

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - FACULDADE DE ENGENHARIA DE
ALIMENTOS E AGRÍCOLA

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO PROCESSAMENTO DE FARINHAS INTEGRAIS DE
SOJA PELOS PROCESSOS "PROMO" E DE "EXTRUSÃO"

PASCUAL ISOLDI PINKOSKI
ENGENHEIRO QUÍMICO

ORIENTADOR:

Prof. Dr. ROBERTO HERMÍNIO MORETTI

LIVRE DOCENTE

TESE APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍ-
COLA, DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS.

1978

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

A MEUS PAIS

ARNALDO E NAHIR

A MEU IRMÃO

DOMINGOS

A MINHA ESPOSA

MARIALVA

agradecimientos

IV

O autor expressa seus profundos agradecimentos ao Prof. Dr. ROBERTO H. MORETTI pela orientação segura, pelo apoio e amizade.

À Direção da FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, na pessoa do saudoso Dr. EURICO FAUTH SCHROEDER, pelo incentivo à realização de cursos de pós-graduação e pelo valioso suporte financeiro oferecido.

À Direção da FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA pelas facilidades oferecidas na realização do trabalho.

À Direção do INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL pelo apoio financeiro oferecido.

À Divisão de Controle de Qualidade da DURATEX, pela determinação dos aminoácidos nas amostras obtidas.

A meus amigos RAMÓN HINOJOSA GUTIERREZ e PEDRO LUIZ ANTUNES cujo auxílio, apoio e amizade tornaram possível a realização deste trabalho.

À Engenheiranda LINA YAMACHITA pela valiosa colaboração na montagem deste trabalho.

A todas as pessoas que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho e, em especial aos amigos GUIDO e VERA MELO pela fraternal acolhida, apoio e solidariedade demonstrados.

À minha esposa MARIALVA, pelo amor, apoio e compreensão, além do estoicismo de suportar uma longa ausência.

**índice
geral**

AGRADECIMENTOS	III
ÍNDICE GERAL	V
ÍNDICE DE QUADROS	VI
RESUMO	XV
SUMMARY	XVIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 - Fatores anti-nutricionais	6
2.2 - Sabor e aroma	7
2.3 - Inativação dos fatores anti-nutricionais	9
2.3.1 - Inibidor de tripsina	9
2.3.2 - Hemaglutinina	11
2.4 - Outros fatores	12
2.4.1 - Urease	12
2.4.1 - Lipoxigenase.....	12
2.4 - Evolução dos processos tecnológicos destinados a <u>e</u> liminar o sabor desagradável dos produtos de so- ja	12
2.6 - Processos "Promo" e de "Extrusão".....	14
2.6.1 - Processo "Promo"	14
2.6.2 - Processo de "Extrusão"	15
2.7 - Comparação entre os diversos produtos de soja	16
2.7.1 - Tipos de produtos de soja	16
2.7.2 - Propriedades funcionais	17
2.7.3 - Valor nutricional	18
2.7.4 - Custos	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 - Material	22
3.1.1 - Amostras de soja	22
3.1.2 - Reagentes utilizados	22
3.1.3 - Aparelhos de laboratório	22
3.1.4 - Equipamentos da planta-piloto	23

VII

3.2 - Métodos	25
3.2.1 - Processamento da soja	25
3.2.1.1 - Processo "Promo"	25
3.2.1.1.1 -Preparação das amos <u>tr</u> tras	25
3.2.1.1.2 -Maceração	25
a) Soluções de Mace- ração	25
b) Temperatura	26
c) Duração	26
3.2.1.1.3 -Tratamento térmico ...	26
a) Temperatura do tra <u>ta</u> tamento	26
b) Duração do trata- mento	26
3.2.1.1.4 -Secagem	27
a) Temperatura da se <u>ca</u> gem	27
b) Duração da seca- gem	27
3.2.1.1.5 -Moagem dos grãos	27
3.2.1.2 - Processo de "Extrusão"	28
3.2.1.3.1 -Preparação das amos- tras.....	28
3.2.1.2.2 -Descorticamento	29
a) Quebra dos grãos ..	29
b) Separação das cas <u>ca</u> cas	29
3.2.1.2.3 -Precondicionamento ...	29
a) Vapor direto e á- gua	29
b) Imersão em água quen <u>te</u> te e vapor direto..	30
c) Características de	

4.3.2 - Determinações físicas	56
4.3.4.1 - Granulometria	56
4.3.4.2 - Absorção de água	58
4.3.4.3 - Densidade aparente	59
4.3.5 - Análise sensorial	60
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	62
5.1 - Absorção de água no processo "Promo"	63
5.1.1 - Na maceração dos grãos	63
5.1.2 - No tratamento térmico	63
5.2 - Variação do teor de umidade durante o processo "Promo" e perdas de sólidos	64
5.2.1 - Na maceração dos grãos	64
5.2.2 - No tratamento térmico	64
5.2.3 - Secagem	65
5.3 - Variação do teor de umidade durante o processo de "Extrusão"	65
5.3.1 - No acondicionamento	65
5.3.2 - Na extrusão	66
5.3.3 - Na secagem	66
5.4 - Variação da temperatura durante o processo de "Extrusão"	66
5.4.1 - No acondicionamento	66
5.4.2 - Extrusão	67
5.5 - Perda de sólidos no processamento	67
5.5.1 - Processo "Promo"	67
5.5.2 - Processo de "Extrusão"	68
5.6 - Composição centesimal dos produtos obtidos	68
5.6.1 - Processo "Promo"	68
5.6.2 - Processo de "Extrusão"	69
5.7 - Avaliação do processamento	69
5.7.1 - Índice de proteína dispersível	70
5.7.2 - Lisina disponível	71
5.7.3 - Fator anti-tripsina residual	73
5.7.4 - Composição de aminoácidos	74

5.7.4.1 - Processo "Promo"	74
5.7.4.2 - Processo de "Extrusão"	74
5.7.5 - Determinações físicas	75
5.7.5.1 - Granulometria	75
5.7.5.2 - Absorção de água	76
5.7.5.3 - Densidade aparente	77
5.7.6 - Análise sensorial	77
6. CONCLUSÕES	78
7. BIBLIOGRAFIA	81

**índice
de quadros**

XIII

QUADRO 1: Condições mantidas no extrusor durante o acondicionamento dos grãos.....	30
QUADRO 2: Configuração do extrusor, usada nos ensaios	32
QUADRO 3: Condições mantidas no extrusor durante as operações	34
QUADRO 4: Condições mantidas no secador durante as operações	35
QUADRO 5: Taxa de absorção dos grãos macerados em água potável	42
QUADRO 6: Taxa de absorção dos grãos macerados em solução de tripolifosfato	43
QUADRO 7: Absorção de água pelos grãos tratados por imersão em água fervente	43
QUADRO 8: Teor de umidade dos grãos após cada etapa do processo "Promo"	44
QUADRO 9: Perda de peso dos grãos processados pelo processo "Promo"	45
QUADRO 10: Perda de peso dos grãos no descorticamento	46
QUADRO 11: Variação do teor de umidade dos grãos nas etapas do processo de "extrusão"	47
QUADRO 12: Variação da temperatura dos grãos nas etapas do processo de "extrusão"	48
QUADRO 13: Composição centesimal, em base seca, das amostras maceradas em água potável	49
QUADRO 14: Composição centesimal, em base seca, das amostras maceradas em solução de tripolifosfato	50
QUADRO 15: Composição centesimal, em base seca, dos produtos obtidos pelo processo de "extrusão"	51

QUADRO 16: Amostras macerada em água potável	52
QUADRO 17: Amostras macerada em solução de tripolifosfato de sódio	52
QUADRO 18: Amostras obtidas por "extrusão"	53
QUADRO 19: Composição dos aminoácidos das amostras processadas pelo processo "Promo", em g/16 g N	54
QUADRO 20: Composição de aminoácidos de soja crua e das amostras processados por "extrusão", em g/ 16 g N	55
QUADRO 21: Granulometria das amostras maceradas em água potável	56
QUADRO 22: Granulometria das amostras maceradas em tripolifosfato de sódio	56
QUADRO 23: Granulometria das amostras processadas pelo processo de "extrusão"	57
QUADRO 24: Absorção de água da amostras processa das pelo processo "Promo"	58
QUADRO 25: Absorção de água das amostras processa das por "extrusão"	58
QUADRO 26: Densidade aparente, em g/ cm ³ , das amostras processadas pelo processo "Promo"	59
QUADRO 27: Densidade aparente, em g/ cm ³ , das amostras processadas por "extrusão"	59
QUADRO 28: Amostras maceradas em água potável	60
QUADRO 29: Amostras maceradas em tripolifosfato de sódio	60
QUADRO 30: Amostras processadas por "extrusão"	61

resumo

Foram processadas 12 farinhas integrais de soja pelo processo "Promo", e comparadas com 4 farinhas integrais obtidas pelo processo de cozimento por extrusão através de uma série de características decorrentes do tipo de processamento empregado.

O processo "Promo" apresenta a característica de não descorticar os grãos e utilizar métodos convencionais de tratamento térmico, como imersão em água fervente ou vapor sob pressão, enquanto o processo de cozimento por extrusão realiza um tratamento térmico, dos grãos descorticados, em alta temperatura por curto espaço de tempo, em extrusor.

As farinhas obtidas pelo processo "Promo" apresentaram um teor de fibras variando de 4.47% a 6.00%, que é bastante elevado se comparado com os teores entre 2.66% a 3.30% das farinhas obtidas por extrusão, como decorrência do fato do não descorticamento dos grãos no primeiro processo.

Quanto aos componentes solúveis, cinzas e carboidratos, verifica-se que parte dos mesmos foi perdida nas etapas de maceração e tratamento térmico do processo "Promo", dando valores médios de 4.59% para cinzas e 22.54% para os carboidratos, mais baixos do que 5.07% de cinzas e 24.94% de carboidratos obtidos nas farinhas do processo de cozimento por extrusão.

Embora sejam produzidas de soja não descortificada, as farinhas obtidas pelo processo "Promo" apresentam maior teor de proteínas e gorduras do que as farinhas obtidas pelo outro processo, isto se deve à remoção de componentes solúveis no tratamento térmico, o que eleva a proporção dos demais componentes sólidos no resíduo.

Na avaliação do processamento vê-se que com o tratamento mais brando do processo "Promo", 5 minutos de imersão em água fervente, obteve-se 17.70% de IPD, 5.91 g/16 g N de lisina disponível, e 11.81% de atividade residual do fator antitripsina, e com o cozimento mais drástico, cozimento a 115°C por 15 minutos, obteve-se um IPD de 10.32%, 5.43 g/16 g N de lisina disponível e nenhuma atividade residual da antitripsina.

Já com os produtos obtidos por extrusão, verifica-se que o ensaio mais brando foi o primeiro e o mais drástico, o último, devido aos valores de 61.22% de IPD, 5.33 g/16 g N de lisina disponível e 83.72% de atividade residual do fator antitripsina encontrados no produto do ensaio 1, e IPD de 10.15%, 5.68 g/16 g N de lisina disponível e atividade residual do fator antitripsina de 9.65% no produto do ensaio 4.

Os resultados dos aminogramas efetuados em amostras que sofreram os tratamentos térmicos extremos mostram que os mesmos não afetaram de modo significativo os aminoácidos Cistina e Metionina, principais limitantes da proteína da soja.

Interpolando os valores obtidos nestas amostras de tratamento térmico extremo, pode-se considerar que nas amostras de tratamento térmico intermediário o teor de Cistina ficou entre 1,536 e 1,617 g/16 g N, e o de Metionina entre 1,445 e 1,592 g/16 gN.

Quanto às características organolépticas das farinhas obtidas, verifica-se que através do processo "Promo" obteve-se produtos considerados, de modo geral, de gosto e aroma suaves, sem muitas diferenças entre si.

Nos produtos obtidos pelo processo de "Extrusão", a farinha obtida no ensaio 4, mais drástico, foi considerada com gosto e sabor quase neutros, enquanto que a do ensaio 1 apresentou forte odor e sabor de soja crua.

Foram determinados a granulometria, absorção de água e densidade aparente de todas as amostras, e constatado que os diferentes processos não afetam estes valores.

summary

Twelve varieties of full fat soy flours were processed by the "Promo" process, and compared with 4 full fat flours obtained by "extrusion-cooking" process in several properties characteristics of the process they were obtained by.

In the "Promo" process the beans are not husked and conventional methods of heat treatment, such as soaking in boiling water or steaming under pressure, were used; in the extrusion-cooking process the husked beans are heat treated in a high temperature for a short time period, in an extruder.

The flours obtained by the "Promo" process presented a fibre content varying from 4.47% to 6.00%, which is significantly high when compared with the contents between 2.66% and 3.30% of the flours obtained by extrusion, due to the fact of not hulling the beans in the first process.

Concerning the soluble components, ashes and carbohydrates, it is shown that part of them have been lost in the steps of soaking and heat treatment of the "Promo" process, achieving medium content of 4.59% for ashes and 22.54% for carbohydrates, lower than 5.07% for ashes and 24.94% for carbohydrates obtained in the extrusion-cooking flours.

Even though produced from husked soybean grains, the flours obtained by the "Promo" process presented a higher protein and fat content than the flours obtained by the other process, due to the removal of soluble components in the soaking and heat treatment, which increases the proportion of the other solid components in the waste.

In Evaluating the processes, it is shown that with the more gentle treatment of the "Promo" process, soaking in boiling water for 5 minutes, 17.70% of PDI, 5.91% g/16g N of available lysine, and 11.81% of residual activity of the antitripsin factor was achieved, and 10.32% of PDI, 5.43g/16g N of available lysine and none residual activity of the antitripsin factor was obtained for the most drastic treatment cooking at 115°C for 15 minutes.

In the products obtained by extrusion, it is shown that the more gentle experiment was the first and the most drastic, the last, due to the contents of 61.22% of PDI, 5.33%g / 16g N of available lysine and 83.72% of residual activity of the anti-trypsin factor found in the product of experiment 1, and PDI of 10.15%, 5.68%g / 16g N of available lysine and residual activity of the antitrypsin factor of 9.65% in the product of experiment 4.

The results of the aminograms obtained in samples that were subjected to extreme heat treatments shows that same did not affect significantly the Cistine and Metionine aminoacids, the main limitants of the soybean protein.

Interpolating the values obtained in these samples of extreme heat treatment, it may be considered that in the samples of medium heat treatment the Cistine content between 1.445 and 1.592 g / 16 g N.

About the organoleptic properties of the products obtained, it has been found that the products obtained by the "Promo" process presented, in a general way, a soft smell and taste, without many differences among each other.

In the products obtained by the "Extrusion" process, the flour obtained in experiment 4, the more drastic one, was considered with almost neutral taste and flavour, but the flour from experiment 1 presented a strong taste and a raw soybean flavour.

Granulometry, water absorption, and bulk density of all the samples were investigated and the results have shown that these values are not affected by the different processes.

1. introdução

A soja é a semente oleaginosa mais adequada para ser processada integralmente, ou seja, sem ter seu óleo extraído.

Isto se deve ao fato de que a maioria das oleaginosas contém, se forem comparadas à soja, um alto teor de óleo e um baixo teor de proteínas, fazendo que seu processamento integral para a produção de rações ou alimentos não seja vantajoso do ponto de vista econômico, pois a extração do óleo será a utilização mais econômica dessa oleaginosa, nem do ponto de vista nutricional, uma vez que o teor de proteínas de tal produto será desproporcionalmente baixo, se comparado com o teor de óleo.

Tendo em vista este aspecto, os estudos realizados a respeito do processamento de grãos inteiros praticamente foram todos concentrados na soja, porque esta leguminosa apresenta uma taxa Proteína-Óleo que torna seu processamento integral uma proposição economicamente viável.

Como os requerimentos nutricionais do homem não estão baseados somente em proteínas mas também em calorias, constata-se que a farinha integral de soja representa uma forma básica de proteína e óleo que pode ser facilmente produzida por processos simples e de baixo custo para atender a estes requerimentos.

Além de ter uma composição em que um quinto do peso é óleo e dois quintos são proteínas, a soja apresenta uma característica que facilita o seu processamento e que é o fato de que todos os seus fatores antinutricionais importantes podem ser eliminados através de um tratamento térmico adequado, o qual não chega a afetar profundamente as excelentes qualidades nutricionais do óleo e da proteína.

O mais simples processamento da soja consiste na aplicação direta de vapor aos grãos e após remoção das cascas, o que dá um produto que pode ser moído ou laminado para produzir uma farinha ou flocos contendo toda a proteína e óleo do grão inteiro.

A partir desse tipo mais simples do processamento muitos outros foram sendo desenvolvidos tendo sempre como meta descobrir a maneira adequada de eliminar ou, ao menos diminuir,

o sabor e o aroma extremamente objetáveis e considerados serem um componente sempre presente nos produtos derivados da soja.

Para alcançar este objetivo de conseguir encontrar um processo que produza um produto sem o sabor "painty" ou "beany", da soja, grande esforço tem sido feito já há vários anos com centenas de trabalhos e patentes apresentando métodos de retirar o gosto da soja, mas através de processos empíricos que parecem não serem baseados no conhecimento da natureza química dos princípios amargos da soja.

Como resultado da aplicação dessa variada gama de processos de tratamento, são obtidos produtos que diferem em sua atividade enzimática, dispersibilidade de proteínas, sabor, valor nutritivo e propriedades funcionais, mas que na maioria das vezes não conseguem superar eficazmente os problemas básicos, estabelecidos por MUSTAKAS, em 1969, para elevar a soja à categoria de alimento humano, e que podem ser relacionados como segue:

- a) Inativar os inibidores de crescimento
- b) Produzir um produto suave e palatável
- c) Obter boa estabilidade durante a estocagem.

Dentre todos os processos utilizados para a obtenção de farinha de soja destacam-se dois tipos de processamento e que parecem ser os mais efetivos na obtenção de produto que supere as exigências estabelecidas por MUSTAKAS para obtenção de um bom alimento a partir da soja.

Estes dois processos são denominados de "Promo" e de "Cozimento por extrusão".

O processo "Promo" difere dos outros processos convencionais pela omissão do descorticamento dos grãos e adicionando uma etapa de maceração em água.

É assegurado pela Companhia Promo Ltd., Abergavenny Inglaterra, que utiliza o processo, que a maceração combinada com o método de cozimento é responsável pela destruição de mais fatores antinutricionais da soja do que qualquer outro processo, o que resulta num produto que tem um valor nutritivo particularmente alto e é completamente suave de gosto.

O Processo de "Cozimento por extrusão" tem como essência o cozimento dos grãos por curto tempo a alta temperatura em um extrusor. É assegurado pela Firma que desenvolveu o processo que o curto período a alta temperatura resulta num produto de alto valor nutritivo.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma comparação entre os produtos obtidos por ambos os processos através de determinações químicas, como composição centesimal, lisina disponível, fator antitripsina residual, índice de proteína dispersível, e composição de aminoácidos, de determinações físicas, como granulometria, densidade aparente e absorção de água, além de análise sensorial, de modo a possibilitar a obtenção de dados que possam permitir o desenvolvimento de um processo adequado para a produção de farinha integral de soja de boa qualidade destinada a ser utilizada na merenda escolar, em produtos de panificação, na produção de leite de soja, além de diversos processos industriais destinados à obtenção de produtos nutritivos.

2. revisão bibliográfica

A soja, Glicine max (L) Merr., é uma leguminosa que se compõe de 90% de cotilédones, 8% de cascas e 2% de hipocotil, conforme citação de SMITH & CIRCLE (1972).

COWAN (1964) afirma que, além de conter 40% de proteínas e 20% de óleo, a soja apresenta 20% de polissacarídeos in solúveis e 5% de sacarose, 3,8% de estaquiase e 1,1% de refinose.

Segundo WOLF (1973), do ponto de vista nutricional a soja é o produto vegetal que tem as melhores condições de ser utilizado como alimento, quer pelo alto teor de proteínas ou pelo óleo com alto teor de insaturação.

Entretanto, para transformar a soja em alimento humano é necessário considerar duas características da mesma: os fatores anti-nutricionais e o gosto desagradável.

2.1. FATORES ANTI-NUTRICIONAIS

COWAN (1964), mostra que, embora apresente proteínas de boa qualidade nutricional, a soja contém pequenas quantidades de enzimas, e entre elas estão os inibidores de crescimento, tal como o inibidor de tripsina e a hemaglutinina.

Segundo RACKIS (1974), a ingestão de soja crua inibe o crescimento de ratos, diminui a energia metabolizável, reduz a absorção de gordura, a digestibilidade das proteínas e a disponibilidade de aminoácidos, vitaminas e sais minerais, além de causar a hipertrofia pancreática, que segundo o autor, são devido à presença do inibidor de tripsina e outros.

WOLF (1966), reporta que, logo após o seu descobrimento em 1944, o inibidor de tripsina foi o primeiro componente proposto como um fator anti-nutricional das proteínas de soja.

O inibidor de tripsina, segundo WOLF (1966), no seu estado cristalino consta de uma cadeia polipeptídica de peso molecular 21.500, e RACKIS (1972), mostra que esta proteína globu

lar de conformação não helicoidal forma um complexo bastante estável com a tripsina.

A sua função seria manter a estrutura pela prevenção da autólise, regular a síntese e o metabolismo das proteínas e prevenir o ataque de insetos predadores.

O outro fator anti-nutricional das proteínas de soja é a hemaglutinina, a qual, segundo RACKIS (1972), é uma glicoproteína contendo manose e glucosamina, cujas propriedades biológicas são as de aglutinar, "in vitro", as células vermelhas do sangue, apresentar toxicidade quando injetadas intraperitonialmente e contribuir com cerca de 25% da inibição ao crescimento que a injestão de soja crua produz em ratos.

Além do inibidor de tripsina e da hemaglutinina, a soja contém ainda pequenas porções de outras substâncias que podem reduzir o valor nutricional da soja, mas ainda não estão bem estudados, conforme cita RACKIS (1974).

2.2. SABOR E AROMA

NELSON et alii (1971) afirmam que, apesar de apresentar características favoráveis à nutrição humana, os produtos de soja apresentam um sabor e um odor a feijão cru, extremamente objetável ao paladar ocidental.

Segundo estes autores, até pouco tempo este sabor e aroma eram considerados serem constituintes inerentes ao grão, porém devido ao grande número de pesquisas focalizadas nesse aspecto, foi possível verificar que o rompimento das células dos cotilédones da soja crua, mesmo em presença de pequenas quantidades de umidade, possibilita o desenvolvimento quase instantâneo do gosto desagradável, catalisado pela lipoxigenase.

Já SMITH & CIRCLE (1972), mostram que com os produtos da soja, embora possam ser resolvidos os problemas com relação aos fatores anti-nutricionais, permanece o problema do sabor, que é mais difícil de resolver tendo em vista as possíveis causas:

- devido a baixa concentração dos componentes que

se formam, há dificuldade em seu isolamento.

- quando as células são rompidas, certas enzimas, como a lipoxigenase e lipase tornam-se ativas e introduzem no vos componentes no sabor dos produtos.

- os solventes utilizados na extração do óleo po dem deixar resíduos com sabor.

- o calor utilizado pode ocasionar reações entre os constituintes menores, com dificuldade de identificação e e liminação.

WILKENS et alii(1967) constataram que o sabor ran çoso do leite de soja se localiza na fração volátil, e por cro matografia gasosa verificaram que os produtos com pequena forma ção de compostos voláteis eram os que não apresentavam o gosto ruim característico.

Conforme a concentração dos compostos voláteis au mentava, menor era o grau de palatabilidade de tais produtos.

Estes resultados foram confirmados por MUSTAKAS (1969), que constatou que os lipídeos dos grãos de soja eram ra pidamente oxidados pela ativação da lipoxigenase, quando o teor de umidade era elevado a 20%. Por cromatografia gás-líquida de terminou a formação destes compostos voláteis catalisados por esses sistemas enzimáticos, após vários processos de tratamento.

Nas amostras sem tratamento térmico ficou patente a grande formação de compostos voláteis, e nas amostras trata das por calor seco a 100°C houve pouco desenvolvimento de com postos voláteis, e o gosto foi melhor do que as amostras que a presentaram grande formação de voláteis.

BOURNE (1970) determinou ser a lipoxigenase a cau sa do problema do sabor desagradável do leite de soja, por a tuar nas cadeias dos ácidos graxos insaturados, produzindo gran de quantidade de substâncias de pequeno peso molecular.

COWAN et alii(1973) afirmam, após uma revisão so bre os componentes do sabor dos produtos de soja, que a lipoxi genase é a principal responsável e o ácido linoleico, o princi

pal precursor, e que, após desenvolvido o sabor desagradável é difícil de removê-lo totalmente, mas não tão difícil de mascarar com outros sabores.

WOLF (1975), mostra que a maioria dos trabalhos realizados nos últimos 10 anos indicam serem os lipídeos a maior fonte de sabores desagradáveis nos produtos de soja. Constata também que a lipoxigenase é apontada como o mais importante fator de geração de compostos com sabor a partir de lipídeos quando a soja é processada em altas condições de umidade, menos certo porém, é o significado da lipoxigenase quando a soja é processada em baixos teores de umidade.

2.3. INATIVACÃO DOS FATORES ANTI-NUTRICIONAIS

WOLF (1966) mostra que foram OSBORNE & MENDEL, em 1917, que deram o impulso inicial na pesquisa dos componentes da soja, ao relatarem o pouco crescimento dos ratos tratados com soja crua, mas que um tratamento de 3 horas com vapor produzia uma farinha que propiciava o crescimento normal dos mesmos.

A partir dessa época inúmeros trabalhos foram sendo desenvolvidos, de modo a tornar a soja mais nutritiva pela inativação de seus fatores anti-nutricionais.

2.3.1 - Inibidor de Tripsina

RACKIS, MCGHEE & BOOTH (1975), verificaram que dentre os trabalhos existentes sobre a inativação do inibidor de tripsina, todos concordam de maneira unânime que o tratamento térmico necessário para inativá-lo não chega a afetar as qualidades nutricionais das proteínas.

HACKLER et alii (1965) mostram que o leite de soja pode ser aquecido a 93°C durante 6 horas, obtendo-se 96% de inativação do inibidor de tripsina e nenhum efeito adverso na eficiência proteica e lisina disponível. Com tratamento térmico a temperaturas mais elevadas deve-se ter mais cuidado, pois 20 minutos a 121°C inativa cerca de 98% do inibidor, mas o produto já apresenta visíveis características de perda da eficiência

proteica e de lisina disponível.

ALBRECHT et alii (1966), constataram que dois fatores são muito importantes na taxa de inativação do inibidor de tripsina, o teor de umidade dos grãos submetidos ao tratamento térmico, e o tamanho das partículas.

Verificaram que a aplicação direta de vapor a 100°C durante 15 minutos foi suficiente para inativar 99% do inibidor de tripsina em grãos inteiros com 20% de umidade, e que imersão em água fervente por 5 a 7 minutos foi suficiente para inativar totalmente o inibidor nos grãos inteiros com 62 a 65% de umidade.

Já RACKIS (1966), verificou que o inibidor de tripsina só foi inativado totalmente após 20 minutos de aplicação de vapor nos grãos inteiros contendo 25% de umidade. Entretanto, para os grãos contendo 19% e 5% de umidade a inativação total só foi obtida com mais tempo de aplicação de vapor.

Segundo DIMLER (1968), o processo de tratamento térmico por imersão em água fervente é o mais fácil de controlar a temperatura de tratamento, bem como a duração do mesmo. Além disso, afirma que a imersão em água fervente por 10 a 15 minutos é suficiente para inativar o inibidor de tripsina.

NELSON et alii (1971), constataram que o tratamento térmico por imersão em água fervente pode ser utilizado de modo que a hidratação dos grãos e a inativação enzimática possam ser feitas em seqüência, macerando os grãos por 4 horas e cozinhando em água fervente por 10 minutos, ou simultaneamente, por cozimento durante 20 minutos em água fervente.

BAKER & MUSTAKAS (1973), estudaram o efeito da adição de aditivos ácidos e básicos na taxa de inativação do inibidor de tripsina pelo cozimento por imersão, e constataram que o maior efeito desses aditivos é verificado nos tratamentos mais longos.

RACKIS (1974), verificou que a taxa de inativação do inibidor de tripsina é igual para os produtos integrais e pa

ra os desengordurados, comprovando que o teor de gordura não afeta a eficiência do calor úmido em inativar o inibidor de tripsina.

ANTUNES (1974) encontrou que no grão macerado e descorticado são necessários 10 minutos de tratamento em água fervente para total inativação do inibidor de tripsina, sendo necessários 30 minutos quando tal tratamento é feito no grão sem maceração.

MUSTAKAS et alii (1964), verificaram que o processo de extrusão era bastante eficiente na inativação do inibidor de tripsina, e que neste processo o inibidor é inativado como uma função do produto do tempo de retenção e umidade do produto.

Estes parâmetros foram mais pronunciados a 149°C, e a inativação obtida a 121°C foi muito reduzida, se comparada com as temperaturas de 135 e 149°C.

DE MUELENAERE & BUZZARD (1966) verificaram que o processo de extrusão é extremamente eficiente na inativação do inibidor de tripsina, mas que praticamente não destrói nada dos outros nutrientes.

Foi determinado a perda de 78,6% de vitamina C e 6,2% de niacina pela imersão durante dois minutos em água fervente, e somente 33,4% de vitamina C e 2,8% de niacina pelo processo de extrusão.

2.3.2 - Hemaglutinina

WOLF (1966) constatou que, como o inibidor de tripsina, a atividade da hemaglutinina em farinha de soja é facilmente removida por calor úmido, conseqüentemente ela não apresenta problema quando a farinha é bem processada.

RACKIS (1972), também constatou que a hemaglutinina é rapidamente destruída pelo calor úmido.

ANTUNES (1974), constatou que a hemaglutinina é mais resistente ao calor do que o inibidor de tripsina quando o tratamento é feito no grão ou farinha, mas se o tratamento é

feito no extrato proteico então essa resistência comporta-se de maneira inversa.

2.4. OUTROS FATORES

2.4.1 - Urease

Embora a urease não apresente propriedades anti-nutricionais a importância de sua inativação advém do fato de servir como um indicador de grau de tratamento térmico aplicado ao produto, conforme estabelece o PAG STATEMENT nº 5 (1969).

ALBRECHT et alii (1966) verificaram que adição direta de vapor por 15 minutos apresentava diversos teores de inativação da urease, e que maior era a inativação quanto maior o teor de umidade. Não foi constatada atividade ureática após aplicação de vapor por 30 minutos, qualquer que tenha sido o teor de umidade dos grãos.

2.4.2 - Lipoxigenase

BAKER & MUSTAKAS (1973) mostram que a inativação da lipoxigenase tem sido indicada, por vários autores, como a etapa chave para a obtenção de um produto de soja com gosto agradável.

HAND et alii (1964), mostraram que 10 minutos a 121°C ou 45 minutos a 110°C eram suficientes para inativar a lipoxigenase.

WILKENS et alii (1967) afirmaram que moagem dos grãos com água a 80°C, seguido de aquecimento por 10 minutos a 100°C era suficiente para inativar irreversivelmente a lipoxigenase, e BOURNE (1970), confirma estas conclusões pela constatação de que moer os grãos com água a 80°C é a melhor maneira de inativar a lipoxigenase antes que ela produza algum sabor desagradável.

2.5. EVOLUÇÃO DOS PROCESSOS TECNOLÓGICOS DESTINADOS A ELIMINAR O SABOR DESAGRADÁVEL DOS PRODUTOS DE SOJA

A eliminação do gosto e aroma dos produtos de soja tem sido uma preocupação constante dos pesquisadores, conforme cita WOLF (1975).

Em 1924 o problema do gosto da soja crua e das fa
rinhas foi reconhecido pela primeira vez quando BERZELLER, um
químico húngaro, patenteou um processo que consistia na aplicaç
ão de vapor aos grãos inteiros por 10 a 12 minutos, seguido de
secagem, descorticamento e moagem.

Estas operações são típicas das várias tentativas
empíricas destinadas a eliminar o gosto característico de soja
crua, e o tratamento térmico é a operação mais comum das inúmer
as patentes que tem sido registradas em todos estes anos.

Segundo WOLF (1975), um retrospecto sobre os vár
ios processos destinados a eliminar o gosto amargo dos produtu
os de soja indica que alta temperatura é o meio mais correntem
ente proposto para se obter produtos com sabor agradável.

RAYMOND (1957), sugeriu que a soja podia ficar sem
gosto e aroma objetáveis se fosse macerada por 10 horas em soluç
ão de bicarbonato de amônio de 1 a 3%, e depois submetida a coz
imento por 30 minutos.

KOVÁSZNAY (1962) apresentou um processo em que os
grãos eram submetidos a um curto período de 2 a 5 minutos ao e
feito do vapor, e após resfriados por jatos de água fria.

RAMBAUD (1965), sugeriu que o cozimento dos grãos
em solução com pH entre 8 e 9 na temperatura de 80°C por 20 mi
nutos era o suficiente para reduzir apreciavelmente o gosto de
sagradável dos produtos de soja.

GOULD & SWARTZ (1966) asseguraram que a aplicação
de vapor durante 2,5 minutos era o suficiente para produzir um
produto sem atividade enzimática, livre do sabor amargo e com
um leve tom creme.

DIMLER (1969) afirma que a aplicação direta de vapo
res aos grãos de soja apresenta grande melhoria no sabor dos mesm
os, pois mesmo persistindo algo do gosto a feijão e o amargor
característicos, são desenvolvidos sabores mais agradáveis, co

mo tostado e amendoado, os quais originam uma agradável combinação final.

WILKENS & HACKLER (1969), na produção de leite de soja verificaram que, embora o máximo de sólidos sejam extraídos entre 50 e 70°C, deve ser utilizada a temperatura de 80°C na extração, de modo a prevenir a formação de sabores desagradáveis.

BOURNE (1970), sugeriu que ao invés de moer os grãos com água a temperatura ambiente, deveria ser usada água fervente, pois assim se inativa a lipoxigenase antes que ela catalise a produção de gosto desagradável.

RACKIS et alii (1970) em estudo destinado a determinar a extensão do problema da oxidação dos lipídeos durante o processamento da soja concluíram que, os dois métodos capazes de evitar a formação do gosto desagradável e extrair os compostos de gosto ruim já formados são a aplicação direta de vapor e extração com etanol a 80%, respectivamente.

MUSTAKAS et alii (1964) verificaram que no processo de cozimento por extrusão os principais fatores responsáveis pelo desenvolvimento de bons sabores são a alta temperatura, o tempo de retenção e o teor de umidade do produto.

Mas verificaram também que altos teores de umidade dos grãos, alta temperatura e longos tempos de retenção foram responsáveis pela obtenção de produtos com sabores desagradáveis.

NIELSEN (1976) afirma que a aplicação direta de vapor e a evaporação súbita de parte da água do produto devido a brusca redução de pressão ao sair do "die" ocasionam perda considerável de componentes do sabor e aroma, resultando num produto sem sabor amargo e com um leve aroma de amêndoas obtido por extrusão.

2.6. PROCESSO "PROMO" E DE "EXTRUSÃO"

2.6.1 - Processo "Promo"

ORR & ADAIR (1967) reportaram que as farinhas in

tegrais de soja destinadas a uso nutricional podem ser produzidas pelo processo "Promo".

Este processo difere bastante dos demais processos convencionais por omitir a etapa de descorticação dos grãos, e como resultado da maceração em água e do tipo de cozimento, o produto obtido é uma farinha de soja pré-cozida com alto teor de fibras, que pode ser utilizada em vários alimentos por apresentar um sabor suave.

A composição centesimal dos produtos obtidos através desse processo é aproximadamente a seguinte:

Proteínas, %	:	49
Gordura, %	:	22
Fibras, %	:	5
Carboidratos, %	:	21

Verifica-se que o teor de fibras é 2% maior do que o exigido pelos padrões oficiais, e isto se deve ao não descortinamento dos grãos e a remoção de constituintes solúveis, principalmente açúcares, que ocorre nas etapas de maceração e cozimento.

LO et alii (1968) verificaram que o teor de sólidos na água de maceração aumentava com o tempo de operação, e cerca de 73% era de carboidratos, o que vem explicar o pouco teor existente nas farinhas.

WILKENS & HACKLER (1969), constataram que o maior efeito da maceração é o de reduzir o teor de carboidratos, e conseqüentemente, elevar os teores de gordura e proteínas.

2.6.2 - Processo de "Extrusão"

MUSTAKAS et alii (1964) estudaram a aplicação da extrusão na produção de farinhas integrais de soja.

Segundo os autores, neste processo o produto vai sendo gradualmente submetido a uma temperatura e pressão crescentes dentro do extrusor, e ao sair do "die", a brusca redução

da pressão causa a expansão do material, dessa forma o produto é expandido e resfriado devido a evaporação de parte da umidade nele contida.

O alto valor nutritivo das farinhas de soja obtidas é atribuído ao tratamento a alta temperatura por curto espaço de tempo, o qual é suficiente para destruir os inibidores de crescimento sem danificar demasiado os outros nutrientes.

MUSTAKAS et alii (1970) em posteriores experiências sobre o cozimento por extrusão, verificaram que os parâmetros de temperatura, umidade e tempo de retenção mostraram serem os fatores mais significativos a se relacionar com a qualidade das farinhas integrais de soja.

2.7. COMPARAÇÃO ENTRE OS DIVERSOS PRODUTOS DE SOJA

2.7.1 - Tipos de produtos de soja.

WOLF (1970) mostra que as diferentes formas de proteínas de soja disponíveis para as indústrias de alimentos podem ser classificadas em três grupos, baseados no teor de proteínas:

Farinhas e grits: são as formas menos refinadas das proteínas de soja, e seu teor de proteínas varia de 40 a 50%, dependendo do teor de gordura.

Concentrados proteicos: são preparados a partir da farinha desengordurada pela remoção dos oligossacarídeos e compostos menores, tendo cerca de 70% de proteínas, em base seca.

Isolados proteicos: são preparados a partir da farinha desengordurada pela remoção dos polissacarídeos insolúveis e também dos oligossacarídeos, contendo cerca de 90% ou mais de proteínas.

MEYER (1970) constatou que em relação às farinhas, podem haver três classes: desengorduradas, com baixo teor de gorduras e integrais.

Destas, as mais utilizadas como alimento são as farinhas desengorduradas, devido a grande expansão da indústria

de produção de óleo, embora as farinhas integrais sejam agora reconhecidas como ricas em proteínas e calorias de baixo custo.

2.7.2 - Propriedades funcionais

LEMANCIK & ZIEMBA (1962) verificaram que os produtos de soja podiam aumentar o valor nutricional de muitos produtos, além de prolongar a vida de prateleira, ajudar a emulsificação, cortar o custo de ingredientes, reduzir o tempo de processamento e melhorar o manuseio.

DIMLER (1969), mostra que certas propriedades da soja são afetadas, em maior ou menor grau, pela intensidade do tratamento térmico, e por isso são os indicadores do grau de tratamento que deve ser aplicado conforme seja a utilização do produto.

Já WOLF (1970) salienta que estas propriedades são geralmente atribuídas às proteínas, mas que outros componentes podem também contribuir para o efeito geral observado.

Nas farinhas e concentrados, por exemplo, não somente as proteínas, mas também os polissacarídeos absorvem água, fazendo com que estes produtos absorvam mais água do que uma quantidade equivalente de proteína.

RACKIS et alii (1975) caracterizam como propriedade funcional de uma proteína a apresentação de mudanças desejáveis ou a contribuição em algum aspecto favorável a um produto.

Esta funcionalidade pode incluir valor nutricional, sabor, atividade enzimática, solubilidade das proteínas e outras.

Entre as propriedades funcionais relacionadas às proteínas de soja, nas suas várias formas, por SMITH & CIRCLE (1972), encontram-se as seguintes: retenção de água e gordura, emulsificação, formação de espuma e filme, gelificação, além de dar coesividade e adesividade a diversos produtos.

2.7.3 - Valor nutricional

LEMANCIK & ZIEMBA (1962) afirmam que as farinhas de soja são fontes ricas e econômicas de proteína vegetal contendo todos aminoácidos essenciais, particularmente lisina, e teores consideráveis de vitaminas do complexo B, colina e minerais essenciais.

Além disso, verificaram que por tratamento térmico se pode alterar a dispersibilidade em água, a digestibilidade e o valor nutritivo das proteínas de soja.

MUSTAKAS et alii (1964), trabalhando na produção de farinhas integrais cozidas por extrusão, verificaram que tanto o PER como o NPU indicavam que estes produtos apresentavam o mesmo valor nutricional que as farinhas desengorduradas e integrais encontradas no comércio.

HACKLER et alii (1965) verificaram que tratamento por 32 minutos a 121°C mostra um definido declínio no PER; sendo uma indicação da perda de disponibilidade de lisina.

IRIARTE & BARNES (1966) concluíram que, os únicos fatores que contribuem com um decréscimo do valor nutricional das proteínas de soja excessivamente cozidas eram a destruição da cistina e um decréscimo na absorvabilidade do nitrogênio.

Em produtos de soja tratados devidamente a metionina é o principal aminoácido limitante, mas dos estudos efetuados, ficou evidente que a perda de cistina nas proteínas excessivamente tratadas tornavam este aminoácido o principal limitante.

RACKIS (1966) verificou que aplicação direta de vapor por 15 minutos faz com que o valor nutricional da farinha de soja aumente de 1,25 a 2,04, devido a redução dos fatores anti-nutricionais.

MUSTAKAS (1966) mostra que o tratamento térmico melhora as qualidades nutricionais das proteínas de soja, mas que precisa ser bem controlado para prevenir efeitos adversos no valor nutritivo e na disponibilidade das proteínas.

Alguns processos comerciais reduzem o nível de

vitaminas a um baixo teor, como no caso da Tiamina, mas no processo de extrusão os teores de Tiamina, Niacina e Riboflavina foram insignificamente reduzidos.

ANTUNES (1974) mostra que a destruição dos fatores anti-nutricionais é acompanhada por um aumento no valor nutricional das proteínas de soja.

Constatou porém, que a resistência ao tratamento térmico é variável para o fator antitripsina se o calor for aplicado no grão ou farinha ou no extrato proteico, e isto deve ser levado em conta para se evitar grande perda de outros nutrientes.

BRESSANI (1975) afirma que do ponto de vista nutricional as proteínas de soja podem desempenhar três papéis:

- como proteína suplementar, que é aquela que dá um aumento na qualidade da proteína resultante, e também nos aminoácidos essenciais, particularmente no aminoácido limitante da proteína sendo suplementada.

- como proteína complementar, que é aquela que dá um melhor balanço de aminoácidos essenciais na proteína resultante.

- como fonte de nitrogênio, que significa a substituição de parte de uma proteína pela proteína de soja, sem variação da qualidade da proteína sendo substituída.

2.7.4 - Custos

ORR & ADAIR (1967) em um estudo comparativo entre preços de farinhas de soja desengorduradas e integrais, verificaram que os produtos desengordurados são muito mais baratos do que os produtos integrais.

A grande diferença de preço é devido ao fato de que as farinhas desengorduradas são processadas a partir de subprodutos das indústrias de óleo vegetal.

DIMLER (1969) assegura que os preços dos diversos produtos de soja refletem os custos do processamento e de comer

cialização, além do consumo, que fornece ao produto um valor muito maior do que o relativo aumento no teor de proteínas.

Os preços podem variar de 4 centavos de dolar por libra, para a soja em grão até 1 dolar por libra, para proteína fibrilada.

WOLF (1970) mostra que as formas menos refinadas das proteínas de soja, as farinhas, são as mais consumidas e as que tem menor preço. Os concentrados proteicos custam três vezes mais do que elas, e os isolados, cerca de seis vezes mais.

3. material e métodos

3.1. MATERIAL

3.1.1 - Amostras de soja

As amostras de soja utilizadas nos processamentos efetuados foram obtidas junto à Seção de Leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas, e também no Departamento de Tecnologia da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, da Unicamp. As amostras, de ambas procedências, eram formadas de grãos selecionados, da variedade Santa Rosa e da safra de 1976.

3.1.2 - Reagentes utilizados

Durante o processamento da soja pelo processo "PROMO" foi utilizado tripolifosfato de sódio, de qualidade técnica, na preparação das soluções de maceração dos grãos.

Na análise das farinhas integrais obtidas, foram utilizados somente reagentes quimicamente puros (p.a.), e de diversas procedências, como Merck, Baker, Ecibra, Carlo Erba, Fisher, Difco, Sigma.

3.1.3 - Aparelhos de laboratório

Além da vidraria característica de laboratório e necessária para o preparo de soluções e realização de análises, tais como Beakers, Erlenmeyers, tubos de ensaio, pipetas, buretas, balões volumétricos, frascos de Kjeldahl, funis e dessecadores, foram utilizados os seguintes aparelhos:

- Potenciômetro "Metrohm Herisau", modelo E 516 Titriskop
- Espectrofotômetro UV visível "Carl Zeiss", modelo PMQ II
- Centrífuga "Fanem", modelo 204 N
- Balança analítica "Sauter", modelo 414

- Balança semi-analítica "Mettler", modelo P 1210
- Estufa retilínea "Fanem", modelo 315/4
- Vibrador "Syntron Jogger", modelo J1A
- Agitadores magnéticos "Metrohm", modelo F 349
- Mantas de aquecimento "Fisatom", modelos 52 e 102
- Mufla elétrica "Forlabo Ltda"
- Agitador mecânico "Waring Commercial Blendor", modelo 5010
- Autoclave portátil elétrica "Electric Steroclave", modelo Y25
- Analisador Automático de Aminoácidos BECKMAN, Modelo 119

3.1.4 - Equipamentos da Planta-Piloto

No desenvolvimento do processo "PROMO" foram utilizados os seguintes equipamentos da planta-piloto:

- Dois tanques de aço inoxidável, sendo um equipado com tubulação de distribuição de vapor para aquecimento de água, e o outro destinado somente a conter água de resfriamento.
- Autoclave "Dixie Canner Equipment Co." equipada com um programador digital "Taylor Instrument Companies", para controle e registro das temperaturas de operação.
- Balança de precisão "Hobart-Dayton", modelo CB25.
- Secador tunel equipado com resistências e termostato para controle da temperatura do ar, projetado e construído na própria F.E.A.A.
- Moinho de martelos "Máquinas Tigre S/A", modelo CV2.

No processo de cozimento por extrusão da soja, foram utilizados os seguintes equipamentos da planta-piloto:

- Desintegrador de frutas "ICMA".
- Mesa vibratória, de separação por gravidade "Blasi", modelo GS500.
- Extrusor "Wenger Manufacturing Co.", modelo X25 CF-CB, composto pelas seguintes partes: cone alimentador, misturador, rosca extrusora montada em eixo destinado a receber sete camisas de vapor.

- Secador "Wenger Manufacturing Co.", modelo 600, composto de câmara de secagem e câmara de resfriamento, de esteira deslizante.

Os demais equipamentos utilizados neste processo foram os mesmos empregados no processo "PROMO".

3.2. MÉTODOS

3.2.1 - Processamento da soja

3.2.1.1 - Processo "Promo"

Um dos métodos utilizados para o processamento de farinha integral de soja é o processo "PROMO", o qual consta das seguintes etapas:

- Preparação das amostras
- Maceração dos grãos
- Tratamento térmico
- Secagem
- Moagem dos grãos

A seguir serão descritas as características da cada etapa deste processo.

3.2.1.1.1 - Preparação das amostras

A preparação das amostras constou da remoção de materiais estranhos existentes entre os grãos. Foram utilizadas amostras de 2 kg.

3.2.1.1.2 - Maceração

Esta etapa teve a finalidade de hidratar os grãos de modo a facilitar seu posterior cozimento.

a) Soluções de Maceração

Seis amostras de soja foram maceradas em água potável, com pH 7.2, e seis amostras foram maceradas em solução de tripoli fosfato de sódio a 0,25%, com pH 10.9.

A proporção amostra: solução foi de 1:4 (P/V) em todos os ensaios, e os recipientes utilizados foram baldes plásticos.

b) Temperatura

A maceração foi efetuada à temperatura ambiente, que se manteve entre 26 e 28°C.

c) Duração

A duração desta etapa foi fixada em 5 horas com a finalidade de permitir que os grãos absorvessem mais de 100% de seu peso original, de solução.

A cada hora transcorrida, os grãos eram retirados da solução, drenados e pesados, com a finalidade de se determinar o ganho de peso.

3.2.1.1.3 - Tratamento Térmico

Após a etapa de maceração os grãos sofreram tratamento térmico, que foi de dois tipos, imersão em água fervente e em autoclave.

As características desta etapa foram as seguintes:

a) Temperatura do Tratamento

Três amostras maceradas em água potável e três amostras maceradas em solução de tripolifosfato de sódio a 0,25% foram colocadas em sacos de tela plástica, e mergulhados em água fervente.

As outras seis amostras foram colocadas em bandejas de tela metálica e aquecidas em autoclave a 115°C.

b) Duração do Tratamento

A duração do tratamento térmico foi de 5, 10 e 15 minutos, tanto em água fervente como na autoclave, após o qual os grãos foram rapidamente esfriados.

Os grãos submergidos em água fervente foram imediatamente transferidos para um tanque contendo água fria, enquanto que os grãos cozidos em autoclave foram esfriados por jatos de ar.

3.2.1.1.4 - Secagem

Neste processamento a secagem dos grãos foi realizada em secador tunel.

Foram utilizadas bandejas de tela metálica onde os grãos foram colocados em camadas de aproximadamente 2 cm, e introduzidos no secador.

a) Temperatura da Secagem

A temperatura do ar foi mantida entre 50 - 55°C. Durante o período em que as amostras permaneceram no secador não foi determinado a variação do teor de umidade relativa do ar dentro do secador.

b) Duração da Secagem

O período de secagem variou de modo bem acentuado, tendo os grãos permanecido no secador até que o seu teor de umidade permitisse a sua posterior moagem sem causar problemas.

As amostras tratadas termicamente por imersão em água fervente apresentaram um período de secagem de 16 a 18 horas, em média.

Já para as amostras tratadas sob pressão em autoclave houve elevação do período de secagem para 21 a 23 horas, em média.

O teor de umidade dos grãos, ao saírem do secador, variou entre 4 e 6%.

3.2.1.1.5 - Moagem dos grãos

Para triturar os grãos e transformá-los em farinha foi utilizado um moinho de martelos instalado na planta-piloto do Departamento de Tecnologia.

O acondicionamento das amostras foi em frascos hermeti-

camente fechados onde foram levados ao laboratório para posteriores análises.

3.2.1.2. - Processo de "Extrusão"

O outro método utilizado para transformar soja em farinha integral é o de cozimento por extrusão, que apresenta as seguintes etapas:

- Preparação das amostras
- Descorticamento dos grãos
- Precondicionamento
- Extrusão
- Secagem
- Moagem

Cada etapa será descrita a seguir:

3.2.1.2.1 - Preparação das amostras

Tendo em vista o fato de que neste processo utilizou-se um extrusor, as quantidades necessárias de amostra para cada ensaio foram maiores.

As quantidades utilizadas foram as seguintes:

- 1º ensaio: 120 kg
- 2º ensaio: 120 kg
- 3º ensaio: 60 kg
- 4º ensaio: 68 kg

Como os grãos foram descorticados não se fez necessário a limpeza dos mesmos, pois os materiais estranhos foram eliminados junto com as cascas.

3.2.1.2.2 - Descorticamento

Para a realização desta operação os grãos foram inicialmente quebrados e após as cascas foram removidas.

Esta operação consistiu, portanto, de duas partes:

a) Quebra dos Grãos

Nos dois primeiros ensaios os grãos foram quebrados em uma máquina desintegradora de frutas, instalada na planta-piloto.

Para permitir uma quebra mais eficiente, os grãos foram passados duas vezes pela desintegradora.

Nos dois últimos ensaios foi utilizado um moinho de martelos para quebrar os grãos.

b) Separação das Cascas

No primeiro e segundo ensaios, as cascas foram separadas dos grãos, após a quebra, através de jatos de ar comprimido.

No terceiro e quarto ensaios as cascas foram separadas dos grãos em uma mesa separadora por gravidade "air float".

3.2.1.2.3 - Precondicionamento

A finalidade desta etapa foi preparar as amostras para serem introduzidas no extrusor.

Foi utilizado um tipo de condicionamento com vapor direto e água nos três primeiros ensaios e adicionado a este uma pré-imersão em água quente, para o último.

a) Vapor Direto e Água

Nos três primeiros ensaios os grãos foram sendo transferidos do cone alimentador para o misturador do extrusor onde recebiam va

por direto e água destinados a elevar a temperatura e o teor de umidade, para a posterior introdução no extrusor.

b) Imersão em Água Quente e Vapor Direto

No último ensaio realizado, os grãos, antes de serem colocados no cone alimentador do extrusor, foram colocados em água a 80°C por 5 minutos, após o que foi seguido um procedimento idêntico ao dos três primeiros ensaios.

c) Características de Operação

O quadro 1, a seguir, ilustra as condições mantidas no precondicionador durante a realização desta etapa.

QUADRO 1 - Condições mantidas no extrusor durante o condicionamento dos grãos.

ENSAIOS	(kg/h) TAXA DE ALIMENTAÇÃO	TEMPO DE RETENÇÃO (min)	FLUXO DE VAPOR (kg/h)	FLUXO DE ÁGUA * (kg/h)
1	120	1,5	40	30
2	120	1,5	40	30
3	120	1,5	40	30
4	120	1,5	40	30

* Leitura no rotâmetro.

3.2.1.2.4 - Extrusão

O cozimento dos grãos, já umedecidos e aquecidos, foi efetuado à alta temperatura por curto espaço de tempo, no extrusor, havendo injeção de água na segunda cabeça do mesmo, na base de 5 %.

Nesta operação os grãos são comprimidos através de uma rosca-sem-fim dentro de um cilindro contra uma placa perfurada ou "die".

Tendo em vista a grande redução de área de saída existente entre o cilindro e a placa perfurada, parte dos grãos permanece comprimidos na parte final do cilindro onde a rosca é cônica, e aí sofrem alta pressão e aquecimento.

Este aquecimento é, em parte fornecido por vapor que circula nas camisas, e também gerado por fricção contra as paredes do cilindro.

Como característica dessa operação, o tempo máximo que os grãos permanecem na zona de alta pressão e temperatura é de cerca de 1 minuto.

Após a passagem através da placa perfurada ou "die", a súbita queda de pressão faz cair a temperatura dos grãos pela súbita evaporação de parte da umidade contida neles, de modo que a exposição à alta temperatura é suficiente apenas para inativar os fatores anti-nutricionais sem danificar o valor nutricional das proteínas e sem perder outros nutrientes termolábeis.

a) Configuração do Extrusor

A configuração do extrusor utilizado nestes ensaios foi a seguinte, conforme ilustra o quadro 2.

QUADRO 2 - Configuração do extrusor, usada nos ensaios.

COMPONENTE	1	2	3	4	5	6	7
CABEÇA	28714-3	28372-9	28372-9	28318-1	28318-1	28318-1	28350-1
ANEL DE RETENÇÃO	28364-1	28364-1	28364-1	28364-1	28386-1	28386-1	-
ROSCA	28638-1	28326-9	28326-1	28326-1	28326-1	28326-1	28385-1
PASSO	3"	2"	1"	1"	1"	1"	1"
FINALIDADE	TRANSPORTE		PLASTIFICAÇÃO - HOMOGENEIZAÇÃO				COMPRESSÃO

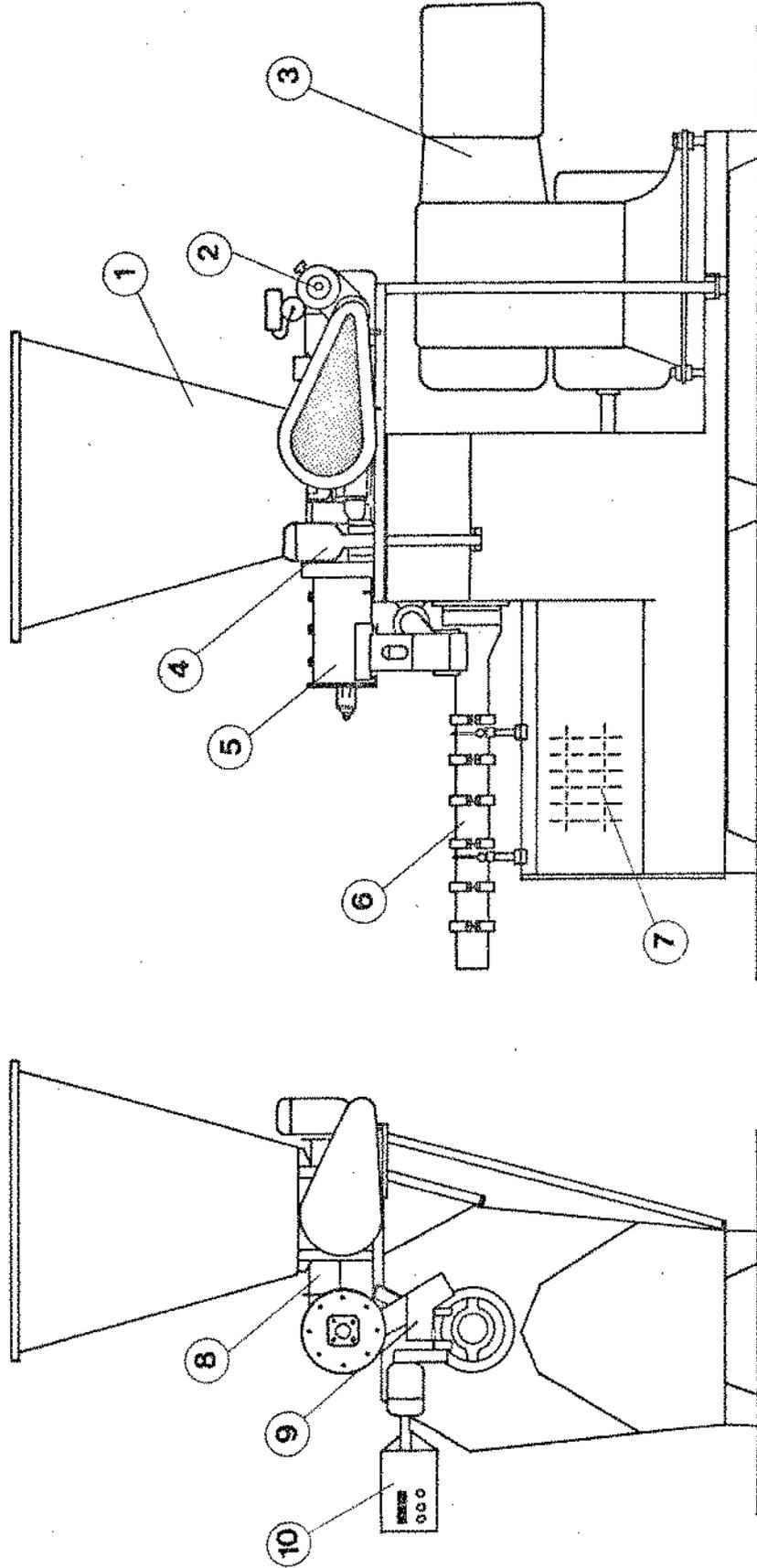
O "die" utilizado nos ensaios foi o de nº 28316-513, tendo espessura de 1,91 cm, e 4 furos e 5/16" de diâmetro.

Não foi usado na operação o conjunto de facas.

O vapor foi introduzido no extrusor na pressão de 80 psig.

A seguir é apresentado um esquema do extrusor X-25 CF-CB utilizado nos ensaios, com a indicação de cada uma de suas partes.

EXTRUSOR X-25CF-CB



- | | | | |
|---|---------------------------------|----|-------------------------------|
| 1 | SILLO DE ESTOCAGEM (MAT. PRIMA) | 6 | CILINDRO EXTRUSOR |
| 2 | MOTOR DO ALIMENTADOR | 7 | VÁLVULAS DE ÁGUA-VAPOR |
| 3 | MOTOR PRINCIPAL (75 HP) | 8 | ALIMENTADOR |
| 4 | MOTOR DO AGITADOR DO CONE | 9 | BY-PASS |
| 5 | CILINDRO PRECONDICIONADOR | 10 | PAINEL DE CONTROLE AUTOMÁTICO |

b) Características de Operação

O quadro 3 a seguir, ilustra as características de operação do extrusor.

QUADRO 3 - Condições mantidas no extrusor durante as operações

ENSAIOS	TEMPO DE RETENÇÃO (min)	VARIACÃO DA TEMPERATURA NAS CAMISAS * (°C)				
		3	4	5	6	7
1	1,5	-	-	-	-	120 - 130
2	1,5	-	-	-	-	120 - 130
3	1,5	77 - 94	94 - 97	100 - 103	112 - 130	123 - 133
4	1,5	60 - 88	65 - 93	91 - 93	118 - 138	129 - 131

* Estes valores foram determinados no início e no decorrer da operação.

3.2.1.2.5 - Secagem dos grãos

A secagem dos grãos, após a saída do extrusor, foi realizada em um secador da "Wenger Manufacturing Co.", acoplado ao extrusor.

a) Características do Secador

O secador se compõe de 2 câmaras de secagem medindo 2,14m de comprimento por 1,53m de largura.

Por estas duas câmaras se desloca uma esteira de 1,53m

de largura, com velocidade variável.

A primeira câmara é destinada à secagem do produto e a segunda câmara é destinada ao resfriamento do mesmo.

b) Características de Operação

O quadro 4 a seguir, ilustra as condições mantidas na secagem dos produtos nos 4 ensaios efetuados.

As operações foram realizadas com esteira estática.

QUADRO 4 - Condições mantidas no secador durante as operações

ENSAIOS	TEMPERATURA DO AR (°C)		TEMPO DE RETENÇÃO (h)		ALTURA DA CAMADA DE PRODUTO (cm)	VELOCIDADE DO AR DE SECAGEM (m/min)
	I. ^a CÂMARA	II. ^a CÂMARA	I ^o	II ^o		
2	100 - 115	50	2	2	3 - 5	300 - 350
3	100 - 115	50	2	2	3 - 5	300 - 350
4	100 - 115	50	2	2	3 - 5	300 - 350

3.2.1.2.6 - Moagem dos grãos

A moagem dos grãos foi realizada em moinho de martelos instalados na planta-piloto do Departamento de Tecnologia.

Como as amostras eram maiores do que as processadas pelo processo "PROMO", foram subdivididas, sendo parte colocada em frascos hermeticamente fechados e levados ao laboratório para análise, e parte acondicionada em sacos de polietileno e estocada na própria planta-piloto.

3.2.2 - Análises

3.2.2.1 - Determinações químicas

As determinações abaixo descritas, cujos resultados representam a média de duas ou mais determinações, foram aplicadas aos produtos resultantes dos diferentes tratamentos.

3.2.2.1.1 - Umidade

As determinações do teor de umidade das amostras foi segundo o método AOCS procedimento BC2-49, o qual especifica que as amostras sejam levadas à estufa a $130^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 2 horas. A partir da diferença de peso se calculou a percentagem de umidade.

3.2.2.1.2 - Nitrogênio total

O nitrogênio total foi determinado pelo método micro Kjeldahl, AOAC procedimento 47.021, cujo valor obtido multiplicado pelo fator 6,25 representa a percentagem de proteína bruta.

3.2.2.1.3 - Gordura

O teor de gordura foi determinado pela extração com éter de petróleo, após um refluxo contínuo de 6 horas, em aparelho de Soxhlet.

3.2.2.1.4 - Cinzas

O teor de cinzas foi determinado segundo o procedimento AACC 08-16, o qual manda incinerar as amostras em mufla a $600^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas.

3.2.2.1.5 - Fibra bruta

A determinação do teor de fibras das amostras foi determinada seguindo o procedimento AACC 32-17, o qual determina como fibras a perda na incineração do resíduo seco obtido após a digestão da amostra desengordurada com soluções diluídas de H_2SO_4 e NaOH.

3.2.2.1.6 - Carboidratos

O teor de carboidratos foi calculado por diferença, após a determinação de proteína, gordura, cinzas, fibras e umidade.

3.2.2.1.7 - Índice de proteína dispersível (IPD)

O IPD foi determinado seguindo o método AACC 46-24.

Neste método as amostras são homogeneizadas em água numa velocidade de 8.500 rpm.

3.2.2.1.8 - Determinação do fator antitripsina residual

A determinação do fator antitripsina residual nos produtos foi efetuado seguindo o método de Kunitz modificado.

Neste, usa-se a determinação espectrofotométrica a 280nm dos compostos da ação hidrolítica da tripsina sobre uma solução de caseína em presença de um extrato da farinha de soja que pode conter um resíduo do fator antitripsina ativo.

Esta determinação é comparada com um teste em que não é adicionado o extrato da farinha, e desse modo pode fornecer a atividade máxima da tripsina sobre a caseína.

O sobrenadante das determinações do índice de proteína dispersível foi utilizado para esta determinação.

3.2.2.1.9 - Lisina disponível

O teor de lisina disponível dos produtos foi determinado seguindo o método de Kakade e Lierner (1969).

3.2.2.1.10- Nitrogênio não proteico

O teor de nitrogênio não proteico foi determinado seguindo o método de Becker Milner e Nagel (1940).

3.2.2.1.11- Determinação quantitativa de Aminoácidos

a - Preparo das amostras

Para as determinações de aminoácidos, as amostras foram desengorduradas com hexana, usando-se um extrator Soxhlet. Posteriormente foram secadas a 110°C até total eliminação da umidade.

b - Hidrólise das amostras

50 miligramas das amostras desengorduradas e secadas foram submetidas a hidrólise com ácido clorídrico 6 N dentro de uma ampola fechada em atmosfera de nitrogênio, deixando-se a 110°C durante 36 horas na estufa.

c - Aminogramas

Os aminogramas foram efetuados num Analisador Automático Beckman, modelo 119. As áreas dos picos característicos de cada aminoácido foram integradas e correlacionadas quantitativamente com as áreas dos picos dos padrões.

3.2.2.2 - Determinações físicas

3.2.2.2.1 - Granulometria

A análise granulométrica foi realizada em peneira "Tyler"

de 100 "mesh" (abertura de 0,149mm).

Foram utilizadas amostras de 50g.

3.2.2.2.2 - Absorção de água

A absorção de água das diversas amostras foi determinada seguindo o procedimento indicado pelo método "ANÔNIMO" (1946).

Foram utilizadas amostras com tamanho de partículas entre 0,149mm e 0,105mm (entre 100 mesh e 150 mesh).

3.2.2.2.3 - Densidade aparente

A densidade aparente das diversas amostras foi realizada pela determinação do volume ocupado por uma quantidade de farinha de soja de peso conhecido,

Para tal fim, foi determinado o volume ocupado pela amostra em uma proveta de 100 ml, após 2 minutos de permanência em aparelho vibrador, na posição 10.

3.2.2.3 - Análise sensorial

Para a determinação do gosto e aroma dos produtos obtidos foi utilizado um painel de provadores.

Para análise dos produtos processados por "extrusão" foi utilizado um grupo de 6 provadores experientes, e para os produtos obtidos pelo processo "Promo" foram utilizados somente 4 provadores experientes.

Foram analisadas suspensões a 10% em água potável.

Para a homogeneização foi utilizado um liquidificador doméstico, e o tempo de homogeneização foi de 3 minutos.

4. resultados

4.1. IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para simplificar a apresentação dos resultados as amostras foram identificadas por letras no processo "Promo" e por números, no processo de "Extrusão".

PROCESSO 'PROMO'

AMOSTRA	SOLUÇÃO MACERAÇÃO	TRATAMENTO TÉRMICO	DURAÇÃO DO TRATAMENTO TÉRMICO
A	água	água fervente	5 minutos
B	água	água fervente	10 minutos
C	água	água fervente	15 minutos
D	água	autoclave	5 minutos
E	água	autoclave	10 minutos
F	água	autoclave	15 minutos
G	tripolifosfato de sódio	água fervente	5 minutos
H	tripolifosfato de sódio	água fervente	10 minutos
I	tripolifosfato de sódio	água fervente	15 minutos
J	tripolifosfato de sódio	autoclave	5 minutos
K	tripolifosfato de sódio	autoclave	10 minutos
L	tripolifosfato de sódio	autoclave	15 minutos

PROCESSO DE 'EXTRUSÃO'

AMOSTRA	ENSAIO	SAÍDA DO PRECONDICIONADO		SAÍDA DO EXTRUSOR	
		UMIDADE %	TEMPERATURA °C	UMIDADE %	TEMPERATURA °C
1	1º	23,40	89,0	24,35	92,0
2	2º	24,30	91,0	25,94	96,0
3	3º	27,04	97,0	32,06	98,0
4	4º	42,00	97,0	46,60	98,5

4.2. CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSAMENTOS

4.2.1 - Processo "Promo"

4.2.1.1 - Absorção de água no processamento

Neste processo houve absorção de água pelos grãos nas etapas de maceração e de tratamento térmico.

4.2.1.1.1 - Maceração

Os resultados da absorção de água pelos grãos nesta etapa são expressos pela "TAXA DE ABSORÇÃO", que é a relação entre o peso dos grãos hidratados e o peso original dos mesmos.

O teor inicial de umidade das amostras de soja utilizadas neste processo era 7,90%.

Os quadros 5 e 6 apresentam o comportamento dos grãos macerados em água e solução de tripolifosfato, respectivamente.

QUADRO 5 - "Taxa de absorção" dos grãos macerados em água potável

TEMPO DECORRIDO EM HORAS	"TAXA DE ABSORÇÃO" (g aumento de peso/g grãos secos)						VALORES MÉDIOS
	AMOSTRAS						
	A	B	C	D	E	F	
1	0,69	0,64	0,65	0,67	0,71	0,73	0,68
2	0,89	0,83	0,83	0,88	0,91	0,92	0,88
3	1,07	0,99	1,00	1,09	1,12	1,11	1,06
4	1,17	1,10	1,14	1,20	1,20	1,22	1,17
5	1,25	1,13	1,37	1,31	1,29	1,30	1,28

QUADRO 6 - "Taxa de absorção" dos grãos macerados em solução de tripolifosfato de sódio.

TEMPO DECORRIDO (horas)	"TAXA DE ABSORÇÃO" (g aumento de peso/g grãos secos)						VALORES MÉDIOS
	AMOSTRAS						
	G	H	I	J	K	L	
1	0,69	0,75	0,76	0,68	0,69	0,74	0,72
2	0,89	0,90	0,90	0,89	0,88	0,88	0,90
3	1,07	1,09	1,10	1,07	1,12	1,12	1,10
4	1,18	1,20	1,21	1,18	1,20	1,23	1,20
5	1,33	1,29	1,35	1,30	1,32	1,29	1,32

4.2.1.1.2 - Tratamento térmico

A absorção de água pelos grãos no tratamento térmico foi determinado pela variação do peso dos mesmos após a operação.

As amostras processadas por imersão em água fervente apresentaram aumento de peso, conforme mostra os valores apresentados no quadro 7.

QUADRO 7 - Absorção de água pelos grãos tratados por imersão em água fervente

DURAÇÃO DO TRATAMENTO (min)	AMOSTRAS	AUMENTO DE PESO (g)	MÉDIA (g)
5	A	180	187,50
	G	195	
10	B	200	200,00
	H	200	
15	C	270	265,00
	I	260	

Nas amostras processadas por vapor sob pressão em autoclave houve redução do peso.

4.2.1.2 - Variação da umidade dos grãos no Processamento

O quadro 8, a seguir, apresenta o teor médio de umidade dos grãos após a realização de cada etapa do processo "Promo".

QUADRO 8 - Teor de umidade dos grãos após cada etapa do processo "Promo"

	TEOR MÉDIO DE UMIDADE DOS GRÃOS (%)			
	AMOSTRAS MACERADAS EM ÁGUA POTÁVEL		AMOSTRAS MACERADAS EM SOLUÇÃO DE TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO	
	TRATADAS POR IMERSÃO EM ÁGUA FERVENTE	TRATADAS EM AUTOCLAVE a 115°C	TRATADAS POR IMER SÃO EM ÁGUA FER- VENTE	TRATADAS EM AUTOCLAVE A 115°C
Após a Maceração	59,27	59,20	50,77	50,77
Após o Tratamento Térmico	61,63	56,20	59,40	56,40
Após a Secagem	6,50	6,37	6,27	6,33

4.2.1.3 - Perda de peso no processamento

No quadro 9, a seguir, estão expressos os valores médios da perda de peso dos grãos processados pelo processo "Promo".

QUADRO 9 - Perda de peso dos grãos processados pelo processo "Promo"

	AMOSTRAS MACERADAS EM ÁGUA POTÁVEL		AMOSTRAS MACERADAS EM SOLUÇÃO DE TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO	
	TRATADAS POR IMERSÃO EM ÁGUA FERVENTE	TRATADAS POR VAPOR EM AUTOCLAVE A 115°C	TRATADAS POR IMERSÃO EM ÁGUA FERVENTE	TRATADAS POR VAPOR AUTOCLAVE A 115°C
Peso inicial Médio kg	2,00	2,00	2,00	2,00
Peso final Médio kg	1,70	1,90	1,80	1,94
Perda de Peso Média %	15,00	5,00	10,00	3,00

4.2.2 - Processo de "Extrusão"

4.2.2.1 - Perdas no descorticamento

No quadro 10 são apresentadas as perdas decorrentes do descorticamento dos grãos nos quatro ensaios de "extrusão".

São apresentadas a percentagem de cascas, a perda de grãos nesta operação, o peso final das amostras e o rendimento obtido.

QUADRO 10 - Perda de peso dos grãos no descorticamento

ENSAIO	PESO INICIAL DAS AMOSTRAS (kg)	CASCAS (%)	PERDA DE COTILÉDOMES (%)	PESO FINAL DAS AMOSTRAS (kg)	RENDIMENTO DOS PROCESSOS (%)
1	120	10,0	3,3	104	86,70
2	120	8,0	2,8	107	89,17
3	60	8,8	2,8	53	88,40
4	68	14,6	3,0	56	82,40

4.2.2.2 - Variação da umidade dos grãos no Processamento

No quadro 11, a seguir, é apresentada a variação do teor de umidade dos grãos durante cada etapa do processo de "extrusão".

O teor inicial de umidade dos grãos utilizados nestes quatro ensaios era o seguinte:

1º ensaio: 12,36%

2º ensaio: 10,25%

3º ensaio: 10,39%

4º ensaio: 10,39%

QUADRO 11 - Variação do teor de umidade dos grãos nas etapas do Processo de "Extrusão"

ENSAIO	TEOR MÉDIO DE UMIDADE DOS GRÃOS (%)					
	PRÉCONDICIONAMENTO		EXTRUSÃO		SECAGEM	
	AO ENTRAR	AO SAIR	AO ENTRAR	AO SAIR	AO ENTRAR	AO SAIR
1	12,36	23,40	23,40	24,35	24,35	4,21
2	10,25	24,30	24,30	25,94	25,94	6,44
3	10,39	27,04	27,04	32,06	32,06	6,21
4	10,39	42,00	42,00	46,60	46,60	6,76

4.2.2.3 - Variação da temperatura dos grãos no processamento

O quadro 12 mostra a variação da temperatura média dos grãos ocorrida em cada etapa do processamento.

No ensaio 4 os grãos foram colocados em banho de água a 80°C antes de serem introduzidos no précondicionador.

QUADRO 12 - Variação da temperatura dos grãos nas etapas do Processo de "Extrusão"

ENSAIO	TEMPERATURA MÉDIA (°C)			
	PRÉCONDICIONAMENTO		EXTRUSÃO	
	AO ENTRAR	AO SAIR	AO ENTRAR	AO SAIR
1	25	89	89	92
2	25	91	91	96
3	25	97	97	98
4	75	97	97	98.5

4.2.2.4 - Perda de peso no processamento

Não foram computados os dados de perda de peso no processamento devido ao longo espaço de tempo necessário para que o extrusor entrasse em regime, e durante o qual não foram recolhidas as amostras saídas do mesmo, nem consideradas como produto processado.

4.3. CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS

4.3.1 - Composição centesimal

4.3.1.1 - Processo "Promo"

No quadro 13 estão expressos os valores da composição centesimal, em base seca, das amostras de soja maceradas em água potável.

QUADRO 13 - Composição centesimal, em base seca, das amostras maceradas em água potável

AMOSTRAS	IMERSÃO EM ÁGUA FERVENTE DURANTE 5, 10 E 15 min.			TRATAMENTO POR VAPOR EM AUTOCLAVE A 115°C POR 5, 10 E 15 min.		
	A	B	C	D	E	F
PROTEÍNAS, %	43,43	43,13	43,20	44,25	43,97	43,42
GORDURA, %	23,47	23,21	23,51	24,09	24,33	24,28
CINZAS, %	4,10	3,68	3,62	5,25	5,18	4,96
FIBRAS, %	5,98	6,28	5,75	5,26	5,14	4,91
CARBOIDRATOS, %	23,08	23,70	23,92	21,15	21,38	22,43

No quadro 14 estão expressos os valores da composição centesimal, em base seca, das amostras de soja maceradas em solução de tripolifosfato de sódio a 0,25%.

QUADRO 14 - Composição centesimal, em base seca, das amostras maceradas em solução de Tripolifosfato

AMOSTRAS	IMERSÃO EM ÁGUA FERVENTE DURANTE 5, 10 e 15 min.			TRATAMENTO POR VAPOR EM AUTOCLAVE A 115°C POR 5, 10 e 15 min.		
	G	H	I	J	K	L
PROTEÍNAS, %	44,20	44,35	45,06	43,34	42,43	43,46
CORDURAS, %	24,64	23,80	24,41	24,36	23,34	23,49
CINZAS, %	4,18	4,28	3,80	5,37	5,26	5,29
FIBRAS, %	5,03	6,30	5,44	4,38	4,80	4,24
CARBOIDRATOS, %	21,95	21,27	21,29	22,55	24,17	23,52

4.3.1.2 - Processo de "Extrusão"

No quadro 15 estão expressos os valores da composição centesimal, em base seca, das amostras obtidas pelo processo de "extrusão".

QUADRO 15 - Composição centesimal, em base seca, dos produtos obtidos pelo processo de "extrusão".

AMOSTRAS	1	2	3	4
PROTEÍNAS, %	42,83	43,35	43,31	43,01
GORDURAS, %	23,48	23,90	24,18	22,01
CINZAS, %	5,09	5,09	5,31	4,77
FIBRAS, %	3,22	3,38	2,52	2,80
CARBOIDRATOS, %	25,38	24,28	24,68	25,41

4.3.2 - Avaliação do processamento

4.3.2.1 - Processo "Promo"

A seguir, nos quadros 16 e 17 estão expressos os valores das determinações efetuadas nas farinhas obtidas após os diferentes tratamentos no processo "Promo".

QUADRO 16 - Amostras maceradas em água potável.

AMOSTRAS	A	B	C	D	E	F
PROTEÍNA SOLÚVEL EM ÁGUA, %	6,87	6,68	5,74	4,86	5,21	5,66
ÍNDICE DE PROTEÍNA DISPERSÍVEL, %	16,78	16,32	14,05	11,76	12,70	13,96
LISINA DISPONÍVEL g LISINA/16 g NITROGÊNIO	5,94	6,22	5,68	6,18	6,12	5,81
FATOR ANTI-TRIPSINA RESIDUAL, %	12,80	2,07	0,00	0,93	0,00	0,00

QUADRO 17 - Amostras maceradas em solução de Tripolifosfato de sódio.

AMOSTRAS	G	H	I	J	K	L
PROTEÍNA SOLÚVEL EM ÁGUA, %	7,24	6,24	5,86	4,28	5,06	4,24
ÍNDICE DE PROTEÍNA DISPERSÍVEL, %	17,70	15,18	14,15	10,57	12,55	10,32
LISINA DISPONÍVEL g LISINA/16 g NITROGÊNIO	5,95	6,17	5,91	5,67	5,62	5,43
FATOR ANTI-TRIPSINA RESIDUAL, %	11,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.3.2.2 - Processo de "Extrusão"

O quadro 18 apresenta os valores da determinação efetuada nas farinhas obtidas após os diferentes tratamentos no processo de "extrusão"

QUADRO 18 - Amostras obtidas por extrusão.

AMOSTRAS	1	2	3	4
PROTEÍNA SOLÚVEL EM ÁGUA, %	25,12	17,96	10,80	4,07
ÍNDICE DE PROTEÍNA DISPERSÍVEL, %	61,22	44,28	26,59	10,15
LISINA DISPONÍVEL g LISINA/16 g NITROGÊNIO	5,33	5,63	5,87	5,68
FATOR ANTI-TRIPSINA RESIDUAL, %	83,72	40,14	20,30	9,65

4.3.3 - Composição de aminoácidos

4.3.3.1 - Processo "Promo"

No quadro 19, a seguir, são apresentados os teores de aminoácidos das amostras que sofreram os tratamentos térmicos extremos, no processo "Promo".

QUADRO 19 - Composição dos aminoácidos das amostras processadas pelo processo "Promo", em g/16gN.

AMINOÁCIDOS	AMOSTRAS					
	A	C	D	F	J	L
ALANINA	4.29	4.24	4.22	4.42	4.20	4.20
ARGININA	7.10	7.16	6.86	7.12	7.08	6.97
AC. ASPÁRTICO	12.04	11.93	11.85	12.37	11.82	11.88
CISTINA	1.60	1.54	1.56	1.62	1.57	1.54
FENILALANINA	4.80	4.68	4.99	5.08	5.07	4.75
GLICINA	4.22	4.16	4.13	4.27	3.99	4.04
AC. GLUTÂMICO	22.06	21.32	21.76	21.99	20.49	21.45
ISOLEUCINA	4.60	4.27	4.60	4.71	4.59	4.22
LEUCINA	7.99	7.84	7.87	8.12	7.82	7.72
LISINA	6.32	6.24	6.11	6.30	6.06	5.93
METIONINA	1.49	1.51	1.47	1.53	1.59	1.46
PROLINA	5.03	5.09	4.96	5.20	5.01	4.97
SERINA	5.35	5.44	5.23	5.42	4.82	5.37
TREONINA	4.01	4.02	3.94	4.13	3.88	3.95
VALINA	4.69	4.48	4.62	4.82	4.63	4.37

4.3.3.2 - Processo de "Extrusão"

No quadro 20, a seguir, são apresentados os teores de aminoácidos da soja crua e das amostras que sofreram os tratamentos térmicos extremos, no processo de "extrusão".

QUADRO 20 - Composição de aminoácidos da soja crua e das amostras processadas por "extrusão", em g/16 gN.

AMINOÁCIDOS	AMOSTRAS		
	SOJA CRUA	1	4
ALANINA	4.30	4.29	4.23
ARGININA	7.05	7.25	7.22
AC. ASPÁRTICO	11.80	11.99	11.76
CISTINA	1.62	1.55	1.61
FENILALANINA	4.79	4.75	4.74
GLICINA	4.14	4.16	4.11
AC. GLUTÂMICO	21.61	21.78	21.09
ISOLEUCINA	4.17	4.58	4.58
LEUCINA	7.73	7.99	7.94
LISINA	6.32	6.24	6.24
METIONINA	1.45	1.51	1.51
PROLINA	4.95	4.88	4.92
SERINA	5.53	5.39	5.15
TREONINA	4.07	4.09	3.98
VALINA	4.28	4.67	4.62

4.3.4. Determinações físicas

A seguir são apresentados os valores das determinações da granulometria, absorção de água e densidade aparente dos produtos obtidos pelos diferentes tratamentos.

4.3.4.1 - Granulometria

Nos quadros 21 e 22 a seguir, estão os resultados da análise granulométrica das amostras processadas pelo processo "Promo".

QUADRO 21 - Granulometria das amostras maceradas em água potável.

AMOSTRAS	FRAÇÃO RETIDA NA PENEIRA 100 (0.149mm) (%)	FRAÇÃO PASSADA NA PENEIRA 100 (0.149mm) (%)
A	13.5	86.5
B	9.4	90.6
C	8.2	91.8
D	9.0	91.0
E	11.5	88.5
F	10.4	89.6

QUADRO 22 - Granulometria das amostras maceradas em tripolifosfato de sódio.

AMOSTRAS	FRAÇÃO RETIDA NA PENEIRA 100 (0.149mm) (%)	FRAÇÃO PASSADA NA PENEIRA 100 (0.149mm) (%)
G	13.0	87.0
H	9.7	90.3
I	8.2	91,8
J	10.0	90.0
K	13.7	86.3
L	9.3	90.7

No quadro 23, a seguir, são apresentados os resultados da análise granulométrica das amostras processadas pelo processo de extrusão.

QUADRO 23 - Granulometria das amostras processadas pelo processo de extrusão

AMOSTRAS	FRAÇÃO RETIDA NA PENEIRA 100 (0.149mm) (%)	FRAÇÃO PASSADA NA PENEIRA 100 (0.149mm) (%)
1	13.5	86.5
2	17.0	83.0
3	9.2	90.8
4	7.0	93.0

4.3.4.2 - Absorção de água

Nos quadros 24 e 25 a seguir, estão representados os valores da absorção de água das amostras processadas pelos processos "Promo" e de "Extrusão", respectivamente.

QUADRO 24 - Absorção de água das amostras processadas pelo processo "Promo"

AMOSTRAS	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	AMOSTRAS	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
A	159	G	240
B	200	H	198
C	219	I	240
D	200	J	190
E	220	K	196
F	200	L	200

QUADRO 25 - Absorção de água das amostras processadas por "Extrusão"

AMOSTRAS	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
1	160
2	152
3	152
4	160

4.3.4.3 - Densidade aparente

Nos quadros 26 e 27, a seguir, são apresentados os valores da densidade aparente das amostras processadas pelos processos "Promo" e de "Extrusão", respectivamente.

QUADRO 26 - Densidade aparente, em g/cm^3 , das amostras processadas pelo processo "Promo"

AMOSTRAS	DENSIDADE APARENTE (g/cm^3)	AMOSTRAS	DENSIDADE APARENTE (g/cm^3)
A	0.475	G	0.488
B	0.496	H	0.502
C	0.494	I	0.515
D	0.525	J	0.523
E	0.550	K	0.508
F	0.532	L	0.488

QUADRO 27 - Densidade aparente em g/cm^3 , das amostras processadas por "Extrusão"

AMOSTRAS	DENSIDADE APARENTE (g/cm^3)
1	0.567
2	0.592
3	0.447
4	0.438

4.3.5 - Análise sensorial

A seguir, nos quadros 28 e 29 são apresentados os resultados da análise sensorial das amostras processadas pelo processo "Promo".

QUADRO 28 - Amostras maceradas em água potável

CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRAS	CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES	
		SABOR	AROMA
1º	B	Quase neutro	Leve
2º	A	Quase neutro	Leve
3º	D	Quase neutro	Leve, Tostado
4º	C	Quase neutro	Leve
5º	E	Quase neutro	Leve, Tostado
6º	F	Quase neutro	Tostado

QUADRO 29 - Amostras maceradas em tripolifosfato de sódio.

CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRAS	CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES	
		SABOR	AROMA
1º	K	Quase neutro	Leve
2º	J	Quase neutro	Leve
3º	G	Quase neutro	Leve
4º	I	Quase neutro	Leve
5º	L	Quase neutro	Leve
6º	H	Quase neutro	Leve

O quadro 30, a seguir, apresenta os resultados da análise sensorial das amostras processadas pelo processo de "Extrusão".

QUADRO 30 - Amostras processadas por "Extrusão"

CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRAS	CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES	
		SABOR	AROMA
1º	4	Neutro	Neutro, Leve
2º	3	Leve	Leve
3º	2	Leve Saõor a Cru	Leve
4º	1	Acentuado	Acentuado

5. discussão dos resultados

5.1 ABSORÇÃO DE ÁGUA NO PROCESSO "PROMO"

5.1.1 - Na maceração dos grãos

Foram obtidas "taxas de absorção" de 1,28 e 1,32 após 5 horas de maceração dos grãos em água e em tripolifosfato de sódio a 0,25%, entre 26 e 28°C, conforme mostram os quadros 5 e 6, respectivamente.

Estes resultados concordam com os obtidos por SMITH & NASH (1961), que verificaram "taxas de absorção" entre 1,26 e 1,45, após 5 horas de maceração em água a 25°C.

As "taxas de absorção", em ambos os casos, foram idênticas às reportadas por HINOJOSA (1974), que utilizou hexa metafosfato de sódio 0,5%, ao invés de trinolifosfato de sódio, o que vem mostrar que a ação dos polifosfatos de pequena cadeia, como o tripolifosfato, é idêntica à dos de cadeia longa, como o hexametafosfato.

Segundo ELLINGER (1972), as "taxas de absorção" levemente superiores obtidas com a solução de tripolifosfato de sódio em relação às obtidas com água, se devem ao fato dos poli fosfatos formarem ligações muito fortes com os grupos básicos das proteínas de soja, ocasionando modificações nas suas propriedades, entre as quais está o aumento da absorção de água.

5.1.2 - No tratamento térmico

Pelos valores apresentados no quadro 7, verifica-se que a absorção de água pelos grãos tratados por imersão em água fervente é proporcional à duração do tratamento.

Não houve diferença no aumento de peso das amostras maceradas em água e em tripolifosfato. Já com as amostras tratadas por vapor sob pressão verificou-se redução de peso após o tratamento.

Este comportamento completamente diferente apresentado pode ser explicado pelos próprios tratamentos aplicados.

No tratamento por imersão em água fervente há ainda a etapa de resfriamento, no qual os grãos são submergidos em água à temperatura ambiente para serem resfriados, absorvendo mais água. E no tratamento por vapor sob pressão, além de haver uma absorção mínima pelos grãos, o resfriamento foi feito por jatos de ar comprimido, o que auxiliou na evaporação de parte da água dos grãos, daí verificando-se a perda de peso.

5.2 VARIAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DURANTE O PROCESSO "PROMO" E PERDA DE SÓLIDOS

5.2.1 - Na maceração dos grãos

O quadro 8 mostra as variações de umidade dos grãos durante o desenvolvimento do processo "Promo". A absorção de água na maceração elevou o teor de umidade dos grãos de 7,9% até cerca de 60%, independentemente das soluções utilizadas.

Este teor de umidade é igual ao que SMITH & NASH (1961), conseguiram obter após 24 horas em água a temperatura ambiente, e um pouco menor do que o citado por ALBRECHT et alii (1966), segundo os quais a soia após uma noite de maceração alcançava um teor de umidade entre 62 e 65%.

Verifica-se, portanto, que o período de 5 horas de maceração é suficiente para que os grãos absorvam mais do que 100% do seu peso seco, de água, e sem que ocorram grandes perdas de sólidos solúveis, nem modificações metabólicas, como as citadas por LO et alii (1968).

5.2.2 - No tratamento térmico

A acentuada diferença entre o teor de umidade das amostras processadas por imersão em água fervente e o das amostras processadas em autoclave pode ser explicado pelo seguinte:

- O próprio tipo de tratamento aplicado é suficiente para que as amostras tenham diferentes teores de umidade.

- O tipo de resfriamento auxilia ainda mais nesta diferença, pois nas amostras tratadas em autoclave o resfriamento reduz o teor de umidade dos grãos.

5.2.3 - Na secagem

As amostras foram secadas em secador tunel, e deixadas no interior do mesmo até alcançar um teor de umidade de que possibilitasse sua posterior moagem sem dificuldades.

Embora as condições de operação tenham sido as mesmas em todas as amostras, as que foram tratadas em alta temperatura em autoclave necessitaram, em média, 5 horas a mais para alcançar o teor de umidade desejado.

Esta resistência à secagem apresentada pelos grãos tratados a 115^oC, possivelmente seja causada pelo maior grau de desnaturação ocorrido nas proteínas. o que dificulta a remoção da umidade.

5.3 VARIAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DURANTE O PROCESSO DE "EXTRUSÃO"

A variação do teor de umidade dos grãos durante o desenvolvimento do processo de "extrusão" está apresentada no quadro 11.

5.3.1 - No pré-condicionamento

Nesta etapa o teor de umidade dos grãos foi elevado pela adição direta de vapor e água e, no ensaio 4 foi empregada ainda uma pré-imersão em água a 80^oC por 5 minutos.

Os teores de umidade variando entre 23 e 42% foram mais elevados que os citados por MUSTAKAS et alii (1964), que verificaram que a melhor estabilidade operacional do extrusor se obtém com um teor de umidade dos grãos entre 15 e 20%.

Mesmo operando com teores mais elevados do que os citados, não foram notadas quedas na eficiência do extrusor.

5.3.2 - Na extrusão

O teor de umidade dos grãos após a extrusão foi mais elevado do que antes da extrusão, o que contraria as afirmações de MUSTAKAS et alii (1964, 1970), segundo os quais, pela súbita queda de pressão que sofre o produto ao emergir do "die" parte da umidade evapora, ocasionando, portanto, uma redução do teor de umidade do produto.

O fato do teor de umidade ser mais elevado no produto saindo do extrusor nos experimentos deve-se à adição de água direta na segunda cabeça do extrusor, para servir como um auxiliar na extrusão.

5.3.3 - Na secagem

A secagem dos grãos foi realizada no secador-resfriador.

Tendo em vista as condições em que foram realizadas as secagens, com a maior velocidade e temperatura do ar, a duração das mesmas foi sensivelmente reduzida em comparação com as obtidas no secador tunel.

5.4 VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DURANTE O PROCESSO DE "EXTRUSÃO"

O quadro 12 mostra os valores das temperaturas dos grãos submetidos ao processo de "extrusão" antes e depois das etapas de pré-condicionamento e de extrusão.

5.4.1 - No pré-condicionamento

A variação de temperatura entre 89 e 97°C está de acordo com os valores obtidos por MUSTAKAS et alii (1964), que observou uma variação de 60 a 99°C no pré-condicionamento.

5.4.2 - Na extrusão

A temperatura dos grãos, após saírem do extrusor, foi bem inferior às citadas por MUSTAKAS et alii (1964,1970).

Entretanto, a temperatura na seção cônica da rosca foi mantida entre 120 e 133°C, valores que estão dentro da faixa de operação indicada pelos mesmos autores.

5.5 PERDA DE SÓLIDOS NO PROCESSAMENTO

5.5.1 - Processo "Promo"

Pelo quadro 9 constata-se a notória diferença de perda de sólidos entre as amostras tratadas por imersão em água fervente, cerca de 12,5%, e as amostras tratadas com vapor, com cerca de apenas 4%.

Também pode ser notado que as amostras maceradas em água potável tiveram uma perda de peso média de 10%, enquanto que as maceradas em solução de tripolifosfato perderam apenas 6,5%, em média.

Estes valores evidenciam a perda de sólidos durante a maceração e tratamento térmico em água fervente, conforme citam LO et alii (1968), e HAND (1964), que encontraram perdas de 1,6% e 2% de sólidos em 8 e 12 horas de maceração dos grãos, respectivamente.

A maior perda, contudo, ocorre na etapa de imersão dos grãos em água fervente, pois foi constatado por ALBRECHT et alii (1966) que imersão dos grãos inteiros por 7 minutos em água fervente era suficiente para retirar cerca de 5% de sólidos solúveis, e HINOJOSA (1974) reportou que a perda de sólidos a 60°C é duas a três vezes superior à que se verifica a 25°C.

A maior parcela desses compostos removidos nessas etapas é de carboidratos solúveis, conforme relatam LO et alii (1969) e WILKENS & HACKLER (1969).

5.5.2 - Processo de "extrusão"

No processo de "extrusão" as únicas perdas de peso computadas foram as ocorridas na etapa de descorticamento, e variaram de 10,8% a 17,6%, conforme apresentado no quadro 10.

Não foram consideradas as perdas de peso no processo de "extrusão" pelo seguinte fato:

Tendo em vista o pequeno tamanho das amostras e o longo tempo necessário para o extrusor entrar em regime, os grãos extrudados nesse período não foram considerados processados dentro de condições normais, e assim a determinação da perda de peso devida ao processo seria irreal.

5.6 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS PRODUTOS OBTIDOS

5.6.1 - Processo "Promo"

Nos quadros 13 e 14 são apresentadas as composições centesimais dos produtos obtidos pelo processo "Promo".

A maior diferença entre os valores da composição centesimal desses produtos e os valores citados pelo PAG Statement nº 5 (1969) para produtos de soja, verifica-se no teor de fibras, pois é indicado um máximo de 3,5% de fibras para as farinhas integrais de soja enquanto verifica-se que as farinhas obtidas por este processo apresentam um valor médio de 5,3%.

Este teor de fibras ultrapassa, inclusive, ao indicado por MEYER (1970), na composição centesimal típica das farinhas integrais encontradas no comércio, e que apresentam um valor médio de 2,2% de fibras.

Por outro lado, o conteúdo de apenas 22,5% de carboidratos é bastante inferior aos indicados pelo PAG, cerca de 28%, ou por MEYER, 26,5%, que é típico das farinhas integrais comercializadas.

Segundo SMITH & CIRCLE (1972), as cascas da soja são constituídas de 49,3% de material celulósico, o que vem explicar o alto teor de fibras apresentado por estas farinhas integrais.

As etapas de maceração e de tratamento térmico, por sua vez, são as responsáveis pela remoção dos componentes solúveis dos grãos, conforme relatado por ALBRECHT et alii (1966), LO et alii (1968) e WILKENS & HACKLER (1969).

A composição média das farinhas obtidas pelo processo "Promo" está dentro da faixa citada por ORR & ADAIR (1967) e TANGO (1972).

5.6.2 - Processo de "extrusão"

No quadro 15 estão apresentadas as composições centesimais das farinhas integrais de soja obtidas pelo processo de cozimento por extrusão.

A diferença existente entre o teor de fibras das amostras 1 e 2 e o das amostras 3 e 4 é devido ao diferente processo de descorticamento dos grãos utilizado nos ensaios 3 e 4.

A composição média dessas farinhas se apresenta dentro dos valores estabelecidos pelo PAG Statement nº5 (1971) para as farinhas integrais. Também estão dentro dos valores obtidos por PRINGLE (1974), que realizou uma pesquisa sobre composição de farinhas integrais de soja comercializadas nos últimos 5 anos na Inglaterra.

O baixo teor de fibras, cerca de 2,9%, é devido ao descorticamento dos grãos, e o teor de carboidratos bem mais elevado do que os produtos do processo "Promo" verificaram-se devido ao fato de não haver perda de sólidos solúveis neste tipo de processamento, conforme citação de MUSTAKAS (1964,1966).

5.7 AValiação DO PROCESSAMENTO

Nos quadros 16, 17 e 18, são apresentados os re

sultados das determinações escolhidas para avaliação dos efeitos dos tratamentos térmicos, nas amostras processadas através do processo "Promo" e de "extrusão", respectivamente.

5.7.1 - Índice de proteína dispersível

Segundo o PAG Statement nº 5 (1969), o índice de proteína dispersível, expressado em percentagem, é negativamente relacionado com a extensão do tratamento térmico aplicado aos produtos.

Valores na faixa de 12% a 25% indicam adequado tratamento térmico para obtenção do melhor valor nutricional das proteínas, enquanto que valores maiores ou menores do que aqueles indicam que o tratamento térmico não foi adequado.

No quadro 16 estão indicados a percentagem de proteína solúvel e o índice de proteína dispersível das amostras maceradas em água, e no quadro 17, das amostras maceradas em solução de tripolifosfato.

Verifica-se que as amostras tratadas por imersão em água fervente apresentaram um índice de proteína dispersível médio de 15,72% e 15,68%, para as amostras maceradas em água e em solução de tripolifosfato, respectivamente.

Estes valores, além de estarem dentro da faixa estabelecida pelo PAG Statement nº 5, também se enquadram nos valores citados por PRINGLE (1974) para as farinhas integrais de soja comercializadas na Inglaterra.

Para as amostras processadas a 115°C verificam-se valores médios de 12,81% e 11,15%, para as amostras maceradas em água e solução de tripolifosfato, respectivamente.

Entretanto, ao invés de decrescer, como nas amostras tratadas por imersão em água fervente, o índice de proteína dispersível aumentou com o tempo de tratamento.

Estes valores crescentes do índice de proteína dispersível podem ser explicado pela hidrólise parcial que as proteínas sofrem a altas temperaturas, bem como maior rompimento de

células.

Segundo SMITH & CIRCLE (1972) a alta temperatura ocasiona a formação de quantidades de peptídeos e aminoácidos, os quais são classificados como nitrogênio não proteico, e seu teor aumenta com o tempo de tratamento térmico.

Os valores do nitrogênio não proteico encontrados nas amostras processadas em autoclave foram os seguintes:

<u>Amostras</u>	<u>% N não proteico</u>
D	0,24
E	0,26
F	0,27
J	0,23
K	0,24
L	0,25

Por estes valores vê-se que o aumento no tempo de tratamento térmico a alta temperatura ocasiona um aumento no teor de nitrogênio não proteico, muito embora estes valores estejam bem abaixo dos citados por BECKER et alii (1940), que verificaram uma variação entre 2,88 e 7,80%, e por ANTUNES (1974), que encontrou valores de 1,6% para farinhas produzidas em laboratório e entre 3,4 e 3,9% para material preparado na indústria.

Para as amostras tratadas por cozimento por extrusão verificou-se uma variação bem mais ampla no índice de proteína dispersível, de 10,15% até 61,22%, conforme mostra o quadro 18.

Estes valores estão fora da faixa de 13 a 21%, encontrado por MUSTAKAS et alii (1964), para as farinhas obtidas por extrusão, que em seu trabalho não usou tratamentos térmicos menos severos como os utilizados neste trabalho.

5.7.2 - Lisina disponível

Segundo o PAG Statement nº 5 (1969), para produtos de soja, o teor mínimo de lisina disponível para um produto

aceitável deve ser de 5 g/16 g de nitrogênio, sendo que valores menores indicam perda de lisina por danos causados pelo calor nas proteínas.

Nas farinhas obtidas pelo processo "Promo" o teor de lisina disponível variou entre 6,22 e 5,43 g de lisina por 16 g de nitrogênio, conforme mostram os quadros 14 e 15.

Constata-se também que o maior teor de lisina foi encontrado nas amostras tratadas por imersão em água fervente por 10 minutos, e que nas amostras tratadas em autoclave este teor baixou com o aumento do tempo de tratamento térmico, o que coincide com as conclusões obtidas por IRIARTE & BARNES (1966), que constatarem grande perda de lisina nas amostras tratadas a 121°C por 1 e 2 horas.

Estes valores para a lisina disponível encontrados nas amostras processadas pelo processo "Promo" estão enquadrados dentro dos valores encontrados por HACKLER et alii (1965), IRIARTE & BARNES (1966) e ANTUNES (1974).

Para as amostras processadas por extrusão verifica-se que o teor de lisina variou de 5,33 a 5,87 g de lisina por 16 g de nitrogênio.

Não se verificaram grandes variações nos teores de lisina nestas amostras, o que serve para reafirmar a citação de HACKLER et alii (1965), segundo os quais o teor de lisina parece ser a melhor indicação da qualidade da proteína em amostras superaquecidas do que em amostras pouco aquecidas.

Estes valores obtidos nas farinhas de soja cozidas por extrusão dão um valor médio de 5,6 g de lisina por 16 g de nitrogênio, superior ao valor obtido por MUSTAKAS et alii (1964) e DE MUELENAERE & BUZZARD (1966), cerca de 5,34 g de lisina por 16 g de nitrogênio, porém bastante abaixo do obtido por MUSTAKAS et alii (1970) e BOOKWALTER et alii (1971), de cerca de 6,2 g por 16 g de nitrogênio. Deve-se considerar que a composição em aminoácidos das variedades cultivadas nos E.U.A. podem diferir da composição encontrada nas nossas condições.

5.7.3 - Fator anti-tripsina residual

Pelos valores apresentados nos quadros 16 e 17 verifica-se que 5 minutos de imersão em água fervente inativam cerca de 88% do inibidor de tripsina, enquanto que com 10 e 15 minutos se obtém inativação total.

Estes valores se enquadram com os dados encontrados por ALBRECHT et alii (1966), que constataram que 5 e 7 minutos de imersão em água fervente ocasionavam a destruição quase total do inibidor em grãos inteiros com 60% de umidade.

Da mesma forma, coincidem os dados obtidos por ANTUNES (1974), que determinou serem necessários apenas 10 minutos de tratamento térmico para se obter inativação total do inibidor em grãos de soja previamente macerados.

Já para as amostras processadas por vapor a 115°C verifica-se que mesmo por 5 minutos obteve-se total inativação do inibidor de tripsina. O que vem provar as conclusões obtidas por ANTUNES (1974) de que o inibidor de tripsina não apresenta grande resistência ao calor estando no grão ou farinha, mas que esta resistência aumenta quando o mesmo está no extrato proteico, pois HACKLER et alii (1965) constataram que 10 minutos de permanência a 121°C serviram para inativar apenas 94% do inibidor de tripsina em leite de soja.

No quadro 18 são apresentados os valores do inibidor de tripsina residual encontrados nas amostras obtidas nos ensaios de extrusão.

Constata-se que nos ensaios 1 e 2 obteve-se apenas 16% e 59% de inativação, mas que nos ensaios 3 e 4 estes valores foram aumentados para 79% e 91%, respectivamente.

Por estes valores pode-se verificar que o cozimento por extrusão é realmente um processo efetivo na destruição do inibidor de tripsina, conforme citam MUSTAKAS et alii (1964) os quais inativaram 95% ou mais do inibidor em 12 testes realizados.

Por comparação entre os resultados obtidos e os

citados por MUSTAKAS et alii (1970), observa-se que para os mesmos teores de inativação foram obtidos índices de proteína dispersível menores do que os citados naquele estudo.

5.7.4 - Composição de aminoácidos

5.7.4.1 - Processo "Promo"

No quadro 19 são apresentados os teores dos aminoácidos das amostras processadas pelo processo "Promo", e que foram submetidos aos tratamentos térmicos extremos deste processo.

Constata-se, pelos valores apresentados, que as quantidades destes aminoácidos situam-se dentro do intervalo citado por IRIARTE & BARNES (1966) e WOLF (1972), para farinhas obtidas a partir da soja.

Pode-se verificar que não foi grande a variação dos teores de cada aminoácido nestas amostras, significando que os tratamentos térmicos a que foram submetidas não chegou a afetar certos aminoácidos.

Com relação aos mais importantes aminoácidos das proteínas de soja, a Lisina devido ao seu alto teor, e a Cistina e Metionina por seus teores limitantes, apresentam, a Lisina valores dentro da faixa citada para produtos devidamente processados, e os outros dois, superiores aos citados por ALTSCHUL (1958), IRIARTE & BARNES (1966) e WOLF (1970, 1972), como valores mínimos para produtos de soja.

5.7.4.2 - Processo de "extrusão"

No quadro 20 estão apresentados os teores de aminoácidos da soja crua e das amostras que sofreram os tratamentos térmicos extremos pelo processo de cozimento por extrusão.

Pelos valores apresentados, verifica-se que os teores de aminoácidos estão de acordo com os citados pela ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY (1969), e pelo AGRICULTURAL SER

VICES BULLETIM nº 11 da FAO (1971), para a soja em grão.

Comparando os valores obtidos para as amostras 1 e 4, verifica-se, com exceção da Cistina e Prolina, que os teores de todos aminoácidos da amostra 4 são menores do que os obtidos para a amostra 1.

Embora isto possa parecer que o tratamento do ensaio 4 tenha sido muito drástico, é possível verificar que os teores dos aminoácidos nesta amostra estão muito próximos dos apresentados nas amostras obtidas pelo processo "Promo", além de possuírem valores bem acima dos mínimos citados por IRIARTE & BARNES (1966), RACKIS (1961) e WOLF (1970,1972), para os aminoácidos Cistina e Metionina, principais limitantes das proteínas de soja.

5.7.5 - Determinações físicas

5.7.5.1 - Granulometria

Nos quadros 21, 22 e 23 são apresentados os valores da análise granulométrica efetuada nas amostras obtidas neste estudo.

Constata-se que a porção passada na malha 100 (0,149 mm) variou de 83% até 93% e, desta forma, estão situados abaixo do que é exigido pelos padrões oficiais, conforme cita o PAG Statement nº 5 (1969), que define como farinha os produtos derivados da soja, integrais ou desengordurados, que tenham granulometria inferior a malha 100, além de exigir para as farinhas de soja industriais uma fração mínima de 97% passada na malha 100.

Embora a granulometria das amostras obtidas esteja abaixo dos padrões oficiais exigidos, cabe salientar que estes valores podem ser considerados bons, se for levado em conta o fato de que estas amostras foram passadas em moinho de martelos, o qual não é recomendado para produtos com alto teor de óleo.

5.7.5.2 - Absorção de água

No quadro 24 são apresentados os valores da absorção de água obtidos com as amostras processadas pelo processo "Promo".

O menor valor, 159% de absorção, foi obtido para a amostra macerada em água e colocada durante 5 minutos em água fervente, e o maior valor, 240% de absorção, foi obtido para a amostra macerada em solução de tripolifosfato e colocada durante 15 minutos em água fervente.

Para as amostras processadas em autoclave, os valores variaram de 190% até 220%, para as amostras tratadas durante 5 e 10 minutos, respectivamente.

De um modo geral, vê-se que estes valores não seguem o citado por LEMANCIK & ZIEMBA (1962), os quais afirmam que o tratamento térmico, ao mesmo tempo que faz decrescer a dispersibilidade das proteínas, ocasiona o aumento da absorção de água, o que foi confirmado por BAKER & MUSTAKAS (1973), que obtiveram valores de 163% e 225%, tratando farinhas de soja em água fervente durante 15 minutos a 50°C e 100°C, respectivamente.

Para as amostras tratadas durante 15 minutos por imersão em água fervente foram obtidos os valores 219% e 240%, próximos do obtido por BAKER & MUSTAKAS (1973), em seu trabalho.

No quadro 25 são apresentados os valores da absorção de água para as amostras obtidas pelo processo de extrusão. Pode-se verificar que os valores encontrados foram menores do que os valores encontrados para as amostras obtidas pelo processo "Promo", sendo os maiores valores obtidos correspondentes àqueles das amostras colocadas durante 5 minutos em água fervente.

Por estes valores, e pelo citado por LEMANCIK & ZIEMBA (1962), dá para concluir que o tratamento por "extrusão" corresponde ao tratamento mais leve do processo "Promo".

5.7.5.3 - Densidade aparente

Os quadros 26 e 27 apresentam os valores da densidade aparente das amostras obtidas através dos processos "Promo" e de "extrusão".

Verifica-se que não há grandes disparidades entre os valores obtidos para as diversas amostras, pois os mesmos estão situados entre 0,438 e 0,592 g/cm³.

Estes valores estão próximos ao citado por MUSTAKAS et alii (1971), de que as farinhas integrais de soja processadas por "extrusão" apresentam uma densidade aparente próxima a 0,480 g/cm³.

5.7.6 - Análise sensorial

A análise sensorial, realizada nas amostras processadas por ambos processos, visou caracterizá-los em relação ao sabor e aroma resultantes após os diversos tipos de processamentos realizados.

Nos quadros 28 e 29 são apresentados os valores da classificação obtida nas amostras do processo "Promo" e no quadro 30, os valores da classificação obtida pelas amostras do processo de "extrusão".

Estes ensaios foram realizados com suspensões a 10% em água, de farinha de soja, e os provadores escolhidos apresentavam uma determinada experiência com produtos de soja.

Mesmo com essa experiência porém, foi muito difícil distinguir qual o produto que apresentou melhores características organolépticas, pois todos apresentavam um sabor e aroma característicos, porém muito suave e sem amargor ou odor objetivo.

6. conclusões

1. Verifica-se que macerando os grãos em água potável ocorre grande perda de sólidos solúveis, se compararmos os resultados com os obtidos com os grãos macerados em solução de tripolifosfato de sódio a 0,25%.
2. A maceração em solução de tripolifosfato, possibilita maior remoção de carboidratos, o que é vantagem pela diminuição do problema de flatulência.
3. O processamento de grãos integrais resulta num teor de fibras médio de 5,3%, que é bastante superior às farinhas integrais relacionadas na literatura.
4. No processo "Promo", não se deve fazer inativação por imersão em água fervente por tempo superior a 10 minutos, com riscos de diminuição da disponibilidade de lisina, ao passo que tratamento em autoclave a 115^oC o tempo não deve ser superior a 5 minutos.

Tanto na inativação por imersão como por autoclavagem, o fator antitripsina é destruído a níveis satisfatórios.
5. Considerando-se a lisina disponível, nas farinhas processadas, conclui-se que no processo "Promo" inativação por imersão em água, o tempo de 10 minutos é o mais recomendado, enquanto, que por autoclavagem é de 5 minutos a 115^oC.
6. No processo de extrusão, o condicionamento que melhores resultados oferece é o tratamento 3, ou seja, umedecimento até 27% no condicionador, elevando essa umidade até 36% com injeção direta de água na segunda cabeça do extrusor.
7. O processo de extrusão atinge os objetivos com menor quantidade de água, o que acelera o processo e diminui os custos de secagem, ao mesmo tempo que não exigindo maceração, portanto não havendo perda de sólidos, resulta num maior rendimento.

8. O Processo de "extrusão", que utiliza como matéria prima a soja descorticada, não apresenta o problema de excesso de fibras no produto final.

7. bibliografia

1. ALBRECHT, W. J. & MUSTAKAS, G. C. Rate studies on atmospheric steaming and immersion cooking of soybeans. *Cereal Chemistry*, St. Paul, Minnesota, 43 (7): 400-7, 1966.
2. ALTSCHUL, A. M. *Processed plant protein foodstuffs*. New York, Academic Press Inc. Publishers, 1958.
3. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. St. Paul, Minnesota, 1976.
4. AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. *Official and Tentative Methods*. 3. ed. rev. Chicago. Amer. Oil Chem. Soc., 1966.
5. ANTUNES, P. L. *Algumas propriedades físico-químicas e nutricionais das proteínas de soja*. Tese de Mestrado, UNICAMP. [Campinas], [F. C. T. P. T. A.], 1974.
6. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, Washington, D. C. *Official Methods of Analysis of the Assoc. Off. Agr. Chem* Washington, D. C., 1975.
7. BACKER, E. C. & MUSTAKAS, G. C. Heat inactivation of trypsin inhibitor, lipooxygenase and urease in soybeans: Effect of acid and base additives. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 50 (5) : 137-41, 1973.
8. BECKER, H. C.; MILNER, R. T. & NAGEL, R. H. A method for determination of nonprotein nitrogen in soybean meal. *Cereal Chemistry*, St. Paul, Minnesota, 17:477-57, 1940.
9. BERRA, R. & WALHUERDI, A. P. New ways of utilizing soy in human diets in Latin America. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 52 (4) : 280A-2A, 1975.
10. BELTER, P. A. & SMITH, A. K. Protein denaturation in soybean meal during processing. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 29 : 170-4, 1952.
11. BIRD, K. Plant proteins: Their role in the future. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 52 (4) : 240A-1A, 1975.

12. BOOKWALTER, G. N.; MUSTAKAS, G. C.; KWOLEK, W. F.; MCGHEE, J. E. & ALBRECHT, W. J. Full-fat soy flour extrusion cooked: properties and food uses. *J. Food Sci.*, Chicago, 36 : 5-9, 1971.
13. BOURNE, M. C. Recent advances in soybean milk processing technology. *PA6 Bulletin*, New York, FAO/WHO/UNICEF Protein Advisory Group, United Nations, 10 : 14-21, 1970.
14. BRESSANI, R. Nutritional contribution of soy protein to food systems. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 52 (4) : 254A-62A, 1975.
15. COMISSÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA. *Análise do 1º Simpósio Nacional da Soja*. Porto Alegre, Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, 1976.
16. CONWAY, H. F. Extrusion Cooking of Cereals and Soybeans. Part I and II. In: 18th ANNUAL FOOD TECHNOLOGY CONFERENCE AT THE UNIVERSITY OF MISSOURI. Columbia, s. ed., 1970.
17. COSTA, S. I.; MIYA, E. E.; FUJITA, J.T. *Composição química e qualidades organolépticas e nutricionais das principais variedades de soja cultivadas no Estado de São Paulo*. [Campinas], s.ed., 1973/1974. (Coletânea do ITAL). v.5, p.305-19.
18. COSTA, S. I.; QUAST, D.Q., MORETTI, V.A.; CANTO, W.L. & COBRE, R.V. O emprego da soja na alimentação humana. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, [Campinas] 46: 1-24, 1976.
19. COWAN, J.C.; RACKIS, J.J. & WOLF, W.J. Soybean protein flavor components: A review. *J. Am. Oil Chem Soc.*, Champaign, 50 (10): 426A-35A, 1973.
20. COWAN, J. C. Soybean: Their uses are many and expanding all the time. *Crops and Soils Magazine*, Madison, 2: 10- 4, 1973.
21. DE, S. S. Technology of production of edible flours and protein products from soybeans. *Agricultural Services*

- Bulletin*. Rome, Agricultural Services Division, Food and Agricultural Organization of United Nations. n. 11, 151 p., 1971.
22. DIMLER, R. J. Progress in food use of soybeans. *Oil Mill Gazetteer*, Houston, 73 (3): 8-1, 1968.
23. ———. Oilseed protein sources and potentials: Soybeans. *Chemical Engineering Symposium Series*, s. 1. 65 (93): 22-9, 1969.
24. ———. Oilseed Protein. *Chemical Engineering Progress*, New York, 65 (9): 20-6, 1969.
25. EL-DASH, A. A. & CAMARGO, C. O uso da farinha de soja na indústria de panificação. *Indústria de Panificação*. São Paulo, ano XLII, p. 49-53, 1976.
26. ELLINGER, R. H. *Phosphate applications in processing food protein* Chicago, C. R. C. Press, 1972. p. 152-5.
27. FREDO, D. *Soja - Comissão de Agricultura e Pecuária*. Porto Alegre, Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, 1974.
28. HACKLER, L. R.; VAN BUREN, J. P.; STEINKRAUS, K. H.; EL RAWI, I. & HAND, D. B. Effect of heat treatment on nutritive value of soy milk protein fed to weanling rats. *J. Food Sci*, Chicago, 30: 723-8, 1965.
29. HAMDY, M. M. Soybean protein in prudent-diet foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 54: 87A-9A, 1977.
30. HAND, D. B. STEINKRAUS, K. H.; VAN BUREN, J. P.; HACKLER, L. R.; EL RAWI, I. & PALLESEN, J. R. Pilot plant studies on soy milk *Food Technol.*, Chicago, 18: 139-42. 1964.
31. HANDBOOK OF ANALYTICAL METHODS FOR SOYBEAN AND SOYBEAN PRODUCTS. S. 1., Natl Soybean Processors Assoc., 1946.
32. HINOJOSA, R. *Contribuição ao estudo da extração e concentração do leite de soja*. Tese de Mestrado, UNICAMP, [Campinas], [F. C. T. P. T. A.] 1974.

33. HORAN, F. E. Defatted and full-fat soy flours by conventional processes. *Proc. Int. Conf. Soybean Protein Foods*, Peoria, USDA, ARS, 71 - 35 : 129-41, 1966.
34. ———. Soy protein products and their production. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 51 (1) : 67A-73A, 1974.
35. HUANG, P. C. Feeding of infants with full-fat soybean-rice foods. *Proc. Int. Conf. Soybean Protein Foods*, Peoria, USDA, ARS 71-35: 183, 1966.
36. IRIARTE, B. J. R. & BARNES, R. H. The effect of overheating on certain nutritional properties of the proteins of soy beans. *Food Technol.*, Chicago, 6 : 835-8, 1966.
37. KAKADE, M. L. & LIERNER, I. E. A simplified procedure for the determination of available lysine in protein and protein foodstuffs. *Anal. Bio Chem.*, New York, 27 : 273, 1969.
38. KALBRENER, J. E.; ELDRIDGE, A. C.; MOSER, H. A. & WOLF, W. J. Sensory evaluation of commercial soy flours, concentrates and isolates. *Cereal Chemistry*, St. Paul, Minnesota, 48 (6) : 595-600, 1971.
39. LEMANCIK, J. F. & ZIEMBA, J. V. Versatile soy flours. *Food Eng^g*, Radnor, 7 : 90-1, 1962.
40. LO, W. Y.; STEINKRAUS, K. H.; HAND, D. B.; HACKLER, L. R. & WILKENS, W. F. Soaking soybeans before extraction as it affects chemical composition and yield of soy milk. *Food Technol.*, Chicago, 22 : 1188, 1968.
41. ———. Yields of extracted solids in soy milk as affected by temperature of water of various pretreatment of beans. *Food Technol.*, Chicago, 22 : 1322, 1968.
42. MARTINES, J. L. L. *Estudo do processamento e avaliação nutricional de misturas contendo leite de soja, milho, leite de vaca e soro de queijo*. Tese de Mestrado, UNICAMP. [Campinas], F. C. T. P. T. A., 1975.

43. MEYER, E. W. Soybean flours and grits. In: 3th INT. CONGRESS OF FOOD SCI. AND TECHNOL. Washington, D. C., s. ed., 1970.
44. MORETTI, R. H. Industrialização da Soja, In: ———. CURSO SOBRE INDUSTRIALIZACION DE PRODUCTOS PROTEICOS DE LA SOJA. Buenos Aires, Publitec Editora Saec. y M, 1975.
45. ———. Proteína texturizada: extrusão ou fibrilação. In: CONGRESSO SOJA BRASILEIRA REALIDADE E PERSPECTIVAS, Porto Alegre, julho de 1976. *Anais ...* Porto Alegre, Federação das Cooperativas Brasileiras de Trigo e Soja Ltda., 1976.
46. ———. Soja como alimento proteico e como oleaginosa *Mundo Agrícola*. Edição de Tecnologia. São Paulo, s. ed., 2º semestre de 1975. Seção II: Industrialização da soja.
47. MJELENAERE, H. J. H.; BUZZAFD, J. L. Cooker extruders in service of world feeding. *Food Technol.*, Chicago, 23 : 345, 1969.
48. MUSTAKAS, G. C. Alternative processes for full-fat soy flours for use in developing countries. *Proc. Int. Conf. Soybean Protein Foods*. Peoria, USDA, ARS 71 (35) : 156-62, 1966.
49. ———. Full-fat and defatted soy flours for human nutrition. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 48 (12) : 815-19, 1971.
50. ———. A new soy lipid - protein concentrate for beverages. *Cereal Sci. Today*. St. Paul, Minnesota, 19 (2) : 62-73, 1974.
51. MUSTAKAS, G. C.; GRIFFIN, E. L.; ALLEN, L. E. & SMITH, O. B. Production and nutritional evaluation of extrusion-cooked full-fat soybean flour. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 41 : 607-14, 1964.
52. MUSTAKAS, G. C.; GRIFFIN, E. L. & SOHNS, V. E. Full-fat soy bean flours by continuous extrusion cooking. *Advances in Chemistry Series*, s. 1., 57 : 101-8, 1966.

53. MUSTAKAS, G. C.; ALBRECHT, W. J.; BOOKWALTER, G. N. & GRIFFIN, E. L. Full-fat soy flour by a simple process for Villagers. *Proc. Int. Conf. Soybean Protein Foods*, Peoria, USDA, ARS 71 (34), 1967.
54. MUSTAKAS, G. C.; ALBRECHT, W. J.; MCGHEE, J. E.; BLACK, L. T.; BOOKWALTER, G. N. & GRIFFIN, E. L. Lipoxidase inactivation to improve stability, odor and flavor of full-fat soy flours. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 46 (11) : 623-6, 1969.
55. MUSTAKAS, G. C.; ALBRECHT, W. J.; BOOKWALTER, G. N.; MCGHEE, J. E.; KWOLEK, W. F. & GRIFFIN, E. L. Extruder-processing to improve nutrition, flavor and keeping quality of full-fat soy flour. *Food Technol.*, Chicago, 24 (11) : 102-8, 1970.
56. MUSTAKAS, G. C.; ALBRECHT, W. J.; BOOKWALTER, G. N.; SOHNS, V. E. & GRIFFIN, E. L. New Process for low-cost, high-protein beverage base. *Food Technol.*, Chicago, 25 (5) : 80-6, 1971
57. NELSON, A. I.; WEI, L. S. & STEINBERG, M. P. Foods products from whole soybeans. *Soybean Digest*, Hudson, 31 (3) : 32-4, 1971.
58. NIELSEN, E. Whole seed processing by extrusion cooking. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 53 (6) : 305-9, 1976.
59. ORR, E. & ADAIR, D. Full-fat soya flours. *Tropical Products Institute Report G.*, s. 1., 31, 1967.
60. PAG GUIDELINE FOR EDIBLE, HEAT-PROCESSED SOY GRITS AND FLOUR
PAG *statement*, soy products. New York, FAO/WHO/UNICEF Protein Advisory Group, United Union, n.5, 1971.
61. PAULSEN, T. M. & HORAN, F. E. Functional characteristics of edible soya flours. *Cereal Science Today*, St. Paul, Minnesota, 10 (1) : 14-7, 1965.

62. POMERANS, Y. *Advances in Cereal Science and Technology*. American Association of Cereal Chemistry Inc., St. Paul, Minnesota, 1976.
63. PRINGLE, W. Full-fat soy flour. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 51 (1) : 74A - 7A, 1974.
64. PROCESSING FULL-FAT SOY PRODUCTS.
U. S. A. U. S. Patent 3, 220, 851. *Alkaline cooking at 80°C*. Rambaud, M. 30 nov. 1965.
65. PROCESSING FULL-FAT SOY PRODUCTS.
U. S. A. U. S. Patent 3, 253, 930. *Cooking Moisturized Full-Fat Med.* Gould M. R. & Swartz D. L. 31 may, 1966.
66. PROCESSING-FULL-FAT SOY PRODUCTS.
U. S. A. U. S. Patent 3, 782, 968. *Steam jet Dehulling and Debittering Process*. Herzberg, C. & Dollbaum, W. 1 jan. 1974.
67. PROCESSING WHOLE SOYBEANS.
U. S. A. U. S. Patente 2, 795, 502. *Ammonium Salt Treatment*. Raymond, C. A. 11 jun 1957.
68. PROCESSING WHOLE SOYBEANS.
U. S. A. U. S. Patent 3, 058, 829. *Steam Dehulling and Debittering Beans*. Kovásznay, I & Kovásznay, E. 16 Oct. 1962.
69. RACKIS, J. J. Soybean trypsin inhibitors: their inactivation during meal processing. *Food Technol.*, Chicago, 11 : 102-4, 1966.
70. ———. Biological and physiological factors in soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 51 (1) : 161A - 75A, 1974.
71. RACKIS, J. J.; HONIG, D. H.; SESSA, D. J. & STEGGERDA, F. R. Flavor and flatulence factors in soybean protein products. *J. Agr. Chem.*, s. 1., 18 (6) : 978 - 82, 1970.

72. RACKIS, J. J.; MCGHEE, J. E.; BOOTH, A. N. Biological threshold levels of soybeans trypsin inhibitors by rat bioassay. *Cereal Chemistry*, St. Paul, Minnesota, 52 (1) : 85 - 93, 1975.
73. RACKIS, J. J.; MCGHEE, J. E.; HONIG, D. H. & BOOTH, A. N. Processing soybeans into foods: Selected aspects of nutrition and flavor. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 52 (4) : 249A - 53A, 1975.
74. ROCKLAND, L. B. & METZLER, E. A. Quick-cooking Lima and other dry beans. *Food Technol.*, Chicago, 21 : 26A - 30A, 1967.
75. ROHR, R. Óleos e gorduras vegetais e seus subprodutos proteicos. In:———. *Etiologia, Tecnologia, significado na alimentação humana e animal*. Campinas, F. C. T. P. T. A., 1974.
76. SHEMER, M.; WEI, L. S.; PERKINS, E. G. Nutritional and chemical studies of three processed soybeans foods. *J. of Food Sci.*, Chicago, 38: 112-5, 1973.
77. SIPOS, E. F.; TURRO, E. & WILLIAMS, L. D. *Soy protein products for baked foods*. Chicago, Central Soya Co. Inc., 1975.
78. SMITH, A. K. & CIRCLE, S.J. *Soybeans: Chemistry and Technology Proteins*. Westport, Connecticut, AVI Publishing Co., v. 1, 1972.
79. SMITH, A. K. & NASH, A. M. Water absorption soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 38: 120-3, 1961.
80. SMITH, O. B. Textured vegetable proteins. In: World Soybean Research Conference Univ. of Illinois, August 3-8, 1975. Illinois, s. ed., 1975.
81. ———. Why extrusion cooking? *Cereal Foods World*, St. Paul, Minnesota, 21 (1): 4-8, 1976.
82. SMITH, W. H. What can "FQSF" do for you? *Snack Food*, s. 1., julho 1971.

83. Soybeans. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 2. ed. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1969, v. 18.
84. TANGO, J. S. Farinhas de soja integral. *Boletim Inst. de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 29 (3): 21-45, 1972.
85. TEETER, H. M. & SCHAEFER, W. C. Food uses of Soybeans: Research at the Northern Laboratory. *Soybean Digest*, Hudson, nov. 1969.
86. WALDROUP, P. Full-fat Soybeans a potential livestock feed. *Soybean Digest*, Hudson, 12: 12-5, 1976.
87. WILKENS, W. F. & HAZLER, L. R. Effect of processing conditions on the composition of soy milk. *Cereal Chemistry*, St. Paul, Minnesota, 46 (7): 391-7, 1969.
88. WILKENS, W. F.; MATTICK, L. R. & HAND, D. B. Effect of processing method on oxidative off-flavors of soybean milk. *Food Technology*, Chicago, 21: 1630-3, 1967.
89. WOLF, W. J. Trypsin inhibitors. Hemagglutinins, Saponins, and Isoflavones of soybeans. *Proc. Int. Conf. Soybean Protein Foods*, Peoria, USDA, ARS 71 (35): 112-28.
90. ———. Soybeans proteins Their functional and physical properties. *J. Agr. Food Chem.*, s. 1., 18 (6): 969-76, 1970.
91. ———. What is soy protein? *Food Technology*, Chicago, 26 (5): 44-54, 1972.
92. ———. Processing soybeans into protein products. *Bull. Assoc. Operat. Millers*, s. 1., 1973.
93. ———. Lipoxigenase and flavor of soybean protein products. *J. Agr. Food Chem.*, s. 1., 23 (2): 137-41, mar./apr. 1975.