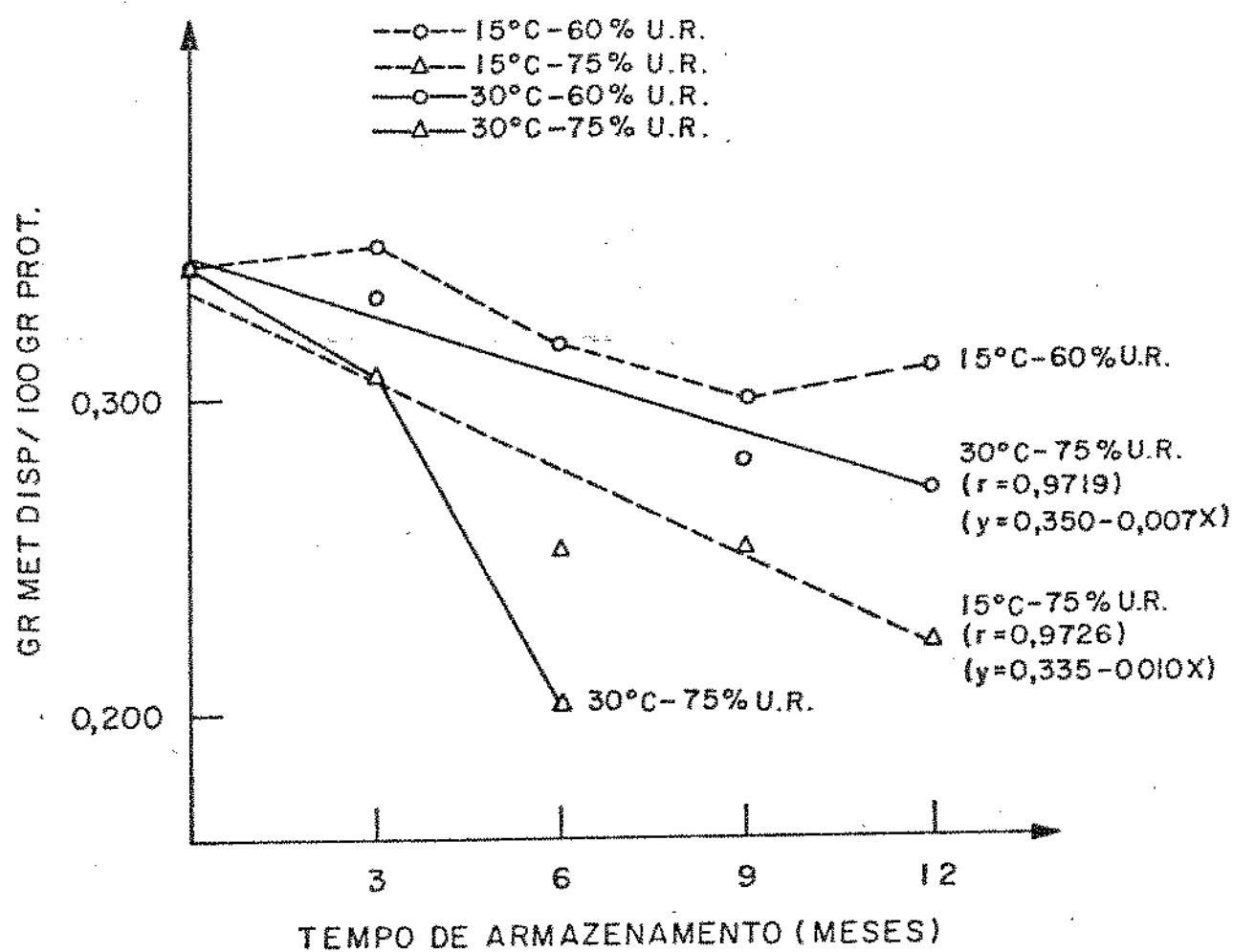


FIG. 15 - EFEITO DO TEMPO E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE A METIONINA DISPONÍVEL (gr/100gr prot.) EM SEMENTE DE SOJA DE VARIEDADE IAC-73-228.

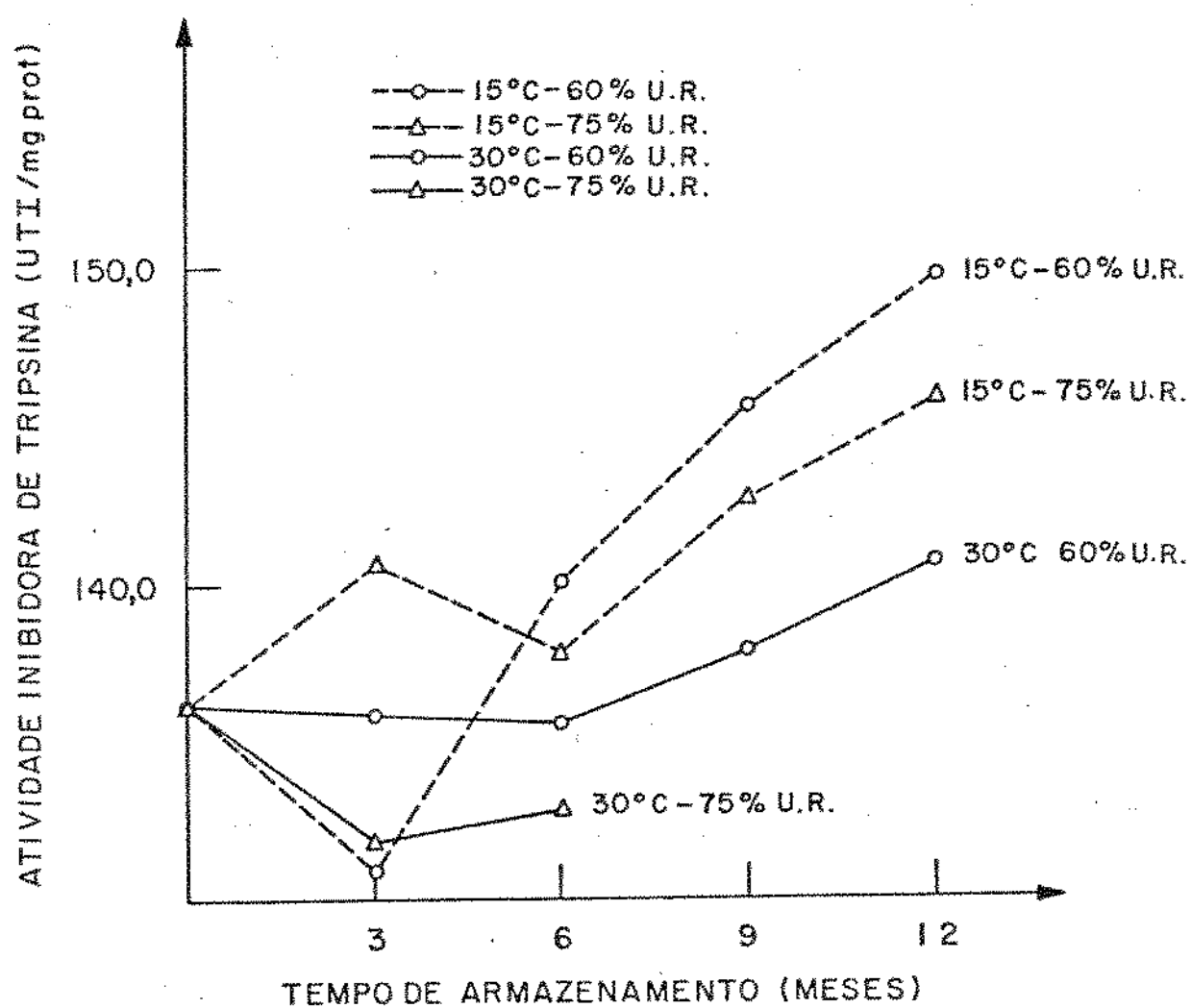


FIG.16 - EFEITO DO TEMPO E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE A ATIVIDADE INIBIDORA DE TRIPSINA (UTI/mg prot.) EM SEMENTE DE SOJA DA VARIEDADE IAC-73-228.

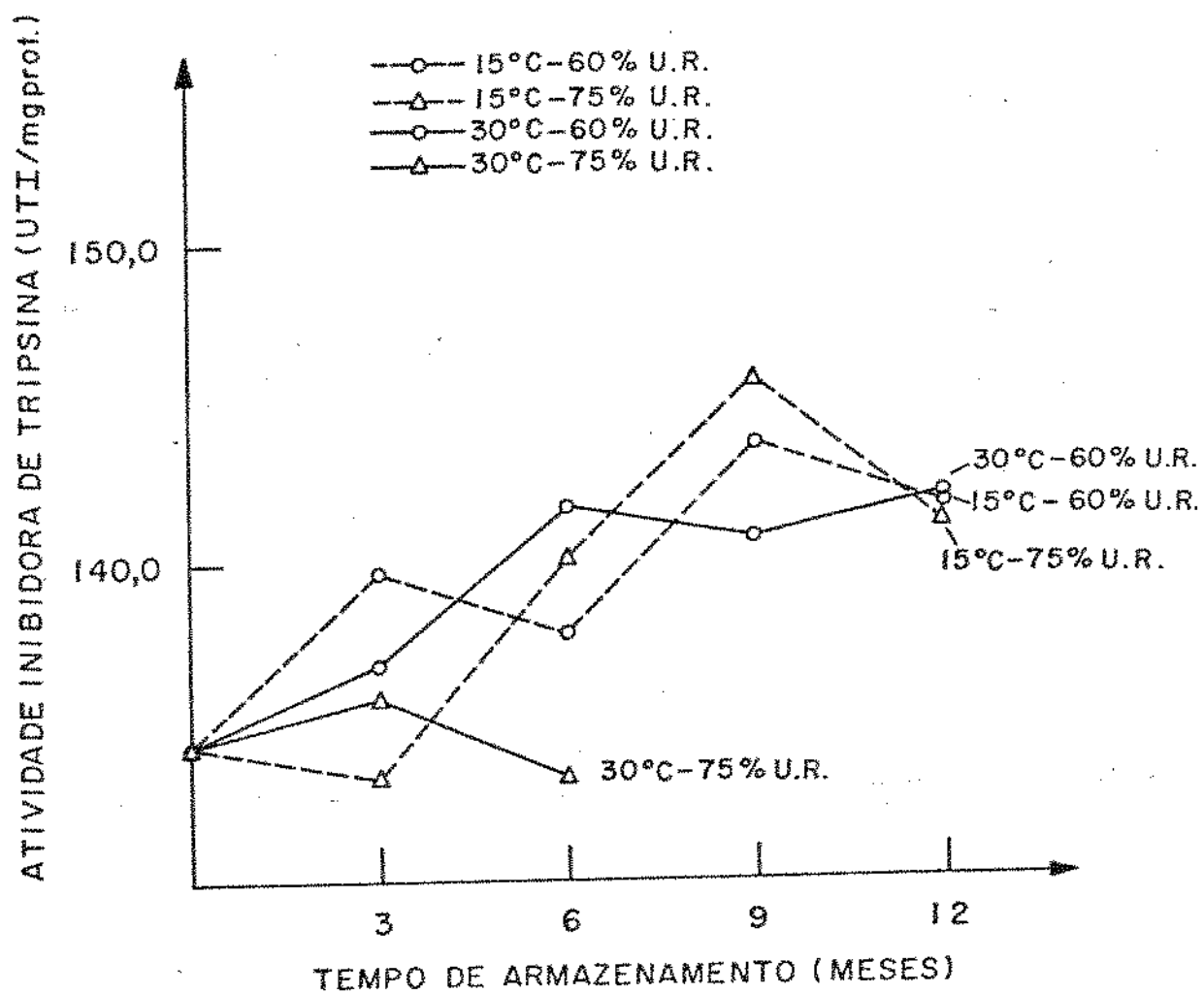


FIG.17- EFEITO DO TEMPO E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE A ATIVIDADE INIBIDORA DE TRIPSINA (UTI/mg prot.) EM SEMENTES DE SOJA DA VARIEDADE MINEIRA

os quais encontram-se representados nas Figuras 16 e 17, não indicaram haver correlação entre atividade inibidora de tripsina e tempo de armazenamento, para qualquer uma das condições de estocagem analisadas. Entretanto, pode-se observar que, após seis meses de estocagem, a atividade do inibidor de tripsina aumentou nas sementes armazenadas a 15°C - 60% U.R., 30°C - 60% U.R. e 15°C - 75% U.R. A 30°C-75%U.R, a atividade inibidora de tripsina diminuiu durante os seis primeiros meses de estocagem, após os quais, o estudo foi interrompido, em razão de desenvolvimento de fungos nos grãos.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Características Físicas e Sensoriais

Do ponto de vista agrônomo, a qualidade da semente de soja é o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam sua capacidade de originar plantas de alta produtividade (POPINIGS, 1975).

No entanto, ao se avaliar a qualidade desejável em grãos de soja que se destinam a consumo humano direto, ou à manufatura de alimentos de consumo direto: atributos físicos e culinários como tamanho das sementes, capacidade de hidratação/relação de hidratação e tempo de cocção; atributos sensoriais como aparência, textura e palatibilidade; atributos nutricionais como teor de proteína, digestibilidade protéica, teor de metionina; estabilidade à estocagem, dentre outros atributos, passam a ser referenciados como de grande importância (MIYASAKA & ARAUJO, 1973; WOODRUFF & KLAAS, 1938 e STANLEY & AGUILLERA, 1985).

No que se refere à qualidade de grãos de soja enquanto semente, tem-se comprovadamente que sementes de menor tamanho, dentro de um mesmo lote, apresentam qualidade inferior à média do lote (WETZEL, 1981). Para a utilização dos grãos como alimento humano, o mercado importador japonês, dá preferência a grãos de maior tamanho (MIYASAKA & ARAUJO, 1973; WATANABE & KISHI, 1984). Não há, entretanto, uma base científica que justifique a preferência do mercado japonês de alimentos derivados de soja por grãos de maior tamanho, mas de qualquer forma, em função dessa preferência, pesquisadores nacionais e internacionais utilizam, na caracterização de grãos de soja destinados ao consumo humano, parâmetros indicativos do tamanho da semente, como por exemplo, o peso médio de 100 grãos, como atributo de qualidade.

No Brasil, TURATTI et alii, 1984, utilizaram o peso médio de 100 grãos para caracterização física de onze variedades nacionais de soja e obtiveram resultados muito semelhantes ao que encontramos no presente estudo (Tab.1). Esses pesquisadores encontraram para o peso médio de 100 grãos, variação significativa ao nível de 5% de significância, tanto em função da cultivar para cada uma das quatro localidades de plantio por elas utilizadas, como em função da localidade de cultivo para cada cultivar empregada. Dentre as localidades estudadas, Campinas destacou-se com os valores mais altos. Os pesos médios variaram entre 10,17 e 19,43 g/100 grãos, valores muito semelhantes aos que encontramos. Para as variedades Paranã e IAC-2, TURATTI et alii, 1984, reportaram valores que se situaram entre 12,57 e 16,53 g/100 grãos para a primeira variedade e 11,39 e 17,20 g/100 grãos para a segunda, resultados que tivemos a oportunidade de confirmar. Para as variedades estudadas por LAM-SANCHES et alii, 1981, os valores variaram entre 8,2 e 14,3 g/100 grãos. Das onze variedades por eles estudadas, apenas uma, a NC-55-Jaboticabal era comum ao nosso estudo e, para essa variedade, eles encontraram o valor de 9,8 g/100 grãos, enquanto nossos resultados indicaram 12,21 g/100 grãos.

A nível internacional, o tamanho das sementes de soja desenvolvidas e comercializadas para o mercado de alimentos de consumo humano direto é bem superior ao das variedades brasileiras.

No Japão, semente de soja pesando entre 30 e 40 g/100 grãos são classificadas como grandes e, semente com peso inferior a 12,0 g/100 grãos como pequenas. As sojas domésticas japonesas são geralmente grandes (WATANABE & KISHI, 1984).

TAIRA et alii, 1979, avaliaram o peso médio de 100 grãos de 29 diferentes variedades orientais de soja em função da localidade de plantio, que se deu em diversas regiões do Japão, Coréia, Estados Unidos da América, China, Europa e Ásia. Mais uma vez, esses pesquisadores verificaram que o tamanho do grão de soja é função tanto da variedade da semente como da localidade de plantio. A Coréia apresentou o melhor desempenho, com média de 23,4 g/100 grãos, seguido do Japão, com valor médio de 21,2 g/100 grãos; Europa com 18,4 g/100 grãos e Estados Unidos da América com 15,8 g/100 grãos. Variedades norte-americanas, desenvolvidas especificamente para plantio em algumas regiões dos Estados Unidos, alcançam o peso de 21,2 a 31,9 g/100 grãos (SMITH & CIRCLE, 1972A).

Desta forma, nossos resultados, que ratificam aqueles reportados por outros pesquisadores nacionais, demonstraram que com relação ao tamanho de semente de soja, nossas melhores variedades encontram-se abaixo da média alcançada em outros países produtores, por variedades especificamente desenvolvidas em função da região de cultivo.

O processo de embebição é uma das mais tradicionais e importantes etapas na preparação de grãos de soja com vistas à alimentação humana, por favorecerem aspectos culinários, tecnológicos, sensoriais e nutricionais dos grãos e produtos derivados (LO - YAU - LAI et alii, 1968; WANG et alii, 1979; QUAST & SILVA, 1977; JACKSON & VARRIANO - MARSTON, 1981; WATANABE & KISHI, 1984).

Embora a relação exata entre a taxa de absorção de água e todos os parâmetros tecnológicos/culinários, sensoriais e nutricionais ainda não esteja suficientemente clara, objetivando a redução do tempo de processamento na industrialização, é desejável que o grão apresente alta velocidade de absorção de água, de forma a reduzir o tempo de embebição.

Para a produção de grande parte dos produtos típi

cos de soja, os grãos devem absorver 1,2 vezes seu peso em água, o que significa uma relação de hidratação de 2,2. Reporta - se também que, embora o aumento da temperatura da água de embebição favoreça a velocidade de absorção de água pelos grãos legumino - sos, essa prática é indesejável, uma vez que ela promove reação de Maillard, escurecendo o grão e produtos derivados. (WATANABE & KISHI, 1984).

Assim, sob esses aspectos da qualidade tecnológica de grãos de soja, as variedades IAC-73-228 e Mineira, (Tab. 3) por apresentarem grande capacidade de absorção de água, expressa pela relação de hidratação, além de possuírem tempo de hidratação muito convenientes aos processamentos utilizados na indústria de alimentos típicos de soja, (Tab. 4) destacam-se do grupo de variedades estudadas, como as mais adequadas. Por outro lado, as demais variedades de casca amarela, quais sejam, IAC-7, IAC-11, IAC-2, IAC-5 e Paranã, apresentam também tempo de hidratação e relação de hidratação compatíveis com aqueles requeridos pelos processos de industrializações de alimentos derivados de soja. O mesmo não acontece com as variedades de casca negra, cujos índices de relação de hidratação demonstram estar abaixo dos desejáveis, além de possuírem tempo de hidratação bastante inconvenientes à indústria de alimentos típicos derivados de soja.

LAM-SANCHES et alii, 1981, encontraram resultados bem semelhantes aos nossos em seus estudos acerca das características de hidratação de variedades coloridas de soja. Para as variedades de casca negra, os tempos de hidratação variaram entre 5 e 7 horas, e a relação de hidratação entre 2,14 e 2,19; enquan

to a variedade de casca amarela, Santa Rosa, apresentou tempo de hidratação igual a 2,28. Variedades de soja americanas e japonesas, em média dobram seu peso entre 2 e 3 horas de embebição. (SMITH & NASH, 1961), PERRY et alii, 1976, reportaram índices de relação de hidratação que variaram entre 2,10 e 2,18 para quatro diferentes variedades de soja americanas, e verificaram que esse parâmetro era função da variedade do grão.

Além de apresentarem características de hidratação muito satisfatória, as variedades nacionais utilizadas em nosso estudo, demonstraram possuir bastante estabilidade ao armazenamento dado que as curvas características de hidratação das variedades estudadas, não sofreram alteração significativa com relação ao tempo de armazenamento, mesmo se considerando as diferenças entre os teores de unidade entre a primeira e última caracterização. TAIRA et alii, 1977, reportaram resultados semelhantes em grãos de soja armazenados por oito meses à temperatura de 30°C.

Assim sendo, face aos resultados obtidos nesse estudo e aos dados disponíveis na literatura científica, podemos considerar que as variedades de soja brasileiras, que apresentam casca amarela, possuem características de hidratação bastante semelhantes às variedades de outros países e satisfazem plenamente às exigências internacionais do mercado, com relação à indústria de alimentos típicos de soja. Já as variedades de casca negra, possuem características de hidratação desfavoráveis aos processos tecnológicos. Pela análise das curvas características de hidratação e das velocidades de absorção de água (Figs. 8 e 9, Tab.3) verifica-se que tanto na lag-fase como na fase linear, essas va-

riedades apresentam taxas inferiores àquelas verificadas para as variedades de casca amarela.

Embebição é processo complexo de difusividade e de ganho de água, onde duas resistências distintas se contrapõem à difusão, quais sejam, a casca da semente e o cotilédone. (QUAST & SILVA, 1977, ARECHAVALETTA - MEDINA & SNYDER, 1981).

Em nosso estudo, uma vez que as variedades de casca negra apresentaram baixas taxas de absorção de água, notadamente durante a lag-fase e fase linear, poderíamos supor que esse fenômeno estaria ocorrendo em função de uma maior resistência oferecida pelo tegumento das variedades de casca negra, com relação àquelas de casca amarela. Nossa hipótese é que essa diferença poderia se dar tanto em função da composição química dos tegumentos, como em função de sua estrutura física, como espessura. Corroborando parcialmente com nossa hipótese, SEFA-DEDEH & STANLEY, 1979, verificaram que, em feijões, durante a lag-fase do processo de embebição, a espessura da casca é responsável por 40% da variação na capacidade de absorção de água, e, na fase linear, cerca de 85% dessa variação pode ser explicada pelo tamanho do hilo.

Se os efeitos do armazenamento sobre as características de hidratação da soja não são muito significativos, o desenvolvimento da dureza em grãos de soja, expresso pelo aumento do tempo de cocção com o tempo de estocagem, é um fenômeno drástico, comum a todos os grãos leguminosos e que produz consequências econômicas e nutricionais adversas para vários países do terceiro

mundo. O Panamá por exemplo, em 1977, sofreu perdas da ordem de 12 milhões de dólares em função da dureza relativa desenvolvida por grãos leguminosos. Fazendeiros da Guatemala, respondendo a uma pesquisa, revelaram que, em 1983, das perdas sofridas com grãos leguminosos, 10,9% deveram-se ao processo de endurecimento dos grãos (STANLEY & AGUILLERA, 1985).

Estudando o desenvolvimento de dureza relativa em grãos estocados a 12% de umidade e 25°C, durante um período de 10 meses, AGUILLERA & STANLEY, 1985, sugeriram que esse fenômeno poderia ser expresso tanto por uma equação de ordem zero, como sugeriu BURR et alii, 1968, como por uma equação de primeira ordem. Dessa forma, eles predisseram que, após 10 meses de estocagem sob condições brandas, os feijões requereriam 60% a mais de tempo de cocção para amaciarem e aproximadamente igual quantidade de combustível suplementar. Sob condições severas, eles acreditam que o endurecimento torna-se incontrolável.

Sob esse aspecto, as variedades Mineira e Paraná destacam-se do grupo das variedades por nós estudadas, em função de terem apresentado excelente estabilidade com relação ao tempo da cocção, durante os doze meses de estocagem sob condições ambientais (Tab. 5). Assim, pudemos verificar que é mais significativo o grão apresentar tempo de cocção estável no armazenamento, que baixo tempo de cocção na caracterização inicial.

Por outro lado, em função da baixa estabilidade do tempo de cocção durante o armazenamento, e pelo fato de que, grande parte dos pesquisadores que caracterizam grãos leguminosos com

relação a tempo de cocção, não reportam o tempo e condições de estocagem dos referidos grãos, torna-se difícil conseguir qualquer efeito comparativo interlaboratorial de resultados. Entretanto, no Brasil, TURATTI et alii, 1984, trabalhando com diferentes variedades de soja, cultivadas em diferentes regiões geográficas do país, determinaram o tempo de cocção para cada cultivar em cada localidade e, após analisarem estatisticamente os resultados, concluíram que os grãos das diversas cultivares apresentaram variações significativas de tempo de cozimento para cada localidade, e também, entre localidades de cultivo. O método de determinação do tempo de cozimento utilizado por esses pesquisadores foi o mesmo que utilizamos no presente estudo, e os grãos utilizados nesse ensaio apresentaram tempos de armazenamento inferiores a seis meses. Os tempos de cocção das diversas variedades por eles estudadas, variaram entre 56 e 290 minutos e destas, a variedade IAC-2 foi a que apresentou menor tempo de cocção, independente da localidade de cultivo. Em nossos estudos, essa variedade apresentou na caracterização inicial e final, respectivamente o primeiro e terceiro menor tempo de cocção, resultado muito semelhante ao obtido por TURATTI et alii, 1984.

Embora não especificassem nem o tempo, nem as condições de armazenamento, LAM-SANCHES et alii, 1981, determinaram o tempo de cocção de variedades de soja de tegumentos coloridos, comparando-os a uma variedade testemunha de casca amarela, a variedade Santa Rosa. Eles utilizaram a mesma metodologia por nós empregada no presente estudo e encontraram tempos de cocção que variaram entre 51,5 e 122 minutos, faixa de valores próximos aos nossos resultados, relativos aos grãos armazenados por doze meses sob con-

dições ambientais.

Tanto na caracterização inicial, como na caracterização final dos grãos estudados, as variedades de casca negra, apresentaram de um modo geral, tempos de cocção inferiores às variedades de casca amarela, com exceção às variedades Paraná e Mineira, na caracterização final (Tab. 5). Por outro lado, as variedades de casca negra, apresentaram índices de relação de hidratação e relação de hidratação após cocção, inferiores às variedades de casca amarela (Tab. 4 e 6), o que é confirmado por LAM-SANCHES et alii, 1981.

PERRY et alii, 1976, encontraram variação significativa a 1% de significância do tempo de cocção com relação à variedade de soja, reportando valores que variaram entre 80 e 125 minutos, não especificando porém o tempo e condições de armazenamento dos grãos por eles utilizados. GANDHI et alii, 1984, investigaram o tempo de cocção de 11 variedades de soja indianas, cultivadas na Índia e verificaram que o tempo variava em função da variedade da semente, situando-se numa faixa entre 140 e 318 minutos. Eles também não referenciaram nem o tempo nem as condições de armazenamento dos grãos.

De qualquer forma, com relação a tempo de cocção de soja, a despeito de toda a problemática em se comparar resultados interlaboratoriais, nossos dados, confirmam que esse parâmetro varia grandemente em função da variedade da semente e ratificam a recomendação de que, existe no Brasil, necessidade de se desenvolverem novas variedades que sejam adaptadas a regiões

específicas de cultivo, e que atendam às necessidades tecnológicas das indústrias de alimentos típicos derivados de soja.

A presença de odores e sabores desagradáveis em grãos de soja e produtos derivados, pode ocorrer tanto em função da ação de enzimas sobre componentes lipídicos dos grãos, como também, pela presença, originalmente nas sementes, de substâncias como n- hexanal, n- hexanol dentre outros, que conferem a soja e produtos derivados, odores e sabores desagradáveis (FUJIMAK et alii, 1972; ARAI et alii, 1970; WATANABE & KISHI, 1984). Assim, espera-se que o sabor da soja e produtos derivados, seja função da variedade das sementes, tanto porque depende dos compostos odoríferos presentes originalmente nos grãos, como devido ao grau de estabilidade das sementes à estocagem. WOODRUFF & KLAAS, 1938, com o objetivo de formar um banco de dados para auxiliar o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético destinado a obter variedades de soja viáveis ao consumo humano, testaram 466 variedades norte-americanas, utilizando testes sensoriais para julgar a palatibilidade dos grãos.

Ao final dos testes, esses pesquisadores selecionaram seis variedades muito boas, 11 boas, 59 regulares, 259 fracas e 131 muito fracas.

No Brasil, estudos sobre as características organolépticas de sabor, de diferentes variedades de soja brasileiras, são bastante recentes e em pouca quantidade.

COSTA et alii, 1973, estudaram atributos sensoriais de sabor de farinhas produzidas a partir das principais variedades de soja procedentes do estado de São Paulo e selecionaram as variedades Davis, Santa Rosa e IAC-2 como as mais adequadas ao consumo humano. Em nossos estudos, entretanto, a variedade IAC-2

não se destacou com relação ao sabor, das demais variedades estudadas.

Ainda no Brasil, TURATTI et alii, 1979, realizaram estudos comparativos com relação a sabor, de 25 cultivares de soja, com objetivo de selecionar as melhores variedades para produção de extrato hidro-solúvel. Os resultados indicaram que duas linhagens, PL-1 e IAC-7 produziram leite de melhor sabor. Em nossos estudos, a variedade IAC-7 ocupou, quanto ao sabor, posição intermediária com relação às demais variedades, tanto na caracterização inicial, como após doze meses de armazenamento.

Trabalhando com dez variedades de soja nacionais, provenientes de seis localidades diferentes, DELLA MODESTA & GARRUTTI, 1982, verificaram que para a maioria das localidades estudadas, não se verificava a influência significativa da variedade sobre o sabor dos grãos de soja. Em apenas duas localidades, pode-se verificar o efeito da variedade sobre o sabor dos grãos, que foram avaliados por equipe sensorial treinada e servidos na forma cozida, sem adição de tempero. Duas variedades caracterizadas por esses pesquisadores, eram comuns aos nossos estudos: a variedade Paraná e a variedade IAC-2, que não diferiram entre si em nenhuma das localidades estudadas.

Nossos resultados (Tab. 7), apresentam em comum, com relação aos resultados obtidos pelos pesquisadores, anteriormente citados, o fato de que, com relação a sabor, as variações em função das variedades, são pequenas, embora elas existam. De um modo geral, entre 10 e 12 variedades caracterizadas com relação a sabor, chegam a destacar-se do grupo avaliado, em torno de duas variedades. Esses resultados, aparentemente, são até mais otimistas que aqueles obtidos por WOODRUFF & KLAAS, 1938, que de 466 variedades, conseguiram destacar entre muito boas, boas e regulares, apenas 76 variedades. Quanto ao efeito da estabilidade so

bre o sabor dos grãos, cabe-nos ainda destacar que, a despeito da pequena variação existente entre esse atributo sensorial, de um modo geral, as variedades negras, apresentaram melhores parâmetros de qualidade, que as variedades amarelas, ou seja, são aparentemente mais estáveis.

Finalmente, embora o efeito da variedade sobre o sabor não cause tanto impacto como outros parâmetros de qualidade, tais como tempo de cocção, relação de hidratação, etc., nossos estudos nos permitiram concluir que também é viável melhorar-se o sabor das sementes de soja, por meio de seleção e melhoramento genéticos.

Com relação à textura, uma vez que a soja é pouco consumida na forma de grãos cozidos, sendo mais consumida como produtos derivados, entre eles o tofu, natto, leite de soja, kinako dentre outros, no Japão, a textura dos grãos cozidos assume pouca ou nenhuma importância na qualidade dos mesmos. Contudo, alguns pesquisadores têm se interessado em avaliar o efeito da variedade sobre a textura da semente de soja.

No Brasil, objetivando conhecer a textura de cultivares de soja procedentes de seis estados brasileiros produtores de soja, DELLA MODESTA & GARRUTTI, 1982, avaliaram dez diferentes variedades. Os resultados indicaram que para os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, não houve diferença entre as variedades estudadas com relação à textura, que foi avaliada por testes sensoriais. As cultivares produzidas nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná, apresentaram diferença significativa, ao nível de 1% de significância, com relação à textura, destacando-se, na média, a variedade Santa Rosa e Paraná como as mais macias.

Os nossos resultados, obtidos logo após a colheita dos grãos, são muito semelhantes àqueles reportados acima, pois, na verdade, em nossos estudos, destacaram-se ao nível de 5% de significância, do grupo de variedades estudadas, apenas três variedades, quais sejam, Mineira e IAC-73-228 da variedade IAC - Santa Maria - 702 (Tab. 8). Entretanto, após doze meses de armazenamento, as diferenças de textura em função da variedade do grão aumentaram, confirmando que a estabilidade de sementes de soja com relação à textura é pequena. Destaca-se ainda o fato de que, de um modo geral, as variedades de casca negra apresentaram menores valores de textura, ou seja, foram consideradas menos macias.

Assim, a despeito da textura dos grãos de soja ser de pouca importância como um atributo de qualidade, nossos resultados indicam que é possível, em função da variedade, buscar o desenvolvimento de variedade de melhor textura.

5.2 Características Químicas e Nutricionais

No Brasil, devido ao fato da soja se destinar prioritariamente à indústria de óleo e farelo, os trabalhos científicos realizados, com vistas ao melhoramento genético dessa leguminosa, caracterizam principalmente o conteúdo protéico e o extrato etéreo. SILVA, 1970 e FONTES et alii, 1974, reportaram para 21 variedades de soja cultivadas em Minas Gerais, nos anos agrícolas de 1966 - 1967 e 1972 - 1973, respectivamente, teores protéicos situados entre 38,2 e 44,8%. Mais recentemente, TANGO et alii, 1981; LAM - SANCHES et alii, 1981; PORTELA, 1982 e TURATTI et alii, 1979 reportaram para variedades nacionais cultivadas em várias regiões brasileiras, teores proteicos e conteúdo em extrato etéreo que em média variaram entre 33 a 46% e 13,6 e 25,9%, respectivamente, em função, tanto da variedade como da localidade de plantio. Dados acerca de variedades de soja norte-americanas re

velam conteúdos protéicos entre 36,6 e 41,8% e extrato etéreo variando entre 18,3 e 22,5% (SMITH & CIRCLE, 1972). Variedades orientais cultivadas em regiões do Japão, Coréia, Ásia, Europa e Estados Unidos da América, apresentam conteúdos protéicos variando entre 35,98 a 41,67% (TAIRA et alii, 1977).

Assim, com relação a esses dois parâmetros de qualidade de grãos de soja, as variedades por nós estudadas situam-se dentro dos valores médios encontrados nas variedades nacionais e internacionais (Tab. 10). Entretanto, dada a ampla faixa de variação de conteúdo protéico e extrato etéreo existente como função da variedade, e considerando-se que algumas variedades norte-americanas apresentam até 50% de proteína (SMITH & CIRCLE, 1972), demonstra-se ser viável, alcançarmos através de um programa de melhoramento genético, maiores níveis de proteína e extrato etéreo nas variedades nacionais.

Visto que o conteúdo protéico "per se" não reflete uma maior ou menor utilização da proteína pelo organismo humano, é necessário utilizar-se um parâmetro que avalie a qualidade da proteína. No presente estudo, utilizamos a digestibilidade protéica como um dos parâmetros nutricionais para triagem das diferentes variedades de soja.

Valores de digestibilidade verdadeira determinados por ensaios biológicos com ratos, situam-se entre 75 e 89% para grãos maduros de soja crua e entre 83 e 94% para grãos maduros autoclavados (LIENER, 1972). Mais recentemente, HAFEZ et alii, 1985, trabalhando com grãos de soja maduros crus e tratados termicamente com microondas, reportaram valores de digestibilidade verdadeira entre 70,9 e 75,0% para os grãos crus e 84 e 88% para os grãos que sofreram tratamento térmico. WOLZAK et alii, 1981, utilizando um método multienzimático contendo tripsina, quimotripsina e

peptidases, determinaram a digestibilidade "in vitro" de grãos de soja autoclavados e encontraram valores que se situaram entre 78,0 e 80,5%, os quais se revelaram muito próximos à digestibilidade aparente determinada por ensaio biológico com ratos, cujo valor foi de 80,5%. Assim, utilizando métodos biológicos e técnicas de digestibilidade "in vitro", vários cientistas têm reportado aumento do valor nutritivo da proteína de soja em função do tratamento térmico, bem como diferenças nutricionais em grãos de soja como função da variedade (AKESON & STAHMANN, 1964; SHEFFNER, 1967; ORF & HYMOWITZ, 1979; 1979A; HUNG et alii, 1984; 1984A).

A metodologia de determinação de digestibilidade proteica empregada no presente estudo, revelou resultados que se mostraram bastante próximos àqueles apresentados anteriormente, tanto no que se refere aos grãos crus como no que se refere aos grãos autoclavados, mostrando-se eficiente para detectar tanto diferença entre variedades como o aumento da digestibilidade com o tratamento térmico (Tab. 11). Desta forma, acreditamos que a utilização da metodologia de AKESON & STAHMANN, 1964, modificada por GALLEAZZI, 1981; para estimar digestibilidade proteica, pode ser considerada de grande valia como metodologia a ser utilizada na triagem de grande número de amostras, tanto por sua simplicidade como pela reproducibilidade e compatibilidade dos resultados por ela oferecidos com aqueles reportados por ensaios "in vivo" e outras metodologias "in vitro".

Por outro lado, embora a maior parte das variedades de soja caracterizadas em nosso estudo não apresentassem grandes variações com relação à digestibilidade proteica dos grãos crus e autoclavados, duas variedades distinguíram-se do grupo: a variedade IAC-2 por apresentar valores altos de digestibilidade para o material cru e autoclavado, e a variedade IAC-11 por apresentar

os menores valores. Essas duas variedades demonstram que é possível, através de um programa de melhoramento genético, aumentar os índices de digestibilidade protéica das variedades nacionais de soja.

Uma vez que o teor de proteína na semente e a digestibilidade dessa proteína não refletem necessariamente uma maior ou menor disponibilidade de seu aminoácido limitante, buscamos, nos ensaios químicos, que supostamente estimam o teor de metionina disponível, um parâmetro de avaliação do valor nutricional da proteína de cada variedade estudada.

A nível de melhoramento genético, quando o objetivo é desenvolver-se novas variedades, com maior teor de metionina, três parâmetros parecem ser de igual importância: o teor de metionina e sulfóxido de metionina presentes na proteína, a porcentagem de liberação desse aminoácido por hidrólise enzimática e a disponibilidade dos aminoácidos liberados, sendo este último parâmetro, aquele que se busca otimizar.

Embora a metodologia de determinação de metionina a partir da hidrólise ácida total, varie de um laboratório para outro, ora referindo-se à metionina total, ora referindo-se à somatória de metionina reduzida com metionina parcialmente oxidada, a maior parte da metionina presente na proteína de soja é dada pela metionina reduzida, sendo os teores de metionina sulfona, negligenciáveis nessa proteína: em média, os valores obtidos para a metionina hidrolisada de forma direta são apenas cerca de 11% menores quando comparados aos valores obtidos no hidrolisado previamente oxidado (DUNCAN et alii, 1984, 1984A; SPINDLER et alii, 1984). Desta forma, nossos resultados não perdem seu efeito comparativo com aqueles de outros laboratórios, podendo ser comparados aqueles reportados por pesquisadores nacionais e estrangeiros.

No Brasil, em seus estudos de avaliação nutricional de 12 variedades de soja, Portella, 1977, encontrou o teor de metionina total, variando entre 1,12 e 2,98 g/ 16 g N. LAM-SANCHES et alii, 1981, referem-se a teores de metionina em onze variedades de soja por eles estudadas, variando entre 1,03 e 1,36 g/ 100g proteína. Tango, 1981, reporta para 10 variedades nacionais, teores de metionina situadas entre 1,03 e 1,36 g/100g de proteína. SMITH & CIRCLE, 1972, citam para os níveis de metionina em variedades de soja internacionais, valores médios de 1,56 g/ 16g N.

Mais recentemente, TAIRA et alii, 1977 avaliaram os níveis de metionina presentes em 29 variedades de soja cultivadas em 15 regiões geográficas diferentes e reportaram valores que variaram entre 0.93 e 1,14g/ 16g N.

Desta forma, a excessão dos valores encontrados por PORTELLA, 1977, nossos resultados (Tab.12) encontram-se dentro da faixa de valores citados para variedades nacionais e internacionais, apresentando uma variabilidade relativamente pequena para serem alterados por técnicas da genética clássica confirmando a sugestão de, JOHNSON et alii, 1978, de que tanto o teor de metionina como o teor de cistina, não são passíveis de alteração genética em um futuro próximo.

Por outro lado, pode-se questionar se o mesmo ocorre com a metionina biologicamente disponível. Em função disso, realizamos hidrólise enzimática para verificação da porcentagem de liberação de metionina e sulfóxido de metionina da proteína de cada variedade estudada. Nossos resultados revelaram que para a so-

ja crua, a porcentagem de metionina liberada por hidrólise enzimática com pepsina e pancreatina variou entre 0,62 e 0,44g metionina/ 100g proteína, o que representou, em termos de porcentagem de metionina liberada em função de metionina total, valores entre 38,9 e 52,0%, representando um valor médio de 46,9% (Tab. 13).

Quando a soja foi tratada termicamente, a porcentagem de liberação de metionina aumentou, variando numa faixa situada entre 0,90g/ 100g proteína e 0,77g/ 100g proteína, correspondendo a valores situados entre 44,2 e 68,8%, representando um valor médio de 57,4%.

RIESEN et alii, 1947, foram um dos primeiros pesquisadores que estudaram a liberação de aminoácidos essenciais da proteína de soja, através de hidrólise ácida e hidrólise enzimática com pancreatina. Utilizando farinha de soja, eles verificaram que a quantidade de metionina liberada pela proteína sob hidrólise ácida, não era afetada por tratamento térmico adequado, porém, a quantidade de metionina liberada por hidrólise enzimática com pancreatina, aumentava de 20,8% para a soja crua para 56,2% para a soja autoclavada por 4 minutos. A quantidade de metionina presente no hidrolisado foi por eles determinada através de ensaio microbiológico com Streptococcus faecalis.

Posteriormente, EVANS & BUTTSS, 1949, utilizando hidrólise enzimática e ensaio microbiológico com Leuconostoc mesenteroides P-60 para avaliar o conteúdo de metionina disponível na proteína de soja, reportaram que, da metionina total presente (

cerca de 1,12g/100g proteína], 0,62g/ 100g proteína ou seja 55% encontrava-se na forma disponível. Eles reportaram ainda que quando a proteína era autoclavada por 4 horas a 15 lb de pressão, não se verificava perda de metionina disponível.

Trabalhando com seis diferentes tipos de farinhas de soja desengordurada, BOYNE et alii, 1967, realizaram um estudo acerca da disponibilidade de metionina na proteína de soja, utilizando ensaio microbiológico com Streptococcus zymogenes. Dois métodos de digestão foram utilizados: digestão enzimática com papaína e hidrólise ácida com HCl 2 N por 5 horas a 115°C para determinação de metionina total. Esses pesquisadores reportaram valores médios que variaram entre 1,5 a 2,0 g de metionina 16g N para a metionina total, dos quais de 60 a 68% encontravam-se disponíveis segundo hidrólise enzimática.

MAURON, 1970, estudou a liberação enzimática dos aminoácidos essenciais, utilizando hidrólise ácida e enzimática através de um sistema multi-enzimático composto por pepsina-pancreatina sob diálise. A determinação da metionina liberada em cada um dos tipos de hidrólise, foi realizada através de ensaio microbiológico utilizando Leuconostoc mesenteroides P-60. Para a farinha de soja eles encontraram que a quantidade de metionina total era de 1,3g/ 16g N (liberada pela hidrólise ácida). A metionina liberada por hidrólise enzimática correspondeu a 49,2% da metionina total.

SHEFFNER, 1967, trabalhando com hidrólise ácida e enzimática de proteína de soja, utilizando um sistema pepsina

pancreatina, verificou que, enquanto o tratamento térmico não oferecia diferença para o teor de metionina liberada por hidrôlise ácida (os valores apresentados foram 1,32g/ 100g proteína para soja crua e 1,35g/ 100g proteína para soja cozida), a porcentagem de liberação da metionina por hidrôlise enzimática aumentava de 36,4% na soja crua para 51,1% na soja tratada com vapor a 212⁰F a 1516. Eles verificaram ainda que o valor biolôgico da proteína aumentava de 68% na soja crua para 75% na soja cozida.

Um resumo do resultado de todos esses trabalhos citados anteriormente é colocado na Tabela 16, com o objetivo de verificarmos a exatidão de nossos resultados e avaliarmos a metodologia por nós empregada.

Nossos valores foram bastante comparáveis aqueles reportados por outros pesquisadores, e uma vez que, sob a metodologia por nós empregada, foi possível verificar variabilidade da liberação de metionina por hidrôlise enzimática, em função da variedade do grão, acreditamos que esse parâmetro possa ser manipulado pela genética clássica. Destaque-se ainda, a eficiência da metodologia para triagem de grande número de amostras.

Finalmente, sabendo que, a biodisponibilidade da metionina é dada por seu estado de oxidação, utilizamos a reação de McCARTHY & SULLIVAN, 1941, que através da reação do nitroprussiato de sódio com a metionina reduzida e estearicamente desimpedida na cadeia peptídica, pode, segundo nosso entendimento, melhor avaliar o teor de metionina disponível no hidrolisado

TABELA 16 - Teor de liberação de metionina em proteína de soja, submetida a hidrólise enzimática "in vitro".

Referência	Sistema hidrólise	metodologia determinação analítica da metionina	teor de metionina liberada (%)
Riesen 1947	pancreatina	<u>Streptococcus faecalis</u>	20,8% (soja crua) 56,2% (soja autoclavada por 4 h)
Evans & Buttos, 1949	tripsina e eripsina	<u>Leuconostoc mesenteroides</u> P-60	55% (soja crua)
Boyne et alii, 1967	papaina	<u>Streptococcus zymogenes</u>	60-68%
Mauron 1970	pepsina/ pancreatina	<u>Leuconostoc mesenteroides</u> P-60	49,2%
Sheffner, 1967	pepsina- pancreatina	<u>Leuconostoc mesenteroides</u>	36,4% (soja crua) 51,1% (soja trat.c/vapor 212°F)
Nossos trabalhos	pepsina- pancreatina	analisador automático de aminoácidos	46,9% (soja crua) 57,4% (soja autoclavada 121°C 20')

enzimático.

Segundo essa metodologia, o teor de metionina disponível no hidrolisado enzimático variou entre 0,269 e 0,463g/100g de proteína, o que, em termos de porcentagem de metionina disponível, com relação à metionina total no grão, representa uma faixa de variações entre 25,1 e 39,9% (Tab. 14). Esses valores encontram-se abaixo daqueles reportados por ensaios microbiológicos, químicos (Tab. 16) e biológicos. TANNENBAUM et alii, 1969, depararam-se com resultados semelhantes em seus estudos acerca da estabilidade à estocagem da metionina na caseína, e sugeriram que essa diferença ocorre em função de que ensaios químicos e microbiológicos, não podem distinguir entre as formas de metionina e metionina sulfóxido originalmente presente na amostra. Na hidrólise ácida, sulfóxido de metionina poderia vir a formar metionina reduzida. Em ensaios microbiológicos, microorganismos auxotróficos poderiam utilizar de forma alternada, metionina e metionina sulfóxido, o mesmo ocorrendo em ensaios biológicos (TANNENBAUM et alii, 1969; ANDERSON et alii, 1976). Entretanto a reação colorimétrica de metionina com nítroprussiato de sódio, em meio alcalino, distingue as duas formas de oxidação desse aminoácido, sendo altamente específica para metionina. Assim, esses resultados sugerem que, com relação à caracterização da disponibilidade da metionina em grãos de soja, sua determinação no hidrolizado enzimático "in vitro" pelo aminograma característico ao invés da clássica reação com nítroprussiato de sódio, vem a ser uma metodologia mais adequada e eficiente.

Os resultados indicaram ainda que o tratamento térmico, não promoveu aumento significativo no teor de metionina disponível determinada por reação com nítroprussiato de sódio, embora, conforme demonstrado anteriormente, a porcentagem de liberação de metionina tenha aumentado. Assim, esses resultados sugerem, segundo nosso entendimento, que o acréscimo na taxa de liberação enzimática da metionina devido a tratamento térmico, se dá, possivelmente na forma de metionina parcialmente oxidada e/ou estericamente impedida na cadeia peptídica.

Com relação à atividade antitriptica, nossos resultados mostraram a existência de uma grande variação em função da variedade. Com base na classificação proposta por KAKADE et alii, 1972, as variedades IAC-1, IAC-5, Paranã, Santa Maria, NC-55 Japoticabal e IAC-2, podem ser consideradas como de baixa atividade inibidora. Esses resultados ratificam aquele reportado por SILVA et alii, 1979 que analisando 48 variedades de soja brasileiras, encontraram as variedades Paranã, IAC-5 e IAC-2 entre o grupo das variedades de menor atividade inibidora. As demais variedades analisadas em nosso estudo, podem ser classificadas como de média atividade inibidora. Não se verificou a existência de variedades com alta atividade inibidora.

Por outro lado, considerando-se que o tratamento térmico, associado à embebição prévia dos grãos, são suficientes para a inativação dos inibidores antitripticos (WOLF & COWAN, 1971, BUERA et alii, 1984; KAILASAPATHY et alii, 1985), e que não se faz necessário destruir completamente a atividade antitriptica

para se alcançar o valor nutritivo máximo da soja (RACKIS et alii, 1975), acreditamos que esse parâmetro de avaliação nutricional, não é fundamental nas etapas iniciais de triagem de um programa de seleção de variedades de soja com vistas ao melhamento genético das sementes.

5.3. Efeito do Tempo e Condições de Armazenamento sobre Alguns Parâmetros Químicos e Nutricionais de Caracterização de Semente de Soja.

Estudos clássicos de deterioração de grãos de soja em função de processos biológicos como respiração do grão, ou crescimento de fungos, esclarecem que, de todos os fatores que influem sobre a deterioração dos grãos estocados o teor de umidade da semente é o mais crítico (PUZZI, 1980). SAI0 et alii, 1980, observaram mudança de coloração e desenvolvimento de fungos durante os primeiros seis meses de estocagem de grãos de soja armazenados a 25°C e 80% de umidade relativa. ANTUNES, 1979 verificou o decréscimo da metionina disponível, bem como da digestibilidade de grãos de feijão (Phaseolus vulgaris, L.) armazenados durante seis meses sob condições ambientais e sob atmosfera controlada. Esses resultados foram confirmados por DURIGAN, 1979 que, a despeito de não ter verificado alteração no conteúdo total de metionina dos grãos, reportou diminuição da metionina disponível em feijões armazenados por 8 meses sob condições ambientais e sob atmosfera de 80% U.R., verificando ainda, que da no PER dos feijões armazenados a 80% U.R.

De um modo geral, nossos resultados confirmam aqueles verificados por outros pesquisadores com relação a alterações

ocorridas em grãos leguminosos durante a estocagem. Uma clara redução no teor de metionina disponível nas amostras estocadas sob todas as condições, foi observada (Figs. 14 e 15), sendo que a condição de 30°C e 75% de umidade relativa distinguiu-se das demais, por apresentar uma queda mais acentuada. Uma das hipóteses levantadas para explicar a queda da metionina disponível em sistemas contendo proteína e óleos vegetais, é a possível reação entre esse aminoácido e hidroperóxidos, com a formação de pigmentos escuros e sulfóxidos. Sob essa hipótese, para se acompanhar as mudanças no teor de metionina durante a estocagem, é necessário se utilizar uma metodologia capaz de distinguir entre metionina e sulfóxido de metionina (TANNEN - BAUM et alii, 1969). Nossos resultados, obtidos pela utilização da metodologia de MCCARTHY & SULLIVAN, 1941, modificada por BADIALE, 1979, nos levam a concluir que, apesar das dificuldades associadas à utilização do método, dentre elas a interferência por pigmentos, esse método, por distinguir metionina de seu sulfóxido, é bastante eficiente em estudos de estabilidade desse aminoácido. Nossos resultados sugerem ainda que, todo o ganho nutricional obtido com um programa de melhoramento genético, pode ser perdido, se as condições de armazenamento concorrerem para um aumento excessivo dos processos biológicos e fisiológicos que deterioram os grãos.

Por outro lado, valores demonstrados nas Figs. 12, 13, 14 e 15, indicam a ocorrência de um aumento da digestibilidade in vitro e do teor de metionina disponível dos grãos durante os três primeiros meses de armazenamento. Esse fato nos su

gere que transformações fisiológicas relativas aos processos de maturação do grão, não foram interrompidas após a colheita. Os resultados obtidos YAO, et alii, 1983 confirmam essa possibilidade uma vez que, estudando o efeito da maturidade de grãos de soja sobre a estabilidade das sementes durante a estocagem, eles verificaram alterações significativas da atividade de lipoxigenase e outros parâmetros nutricionais, como função do estágio de maturação dos grãos. Assim, o estágio de maturação com que os grãos são colhidos, é também um fator importante que determina sua qualidade nutricional e deve ser considerado.

A análise das Figuras 16 e 17 demonstra um aumento da atividade do inibidor de tripsina com o armazenamento, para todas as condições de estocagem, à exceção daquela de 30°C e 75% de umidade relativa. YAO et alii, 1983 citam pesquisa onde, estudando-se a atividade inibidora de tripsina em 108 variedades de soja, observou-se aumento da atividade do inibidor durante a maturação; esses pesquisadores porém, não puderam comprovar essa ocorrência em seus próprios estudos. Desta forma, acreditam que, aumento da atividade inibidora de tripsina com o armazenamento é uma hipótese a ser avaliada em estudos futuros.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu, primeiramente, a sugestão de uma metodologia básica que, fundamentada nas características físicas, sensoriais, químicas e nutricionais de grãos de soja, possibilita selecionar variedades que melhor atendam aos padrões de qualidade do mercado de grãos destinadas ao consumo humano direto ou a fabricação de derivados de soja típicos da alimentação dos povos orientais.

Dos parâmetros utilizados para a triagem das variedades mais viáveis, concluímos que os mais adequados a um programa que necessite caracterizar grande número de variedades seriam: peso médio de grãos, tempo de hidratação, relação de hidratação, tempo de cocção, sabor, textura, conteúdo protéico, teor de extrato etéreo, digestibilidade "in vitro", teor de metionina liberada por hidrólise enzimática e finalmente, estabilidade das variedades ao tempo e condições de estocagem.

Comparativamente com as variedades e exigências internacionais, a maior parte das variedades brasileiras, deixam muito a desejar com relação aos atributos físicos de peso médio de grãos e tempo e hidratação; bem como sensoriais de sabor. Com relação aos demais atributos avaliados, as variedades nacionais apresentam características muito semelhantes às variedades de campo estrangeiras.

Devido à variabilidade apresentada como função da variedade, o presente trabalho, nos permitiu também sugerir que

os seguintes parâmetros de qualidade, não possíveis de serem melhorados nas variedades de soja nacionais, por técnicas da genética clássica: tamanho dos grãos, tempo de hidratação, estabilidade do tempo de cocção à estocagem, sabor, textura, teor proteico e de extrato etéreo, digestibilidade proteica e teor de metionina liberada por hidrólise enzimática.

Finalmente, salientamos que programas de melhoramento genético desenvolvidos por países produtores e exportadores de soja, com vistas ao consumo humano, datam das décadas de 1930-1940. O Brasil, grande produtor e exportador de grãos de soja, não possui até o momento, um programa realmente amplo nessa área, pois os programas de melhoramento genético brasileiros, via de regra, visam selecionar variedades altamente produtivas, não se preocupando com parâmetros físicos, sensoriais e nutricionais de qualidade do grão.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods. St. Paul, 1976. v. 2. (proc. 46-13)
- ABDULLAH, A.; BALDWIN, R.E.; FIELDS, M. & KARR, A.L. Sensory attributes and safety aspects of germinated small-seeded soybeans and mungbeans. J. Food Prot., 46:434-437, 1984.
- AGUILERA, J.M. & STANLEY, D.W. A review of textural defects in cooked reconstituted legumes - The influence of storage and processing. J. Food Proc. Preserv., 9:145-169, 1985.
- AKESON, W.R. & STAHMANN, M.A. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. J. Nutr., 83:257-261, 1984
- AL-BAKIR, A.Y.; SACHADE, A.G. & NAOUN, I.E. Occurrence and stability of trypsin inhibitors in Iraq local legumes. J. Agric. Food Chem., 30:1184-1185, 1982.
- ANDERSON, E.E. Scoring and ranking. In: LITTLE, A.D. ed. Flavor research and food acceptance. New York, 1958, p. 75-82.
- ANDERSON, G.H.; ASHLEY, D.V.M. & JANES, J.D. Utilization of L-methionine sulfoxide, L-methionine sulfone and cysteic acid by the weanling rat. J. Nutr., 106:1108-1114, 1976.
- ANTUNES, P.L. Composição e propriedades nutricionais das proteínas do feijão rosinha G2 (Phaseolus vulgaris, L.). Campinas, FEAA, 1979. 166 p. Tese (doutorado) - Univ. Est. de Campinas
- APOSTOLATOS, F. & HOFF, J.E. An improved method for the gas chromatographic determination of methionine in proteins and crude plant materials. Anal. Biochem., 118:126-130, 1981.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 13 ed., Washington D.C., 1980. 1018 p.
- ARAI, S.; FUJIMAKI, M.; KIRIGAYA, N. & SAKURAI, Y. N-hexanal and some volatile alcohols; their distribution in raw soybean tissue and formation in crude soy protein concentrate by lipoxigenase. Agr. Biol. Chem., 34:1420-1423, 1970.

- ARECHAVALETA-MEDINA, F. & SNYDER, H.E. Water imbibition by normal and hard soybeans. J. Am. Oil Chem. Soc., 58:976-1979, 1981.
- BADENHOP, A.F. & WILKENS, W.F. The formation of 1-octen-3-ol in soybeans during soaking. J. Am. Oil Chem. Soc., 46:179-182, 1969.
- BADIALE, E. Variação de metionina em feijões (Phaseolus vulgaris L.) armazenados. Campinas, FEAA, 1979. p. 85. Tese (mestrado) - Univ. Est. de Campinas.
- BAERNSTEIN, H.D. The determination of methionine in proteins. J. Biol. Chem., 97:663-668, 1932.
- A modification of the method for determining methionine in proteins. J. Biol. Chem., 106:451-456, 1934.
- A new method for the determination of methionine in proteins. J. Biol. Chem., 115:25-32, 1936.
- BAILEY, K. The sulphur distribution in proteins. Biochem. J., 31:1396-1405, 1937.
- BAINTER, K. Trypsin inhibitor and chymotrypsin inhibitor studies with soybean extracts. J. Agric. Food Chem., 29:201-203, 1981.
- BANAFUNZI, N.M.S.; MENA, B.A.; RANGEL, D.I.; MASTACHE, L.A.A.; MOLINA, N.M.L.; GANTE, S.V.M.H. & MARQUEZ, B.S.R. A new soybean for human consumption in the tropics. J. Am. Oil Chem. Soc., 58:143-147, 1981.
- BARGER, G. & COYNE, F.P. The amino acid methionine; constitution and synthesis. Biochem. J., 22:1417-1425, 1928.

- BECKMAN INSTRUMENTS, INC. Beckman 118/119 BL, 118/119 CL amino acid analysers. Instruction Manual. Spinco Division, Palo Alto, 1977.
- BÉKES, F.; HIDUEGI, M.; ZSIGMOND, A. & LÁSZTITY, R. Studies on the evaluation of the *in vitro* biological value of food proteins. Acta Alimentaria, 13:135-138, 1984.
- BENDER, A.E. Chemical scores and availability of aminoacids. In: PORTER, J.W.G. & ROLLS, B.A. eds. Protein in human nutrition. London, Academic Press, 1973. p. 167-178.
- BLACKLOW, W.M. Mathematical description of the influence of temperature and seed quality of inhibition by seeds of seeds of corn. Crop Science, 12:643-646, 1972.
- BLOCK, R.J. & JACKSON, R.W. The metabolism of cystine and methionine. J. Biol. Chem., 97, 1932.
- BOYNE, A.W.; PRICE, S.A.; ROSEN, G.D. & STOTT, J.A. Protein quality of feeding stuffs. Br. J. Nutr., 21: 181-206, 1967
- BOWMAN, D.E. Fractions derived from soybeans and navy beans with retarded tryptic digestion of casein. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 57:139, 1944.
- BRANDT, M.A.; SKINNER, E.Z. & COLEMAN, J.A. Texture profile method. J. Food Sci., 28:404-409, 1963.
- BUCCLE, T.S. Restrictions on using soya protein in foods in Latin America and the world. J. Am. Oil Chem. Soc., 3:339-388, 1981.
- BUERA, M.P.; PILOSOFF, A.M.R. & BATHOLOMAI, G.B. Kinetics of trypsin inhibitory activity loss in heated flour from bean, Phaseolus vulgaris. J. Food Sci., 49:124-136, 1984.
- BURR, H.K.; KON, S. & MORRIS, H.J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time storage. Food Technol., 22:336-338, 1968.

CABRAL, L.C. & DELLA MODESTA, R.C. Soja na alimentação humana. Rio de Janeiro, EMBRAPA/C.T.A.A., 1981 p.54.

CARLIN, A.F.; KEMPTHORNE, O. & GORDON, J. Some aspects of numerical scoring in subjective evaluation of foods. Food Research, 21:275-281, 1956.

CARLSON, J.B. Morphology. In: CALDWELL, B.E. eds. Soybeans: improvement, production and uses. Madison, American Society of Agronomy Inc. Publisher, 1973. p. 17-66.

CARPENTER, K.J. & BJAMASON, J. Nutritional evaluation of proteins by chemical methods. In: BENDER, A.E.; KIHLEBERG, ; LÖFQVIST, B. & MUNK, L. Evaluation of novel protein products, New York, Pergamon Press, 1970. p. 161-169.

CARVALHO, R.; CABRAL, A.C.D.; FERREIRA, V.L. & SHIROSE, I. Estudos sobre o procedimento e estabilidade de soja frita. Bol. do ITAL, 16(1), p. 99-115, 1979.

CHANG, K.C.; KENDRICK, J.G.; MARSHALL, H.F. & STTERLEE, L.D. Effect of partial methionine oxidation on the nutritional quality of soy isolate and casein. J. Food Sci., 50:849-850, 1985.

CHAVEZ, J.F. & PELLETT, P.L. Protein quality of some representative Latin American diets by biossays. J. Nutr., 106:792-801, 1976.

COCKRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs. 2 ed. New York, Wiley, 1957. 611 p.

COSTA, S.I.; MIYA, E.E. & FUJITA, J.J. Composição química e qualidades organolépticas e nutricionais das principais variedades de soja cultivadas no estado de São Paulo. Colet. Inst. Tecnol. Alim., 5: 305 - 319, 1973.

——— ; MORI, E.E.M. & FUJITA, J.T. Características químicas, organolépticas e nutricionais de algumas cultivares de soja. In: MYASAKA, S. & MEDINA, J.C. eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p. 823-838.

CUQ, J.L.; AYMARD, C. & CHEFTEL, J.C. Effects of hypochlorite treatments on a methionyl peptid. Food Chem., 2:309-314, 1977.

- DAMAZY, J.T. A retrospective view of sensory analyses and some consideration for the future. Adv. in Food. Res., 19:216-266, 1971.
- DELLA MODESTA, R.C. & GARRUTI, R.S. Estudo sensorial e nutricional de diferentes cultivares de soja de 6 regiões brasileiras. Ciênc. e Tecnol. de Aliment., 2: 47-56, 1982.
- DUNCAN, A.; ELLINGER, G.M. & GLENNIE, R.T. Determination of unmodified methionine and methionine sulphoxide in food proteins by gas-liquid chromatography. J. Sci. Food Agric., 35: 117-120, 1984.
- ; ——— & ——— Determination of methionine by gas-liquid chromatography: modifications in its application to legumes and cereals. J. Sci. Food Agric., 35:381-384, 1984A.
- DURAN, L. & CALVO, C. Calidad de alubias blancas en conserva I. Selección de los parametros que definen su calidad sensorial. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 22:271-281, 1982.
- ELDRIGE, A.C. Organic solvent treatment of soybeans and soybean fractions. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. eds. Soybeans: chemistry and technology. Westport, AVI, 1972. p. 144-157.
- ELLINGER, G.M. & SMITH, R.H. The determination of methionine by gas-liquid chromatography. Biochem. J., 124: 15P, 1971.
- ESAU, K. Anatomia das plantas com sementes. Tradução de Berta Lange de Monetes. São Paulo, Edgard Blucher, ed. da Universidade de São Paulo, 1974, 293 p.
- EVANS, J.R. & BUTTS, H.A. Studies on the heat inactivation of methionine in soybean oil meal. J. Biol. Chem., 178:543-548, 1949A.
- EVANS, J.R. & BUTTS, H.A. Inactivation of aminoacids by autoclaving. Science, 109:569-571, 1949B.

EVANS, J.R. & BUTTS, H.A. Studies on the heat inactivation of lysin in soybean oil meal. J. Biol. Chem., 175:15-20, 1949.

FAO. Necessidades calóricas. Informe del Segundo Comité para el Estudio de las Necesidades Calóricas. Ciclo de Organización Mundial de la Salud, 1957. 56 p. (FAO estudios sobre nutrition, 15).

FAO. Protein requirements. Report of a joint FAO/WHO *ad hoc* Expert Committee. Geneva, World Health Organization, 1965. 75 p. (FAO nutrition meetings report series, 37)

FAO. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO *ad hoc* Expert Committee. Geneva, World Health Organization, 1973. 118 p. (FAO nutrition meetings report series, 52).

FAO. Trade Yearbook: Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1982. v. 35. p. 368 (Statistics Series, 43).

FAO. Production Yearbook: Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1983. v. 36. p. 320 (Statistics Series, 47).

FAO. Trade Yearbook: Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1984. v. 37. p. 368 (Statistics Series, 57).

FAO. Production Yearbook: Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1985. v. 38. p. 320 (Statistics Series, 61).

FERRIER, L.K. Simple processing of whole soybeans. In: WHIGHAM, D.K. ed. Soybean production, protection and utilization. Illinois, 1975, p. 178-187.

FONTES, L.G.; FILHO, J.A.; I SEDIYAMA, C.S. Conteúdo de óleo e proteína nos grãos de algumas linhagens e variedades de soja. Revista Ceres, 21:500-505, 1974.

- FORD, J.E. & SALTER, D.N. "Analysis of enzymically digested food protein by Sephadex-Gel filtration. Br. J. Nutr., 20:843-860, 1966.
- FRATTALI, V. & STEINER, R.F. Soybean inhibitor. Biochemistry, 7: 521-530, 1968.
- FUJIMAK *et alii*. Fundamental investigation of proteolytic enzyme application to soybean protein in relation to fluor. Tokyo, Dept. Agr. Chem., Univ., 1969. (USDA. Final report UR - AM - (40) - 8). *apud* SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. eds. Soybeans: chemistry and technology. Westport, AVI, 1972. p. 339-340.
- GALEAZZI, M.A.M. Nutritional changes of soybean protein by different storage conditions: approach for evaluation *in vitro*. Report of United Nations University, National Food Research Institute, Japan, 1981.
- GANDHI, A.P.; NENWANI, M.M. & ALI, N. Investigations on trypsin inhibitor, urease and cooking behaviour of soybean (Glycine max Merril). Food Chem., 15:215-218, 1984.
- GARRUTI, R.S. Métodos sensoriais em controle de qualidade na indústria de alimentos. Campinas, Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Tosello", 1985. 149 p.
- GEHRKE, C.W.; WALL, L.L.; ABSHEER, J.S.; KAISER, F.E. & ZUMWALT, R.W. Focus: amino acid analysis. J. Assoc. Off. Chem., 68: 811-821, 1985.
- GERATZ, J.P. Growth retardation and pancreatic enlargement in rats due to p-aminobenzamidine. Amer. J. Physiol., 214: 595 - 600, 1968.
- GREEN, G.M. & LYMAN, R.L. Feedback regulation of pancreatic enzyme secretion as a mechanism for a trypsin-induced hipersecretion in rats. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 140:6-12, 1972.
- GREEN, G.M.; OLDS, B.A.; MATHEUS, G. & LYMAN, R.L. Protein as a regulator of pancreatic enzyme secretion in the rat. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 142:1162, 1973.

- GREENSTEIN, J.P. & WINITZ, M. Methionine . In: GREENSTEIN, J.P. & WINITZ, M. eds. Chemistry of the aminoacids. New York, Wiley, J. & Sons Inc., 1961. p. 2125-2155.
- GRIDGEMAN, N.T. Tasting panels: sensory assessment in quality control In: HERSCHDOERFER, S.M. eds. Quality control in food industry . 2 ed. London, Academic Press, 1984. v. 1. p. 295-349.
- HACKLER, L.R. *In vitro* indices: relationships to estimating protein value for the human. In: BODWELL, C.E. ed. Evaluation of proteins for humans. Westport, AVI, 1977. p. 55-67.
- HACKLER, L.R. & STILLINGS, B.R. Amino acid composition of heat-processed soymilk and its correlation with nutritive value. Cereal Chem., 44:70-77, 1967.
- HACKLER, L.R.; STILLINGS, B.R. & POLIMENI, R.J. Correlation of aminoacid indexes with nutritional quality of several soybean fractions. Cereal Chem., 44:638-644, 1967A.
- HAFEZ, Y.S. & MOHAMED, A.I. Presence of nonprotein trypsin inhibitors in soy and winged beans. J. Food. Sci., 48:75-83, 1983.
- _____ & _____ Biochemical study on the nonprotein trypsin and chymotrypsin inhibitors in the soybean. J. Food Sci., 48: 1265-1283, 1983.
- HAFEZ, Y.S.; MOHAMED, A.I.; SINGH, G. & HEWEDY, F.M. Effects of gamma irradiation on proteins and fatty acids of soybean. J. Food. Sci., 50: 1.271 - 1.274, 1985
- HALL, W.C. Drying farm crops. Michigan, Edward Brothers Inc., 1967. p. 32-37.
- HARPER, R. Quantitative methods and their use In: HARPER, R. ed. Human senses in action. London, Churchill Livingstone, 1972. p. 45-112.
- HOWELL, R.W. & CALDWELL, B.E. Genetic and other biological characteristics. In: SMITH, A.K. & CIACLE, S.J. eds. Soybeans: chemistry and technology. Westport, AVI, 1972. p. 27-60.

- HSU, K.H.; KIM, C.J. & WILSON, L.A. Factors affecting water uptake of soybeans during soaking. Cereal Chem., 60:208-211, 1983.
- HSU, H.W.; VAVAK, D.L.; SATERLEE, D.L. & MILLER, G.A. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. J. Food Sci., 42:1269-1273, 1977.
- HUNG, N.D.; VAS, M.; CSEKE, E. & SZABOLCSI, G. Relative tryptic digestion rates of food proteins. J. Food Sci., 49:1535-1542, 1984.
- HUNG, N.D.; CSEKE, E.; VAS, M. & SZABOLCSI, G. Processed protein foods characterized by *in vitro* digestion rates. J. Food Sci., 49:1543-1550, 1984A.
- HYMOWITZ, T. Electrophoretic analysis of SBTI - A2 in U.S.D.A. soybean germplasm collection. Crop. Sci., 13:420-421, 1973.
- HYMOWITZ, T. & COLLINS, F.I. Variability of sugar content in seed of *Glycine max* (L) Merril and *G. soja* Sieb and Zucc. Agronom. J., 66:239-241, 1974.
- INGLIS, A.S. & EDMAN, P. Mechanism of cyanogen promide reaction with methionine in peptide and proteins. I. Formation of imidate and methyl thiocyanate. Anal. Biochem., 37:73-80, 1970.
- JACKIX, H.M. Influência do Armazenamento e Diferentes Tratamentos de Maceração e Cocção na Qualidade de Feijões (*Phaseolus vulgaris*). Enlatados. Campinas, FEAA, 1978. 148 p. Tese (mestrado) - Univ. Est. de Campinas.
- JACKSON, G.M. & VARRIANO-MARSTON, E. Hard-to-cook phenomenon in beans: effects of accelerated storage on water absorption and cooking time. J. Food Sci., 46:799-803, 1981.

- JAMALIAN, J. & PELLEIT, P.L. Nutritional value of middle-eastern foddstuffs, IV. Amino acid composition. J. Sci. Food Agric., 19:378-382, 1968.
- JENNINGS, D.M. & LEWIS, O.A.M. Methionine loss during protein hydrolisis of plant material. J. Agric. Food Chem., 17:668-669, 1969.
- JOHNSON, V.A.; BRIGGLE, L.W.; AXTELL, J.D.; BAUMAN, L.F.; LENG, E. R. & JOHNSTON, T.H. Grain crops. In: MILNER, M.; SCRIMSHAW, N. & WANG, D.I.C. eds. Protein resources & technology. Westport, AVI, 1978. p. 239-255.
- JOSLYN, M.A. The chemistry of protopectin. A critical review of historical data and developments. Adv. in Food Res., 11:2-107, 1962.
- KAILASAPATHY, K.; PEREIRA, P.A.J. & MacNEIL, J.H. Soaking studies on winged bean (Prophocarpus tetragonolobus L.D.C.) to process full-flat flour and determine it's shelf-life stability. J. Food Sci., 50:773-794, 1985.
- KAKADE, M.L.; SIMONS, N. & LIENER, I.E. An evaluation of natural vs. synthetic substrate for measuring the antitryptic activity of soybeans samples. Cereal Chem., 46:518-526, 1969.
- KAKADE, M.L.; SIMONS, N.R.; LIENER, I.E. & LAMBERT, J.W. Biochemical and nutritional assessment of different varieties of soybeans. J. Agric. Food Chem., 20:87-90, 1972.
- KASTER, M. & BONATO, E.R. Evolução da cultura da soja no Brasil. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. eds. A Soja no Brasil. 2. ed. Campinas, ITAL, 1981. p. 58-64.
- KAUR, P. & BHATIA, I.S. Proteins and trypsin inhibitor activity of guar (Cyamopsis tetragonoloba L. Taub.) seed. J. Sci. Food Agric., 35:987-995, 1984.

- KITAMURA, K. Biochemical characterization of lipoxygenase lacking mutants, L1-less and L-3-less soybeans. Agr. Biol. Chem., 48: 2339-2346, 1984.
- KLAAS, D.B.; VERBEEK, C. & SLUMP, P. A gas-liquid chromatographic method for the analysis of methionine and of methionine sulfoxide in proteins. J. Agric. Food Chem., 31:63-66, 1983.
- KNIPFELL, J.E.; AITKEN, J.R.; HILL, D.C.; McDONALD, B.E. & OWER, B.D. Amino acid composition of food proteins: inter and intra-laboratory variation. J. Assoc. Offic. Agr. Chem., 54:777-781, 1971.
- KON, S. Pectic substances of dry beans and their possible correlation with cooking time. J. Food. Sci., 33:437-438, 1968.
- KON, S. & SANSHUCK, D.W. Phytate content and its effect on cooking quality of beans. J. Food. Proc. and Preserv., 5:169-178, 1981.
- KON, S.; WAGNER, J.R.; GUADAGNI, D.G. & HORVAT, R.J. pH adjustment control of oxidative off-flavors during grinding of raw legumes seeds. J. Food. Sci., 35:343-345, 1970.
- KUMAGAI, E.A. Análise da qualidade de misturas protéicas pelo aminograma característico e métodos estatísticos. Campinas, FEA/Am 1983. Tese (mestrado) - Univer. Est. Campinas, 141 p.
- KUNITZ, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor-method of isolation. J. Gen. Physiol., 29:149-154. 1946.
- LA BELLE, R.L. & HACKLER, L.R. Preparation and utilization of dry canned and pre-cooked beans. Nutritional aspects of common beans, other legume seeds as animal and human foods. Venezuela. Arch. Latinoam. Nutr., 1:109-119, 1976.
- LAM-SANCHES, A.; DURIGAN, J.F.; SANTOS, E.; PARO, M.J. & OLIVEIRA, J.E.D. Características agronômicas nutricionais e de processamento de germoplasma de soja com tegumentos coloridos. Arch. Latinoam. Nutr., 31:586-603, 1981.

- LAVINE, T.F. "An iodometric determination of methionine. J. Biol. Chem., 151:281-297. 1943.
- LEISMANN, A. & TURBA, F.Z. apud GRENSTEIN, J.P. & WINITZ, M. Chemistry of the aminoacid. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1957 v. 3, p. 2125-2155.
- LEOPOLD, A.C. Temperature effects on soybean inhibition and leakage. Plant Physiol., 65:1096-1098, 1980.
- LEPKOVISKY, S.; FURUTA, F. & DIMICK, M.K. Trypsin inhibitor and the nutritional value of soya beans. Brit. J. Nutr., 25:235-241, 1971.
- LIENER, I.E. Nutritional value of food protein products. In SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Soybeans: chemistry and technology. Westport, AVI, 1972. p. 203-227.
- Significance for humans of biologically active factors in soybeans and other food legumes. J. Am. Oil Chem. Soc., 56: 121-129, 1979.
- LIENER, I.E. & TOMLINSON, S. Heat inactivation of protease inhibitors in a soybean line lacking the Kunitz trypsin inhibitor. J. Food Sci., 46:1354-1356, 1981.
- LO YAU-LAI, W.; STEINKRAUS, K.H.; HAND, D.B.; WILKENS, W.F. & HACKLER, L.R. Yields of extracted solids in soymilk as affected by temperature of water of various pre-treatments of beans. Food Technol., 22:1322-1324, 1968.
- LUGG, J.W.H. Preparation of some protein samples from the fresh leaves of plants and the sulphur distributions of the preparations. Biochem. J., 32:2114-2122, 1938.
- MAGA, J.A.; LORENZ, K. & ONAYEMI, O. Digestive acceptability of proteins as measured by the initial rate of *in vitro* proteolysis. J. Food Sci., 38:173-174, 1973.

- MAKKAR, H.P.; SHORMA, O.P.; NEGI, S.S. A method for measuring the firmness of cooked soybeans (Glycine max). J. Fod. Sci. Technol., India, 19:104-106, 1982.
- MATTICK, L.R. & HAND, D.B. Identification of a volatile components in soybeans that contributes to the raw bean flavor. J. Agr. Food Chem., 17:15-17, 1969.
- MATTSON, S. The cookability of yellow peas. Acta Agr. Suecana, 1:112-185, 1946 apud KON, S. Pectic substances of dry beans and their possible correlation with cooking time. J. Food. Sci., 33:437-438, 1968.
- MAURON, J.; MOTTU, F.; BUJARD, E. & EGLI, R.H. The availability of lysine, methionine and tryptophan in condensed milk and milk powder. *In vitro* digestion studies. Arch. Biochem. Biophys., 59:433-451, 1955.
- MAURON, J. & MOTTU, F. Relationship between *in vitro* lysine availability and *in vivo* protein evaluation in milk powders. Arch. Biochem. Biophys., 77:312-327, 1958.
- MAURON, J. Nutritional evaluation proteins by enzymatic methods. In Bender, A.E. *et alii*. Evaluation of novel protein products. Oxford, Pergamon Press, 1970. p. 211-234.
- The analysis of food proteins aminoacid. Composition and nutritive value. In Porter, J.W. & ROLLS, B.A. Proteins in human nutrition. London, Academic Press, 1973. p. 139-153.
- MCCARTHY, T.E. & SULLIVAN, M.S. A new and highly specific colorimetric test for methionine. J. Biol. Chem., 141:871-876, 1946.
- MELNICK, D.; OSER, B.L. & WEISS, S. Rate of enzymic digestion of proteins as a factor in nutrition. Science, 103:326-329, 1946.
- MENDEN, E. & CREWER, D. Laboratory methods for the evaluation of oranges in proteins quality. In Albanese, A. Newer methods of nutritional biochemistry. New York, Academic Press, 1970. p. 123-161.

- MILLER, S.A.; TANNENBAUM, S.R. & SEITZ, A.W. Utilization of L-methionine sulfoxide by rat. J. Nutr., 100:909-912, 1970.
- MITCHEEL, H.H. & BLOCK, R.J. Some relationship between the amino-acid contents of proteins and their nutritive value for the rat. Biol. Chem., 163:599-620, 1946.
- & CARMAN, G.G. The biological value of the nitrogen of mixtures of patent white flour and animal food. J. Biol. Chem., 68:183-215, 1926.
- MIYASAKA, S. & ARAUJO, P.F.C. Relatório de viagem ao Japão. Campinas, 1973. 30 p. (Publicação interna do Instituto Agrônomo de Campinas).
- MOLINA, M.R.; DE LA FUENTE, G. & BRESSANI, R. Interrelationships between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and other characteristics of the black bean. J. Food Sci., 40:587-591, 1975.
- MONTEIRO, C.L.B. Técnicas de avaliação sensorial. Curitiba, Univers. Fed. do Paraná, 1982. 114 p.
- MOODIE, J.M.; COLLIER, G.S.; BURGER, J.A. & WERB, B.C. An improved method based on gas chromatography for determining the aminoacid composition of commercially produced fish-meal. J. Sci. Food Agric., 33:345-354, 1982.
- MOORE, S. On the determination of cystine as cysteic acid. J. Biol. Chem., 238:235-237, 1963.
- MORAES, M.A.C. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. Campinas, Fund. Trop. Pesq. Tecnol. André Tosello, 1983. 73 p.
- MORRIS, H.J.; OLSON, R.L. & BEAN, R.C. Processing quality of varieties and strains of dry beans. Food Technol., 4:247-251, 1950.
- MORRIS, H.J. & WOOD, E.R. Influence of moisture content on keeping quality of dry beans. Food Technol., 5:225-229, 1956.
- MOSER, H.A.; EVANS, C.D.; CAMPBELL, R.E.; SMITH, A.K. & COWAN, J.C. Sensory evaluation of soy flour. Cereal Sci. Today, 12:296-314, 1967.

- MOZERSKY, S.M. & PANETTIERI, R.A. It is pH drop a valid measure of extent of protein hydrolysis. J. Agric. Food Chem., 31:1313-1316, 1983.
- MUELLER, J.H. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 19: 161, 1922 apud GREENSTEIN, U.P. & WINITZ, M. Chemistry of the aminoacids. New York, Wiley, J. & Sons Inc., 1961. p. 2125 - 2155.
- MULLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In MYASAKA, S. & MEDINA, J.C. A Soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p. 73-108.
- MUSTAKAS, G.C.; ALBRECHT, W.J.; MCGHEE, J.E.; BLACK, L.T.; BOOKWALTER, G.N. & GRIFFIN, E.L. Lipoxidase desactivation to improve stability, odor and flavor of full-fat flours. J. Am. Oil Chem. Soc., 46:623-626, 1969.
- ORF, J.H. & HYMOWITZ, T. Genetics of the Kunitz trypsin inhibitor an antinutritional factor in soybeans. J. Am. Oil Chem. Soc., 56:722-726, 1979.
- _____ & _____ Inheritance of the absence of the kinuts trypsin inhibitor in seed protein of soybean. Crop. Sci., 19: 107 - 111, 1979A.
- OSBORNE, T.B. & MENDEL, L.B. The use of soybean as food. J. Biol. Chem., 32:369-387, 1917.
- OSER, B.L. Method for integrating essential aminoacid content in the nutritional evaluation of protein. J. Am. Dietetic Assoc., 27:396-401, 1951
- PARRISH, D.J. & LEOPOLD, A.C. Transient changes during soybean inhibition. Plant. Physiol., 59:1111-1115, 1977.

PELLET, P.L. Protein quality evaluation on revisited
Food Technol., 32:60-79, 1978.

PELLETT, P.L. & YOUNG, V.R. Nutritional evaluation of protein foods. Tokyo, The United Nations University, 1980. 176 p.

PEREIRA, L.A.G. Fatores que influenciam a qualidade da semente.
In MYASAKA, S. & MEDINA, J.C. A Soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. 718-728 p.

PERRY, A.K.; PETERS, C.R. & VAN DUYN, C. Effect of variety and cooking method on times, thiamine content and palatability of soybeans. J. Food Sci., 41:1330-1334, 1976.

PIMENTEL, F.G. Estatística Experimental. Piracicaba, Livraria Nobel, 1978. 430 p.

PLANK, R.P. A national method for grading food quality. Food Technol., 2:241-251, 1948.

POPINIGS, F. Qualidade de sementes. Lav. Arroz. 288: 34-41, 1975

PORTELA, F.B. Bases bioquímicas para o melhoramento de variedades de soja (Glycine max (L) Merrill). Ribeirão Preto, Faculdade de Medicina, 1977. 114 p. Tese (doutorado) - Univ. Est. de São Paulo.

PORTELA, F.B. Teores protéicos e lipídicos nos grãos de variedades de soja em um ensaio nacional. Pesq. Agropec. Bras., 17:345-350, 1982.

PORTER, J.W.G.; WESTGARTH, D.R. & WILLIAMS, A.P. Evaluation of the nutritive quality of grain legumes by an analysis of total sugar Crop. Sci. 14: 652 - 654, 1974.

PRADO, V.C.; ANTUNES, P.L. & SGARBIERI, V.C. Antinutrient occurrence and some physicochemical properties of the protein fractions of five Brazilian soybean varieties. Arch. Latinoam. Nutr., 30: 551-563, 1980.

PROGNÓSTICO. São Paulo, 15:180-187, 1986.

- PUZZI, D. Manual de armazenamento de grãos. São Paulo, Ceres, 1977. 405p.
- QUAST, D.G. & SILVA, S.D. Temperature dependence on hydration rate and effect of hydration on the cooking rate of dry legumes. J. Food Sci., 42:1299-1303, 1977.
- RACKIS, J.J. & ANDERSON, R.L. Isolation of four soybean trypsin inhibitors by DEAE-cellulose chromatography. Biochem. Biophys. Res. Commun., 15:230-235, 1954.
- RACKIS, J.J.; HONIG, D.H.; SESSA, D.J. & STEGGERDA, F.R. Flavor and flatulence factors in soybean protein products. J. Agric. Food Chem., 18:977-982, 1970.
- RACKIS, J.J. Biologically active components. In SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Soybean: chemistry and technology. Westport, AVI, 1972. p. 158-202.
- RACKIS, J.J. Biological and physiological factors in soybeans. J. Am. Oil Chem. Soc., 51:161A-174A, 1974.
- RACKIS, J.J. & MCGHEE, J.E. Importancia práctica de los inhibidores de tripsina de la soja. Memorias de la primeira conferencia Latinoamericana sobre proteína de soya. Mexico, Asociación Americana de Soya, 1975. p. 145-158.
- RACKIS, J.J.; MCGHEE & BOOTH, A.N. Biological threshold levels of soybean trypsin inhibitors, by rats bioassay. Cereal Chem., 52: 85-92, 1975.
- RAMA RAO, P.B.; NORTON, H.W. & JOHNSON, C.B. The aminoacid composition and nutritive value of proteins — aminoacid requirements as a pattern for protein evaluation. J. Nutri., 82:88-92, 1964.
- REIS, A. O leite de soja na alimentação do lactente. Série de Informes Técnicos. Serviço Especial de Saúde do Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro, 5, 1957, 13 p.
- RIESEN, W.H.; CLANDININ, D.R.; ELVEH-JEM, C.A. & CRAVENS, W.W. Liberation of essential aminoacids from raw, properly heated, and overheated soybean oil meal. J. Biol. Chem., 167:143-150, 1947.

ROCKLAND, L.B. & METZLER, E.A. Quick-cooking lima beans and other dry beans. Food Technol., 21:344-348, 1967.

ROCKLAND, L.B. & JONES, F.T. Scanning electron microscope studies on dry beans. Effects of cooking on the cellular structure of cotyledons in rehydrated large lime beans. J. Food Sci., 39: 342-346, 1974.

SAIO, K. Soybeans resistant to water absorption. Cereal Foods World, 21:168-173, 1976.

SAIO, K.; NIKKUNI, Y.; ANDO, Y.; OTSURU, M.; TERAUCHI, Y. & KITO, M. Soybean quality changes during model storage studies. Cereal Chem., 57: 77-82, 1980.

SANJINÉS, G.V. Determinação do efeito das variáveis de secagem em silos sobre a qualidade fisiológica da semente de soja. Campinas, FEAA, 1977. Tese (mestrado) - Univer. Est. Campinas. 90 p.

Secretaria da Indústria e Comércio Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. Estratégia de apoio ao desenvolvimento técnico-econômico da agroindústria de óleos vegetais no Estado de São Paulo. Coord. Rui H.P.L. Albuquerque. Campinas, 1986. 85 p. (Relatório de Circulação Interna).

SATTERLEE, L.D.; MARSHALL, H.F. & TENNYSON, J.M. Measuring protein quality. J. Am. Oil Chem. Soc., 56:103-109, 1979.

SATTERLEE, L.D. MARSHALL, H.F. & TENNYSON, J.M. In vitro assay for predicting protein efficiency ratio as measured by rat bioassay: collaborative study. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 65: 798 - 809, 1982.

SCHNEEMAN, B.O. & LYMAN, R.L. Factors involved in the intestinal feedback regulation of pancreatic enzyme secretion in rat. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 148:897-903, 1975.

SCOTT, W.O. & ALDRICH, S.R. Modern soybean production. 4a. ed. Illinois, S. & Publications, P.O., 1970. 192 p.

SEFA-DEDEH, S.; STANLEY, D.W. & VOISEY, P.W. Effects of soaking time and cooking conditions on texture and microstructure of cowpead. J. Food Sci., 43:1832-1838, 1978

- SGARBIERI, V.C. A importância dos aminoácidos em nutrição e ciência dos alimentos. Ciência e Cultura, 29:1152-1158, 1977.
- SGARBIERI, V.C.; GARRUTI, R.S.; MORAES, M.A.C. & HARTMAN, L. Nutritional and sensory evaluation of mixture of soybeans Glycine max and common bean Phaseolus vulgaris L., for direct use for human food. J. Food Sci., 43:208-210, 1978.
- SHEFFNER, A.L.; ECKFELDT, G.A. & SPECTOR, H. The pepsin-digest-residue (P.D.R.) aminoacid index of net protein utilization. J. Nutr., 60:105-120, 1956.
- SHEFFNER, A.L. *In vitro* protein evaluation. In ALBANESE, A. Newer methods of nutritional biochemistry. New York, Academic Press, 1967. p. 125-195.
- SHYROSE, I.; FERREIRA, V.L.P. & AGUIRRE, J.M. Estimativa da vida de prateleira de soja frita com base no delineamento parcialmente escalonado. Col. Inst. Tecnol. Aliment., 9:140-151, 1978.
- SILVA, A.D.; BARBOSA, C.F. & PORTELA, F. Inibidores proteolíticos em variedades de soja. Científica, 7:317-320, 1979.
- SILVA, C.A.B.; BATES, R.P. & DENG, J.C. Influence of soaking and cooking upon the softening and eating quality of black beans. (Phaseolus vulgaris). J. Food Sci., 46:1716-1725, 1981.
- _____; _____ & _____. Influence of pre-soaking on black bean cooking kinetics. J. Food Sci., 46: 1721-1725, 1981.
- SILVA, C.M. & ORTOLANI, D.B. Avaliação da qualidade da semente. In MYASAKA, S.E. & MEDINA, J.C. A Soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p. 736-743.
- SILVA, E.R. Comportamento de variedades de soja Glycine max (L) Merrill, em algumas localidades de Minas Gerais. Viçosa, Dep. Fitotecnia, 1970. Unipres. Fed. Viçosa, p. 87.
- SINGH, L.; WILSON, C.M. & HADLEY, H.H. Genetic difference in soybean trypsin inhibitors separated by disc eletrophoresis. Crop Sci., 9:489-491, 1969.

- SLUMP, P. & VERBEEK, A.M. Simplification of sample loading in continuous automatic amino acid analysis. J. Chromat., 34:401-405, 1968.
- SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Chemical composition of the seed. In SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Soybeans: chemistry and technology. Westport, AVI, 1972A. p. 61-69.
- Proteins products as food ingredients. In SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Soybeans: chemistry and technology. Westport, AVI, 1972. p. 339-388.
- SMITH, A.K. & NASH, A.M. Water absorpotion of soybeans. J. Am. Oil Chem. Soc., 38:120-123, 1961.
- SPACKMAN, D.H.; STEIN, W.H. & MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. Anal. Chem., 30:1190-1197, 1958.
- SPINDLER, M.; STADLER, R. & TANNES, H. Amino acid analysis of feedstuffs: determination of methionine and cystic after oxidation with performic acid and hydrolysis. J. Agric. Food Chem., 32:1368-1371, 1984.
- STANLEY, D.W. & AGUILERA, J.M. A review of textural defects in cooked reconstituted legumes - The influence of structure and composition. J. Food Biochem., 9:277-323, 1985.
- SZCZESNIAK, A.S. & KAHN, E.L. Consumer awareness of and attitudes to food texture I.: Adults. J. Text. Studies, 2:280-297, 1971.
- SZCZESNIAK, A.S. Classification of textural characteristics. J. Food Sci., 28:385-389, 1963.
- TAIRA, H.T.; NORIHIKO, K.; FUKUI, J. & MATSUMOTO, S. Varietal differences of seed weight protein and sulfur-containing aminoacid content of soybean seeds. Rept. Nat. Food. Res. Inst., 32:25-66, 1977.
- TANGO, J.S. Industrialização, composição e análise da soja e de seus derivados. Campinas, 1981. Coordenadoria de Assistência

Técnica Integral - CATI - da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, 1981. 58 p.

TAN, N.H.; WANG, K.C. & LUMEN, B.O. Relationship of tannin levels and trypsin inhibitor activity with the in vitro protein digestibilities of raw and heat-treated winged bean (Psophocarpus tetragonolobus) J. Agric. Food Chem., 32: 819 - 822, 1984.

TAN-WILSON, A.L.; COSGRIFF, S.E.; DUGGAN, M.C.; OBACH, R.S. & WILSON, K.A. Bowman-Birk proteinase isoinhibitor complements of soybean strains. J. Agric. Food. Chem., 33: 389-393, 1985.

TANNENBAUM, S.R.; BARTH, H. & ROUX, J.P. Loss of methionine in casein during storage with autoxidizing linoleate. J. Agr. Food Chem., 17:1353-1354, 1969.

TODD, J.M.; MARAKLE, N.C. & KEHRBERG, N.C. Methionine sulfoxide determination after alkaline hydrolysis of amino acid mixtures, model protein systems, soy products and infant formulas. J. Food Sci., 49:1547-1551, 1984.

TOENNIES, G. & CALLAN, T.P. Methionine studies. III. A comparison of oxidative reactions of methionine, cysteine and cystine determination of methionine by hydrogen peroxide oxidation. J. Biol. Chem., 129:481-490, 1939.

TURATTI, J.M. Caracterização química, física e sensorial e emprego da soja cultivar "Santa Maria" na dieta alimentar brasileira. Campinas, FEAA, 1981. Tese (mestrado). Univers. Est. Campinas. 103 p.

TURATTI, J.M.; TANGO, J.S.; SILVA, M.T.C.; SHIROSE, I. & YOTSUYANAGI, K. Caracterização dos grãos de cultivares de soja cultivada em algumas regiões do Brasil. Bol. ITAL, 21: 73 - 99, 1984

VAARRIANO-MARSTON & DE OMARRA, E. Effects of sodium salt solution on the chemical composition and morphology of black beans (Phaseolus vulgaris). J. Food Sci., 44:531-536, 1979.

VOISEY, P.W. & LARMOND, E. Texture of baked beans. A comparison of several methods of measurement. J. Text. Studies, 2:96-108, 1971.

- WAGGONER, P.E. & PARLANGE, U.Y. Water uptake and water diffusivity of seeds. Plant Physiol., 57:153-156, 1976.
- WANG, L.C.; THOMAS, B.W.; WARNER, W.J. & KWOLEK, W.F. Apparent odor threshold of polyamines in water and 2% soybean flour dispersions. J. Food Sci., 40:274-275, 1976.
- WANG, H.L.; SWAIN, E.W.; HESSELTINE, C.W. & HEATH, H.D. Hydration of whole soybeans affects solids losses and cooking quality. J. Food Sci., 44:1510-1513, 1979.
- WATANABE, T. & KISHI, A. The book of soybeans. 1a. ed., Tokyo, Japan Public. Inc., 1984. 190 p.
- WETZEL, C.T. Efeitos do tamanho das sementes. In MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. A Soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p. 728-733.
- WOODRUFF, S. & KLAAS, H. A study of soybean varieties with reference to their use as food. Bull. Agric. Exp. Station, University of Illinois, 443: 425 - 467, 1938.
- WOLF, W.J. & COWAN, J.C. Soybeans as a food source. ed. Cleveland, C.R.C. Press, 1971. 86 p.
- WOLZALK, A.; BRESSANI, R. & BRENES, R.G. A comparison of *in vivo* and *in vitro* estimates of protein digestibility of native and thermally processed vegetable proteins. Qual. Plant Food Hum. Nutr., 31:31-43, 1981
- YANAGI, N. & KITO, M. Decomposition of phospholipids in soybean during storage. Cereal Chem., 58:260-264, 1981.
- YAO, J.J.; WEI, L.S.; STEINBERG, M.P. Effect of maturity on chemical composition and storage stability of soybeans. J. Am. Oil Chem., 7:1245-1249, 1983.
- YOUNG, V.R. & SCRIMSHAW, N.S. Nutritional evaluation of protein and protein requirements. In MILNER, M.; SCRIMSHAW, N.S. & WANG, D.I.C. Protein resources and technology: status and research needs. Westport, AVI, 1978. p. 136-373.

Quadro 6 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade de grãos de soja, sobre a velocidade de absorção de água (ml H₂O/h) na lag-fase do processo de embebição dos grãos

F.V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F Calc.
variedade	11	1.308,14	118,92	19,59
resíduo	24	145,67	6,07	
total	35	1.453,81		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 7 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade de grãos de soja, sobre a variedade de absorção de água (ml H₂O/h) na fase linear do processo de embebição dos grãos

F.V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F Calc.
variedade	11	243,5542	22,1413	23,4711
resíduo	24	22,6333	0,9431	
total	35	266,1875		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 8 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade de grãos de soja, sobre a velocidade de absorção de água (ml H₂O/h) na fase de saturação do processo de embebição dos grãos

F.V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F Calc.
variedade	11	52,8964	4,8088	7,80
resíduo	24	14,8000	0,6167	
total	35	67,6964		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 9 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade de grãos de soja, sobre a relação de hidratação

F.V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
variedade	11	0,4209068	0,0437186	10,50**
resíduo	24	0,0999288	0,0041637	
total	35	0,5808356		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 10 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento sobre o tempo de cocção dos grãos de soja.

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
variedade	09	7.979,4	886,6	22,24 **
tempo de armaz <u>e</u> namento	01	25.461,6	25.461,6	638,67 **
int.variedade x tempo armaz.	09	2.762,07	309,12	7,75 **
resíduo	40	1.594,66	39,87	
total	59	37.317,73		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 11 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade e do tempo de armazenamento, sobre a relação de hidratação após cocção, de grãos de soja

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
variedade	09	0,23385	0,0259833	11,00 ***
tempo de armaz.	01	0,00022	0,00022	0,09 n.s.
resíduo	49	0,11578	0,0023628	
total	59	0,34985		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 12 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade sobre o sabor de grãos de soja no período de caracterização inicial

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
repetições	02	0,008	0,004	n.s.
variedade	11	27,698	2,518	7,68 **
blocos	09	2,731	0,303	n.s.
resíduo	13	4,265	0,328	
total	35	34,702		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 13 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade sobre o sabor de grãos de soja no período final de armazenamento

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
variedade	09	14,28732	1,58748	9,74 **
blocos	14	3,50643	0,25046	n.s.
resíduo	36	5,87025	0,16306	
total	59	23,66400		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 14 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade sobre a textura de grãos de soja no período de caracterização inicial

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
repetições	02	0,427	0,214	n.s.
variedade	11	9,922	0,902	3,92 *
blocos	09	4,022	0,447	n.s.
resíduo	13	2,990	0,230	
total	35	17,361		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 15 - Quadro de análise de variância, relativo ao efeito da variedade sobre a textura de grãos de soja no período final de armazenamento

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
variedade	09	30,44754	3,38306	25,80 **
blocos	14	4,91858	0,35133	n.s.
resíduo	36	4,71972	0,13110	
total	59	40,08585		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 16 - Coeficientes de correlação entre parâmetros físicos e sensoriais de grãos, de diversas variedades de soja

Parâmetros	1	2	3	4	5
- textura sensorial		0,7478	0,7436	0,4300	-0,3962
- relação de hidratação			0,7816	-0,9295	-0,4940
- relação de hidratação após cocção				-0,6858	-0,3781
- tempo de hidratação					-0,2839
- tempo de cocção					

Quadro 17 - Correlação entre parâmetros físicos e sensoriais de grãos de diversas variedades de soja

Parâmetros	1	2	3	4	5
- textura sensorial		**	**		
- relação de hidratação			**	***	
- relação de hidratação após cocção				*	
- tempo de hidratação					
- tempo de cocção					

* sig 5%

** " 1%

*** * 0,1%

Quadro 18 - Quadro de Análise de Variância Relativo ao Efeito da Variedade sobre o Teor de Proteína do Grão de Soja. Caracterização Inicial

F.V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Variedade	11	160,37	14,58	63,39***
Resíduo	24	5,43	0,23	
Total	35	165,80		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 19 - Quadro de Análise de Variedade Relativo ao Efeito da Variedade sobre o Teor de Extrato Etéreo de Grão de Soja. Caracterização Inicial

F.V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Variedade	11	71,18	6,47	13,2***
Resíduo	24	11,76	0,49	
Total	35	82,94		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 20 - Quadro de Análise de Variância Relativo ao Efeito da Variedade e Tratamento Térmico sobre a Digestibilidade de Proteica de Grãos de Soja. Caracterização Inicial

F.V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Variedade	11	197,2117	17,9283	47,54***
Cocção	1	2081,2003	2081,2003	5518,96***
Integração Var. x Coc.	11	82,1880	7,47164	19,81***
Resíduo	48	18,0999	0,3771	
Total	71	2378,6999		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 21 - Quadro de Análise de Variância Relativo ao Efeito da Variedade e Tratamento Térmico sobre o Teor de Metionina Total Determinado pelo Aminograma Característico de Farinha de Soja Integral. Caracterização Inicial

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Variedade	11	0,292216	0,026565	38,67***
Cocção	01	0,0026	0,0026	3,79n.s.
Resíduo	59	0,040534	0,000687	
Total	71	0,33535		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 22 - Quadro de Análise de Variância Relativo ao Efeito da Variedade e Tratamento Térmico sobre o Teor de Metionina Determinado no Aminograma Característico do Hidrolizado Enzimático de Farinha de Soja Integral

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Variedade	11	0,180016	0,016365	51,01***
Cocção	01	0,234613	0,234613	731,34***
Int. Var. x Coc.	11	0,032337	0,00294	9,16***
Resíduo	48	0,015400	0,0003208	
Total	71	0,462366		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 23 - Quadro de Análise de Variância Relativo ao Efeito de Variedade e Tratamento Térmico sobre a Metionina Disponível em Grãos de Soja

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Variedade	11	0,200465	0,0182224	31,55***
Cocção	01	0,0083205	0,0083205	14,41***
Int. Var. x Coc.	11	0,047934	0,0043576	7,55***
Resíduo	48	0,0277115	0,0005773	
Total	71	0,284431		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 24 - Quadro de Análise de Variância Relativo ao Efeito da Variedade sobre o Teor de Inibidores de Tripsina na Farinha de Soja Integral Crua

F.V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Variedade	11	15568,93	1415,36	76,05***
Resíduo	24	446,44	18,61	
Total	35	16015,37		

* sig. a 5%; ** sig. a 1%; *** sig. a 0,1%

Quadro 25 - Coeficiente de Correlação entre Testes Químicos de
Avaliação de Qualidade Protéica de Grãos de Doze
Variedades de Soja

	1	2	3	4	5
1 - digestibilidade protei- ca "in vitro"		0,0589	0,7074	0,1114	-0,5207
2 - metionina total			0,1538	0,2413	0,0054
3 - teor de metionina li- berado por hidrólise enzimática "in vitro"				0,1851	0,2704
4 - teor de metionina dis- ponível					-0,2172
5 - atividade dos inibido- res de tripsina					

Quadro 26 - Correlação entre Testes Químicos de Avaliação de
Qualidade Proteica de Grãos de Doze Variedades
de Soja

	1	2	3	4	5
1 - digestibilidade protei <u>i</u> ca "in vitro"			***		
2 - metionina total					
3 - teor de metionina libe- rado por hidrôlise enzi <u>i</u> mática "in vitro"					
4 - teor de metionina dispo <u>u</u> nível					
5 - atividades dos inibido- res de tripsina					