

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

EQUILÍBRIO DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS NO PÃO ENRIQUECIDO
COM SOJA.

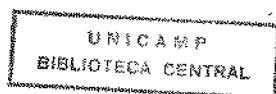
MIGUEL ANGEL GONZÁLEZ MOREIRA

Orientador:

DR. OTTÍLIO GUERNELLI
Professor Titular da Disciplina
"Processamento Industrial" da
Faculdade de Tecnologia de Alimentos, UNICAMP.

Tese apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos,
da Universidade Estadual de Campinas - Estado de São Paulo - Brasil, para obtenção do título de Mestre em Ciências em Tecnologia de Alimentos.

- Fevereiro de 1.973 -



AGRADECIMENTOS

Ao Governo Nacional Paraguaio, pelo assentimento para participação no Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos;

Ao Professor Doutor Ottilio Guernelli, pela sua valiosa orientação e pela incansável e paciente dedicação dispensada a este trabalho;

À Faculdade de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do Professor Doutor Andre Tosello, pela ajuda e facilidades proporcionada ao autor;

À Organização dos Estados Americanos, pela oportunidade e ajuda econômica facultada, para que este trabalho fosse realizado;

À Professora Eng. Ruth dos Santos Garruti, pela incansável ajuda material e moral na realização desta tese;

Aos meus companheiros Engs. Maria Amelia Chaib e Carim Abdala, pela desinteressada colaboração, estímulo e boa vontade, assim como também ao Professor Eng. Lincoln Camargo Neves Filho

A todos enfim, que direta ou indiretamente muito contribuíram para que este trabalho fosse levado a bom termo, de quem, acolhedoras lembranças, levo de minha estada neste País.

DEDICATÓRIA

A minha esposa, ISABEL ORTIZ P. de GONZÁLEZ, abnegada e compreensiva companheira de minha vida, com o meu mais profundo amor e gratidão. À ela, mais que ninguém, devo a realização desta tese.

A meus idolatrados filhos, MILTON JAVIER e CARLA VIRGINIA, pontos luminosos que norteiam minha existência.

A meu pai, CNEL. JOSÉ ASUNCIÓN GONZÁLEZ, por seu exemplo edificante de sacrifícios, honestidade, lealdade e amor ao trabalho, com o meu eterno agradecimento.

A minha veneranda mãe, BERNARDA MOREIRA de GONZÁLEZ, sublime ser, que me soube inculcar o amor ao estudo, a Deus, ao lar, aos meus semelhantes e a Pátria.

A memória de minha inesquecível irmã VIRGINIA, e aos meus queridos irmãos DO RAMÓN, ERÓTIDA ASUNCIÓN, BERNARDA e ELVIRA DAMIANA. CITA MEDAR- IRENE

R E S U M O

O tema que serviu de base ao presente trabalho de investigação bibliográfica tem como objetivo primário enfatizar a importância da adição de produtos de soja à farinha de trigo, deficiente em lisina, e que por este motivo limita, aproximadamente, à metade o aproveitamento de sua proteína pelo organismo humano.

No Capítulo I são dadas breves considerações acerca da composição química da farinha de trigo e da soja, dando-se destaque ao seu conteúdo protéico, bem como o teor de aminoácidos essenciais.

No Capítulo II - Processamento - discute-se a destruição parcial dos aminoácidos essenciais durante a tostagem das farinhas de soja desengordurada e integral, além dos efeitos do processamento comercial sobre o conteúdo dos citados nutrientes no trigo.

Uma vez obtidos os produtos primários para a fabricação do pão misto, é apresentado no Capítulo III o processo de panificação propriamente dito, condições ótimas de processamento e os métodos atualmente usados na Universidade de Kansas (USA) para produzir pão sem fermentação.

Os aspectos nutricional, funcional, de palatabilidade e de aceitabilidade do pão enriquecido com as farinhas de soja, tão importantes nos hábitos alimentares, estão desenvolvidos, em forma sintética, no Capítulo IV além de alguns ensaios de panificação feitos com farinha de soja integral cozida por extrusão.

Finalmente, apresenta-se um balanço provável do conteúdo de aminoácidos essenciais das misturas hipotéticas, antes e após o processo de panificação, comparando-os com aqueles de ôvo integral (proteína padrão da F.A.O), para determinação dos seus equilíbrios em diversas proporções de farinha de trigo com 70-80% de extração e de farinhas de soja comercialmente obtidas.

S U M M A R Y

The primary objective of the present bibliographical survey is to emphasize the importance of the addition of soy flour to wheat flour, which is deficient in lysine and whose utilization by the human organism is therefore limited to about one half. Thus the addition of soy flour to bread facilitates a total assimilation of essential amino-acids.

In Chapter I are given some brief considerations regarding the chemical composition of wheat and soy flours with special reference to their protein and essential aminoacids contents.

Chapter II - The Processing - describes the partial destruction of the essential amino-acids during the toasting of the full-fat and defatted soy flours and the effects of the commercial processing on the contents of the above mentioned nutrients of wheat.

Chapter III describes the baking process based on the use of a mixture of wheat and soy flours, the optimal conditions of the above processing and the methods used at the University of Kansas (USA) for the production of bread without fermentation.

Nutritional, functional, palatability and acceptability aspects of the bread enriched with soy flours are treated in Chapter IV together with some baking experiments conducted with full-fat extrusion cooked soy flour.

Finally, a probable balance of the essential amino-acids calculated from various percentages of wheat flour and commercial soy flours, is presented in comparison with the amino-acids contents of whole egg (provisional protein standard of FAO) in order to determine the equilibrium of the above amino-acids, before and after the baking process.

I N T R O D U Ç Ã O

O trigo é a planta alimentícia de maior cultivo no mundo inteiro, sendo consumido por mais de 1 bilhão de seres humanos, em diversas formas. Contribui em maior proporção do que qualquer outro alimento no fornecimento de calorías e proteínas ao homem. A avaliação do valor biológico da proteína de trigo (teor de nitrogênio absorvido e retido pelo organismo humano), demonstrou que o aminoácido limitante é a lisina. Esta existe em maiores quantidades nas camadas exteriores da casca e do germe, do que nas do endosperma (salvo sua elevada concentração nas proteínas das películas de aleurona). Quando o grão de trigo é transformado na farinha branca, isto é, quando se retira o farelo com grau de 60 a 70%, as proteínas contêm apenas dois terços da lisina existente nas proteínas do trigo inteiro.

De todos os alimentos ricos em proteínas atualmente aproveitável para enriquecer a farinha de trigo, a soja se apresenta como a mais conveniente em preço, qualidade e disponibilidade. Pelo fato de que o pão é um gênero de primeira necessidade, de alto consumo, ampla aceitabilidade e relativo baixo preço em nossos países, constitui um alimento ideal para ser enriquecido com proteína proveniente da soja, que é um aditivo valioso, não somente por seu conteúdo proteico como também pelo teor em lisina (3,2 a 3,8%), enriquecendo os 0,38% deste aminoácido contido na farinha de trigo.

A farinha de soja contém 10 vezes mais lisina do que qualquer farinha de outros cereais, como milho, trigo ou arroz, e é assim

que com sua adição ao pão, consegue-se um balanceamento adequado dos aminoácidos essenciais e, conseqüentemente, um aproveitamento, quase total, das proteínas existentes no trigo, pelo organismo humano.

Demonstrou-se que o fator PER, no caso do pão de farinha de trigo pura está ao redor de 1,0 atingindo 1,62 depois da adição de 3% de farinha de soja. Enriquecendo-se a farinha de trigo com 12% de farinha de soja, obtem-se um conteúdo em lisina de 0,76 a 0,83%.

Assim, 5% de farinha de soja no pão representam o equivalente a 8% de leite em pó. Na realidade, o aumento absoluto em seu conteúdo protéico é pouco, mas o do valor PER é pronunciado, demonstrando o aproveitamento quase integral das proteínas da farinha de trigo, até então, parcialmente utilizadas.

Os países que anualmente gastam somas fabulosas na importação de trigo, devem adotar urgentemente medidas atinentes ao aproveitamento integral das proteínas da farinha de trigo, principalmente em regiões onde a subnutrição protéica é crônica, e onde as crianças acham-se expostas ao marasmus e kwashiorkor. Isso poderia ser amenizado com a simples adição de 3 a 5% de farinha de soja, administrando, desta forma, quantidades enormes de proteína, além de diminuir a importação de grandes quantidades de trigo por ano. Chega-se à conclusão de que, velando pelos interesses de nossos povos, o enriquecimento da farinha de trigo através da farinha de soja, deveria ser recomendável e até obrigatória naqueles países produtores de essa preciosa leguminosa.

---- 0 ----

C A P I T U L O I

BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A. Farinha de trigo. Em vista do grande numero de variedades de trigo cultivadas em todas as regiões do globo terrestre, é surpreendente que a composição entre elas varie muito pouco. Uma revisão de vários trabalhos publicados apresenta limites aproximados, como ilustra o quadro 1, embora alguns autores cite valores menores para o amido (50-55%), em certos tipos de trigo canadenses. Parte da discrepância certamente seria devida ao fato de que a celulose citada nos Quadros 1, 2 e 3, representa somente fibra e não a hemicelulose, que nestes quadros deveria aparecer sob o título de amido.

Esses valores de amido (obtidos por diferença), são essencialmente uma cifra que indica preferencialmente carboidratos não somente açúcar e portanto incluem hemiceluloses e pentosanas que, conjuntamente, poderiam ser computadas como 3% ou mais, no grão. Graefe citado por Schäfer (119) dá valores de 7,94 para pentosanas do grão inteiro.

A composição da farinha é portanto variavel, mas quando se consideram as amplas diferenças em qualidade de panificação apresentadas pelas farinhas comerciais, é ainda mais surpreendente que existam tão pequenas diferenças em suas análises. Alguns trigos ingleses e irlandeses podem conter acima de 20% de umidade.

QUADRO 1

COMPOSIÇÃO APROXIMADA DO TRIGO

	Valores limites %	
Umidade.....	9	- 18
Amido (a).....	60	- 68
Proteína (N x 5,7).....	8	- 15
Celulose (fibra).....	2	- 2,5
Açúcar.....	2	- 3
Gordura.....	1,5-	2

(a) obtido por diferença.

FONTE: KENT-JONES and AMOS (64).

QUADRO 2

COMPOSIÇÃO APROXIMADA DE FARINHA BRANCA E NACIONAL

	Farinha branca 72% de extração %	Farinha nacional 80 % de extração %
Umidade.....	13,0 - 15,1	13,0 - 15,0
Amido.....	65,0 - 70,0	64,0 - 69,0
Proteína (N x 5,7).....	8,0 - 13,0	9,0 - 14,0
Celulose (fibra).....	traços- 0,2	0,2 - 0,35
Gordura.....	0,8 - 1,5	1,0 - 1,6
Açúcar.....	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0
Sais minerais (cinzas)....	0,3 - 0,6	0,6 - 0,8

FONTE: KENT-JONES and AMOS (64).

Ocasionalmente, sem dúvida podem surgir desvios além desses limites. O Quadro 3 mostra as composições medias das farinhas de 85% de extração e da farinha integral comercial (usualmente cerca de 95% de extração). Naturalmente tais farinhas variam em composição, principalmente a de 85%.

QUADRO 3

COMPOSIÇÃO APROXIMADA DE FARINHA NACIONAL E INTEGRAL

	Farinha nacional 85 % de extração	Farinha integral 95 % de extração
	%	%
Umidade.....	13,0 - 14,0	13,0 - 13,5
Amido.....	64,0 - 68,0	63,0 - 67,0
Proteína (N x 5,7).....	9,0 - 14,0	10,0 - 14,0
Celulose (fibra).....	0,4 - 0,9	1,6 - 2,1
Gordura.....	1,5 - 2,0	1,6 - 2,2
Açúcar.....	2,0 - 2,5	2,0 - 3,0
Sais minerais (cinzas).....	0,7 - 0,9	1,4 - 1,6

FONTE: KENT-JONES and AMOS (64)

O Quadro 4 dá as composições de diversas farinhas citadas por Fance e Wragg (34), os quais afirmam que os fatores que afetam as qualidades panificáveis da farinha de trigo são: força, atividade diastásica, efeito de moagem, cor e conteúdo de umidade.

QUADRO 4

COMPOSIÇÕES DE DIVERSAS FARINHAS

	Far. de trigo canaden- se- 72% ext.	Far. ti- pica de panifica- ção-72% ext.	Far. na- cional- 85% ext.	Far. de trigo ingleses 72% ext.	Far. in- tegral de tri- go ingles 100% ext.
Determinações	%	%	%	%	%
Umidade.....	15,0	15,0	14,0	16,0	13,0
Amido.....	67,6	69,6	67,8	70,1	67,6
Proteína.....	14,0	12,0	13,0	10,0	11,0
Gordura.....	1,0	1,0	1,7	1,0	2,0
Açúcares.....	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
Celulose(fibra)	0,0	0,0	0,6	0,0	2,2

FONTE: FANCE and WRAGG (34).

O moderno processo de moagem consiste na gradual separação do endosperma, havendo um momento em que o produtor deve decidir se o material que se obteve é suficientemente bom, objetivando uma farinha razoavelmente pura.

Nesta fase, a linha divisória entre farinha e o produto de fluxo mais fino "offal", é naturalmente a finura, porém, normalmente existe uma diferença entre a composição da farinha comercial comum e aquela de partículas de fluxo mais fino.

Recentemente, Woodman citado por Kent-Jones e Amos (64), deu os seguintes valores médios, com resultados calculados sobre base seca.

QUADRO 5

ANÁLISE DO PRODUTOS DE FLUXO FINO DO TRIGO (Base seca)

	Proteína	Gordura	Carboidratos	Fibra	Cinza
	%	%	%	%	%
Farelo.....	15,57	4,53	61,40	12,25	6,25
Pilado.....	16,60	5,49	64,03	8,88	5,00
Intermediários					
grosseiros.....	18,98	5,81	64,96	6,00	4,14
Intermediários					
finos.....	18,05	3,94	73,11	2,13	2,77

FONTE: KENT-JONES and AMOS (64).

O autor divide o produto de fluxo mais fino em 3 graus principais a saber, farelos de vários tamanhos, intermediários grosseiros e intermediários finos, mas certamente que este último deveria ser aceito como representando a composição média dos intermediários. A denominação dada às várias classes de

"sobras" da moagem é confusa. O farelo que, essencialmente, compreende a casca do grão com um pouco de endosperma aderido, é um termo genérico, mas para outros tipos de porções que são mais finas e que contêm menor proporção de casca e maior de endosperma, existia uma variedade de denominações de acordo com os costumes locais, tais como "fino", "mediano", "superior", etc. Os intermediários mais grossos e com pouco farelo são frequentemente chamados "pilado" (pollard).

Em relação ao termo "offal" ou "produto de fluxo mais fino" há uma tendência de ser abandonado e os produtos restantes da moagem do trigo, separada a farinha e especialmente o germe são agora, chamados ração.

Os nomes registrados como rações e rações superfinas, algumas vezes, são extensamente aplicados na nomenclatura industrial. Rações são intermediários ou finos, contendo não mais de 5,75% de fibra. Rações superfinas possuem conteúdo de fibra não superior a 4,5%, ou quase sempre mais baixos. Houve um tempo em que foram produzidos em certas partes da Grã-Bretanha "intermediários ricos", mas que representavam somente uma pequena proporção do total do trigo manufaturado. Eles são obtidas, principalmente, por extração a uma proporção mais baixa da farinha de trigo e, conseqüentemente, contêm farinha de baixo grau. Durante a II Guerra Mundial quando houve maior extração de farinha, as rações apresentavam partículas mais grossas que o normal. O germe é extraído separadamente em certos moinhos. A quantidade separada é usualmente inferior a 1%, i.é., aproximadamente a

metade da quantidade atualmente presente no grão.

Essa fração do trigo (germe) é usada na preparação de pães especiais, na fabricação de concentrado de vitaminas B₁ e E, bem como para alimentação do gado. A composição varia de acordo com a quantidade de farelo aderido ao germe.

O quadro 6 mostra a variação na composição química de amostras comerciais de germe.

QUADRO 6

COMPOSIÇÃO QUÍMICA APROXIMADA DE GERME COMERCIAL

	Valores limites
	%
Umidade.....	9,0 - 13,0
Proteína.....	22,0 - 32,0
Celulose (fibra).....	1,8 - 2,5
Gordura.....	6,0 - 11,0
Sais minerais (cinzas).....	4,0 - 5,0
Carboidratos.....	34,0 - 45,0

FONTE: KENT-JONES and AMOS (64).

Grewe e LeClerc citados por Kent-Jones e Amos (64) analisaram 19 amostras de germe comercial do Continente Americano e obtiveram os valores médios que constam no Quadro 7.

Fraser e Holmes citados por Kent-Jones e Amos (64) forneceram dados de composição do endosperma, germe e farelo, os quais são de interesse, cuja análise de carboidratos é mais individualizada da que em outros casos, quando os carboidratos são simplesmente calculados "por diferença".

QUADRO 7

COMPOSIÇÃO APROXIMADA DO GERME DO TRIGO

	%
Umidade.....	9,2
Proteína.....	28,9
Fibra bruta.....	2,1
Gordura.....	9,7
Sais minerais.....	4,1
Carboidratos.....	46,0

FONTE: KENT-JONES and AMOS (64).

QUADRO 8

COMPOSIÇÃO DO ENDOSPERMA, GERME E FARELO DE AMOSTRAS COMERCIAIS

	Endosperma	Germe	Farelo
	%	%	%
Umidade.....	14,0	11,7	13,2
Proteína.....	9,6	28,5	14,4
Gordura.....	1,4	10,4	4,7
Cinzas.....	0,7	4,5	6,3
Carboidratos (por diferença)	74,3	44,9	61,4
Amido.....	71,0	14,0	8,6
Hemicelulose.....	1,8	6,8	26,2
Açúcares.....	1,1	16,2	4,6
Celulose.....	0,2	7,5	21,4
Total de carboidratos (por a nálise).....	74,1	44,5	60,8
Recuperação de fração.....	99,8	99,6	99,4

FONTE: KENT-JONES and AMOS (64).

1. Proteínas. As proteínas da farinha de trigo (8) podem ser divididas em quatro grupos: 1) solúveis em água fria; 2) so luveis em solução salina; 3) solúveis em álcool a 75%; e 4) as solúveis em qualquer dos solventes mencionados. Relata ain da, que existem substâncias de estrutura e composição mais simples, chamadas proteoses e peptonas, utilizadas pelas le veduras como alimento.

Osborne citado por Feillet (36) caracterizou as proteínas da farinha de trigo como sendo: 1) uma proteína tipo albumina (leucosina), solúvel em água pura e coagulada por aquecimento de sua solução em água a 50-60° C.; 2) globulina, similar em propriedades a muitas globulinas encontradas em outras sementes, solúvel em solução salina; 3) proteose, em número de dois produtos da degradação de proteínas solúveis anteriormente citadas; 4) prolamina (gliadina), insolúvel em solução aquosa de etanol (70%); e 5) glutelina (glutenina), insolúvel em soluções aquosas, álcoois diluídos, mas solúvel em ácido ou alcali diluídos.

Pelshenke (101) é de opinião que as três primeiras são, comparativamente, menos importantes e existem no trigo em pequenas proporções: aproximadamente 0,3% de albumina; 0,6 a 0,7% de globulina; e 0,2 a 0,3 de proteose formada pela degradação de outras proteínas presentes, durante o processo de extração.

Naturalmente, com o auxílio de modernos métodos como a ultracentrifugação e cromatografia, verificou-se a complexidade das proteínas do trigo e da farinha correspondente.

Pence e Heller citados por Kent-Jones e Amos (64) acharam que a albumina na proteína do trigo contém, pelo menos, seis componentes individuais, os quais embora semelhantes em tamanho molecular, diferem em propriedades electroforéticas.

As proteínas solúveis determinadas por Osborne citado por Feillet (36) contêm albumina (leucosina), globulina (edestina), e uma pequena quantidade de proteose. Essas frações, comu-

mente, constituem 1/5 a 1/6 do total de proteínas.

Tanto a prolamina (gliadina) como a glutelina (glutenina), formam a conhecida substância denominada "gluten". A gliadina está presente no trigo em quantidade superior a 4% (a quantidade atual depende, portanto, do total de proteínas presentes), enquanto que, normalmente, o teor de glutenina é similar ao da gliadina.

Da mesma forma, Daniel (24) concorda que o gluten, não existe como tal na farinha e, somente é produzido quando ela é umedecida com água. Quando isto ocorre, duas das proteínas presentes, gliadina e glutenina formam o gluten.

A glutenina dá solidez ao produto, enquanto que a gliadina é o agente de ligação, conferindo suavidade e o caráter pegajoso do gluten. A gliadina é solúvel em álcool a 70% e pode ser extraída da farinha, enquanto que a glutenina não é solúvel em álcool ou água.

O gluten obtido por lavagem da massa é o gluten úmido do qual, cerca de dois terços de seu peso é água (8). A quantidade de gluten que se obtém varia com a natureza do trigo e depende da textura da farinha: quanto mais fina, menor é a porcentagem de gluten. Bennion (8) afirma que a gliadina confere ao gluten plasticidade e elasticidade, enquanto que a glutenina caracteriza sua estrutura. Quanto maior a quantidade de gliadina, mais branco é o gluten.

Conforme Hummel (63) e Vidal (139), a quantidade do gluten não é tão importante como a sua qualidade. As outras proteínas presentes em quantidades variáveis no trigo, contribuem para a "força da farinha" (76).

As proteínas não estão distribuídas uniformemente por todo o grão de trigo; o farelo e o germe são muito mais ricos em proteínas que o endosperma, sendo que o centro do grão não é tão rico em proteínas como as partes externas. Ademais, nem todos os trigos da mesma variedade exibem gluten com as mesmas características físicas, o que se verifica, particularmente, nos trigos ingleses, os de Manitoba e os australianos - alguns deles dão melhor gluten que outros. Dos trigos estudados por Ben nion (8), embora a quantidade real de gluten seja a mesma, o de Manitoba Nº 1 apresenta um gluten com propriedades de retenção de gas superiores aos demais.

Para fins de panificação e confeitaria, a qualidade do gluten é mais importante do que sua quantidade, dentro de certos limites. O gluten forma o esqueleto da massa e determina seu caráter físico. A capacidade de reter o gas depende da sua qualidade; para que o pão "cresça" é primordial a qualidade de retenção do gas (46).

Horsdel, Dodds e Horan (56) relatam que a fração de gliadina abrange cerca de 40-50% do total de proteínas do grão e a glutenina cerca de 40%; as proteínas solúveis em água e soluções de sal constituem a maior parte do resíduo.

A proteína solúvel está praticamente localizada no germe e estratos externos do grão, enquanto que a gliadina e glutenina formam a matriz do endosperma.

Investigações mais modernas, nas quais preparações de gliadina foram examinadas por técnicas físico-químicas, têm demonstrado que esta não é homogênea. Em 1.935, usando a ultracentri

fugação , Krejci e Svedberg citados por Feillet (36) encontraram, em preparações de gliadina, alguns compostos com pesos moleculares variáveis acima de 17.250. Semelhantemente, Lamm e Polson, citados também por Feillet (36), empregando a técnica de difusão e Putman, Briggs e Gartner citados pelo mesmo autor, usando o procedimento electroforético de Tiselius, chegam a afirmar que a gliadina não é homogênea. A estrutura natural da glutenina torna mais fácil o estudo por essas técnicas, porém, em estudos de dispersão do gluten, há uma evidência indireta, que este somente pode ser uma mistura de vários componentes proteicos.

Rohrlich e Thomas (118) citam valores de pesos moleculares entre 15.000 a 75.000 para a gliadina e de 36.000 a 47.000 para a glutenina. Kiger e Kiger (66) acham que o peso molecular da gliadina é da ordem de 45.000 e da glutenina cerca de 36.000. Parece provável que as proteínas extraídas por água e por soluções salinas encerram várias classes de proteínas.

Visto que os enzimas podem ser extraídos do grão de trigo por meio de água ou de soluções salinas, está claro que as proteínas solúveis não podem ser classificadas, adequadamente, por uma simples divisão de albumina e globulina.

O germe do trigo contém nucleoproteínas e um complexo lipoproteico que pode ser isolado da farinha por extração com éter de petróleo. Tratando-se esta fração com ácidos diluídos a frio, obtém-se, em forma cristalina, uma proteína ou peptídeo de alto peso molecular. Na farinha, essa proteína está provavelmente ligada a um fosfolípido.

Apesar do conteúdo de nitrogênio não-protéico do trigo ser muito pequeno, ele afeta marcadamente as propriedades físicas da massa e também a atividade de certos enzimas, como é o caso do glutatíon presente no germe, em torno de 0,4% e, 0,1% na farinha integral.

O gluten isolado pelo processo de "lavagem" tem em média, um teor de umidade de aproximadamente 65%, enquanto que a substância seca, usualmente, contém 75-80% de proteínas, 5-15% de carboidratos residuais (principalmente resíduos de amido), 5-10 % de lipídios e uma pequena quantidade de sais minerais (11). Devido a presença de quantidade substancial de amido, gordura, etc., os quais não podem ser completamente removidos pelo procedimento convencional de lavagem, o termo "gluten cru" é comumente aplicado ao material protéico recuperado.

Pelo tratamento mecânico enérgico e prolongado, na operação de lavagem, o gluten cru contém 85-90% de proteína (na base de substância seca) (123).

Existem farinhas de gluten provenientes da moagem de glutens que provêm, por sua vez, da lavagem e secagem a baixa temperatura, de certos trigos (3).

As proteínas do gluten, normalmente, constituem mais de 80% do total das proteínas do trigo.

2. Composição elementar e de aminoácidos do gluten. Visto que o gluten, mesmo preparado por métodos convencionais, sempre contém substâncias associadas, tais como carboidratos e lipídios, justificam-se os esforços para estudar sua composição elementar em aminoácidos, que usualmente tem sido limitada à gliadina pu

rificada e, em grau menor, à preparação de glutenina (12). Blish (12) cita a análise do gluten crú, cujos valores constam no Quadro 9.

QUADRO 9

COMPOSIÇÃO ELEMENTAR DO GLUTEN

	% em peso
Proteína total (a).....	80,91
Extrato etéreo (incluindo gordu- ras, lipídeos, etc.).....	4,20
Fibras ou celulose.....	2,02
Cinzas.....	2,48
Hidratos de carbono, amido, etc..	9,44
Umidade.....	0,95
	100,00

(a) Proteínas totais constituídas por: 39,09% de gliadina; 35,07% de glutenina e de 6,75% de globulina.

Praticamente, toda a gordura está unida ao gluten por forças electrostáticas e a composição média do gluten é de 85% de proteína, 8,3% de gordura, 6% de amido e 0,7% de cinzas, ressaltando-se que o teor de amido varia inversamente com o tempo e força da lavagem conforme Daniel (24) e Sullivan (123).

As determinações de Osborne, citado por Blish (12), sobre a composição de gliadina e glutenina são, sem sombra de dúvida, dignas de toda confiança, estão registradas no Quadro 10.

Tendo em consideração uma concordância aproximada entre o total de N avaliado para gliadina e glutenina (17,66 e 17,49%) deduz-se que o total de N multiplicado pelo fator 5,7 servirá satisfactoriamente como uma aproximação da quantidade de proteína no gluten ou em varias de suas frações proteicas preparadas conforme Dean (26).

QUADRO 10

COMPOSIÇÃO ELEMENTAR DA GLIADINA E GLUTENINA

	Gliadina	Glutenina
	%	%
Carbono.....	52,72	52,34
Hidrogenio.....	6,86	6,83
Nitrogenio.....	17,66	17,49
Oxigenio.....	21,73	22,26
Enxofre.....	1,03	1,08

FONTE: BLISH (12).

Valores achados por Woychik, Boundy e Dimler (145), para o glu-
ten isolado, estão contidos no Quadro 11, bem como um resumo
das investigações de Pence e valores medios encontrados por
Block e Weiss, citados pelos mesmos autores (145).
Por separação cromatográfica dos componentes protéicos do glu-
ten, encontram-se seis frações, cujos valores estão representa-
dos no Quadro 12 e na figura 1 (145).

QUADRO 11

COMPOSIÇÃO DE AMINOACIDOS DO GLUTEN

Aminoácidos	<u>g/16 g. de nitrogênio total</u>		
	Woychik, Boundy e Dimler.	Pence	Block e Weiss
Alanina.....	2,4	2,0	2,1
Arginina.....	2,4	4,3	3,6
Ácido aspartico.....	2,9	3,4	4,8
Cistina.....	2,1	1,7	2,0
Ácido glutâmico.....	37,3	32,5	30,7
Glicina.....	3,1	3,2	4,0
Histidina.....	2,2	2,1	1,9
Isoleucina.....	4,0	4,2	4,2
Leucina.....	6,8	7,0	6,8
Lisina.....	1,2	1,6	1,6
Metionina.....	1,8	1,7	1,6
Fenilalanina.....	4,9	4,9	5,1
Prolina.....	13,7	11,6	11,1
Serina.....	5,2	4,3	4,3
Treonina.....	2,5	2,4	2,5
Triptofano.....	1,0	1,0	0,9
Tirosina.....	3,8	2,8	3,1
Valina.....	4,1	4,2	4,3
Amônia.....	5,1	-	-

FONTE: WOYCHIK, BOUNDY E DIMLER (145).

QUADRO 12
COMPOSIÇÃO DOS AMINOÁCIDOS COMPONENTES DO GLUTEN (x)

	G./16 g. de Nitrogênio Total					
	Alfa-1	Alfa-2	Beta	Gama	Omega	Solúvel em água
Alanina.....	2,3	2,1	2,3	2,2	1,4	3,8
Arginina.....	2,9	3,1	2,0	1,8	1,2	6,1
Acido aspartico..	2,5	1,8	2,5	1,8	1,2	6,2
Cistina.....	1,4	1,8	1,9	2,2	1,3	4,0
Acido glutamico..	37,6	40,6	42,8	43,4	44,2	20,3
Glicina.....	5,0	4,3	1,5	1,9	2,0	3,9
Histidina.....	1,7	2,6	1,6	1,6	0,7	3,6
Isoleucina.....	3,1	4,3	4,5	4,3	2,2	3,8
Leucina.....	6,2	7,3	7,4	6,4	4,4	7,1
Lisina.....	1,3	0,8	0,7	0,7	0,7	4,1
Metionina.....	1,2	1,6	0,8	1,2	0,8	1,9
Fenilalanina.....	4,4	4,6	4,9	6,6	10,6	3,9
Prolina.....	13,5	17,3	18,8	19,3	23,1	10,8
Serina.....	5,1	4,8	4,3	3,8	4,0	5,1
Treonina.....	2,8	2,6	2,7	2,1	2,4	2,6
Triptofano.....	1,7	1,2	0,6	0,9	0,5	2,8
Tirosina.....	4,1	2,8	2,8	1,7	2,5	3,9
Valina.....	3,6	4,2	4,6	3,7	2,5	6,1
Amônia.....	4,6	5,2	4,6	5,2	4,6	3,5

	Milimoles/16 g. de Nitrogênio total					
	Alfa-1	Alfa-2	Beta	Gama	Omega	Solúvel em água
Alanina.....	25,8	23,6	25,8	24,7	15,8	51,0
Arginina.....	16,6	17,8	11,5	9,8	12,2	34,9
Acido aspartico..	18,8	13,5	18,8	13,5	9,0	47,0
Cistina.....	11,6	14,9	15,7	18,2	11,0	42,8
Acido glutamico..	255,6	275,9	290,9	295,0	300,4	143,9
Glicina.....	66,6	57,3	20,0	25,3	27,2	54,2
Histidina.....	11,0	16,8	10,3	10,3	4,6	22,9
Isoleucina.....	23,6	32,8	34,3	32,8	16,5	37,4
Leucina.....	47,3	55,7	56,4	48,8	33,9	58,3
Lisina.....	8,9	5,5	4,8	4,8	5,1	27,9
Metionina.....	8,0	10,7	5,4	8,0	5,2	12,9
Fenilalanina.....	26,6	27,8	29,7	40,0	64,4	15,1
Prolina.....	103,0	131,9	143,4	147,2	176,4	70,2
Serina.....	48,5	45,7	40,9	36,2	38,0	48,1
Treonina.....	23,7	22,0	22,9	17,8	20,0	33,1
Triptofano.....	8,3	5,9	2,9	4,4	2,7	13,7
Tirosina.....	22,6	15,5	15,5	9,4	14,0	18,6
Valina.....	30,7	35,9	39,3	31,6	21,3	50,8
Amônia.....	270,6	305,9	270,6	305,9	269,0	208,5

PONTE: WOYCHIK, BOUNDY and DIMLER (145).

(x) Resultados de 4 determinações, no mínimo.

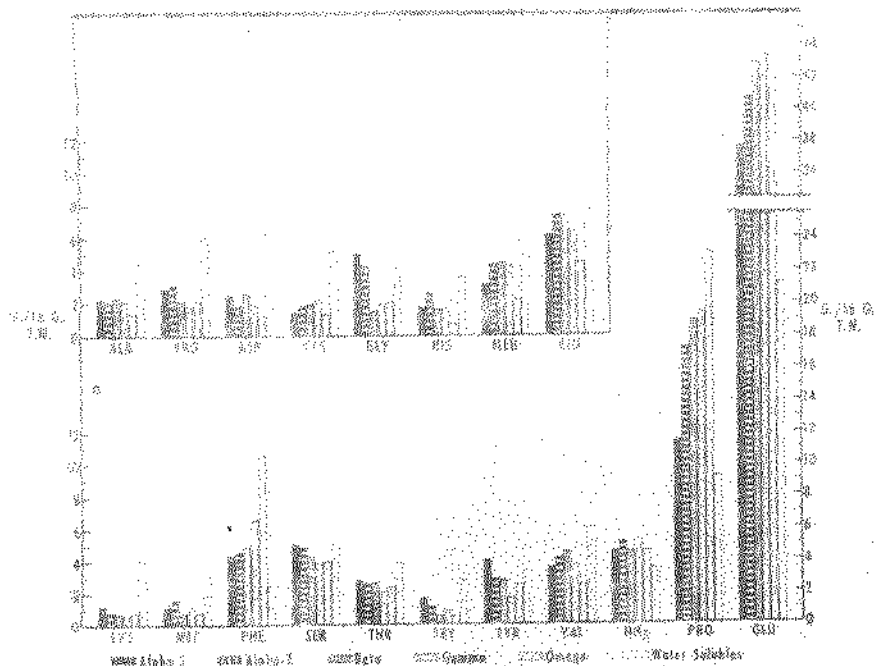


Figura 1 - Composição dos aminoácidos das proteínas isoladas do gluten de trigo, expressa em gramas de aminoácido por 16 gramas de nitrogênio total.

ALA = alanina
 ARG = arginina
 ASP = ácido aspártico
 CYS = cistina
 GLY = glicina
 HIS = histidina
 ILEU = isoleucina
 LEU = leucina
 LYS = lisina
 MET = metionina

PHE = fenilalanina
 SER = serina
 THR = treonina
 TRY = triptofano
 TYR = tirosina
 VAL = valina
 NH₃ = amônia
 PRO = prolina
 GLU = ácido glutâmico

Alpha 1 = Alfa 1
 Alpha 2 = Alfa 2
 Beta = Beta

Gamma = Gama
 Omega = Omega
 Water solubles = solúveis em água

FONTE: Woychik, Boundy e Dinaler (145).

No Quadro 13 Horsdel, Dodds e Moran (56) demonstram a composição dos aminoácidos do gluten, gliadina e glutenina. Os valores dados são atualizados e tirados de revistas e fontes disponíveis, sendo calculados para um conteúdo total de nitrogênio igual a 17,5%.

O fato que sobressai na composição da proteína do gluten é o extraordinário conteúdo de ácido glutâmico, especialmente na gliadina, onde constitui cerca da metade do total de proteínas. É notável, também observar a grande quantidade de prolina e a pequena quantidade, relativa, de aminoácidos básicos e de triptofano.

As deficiências de lisina e triptofano, indicam um valor nutricional limitado, indicação que tem sido amplamente confirmada por experiências.

QUADRO 13

CONTEUDO DE AMINOÁCIDOS NA PROTEÍNA DO GLUTEN

	<u>Gluten</u>	<u>Gliadina</u>	<u>Glutenina</u>
	%	%	%
Arginina.....	4,3	3,2	4,7
Lisina.....	2,1	0,6	1,9
Histidina.....	2,4	2,1	1,8
Tirosina.....	4,2	3,1	5,1
Triptofano.....	1,1	0,9	1,8
Fenilalanina.....	2,0	2,5	2,0
Cistina.....	1,9	2,3	1,7
Metionina.....	3,3	2,3	-
Serina.....	-	0,1	0,7
Treonina.....	2,5	3,0	-
Leucina e Isoleucina.....	6,0	6,0	6,0
Valina.....	3,0	3,0	1,0
Ácido glutâmico.....	36,0	46,0	27,2
Ácido aspártico.....	-	1,4	2,1
Glicina.....	-	1,0	1,0
Alanina.....	5,5	2,5	4,4
Prolina.....	11,0	13,2	4,4
Hidroxiprolina.....	-	-	-
Amônia.....	4,5	5,1	4,0

FONTE: KENT-JONES and MOS (64).

Bayley, Capen e Leclerc citados por Kent-Jones and Amos (64), mais recentemente, realizaram análises de aminoácidos em proteína de trigo - neste caso, glúten, cujos valores são dados no Quadro 14. É interessante ressaltar que esses valores são os mínimos, já que se evidenciam perdas durante a hidrólise das proteínas.

QUADRO 14

AMINOÁCIDOS DOS COMPONENTES DO GLUTEN

	<u>Gliadina</u>	<u>Glutenina</u>
	%	%
Glicina.....	0,0	0,9
Alanina.....	2,0	4,6
Valina.....	3,3	0,2
Leucina.....	6,6	5,9
Prolina.....	13,0	4,2
Fenilalanina.....	2,3	2,0
Tirosina.....	3,1	4,2
Serina.....	0,1	0,7
Cistina.....	1,9	1,6
Ácido aspártico.....	0,8	2,0
Ácido glutâmico.....	43,7	25,7
Arginina.....	2,9	4,7
Histidina.....	1,5	1,8
Lisina.....	0,6	1,9
Triptofano.....	1,1	1,7
Ácido Hidroxiglutâmico.....	2,4	1,8

FONTE: KENT-JONES and AMOS (64).

QUADRO 15

3. COMPOSIÇÃO DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS DO
TRIGO INTEIRO E DE SUA FARINHA (1)

	Trigo inteiro		E X T R A C T O					
			80-90%		70-80%		60-70%	
Unidade.....	12,0		12,0		12,0		-	
Nitrogenio g/100 g.	2,09		2,05		1,91		1,61	
Fator de conversão.	5,83		5,70		5,70		5,70	
Proteína g/100 g...	12,2		11,7		10,9		9,2	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Isoleucina.....	204	426	232	476	228	435	217	349
Leucina.....	417	871	379	777	440	840	400	644
Lisina.....	174	364	159	326	130	248	113	182
Metionina.....	94	196	97	199	91	174	87	140
Fenilalanina....	282	589	276	566	304	581	291	468
Treonina.....	183	382	192	394	168	321	153	246
Triptofano.....	68(x)	142(§)	68	139	67	128	58	93
Valina.....	276	577	270	554	258	493	240	386

(1) FONTE: Conteúdo de aminoácidos dos alimentos e dados biológicos sobre as proteínas - FAO: Estudos sobre Nutrição. Publicação Nº 24.1.970.

A = mg/g. de Nitrogênio total.

B = mg/100 g. de amostra

x = Dado achado em "El trigo en la alimentación humana".
FAO: Estudios sobre Nutrición - Nº 23 - Pag.31 (1.970).

§ = Valor calculado.

Esses valores A e B foram determinados através de coluna cromatográfica. Cabe ressaltar, que nesta revisão bibliográfica serão consideradas somente os valores encontrados para a farinha de trigo de 70-80% de extração (amostra comercial) expressos em mg/100 g. para o estudo dos aminoácido-gramas das amostras originais, bem como das misturas com farinhas de soja.

B. Semente de soja. Botanicamente foi referida na literatura, como Glycine hispida, sendo mais tarde classificada como Glycine max (L) Merrill, em função da Regra Internacional de Nomenclatura Botânica, ou Soja max, de acordo com as Regras Americanas. (102).

A soja tem constituído (13), através do tempo e do espaço, uma das maiores fontes de proteínas e de óleo, da qual o homem se tem servido, na sua alimentação e em diversos outros usos. Uma prova desta assertiva consiste nos diversos nomes com que tem sido designada, por vários autores, em diversos países: "leite dos orientais", "grão sagrado", "carne de pobre", "preciosa leguminosa", "carne vegetal", ouro do solo" e outros, além de provérbios que, representando a "Vox populi, Vox Dei", nos dizem do reconhecimento do seu valor, tal como o adágio oriental que afirma: "Quem tem soja, tem carne, leite e ovos".

Investigações extensivas têm sido realizadas por químicos americanos e europeus relativas à composição do grão da soja. A semente difere de outras leguminosas, não somente por sua estrutura anatômica, como também por sua composição química. As diferenças de composição, face a outras leguminosas, estão principalmente no seu conteúdo de nitrogênio, no óleo, e na quase total ausência de amido.

O Quadro 16 mostra a composição da soja comparada com outras importantes leguminosas.

QUADRO 16

COMPOSIÇÃO DA SEMENTE DE SOJA COMPARADA COM A
DE OUTRAS LEGUMINOSAS

	Umidade	Proteína	Gordura	Fibra	Cinzas
	%	%	%	%	%
Soja.....	9,9	36,6	17,5	4,3	5,3
Feijão fradinho.	11,6	23,6	1,5	4,1	3,4
Gallinazo.....	9,2	22,9	1,1	5,6	3,4
Feijão navío....	13,4	22,7	1,5	5,8	3,6
Feijão comum....	11,8	25,6	1,6	4,4	3,0

FONTE: PIPPER and MORSE (102).

As numerosas análises de sementes de diferentes variedades indicam que a composição química varia com as mesmas. Análises realizadas em mais de 500 diferentes variedades pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América, mostram uma variação de 12 a 24% de gordura e 30 a 46% de proteína. Grandes diferenças em função das variedades são demonstradas nas quantidades de amido, índice de iodo e cinzas.

A seguir, no Quadro 17 reproduzem-se análises químicas de vários autores citados por Garcia de Paula (98), de grãos produzidos em vários países. Note-se que nos Quadros 17 (1, 2 e 4) as variedades são assinaladas somente pela cor; nos Quadros 17 (5, 6 e 7), isto é, produtos dos Estados Unidos da América e do Brasil, as variedades são designadas por nomes dados pelos geneticistas norte-americanos e que assim se conservam.

QUADRO 17

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA DIVERSAS SEMENTES DE SOJA

1) Da China e Japão

Variedades	Água	Materia graxa	Proteínas	Carboidratos	Celulose (fibra)	Cinza
Amarela.....	7,84	17,10	32,15	33,91	4,58	4,42
Amarela.....	7,80	15,41	34,12	28,19	9,70	4,78
Amarela.....	7,21	14,78	32,27	32,57	8,86	4,31
Preta.....	6,28	13,33	29,15	38,34	8,95	3,95
Preta.....	8,16	14,79	31,10	30,50	11,20	4,25
Verde.....	8,92	16,43	35,64	25,86	9,00	4,15
Branca.....	11,40	11,80	43,50	23,10	5,12	5,08

2) Da Rússia

Amarela.....	9,24	17,23	37,14	21,91	9,70	4,78
Amarela.....	7,11	18,63	33,14	-	-	5,06
Preta.....	7,35	20,27	42,28	19,63	4,70	5,77
Preta.....	8,43	17,86	44,75	-	-	5,03

3) Da Hungria

	6,94	18,71	38,29	26,37	5,33	4,36
	10,16	16,60	27,75	28,97	11,65	4,87

-- Análises realizadas na Europa por Steuf Schroeder, Pellet, Lipstei, Koning, etc; apud Bull. Sc. Pharmaceutiques N^o 9 (1907)

4) Da Inglaterra

Amarela.....	10,00	16,83	33,51	31,10	3,23	5,33
Amarela.....	10,00	16,30	34,65	29,78	3,30	4,97
Marron.....	11,00	14,66	34,74	33,43	3,10	3,07
Marron.....	10,67	15,93	36,23	27,77	4,43	4,97

-- Análises de algumas variedades de soja cultivadas na Inglaterra: (J.D.Gray, All About Soya Bean).

5) Estados Unidos da América

Variedades	Água	Materia graxa	Proteínas	Carboi- dratos	Celulose	Cinza
Austin.....	8,67	20,55	36,59	24,41	4,00	5,78
Ito San.....	7,42	19,19	34,66	37,61	5,15	5,97
Kingston....	7,45	18,96	36,24	26,28	4,79	6,28
Mammoth.....	7,49	21,03	32,99	29,36	4,12	5,01
Guelph.....	7,43	22,72	33,96	25,47	4,57	5,85
Med. Yellow..	8,00	19,78	35,54	26,30	4,53	5,85
Samarow.....	7,43	20,23	37,82	23,65	5,05	5,82

-- Análises feitas nos Estados Unidos de America (Departamento de Agricultura).

6) São Paulo - Brasil

Peking.....	11,38	16,71	29,08	32,91	4,44	5,48
Wilson Five.	11,43	15,88	35,36	27,37	5,01	4,95
Minsoy.....	10,99	19,29	28,93	30,32	5,32	5,15
Dunfield....	11,80	21,28	38,13	19,39	4,68	4,72
Mandarin....	10,92	19,45	34,70	27,74	5,39	4,80
Haberlandt..	9,80	18,65	35,18	26,90	5,01	4,46
Virginia....	11,20	18,26	34,86	25,05	5,31	5,32
Habaro.....	10,02	19,85	33,60	27,11	4,80	4,62
Dixie.....	10,96	19,35	35,36	25,46	4,51	4,36
Yellow.....	10,00	20,10	36,59	23,70	5,02	4,58

-- Análises feitas no laboratório da antiga Estação de Cana e Sementes Oleaginosas de Piracicaba; amostras da produção do Campo de Sementes - São Simão - S. Paulo.

7) Minas Gerais e Paraná - Brasil

Aksarben am.	8,33	20,64	33,28	28,28	4,60	4,82
Edano.....	8,27	19,89	31,00	32,50	3,82	4,50
Hermann.. "	6,14	15,08	32,20	38,46	3,80	4,32
Mammoth.. "	10,05	20,41	38,94	21,80	5,88	4,10
- amarela...	7,40	16,44	33,20	34,39	4,21	4,36
- marron....	7,88	17,46	31,32	34,19	4,35	4,30

-- Análises feitas no Instituto Nacional de Tecnologia (INT) com amostras da produção dos Campos de Sementes de Sete Lagoas (Minas Gerais) e Ponta Grossa (Paraná).

FONTE: GARCIA DE PAULA (98).

Os varios constituintes, de acôrdo com numerosas análises, são desigualmente distribuidos nas diferentes partes da semente. O Quadro 18 nos dá a composição porcentual das diferentes partes da semente de soja.(102).

QUADRO 18

COMPOSIÇÃO PORCENTUAL DA SEMENTE DE SOJA

Parte da semente	Proporção da semente	Subst. seca	Subst. Nitrogenada	Carboidratos	Gordura	Cinzas
Semente inteira.	100	90,18	30,06	12,06	17,80	4,44
Cotiledones.....	90	89,43	41,33	14,60	20,75	4,38
Embrião.....	2	87,99	36,93	17,32	10,45	4,08
Película.....	8	87,47	7,00	21,02	0,60	3,83

FONTE: PIPPER and MORSE (102).

1. Proteínas. De acordo com os Quadros vistos anteriormente, o conteúdo de proteína na soja varia muito com as diferentes variedades testadas em diversos países. Da Silva (122) confirma que a composição da semente oscila, segundo diversos fatores, tais como a variedade, estado de maturação, solo, clima, tratos culturais, o que explica as diferenças nas várias análises feitas. No referente à proteína, o teor citado por ele oscila entre 27,75 - 44,75, em 39 análises efetuadas.

Wolf (142) estudou a estrutura celular da soja e conclui que, o conteúdo de óleo se acha em numerosas inclusões denominadas esferossomas, de 0,2-0,3 μ de diâmetro e a proteína contida nas aleuronas ou corpo protéico de 2 a 20 μ de diâmetro. Os corpos protéicos estão envolvidos por uma membrana, que se considera constituída de fosfolipídeo, que é estável ao éter dietílico e ao hexano.

O isolamento da proteína da soja conforme Wolf e Baker (143), parte da trituração da semente por moagem. Os autores citados prepararam farinha de soja por meio de moagem especial, seguida de desengorduramento e peneiração até 325 mesh. A farinha resultante, contém numerosas partículas de dimensões entre 1 e 20 μ de diâmetro. Apesar de que algumas partículas são compostos individuais protéicos, há vestígios celulares que denunciam a formação de aglomerados. Noguchi, Arai, Kato e Fujimaki (87) afirmam que as proteínas, além de estarem ligadas com ácidos graxos, podem estar também firmemente combinadas com outros lipídios, o que confirma a difícil remoção do sabor da proteína da soja, que não pode ser eliminado por simples destilação ou por métodos comuns de extração. Fujimaki, Yamashita, Okasawa e Arai (44), também são de opinião que o sabor peculiar e desfavorável da soja - devido à sua proteína - não pode ser removido completamente durante o processo de desengorduramento e persiste, ainda, em preparações à base de proteínas de soja, salvo se tratar termicamente e, ainda melhor, por ação do enzimo proteolítico. No entanto, Mattick e Hand (30) identificaram e isolaram um componente volátil que contribui ao odor e sabor característicos de feijão cru e, especialmente, quando a semente ainda está verde. Esse composto é a etil-vinil cetona, confirmando assim sua natureza não protéica.

1.a. Formas comuns da proteína de soja. Os grãos de soja são, usualmente, processados através de uma variedade de formas, nas quais a ordem estrutural da semente é destruída. A Figura 2, mostra as composições aproximadas o rendimento de formas de

de proteínas (142).

No processo industrial, a ruptura dos esferossomas e a extração do óleo com hexano, leva à produção de flocos com teor protéico de 50% ou mais. O incremento em proteína até 70%, se atribui à remoção de cerca 1/5 dos carboidratos dos flocos desengordurados e das farinhas, por extração com solventes, como álcool etílico ou ácidos diluídos. Tais extrações eliminam os açúcares e alguns constituintes menores, dando como resultado proteínas mais concentradas. Sgarbieri (120) acha que a extração de óleo com o solvente dicloroetileno, causa uma reação entre o solvente e a cisteína, que resulta na produção de S - (diclorovinil) - L cisteína. Esse produto causa anemia aguda, fatal no gado, portanto o uso desse solvente não é permitido.

Wolf (142) afirma que as formas mais puras de proteínas são as isoladas, das quais o óleo e os carboidratos já foram separados, permanecendo menos de 10% de substâncias não protéicas (cinzas e constituintes menores). À medida que o conteúdo de proteína aumenta, o processamento se torna mais complexo por causa dos múltiplos artifícios necessários para a remoção seletiva dos constituintes não protéicos. As proteínas de soja diferem significativamente das proteínas dos cereais, em muitas de suas propriedades físicas e químicas.

Wolf e Cowan (143) esclarecem que a maioria das proteínas de soja são classificadas como globulinas. Osborne e Campbell, citados por Winton e Winton (146), chamam glicinina a essa globulina. Tais proteínas são insolúveis na água nos seus pontos isoelétricos, porém se dissolvem em água ou soluções salinas diluídas,

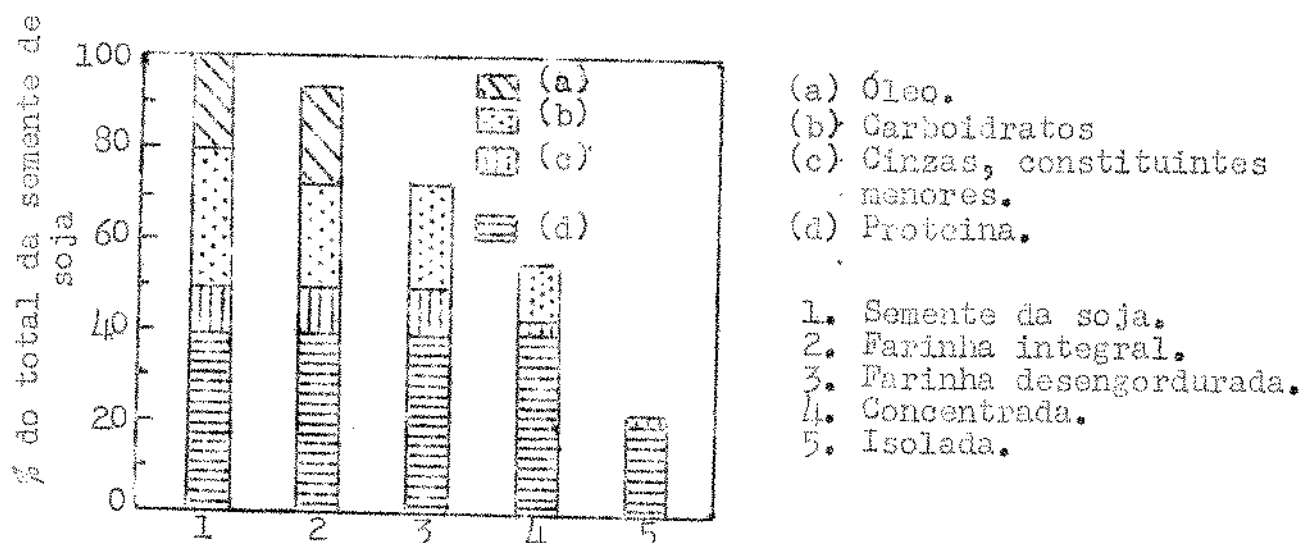


Fig. 2. Composições aproximadas (base seca) e rendimentos de formas de proteínas obtidas por processamento da semente de soja.

com valores de pH acima ou abaixo de seus pontos isoeletricos. A alta extratibilidade das proteínas da farinha desengordurada de soja, por exemplo, indica que a membrana de fosfolipídios que envolve os corpos protéicos é facilmente quebrada. A adição de pequenas quantidades de ácido acelera a rutura. De acordo com os autores mencionados anteriormente (11,5), as presentes uma pequena porção de uma globulina mais solúvel (provavelmente idêntica à faseolina de outras leguminosas), e cerca de 1,5% de uma albumina - a legumelina.

Pipper e Morse (102), afirmam que na composição da soja existe a legumelina na proporção de 0,5% e uma pequena quantidade de proteose.

Muranatsu, citado por Winton e Winton (146) apresenta os seguintes resultados da extração sucessiva de proteína de sementes de soja, produzidas no norte de Japão, que foram trituradas e extraídas por solventes diversos: com água de 65,2 a 90%; com so

lução salina de 3,97 a 6,1% e com álcali de 1,64 a 3,49%. O nitrogênio residual calculado como proteína, flutua entre 3,51 e 24,91%. A globulina total consiste em 78,5% de glicinina e 21,5% de faseolina; o total de albumina contém 78,5% de legumelina e 21,21% de soilegumelina. Propõe ainda o fator 5,82 para o cálculo de proteína, a partir de nitrogênio.

Takodoro e Toshimura citados por Winton e Winton (146), designam as proteínas conforme o solvente empregado: glicinina A e legumelina - usando água; glicinina B - com 10% de solução salina (NaCl) e glutenina - com 0,2% de solução de hidróxido de sódio.

A composição fundamental para a glicinina, a legumelina e a proteose, foi determinada por Osborne e Campbell, e para a soilegumelina por Muramatsu, todos eles citados por Winton e Winton (146), cujos resultados se observam no Quadro 19.

QUADRO 19

COMPOSIÇÃO FUNDAMENTAL DAS PROTEÍNAS DA SOJA

	Glicinina.	Legumelina.	Soilegumelina.	Proteose
	%	%	%	%
Carbono.....	52,12	53,06	52,98	48,76
Hidrogênio.....	6,93	6,94	6,79	6,28
Nitrogênio.....	17,53	16,14	15,14	16,14
Enxofre.....	0,79	1,17	0,29	28,82
Oxigênio.....	22,63	22,69	24,80	
	100,00	100,00	100,00	100,00

FONTE: WINTON and WINTON (146).

Conforme as investigações de Osborne e Clapp, citados por Pípper e Morse (102), a hidrólise da glicínina produz os aminoácidos citados no Quadro 20, comparando-os com os de leite de vaca. As proteínas de soja parecem ser muito semelhantes às do leite de vaca.

QUADRO 20

COMPOSIÇÃO PORCENTUAL E COMPOSIÇÃO DOS AMINOÁCIDOS PRODUZIDOS POR HIDRÓLISE DA GLICÍNINA E DO LEITE DE VACA

	Glicínina	Leite de vaca
	%	%
Glicina.....	0,97	0,00
Alanina.....	não isolado	--
Valina.....	0,63	7,20
Leucina.....	8,45	9,40
Prolina.....	3,78	6,70
Tirosina.....	1,86	4,50
Arginina.....	5,12	4,84
Histidina.....	1,39	2,59
Lisina.....	2,71	5,95
Triptofano.....	traços	1,61
Amonia.....	2,56	1,50

FONTE: PIPPER and MORSE (102)

Seguindo o método de Dakin, com ácido butírico, Onuki também citado por Winton e Winton (146), isolou de 100 gramas de substância seca, 5,47 gramas de ácido β -hidroxiglutâmico, porém não pôde determinar de qual proteína individual derivava esse composto e nem mesmo o teor presente. Winton (146) relata que Jones, Gersdorff e Moeller obtiveram, a partir da glicínina, os aminoácidos cistina (1,12%) e triptofano (1,66%).

Tadokoro e Toshimura ainda citados por Winton e Winton (146) acharam que o nitrogênio livre da amida é mais elevado na glicinina que na glutenina e mais elevado na glutenina que na legumelina. Na glicinina encontraram mais "humina"; na legumelina, a mais alta taxa de histidina; e na glutelina, mais lisina. O ponto isoelétrico é mais alto na glucinina e mais baixo na legumelina.

Pipper e Morse (102) afirmam que a proporção dos aminoácidos na glicinina não é muito diferente dos encontrados na carne animal, e se aproxima dela, muito mais do que os aminoácidos presentes nas proteínas do trigo ou de outros cereais.

Meissl e Böcker citados por Pipper e Morse (102) se referem à glicinina como "caseína vegetal" e chamam a atenção aos pontos que a mesma tem em comum com a caseína animal. É atacada por ácidos fortes e enzimas dando os mesmos produtos que a caseína animal.

Alguns pesquisadores japoneses determinaram na soja, cerca de 6,9% de nitrogênio albuminoídeo. A proteína de soja produz, na digestão, uma mistura completa de aminoácidos. Osborne e Merdel, citados em Pipper e Morse (102), concluíram que os ratos crescem normalmente com a glicinina. Provaram também estes investigadores que a cistina, lisina e triptofano têm que ser adicionados a qualquer proteína que não os contenha. As determinações de creatinina em várias leguminosas, por Oshima e Ariizumi, citados por Pipper e Morse (102) exibem pequenos valores para a soja.

Zimmermann, Weissman e Yanai (150) em suas experiências com soja, descascaram manualmente as sementes, renovando os cotilédones separadamente para a determinação dos gradientes de concentração de proteína, lisina e metionina, e atividade antitriptica. Cada cotilédone foi descascado do lado interno de modo que proporções definidas de massa interna e externa do cotilédone pudessem ser coletadas. O material foi moído e misturado para a determinação da unidade, proteína, lisina e metionina, e a atividade antitriptica. Foram tomadas amostras suficientes para inibir 20-60% da tripsina que, para a soja, é de 0,05 g. A atividade antitriptica foi expressa como a porcentagem da diferença da densidade ótica de 2.800 Å, entre a solução de digestão sem o extrato de inibidores e outra que o possui; referência feita ao primeiro e correção devida aos controles apropriados. Os resultados medios de 4 - 6 determinações sobre a matéria seca, são mostrados no Quadro 21. As proporções de peso são referidos à semente inteira original; o balanço a 100% representa o peso da casca mais embrião.

QUADRO 21

CONCENTRAÇÃO DE PROTEÍNA, LISINA E METIONINA E ATIVIDADE ANTITRIPTICA

Determinação	<u>Massa do cotilédone da soja</u>	
	Parte interna	Parte externa
Peso (%).....	62,7	25,3
Proteína bruta (%).....	43,2	35,6
Lisina (%).....	3,28	2,55
Metionina (%).....	0,56	0,43
Atividade antitriptica..	45,0	32,7

FONTE: ZIMMERMANN, WEISSMANN and YANNAI (150).

2. Carboidratos. - soja tem uma variedade de carboidratos totalizando uma quantidade de 22 a 29%, dependendo da variedade e maturação do grão. Os melhores estudos de separações quantitativas dos carboidratos da soja foram realizados por Street e Bayley, citados por Pipper e Morse (102). O Quadro 22 dá os resultados obtidos dos compostos contidos no extrato livre de N. Consideráveis diferenças de opinião existem entre os pesquisadores com referência à presença de amido na soja. Blondell e Prinsen citados por Pipper e Morse (102) não encontraram amido; Meissl e Böcker citados também em (102), após extenso estudo da soja indicaram presença de amido, em quantidade abaixo de 3%. Os grãos de amido são descritos como sendo extremamente pequenos e da forma diferente do típico amido de ervilha ou feijão.

QUADRO 22

COMPOSIÇÃO PORCENTUAL DA SOJA - EXTRATO LIVRE DE NITROGÊNIO

Galactanas.....	4,86
Ácidos orgânicos.....	1,44
Pentosanas.....	4,94
Açúcar invertido.....	0,07
Sacarose.....	3,31
Rafinose.....	1,13
Amido.....	0,50
Celulose.....	3,29
Hemiceluloses indeterminados.....	0,04
Ceras, princípios corantes, taninos, etc. (por diferença).....	8,60
Dextrina.....	3,14
Total.....	31,32
Galactanas da rafinose.....	0,24
Por cento de extrato livre de N.,	31,08

FONTE: WINTON and WINTON (146).

3. Gordura. A soja é um produto riquíssimo em gorduras, cujo teor, compreendido geralmente entre 18 a 20%, varia grandemente, consoante a influência dos diversos fatores, tais como a variedade, estado de maturação, solo, clima, tratos culturais, o que explica as ligeiras diferenças nas várias análises encontradas nas bibliografias consultadas. No Quadro 23 notam-se essas diferenças.

QUADRO 23

COMPOSIÇÃO DAS GORDURAS ENCONTRADAS NA SOJA.

	Baugh- nan e Janieson	Smith	Kaufmann			
			Manchuria		U. S. A.	
			Cru	Ref. (x)	Cru	Ref.
	%	%	%	%	%	%
Glicerideos de:						
Acido linocerico.....	0,1					
" araquidonico.....	0,7					
" estearico.....	4,4	9,3	15,1	15,7	15,0	14,7
" palmitico.....	6,8					
" oleico.....	33,4	26,5	21,1	25,7	24,5	24,6
" linolico.....	51,5	56,6	54,5	50,9	53,3	50,2
" linolenico.....	2,3	2,4	8,1	7,0	6,4	9,9
Subst. insaponificaveis	0,6	...	1,2	0,6	0,7	0,6
	99,8	94,8	100,0	99,9	99,9	100,0

FONTE: WINTON and WINTON (146).
(x) Refinado.

4. Composto orgânico fosforado. A lecitina foi determinada por Schulze, citado por Pipper e Morse (102) na semente de soja em quantidade de 1,64%, calculado sobre base seca.

5. Constituintes minerais. No Quadro 24, demostram-se resultados recalculados de algumas sementes de soja procedentes da Grina, Austria e França, resumidos por Pellet, Schwackhofer e Haskins, citados tambem por Pipper e Morse (102).

QUADRO 24

CONSTITUINTES MINERAIS DA SEMENTE DE SOJA

	<u>Pellet</u>		<u>Schwackhofer</u>	<u>Haslins</u>
	Min.	Max.		
	%	%	%	%
Cinza (a).....	4,66	5,10	2,87	2,86
K ₂ O.....	45,4	46,9	44,6	44,1
Na ₂ O.....	1,6(b)	4,9(b)	1,0	1,1
CaO.....	4,5	9,3	5,3	5,9
MgO.....	6,5	8,6	8,9	8,7
Fe ₂ O ₃	...	...	traços	...
P ₂ O ₅	30,5	32,3	36,9	36,4
SO ₃	1,4	4,8	2,7	2,8
SiO ₂	1,2	1,2	traços	...
Cl.....	0,2	0,2	0,3	0,4

FONTE: PIPPER and MORSE (102).

(a) Na semente inteira.

(b) Inclui Fe₂O₃ e Al₂O₃

6. Aminoácidos essenciais nas farinhas de soja. A farinha de soja foi processada comercialmente em 1.930, pela primeira vez, pelos métodos convencionais, nas usinas de óleos dos Estados Unidos da América, porém o produto não despertou muita atenção até a II Guerra Mundial, quando se tornou de interesse às indústrias de processamento de farinha de soja e suas aplicações (94).

A tecnologia de processamento de farinha de soja está, presentemente, num estágio avançado (128). Provavelmente, em muitas das primitivas farinhas, a proteína era degradada devido aos métodos de processamento então empregados, além de muitas dessas farinhas apresentarem baixa qualidade por retenção das características de sabor inerentes ao feijão-soja, sendo muitas vezes utilizadas, indiscriminadamente, em produtos contendo ingredientes com os quais a farinha

não combinava.

Os maiores produtores de farinha de soja, processada pelos métodos convencionais de extração, são: Archer Daniel Midland Co, Central Soya e A.E. Staley Manufacturing Co., que também são grandes produtores de óleo e de ração. Essas firmas utilizam, principalmente, o processo de extração direta com solvente, embora a Archer Daniels produza alguma farinha pelo **processo** de prensagem. As farinhas de soja são utilizadas principalmente nos Estados Unidos de América, pelas firmas de processamento de alimentos, por suas características e por motivos de economia.

As principais finalidades de sua utilização, incluem: a) melhorar a textura e a vida de prateleira "shelf life" (comercial) de pães e outros produtos de panificação; b) agentes estabilizantes e emulsionantes de sopas; c) bebidas e carnes processadas; d) como substituto de ingredientes mais caros, tais como leite desnatado em pó, isto é, como alimento de alto valor protéico e baixa taxa de carboidratos; e) em bebidas enriquecidas de proteína.

Em alguns países, como por exemplo Israel, é obrigatória a adição de uma quantidade de 2,5%, no mínimo, de farinha de soja, em farinhas para panificação, com a finalidade de proporcionar suplementação protéica.

A farinha de soja integral não é submetida a qualquer processo de extração e, por isso, contém todo o óleo originalmente presente nos grãos.

O termo [^]farinha significa que o material foi finamente moído para passar através de uma peneira de 100 "mesh" (27). Produtos com granulações mais grosseiras, denominados "gritz", são classificados em:

- a) grosso - US 10 - 20 mesh
- b) médio - US 20 - 40 "
- c) fino - US 40 - 80 "

Os tipos de farinha de soja normalmente produzidos são os seguintes:

- 1) Farinha de soja desengordurada: é obtida pelos processos convencionais de extração de óleo, e contém menos de 1% de óleo original;
- 2) Farinha de soja com alto teor de gordura: é conseguida pela adição do óleo de soja à farinha desengordurada, a um nível ao redor de 15%;
- 3) Farinha de soja com baixo teor de gordura: produzida pela remoção parcial do óleo, ou por adição do óleo à farinha desengordurada a um nível específico, usualmente entre 5 e 6%;
- 4) Farinha de soja lecitinada: pode ser pobre ou rica em gordura. Usualmente, adiciona-se lecitina à farinha desengordurada, a um nível ao redor de 15%; e
- 5) Farinha de soja integral: contém o óleo original da semente, normalmente entre 13 a 21%.

Cabe ressaltar, que neste trabalho de investigação bibliográfica se agregará a farinha de soja integral cozida por extrusão.

Por motivos práticos dar-se-á ênfase às farinhas de soja: desen-
gordurada, com baixo teor de gordura, integral obtida com va
por direto e integral cozida por extrusão.

6.a. Aminoácidos essenciais na farinha de soja desengordurada

Umidade.....	6,5 g/100 g.
Nitrogenio.....	9,28 g/100 g.
Fator de conversão (N).....	5,71
Proteína.....	53,00 g/100 g.
Gordura.....	1 %
Conteúdo de fibra.....	2
Proteína solúvel em água.....	15 %

	mg/g. de N. total	mg/100g. de alimento
Isoleucina.....	286	2.655
Leucina.....	477	4.427
Lisina.....	402	3.731
Metionina.....	86	798
Fenilalanina.....	330	3.063
Treonina.....	259	2.404
Triptofano.....	87	807
Valina.....	306	2.840

FONTE: Technical Bulletin of the Central Soy
E.U.A. 1.970.

6.b. Aminoácidos essenciais na farinha de soja com baixo teor
de gordura

Umidade.....	8,00 g/100 g.
Nitrogenio.....	8,06 g/100 g.
Fator de conversão.....	5,71
Proteína.....	46,00 g/100 g.

	mg/g. de N. total	mg/100 g. de alimento
Isoleucina.....	302	2.434
Leucina.....	489	3.941
Lisina.....	380	3.063
Metionina.....	89	717
Fenilalanina.....	313	2.523
Treonina.....	267	2.152
Triptofano.....	96	774 (x)
Valina.....	327	2.636

FONTE: FAO: Estudios sobre Nutrición Nº 24 - 1.970.
(x) Valor achado por métodos microbiológicos.

6.c. Aminoácidos essenciais na farinha de soja integral.

Umidade.....	-	
Nitrogenio.....	7,13 g/100 g.	
Fator de conversão.....	5,71	
Proteína.....	41,00 g/100 g.	
	mg/g. de	mg/100 g.
	<u>N. total</u>	<u>de alimento</u>
Isoleucina.....	294	2.111
Leucina.....	473	3.397
Lisina.....	361	2.591
Metionina.....	59	423
Fenilalanina.....	321	2.306
Treonina.....	346	2.483
Triptofano.....	140	1.005
Valina.....	280	2.009

FONTE: Seção de Bioquímica do ITAL (Campinas) - A análise de farinha de soja integral realizada para a firma S.A. Martuscello - Belpreto - Barra do Pirai - Rio de Janeiro - GB - (12-VI-1.972).

6.d. Aminoácidos essenciais na farinha de soja tostada e sêco

Umidade.....	-	
Nitrogenio.....	7,53 g/100 g.	
Fator de conversão.....	5,71	
Proteína.....	43,00 g/100 g.	
	mg/g. de	mg/100 g.
	<u>N. total</u>	<u>de alimento</u>
Isoleucina.....	297	2.289
Leucina.....	490	3.780
Lisina.....	383	2.953
Metionina.....	81	624
Fenilalanina.....	323	2.490
Treonina.....	258	1.989
Triptofano.....	79	594
Valina.....	302	2.328

FONTE: "Proceedings of Conference on SOYBEAN PRODUCTS FOR PROTEIN IN HUMAN FOOD" - Peoria Illinois - USDA - September 13-15-1.961.

C A P Í T U L O II

PROCESSAMENTO

A. Farinha de soja desengordurada. Neste trabalho monográfico só se tratará parte do processo de obtenção de farinha de soja desengordurada, dando ênfase à destruição parcial de aminoácidos essenciais por efeito do tratamento térmico durante a tosta-
tagem.

Todos os produtos comestíveis de soja devem partir de grãos limpos e de boa qualidade. As fases básicas, para a produção de farinha de soja desengordurada, estão esquematizadas na Fi-
gura 3.

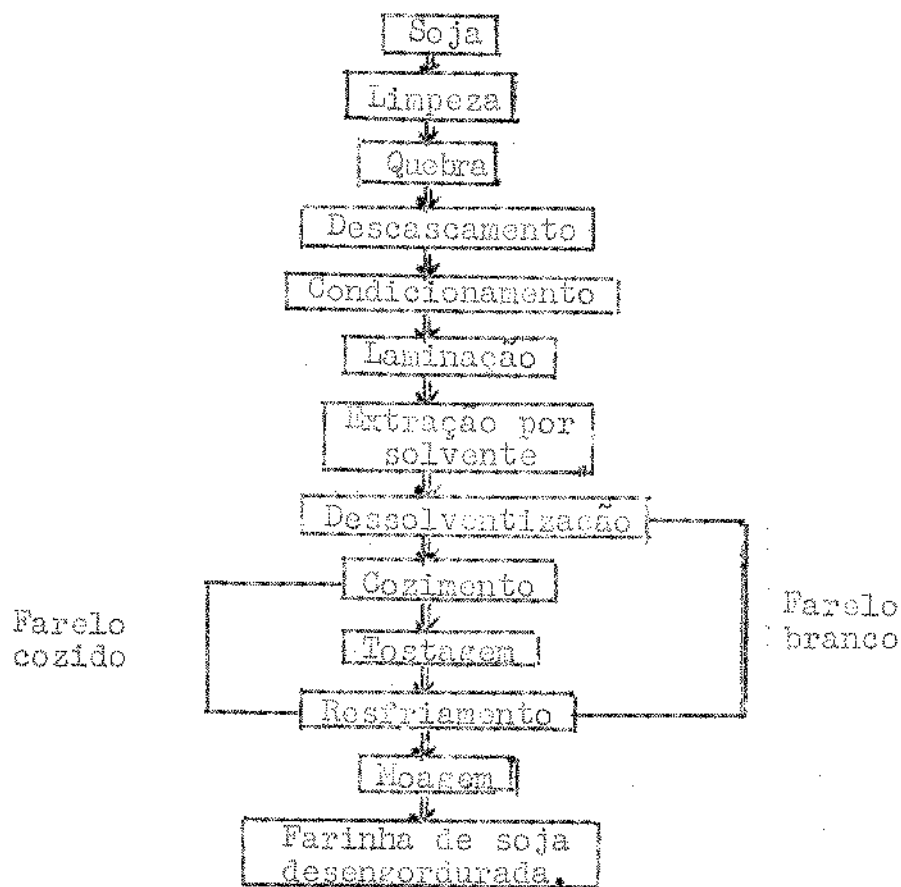


Fig. 3. Produção de farinha de soja desengordurada.

FONTE: COSTA (23).

1. Efeito do aquecimento no processamento da soja. Para a obtenção de produtos de soja de máxima qualidade nutricional, são necessárias condições de processamento, nas quais, temperatura e umidade devem ser adequadamente controladas.

O aquecimento, particularmente a úmido, exerce uma influência marcante na dispersabilidade da proteína do farelo. Se nenhum ou pouco aquecimento úmido é usado depois da dessolventização, o índice de dispersabilidade da proteína (PDI) do farelo é alto, normalmente entre 50 e 80%, dependendo do processo usado. O valor PDI é calculado como porcentagem da proteína total do produto.

Se o farelo sofre um aquecimento úmido moderado, antes do resfriamento, tem a denominação de farelo cozido, com valor PDI entre 25 e 50%. Uma grande quantidade de calor úmido aplicado ao produto dessolventizado dá origem a um farelo tostado, no qual o valor PDI varia de 12 a 25%.

Depois de dessolventizado, o farelo normalmente possui um teor de proteína de 50 a 55%; dependendo do aquecimento úmido recebido, pode ser branco, cozido ou tostado (117).

Um dos métodos geralmente usados para medir a eficiência do tratamento térmico quando a soja é processada, baseia-se na determinação do conteúdo da proteína solúvel em água (PDI). O Quadro 25 mostra várias farinhas (desengorduradas) tratadas termicamente, seu PDI e seu valor nutricional relativo, tal como o apresenta (57), para mostrar o efeito do calor sobre o valor nutricional da farinha de soja.

QUADRO 25

EFEITO DO AQUECIMENTO SOBRE OS VALORES PDI E PER DA FARINHA DE SOJA DESENGORDURADA

Graus de aquecimento	PDI (a)	PER (b)
Sem aquecimento.....	90-95	40-50
Ligeiramente aquecida.....	70-80	50-60
Aquecimento moderado.....	35-45	75-80
Tostada.....	8-20	85-90

FONTE: NORAN (57)

- (a) = Índice de dispersibilidade da proteína.
(b) = Relação de eficiência proteica.

O tratamento térmico também tem efeito sobre a cor, o gosto, o odor e as propriedades funcionais da farinha produzida. Do ponto-de-vista sensorial, a farinha branca tem gosto amargo, odor característico de feijão cru e grande atividade ureática; a produzida do farelo tostado, tem coloração dourada e sabor semelhante a nozes.

2. Considerações gerais sobre a "tostagem" Osborne e Mendel, citados por Rohr (117), no início do nosso século observaram que o farelo de soja submetido a um tratamento térmico após a extração do óleo, no caso de alimentação de animais não ruminantes, apresentava valor nutritivo superior ao farelo não tratado. Nos Estados Unidos da América, estas observações causaram impacto comercial, levando as indústrias de óleos a se equiparem rapidamente com aparelhos modernos, para o tratamento térmico da soja extraída.

O processo em si recebeu o nome de "toasting", cuja tradução ao pé da letra é "tostagem". Isto pode facilmente levar à associação de tostar com a idéia de torrar, que nada tem a

ver como processo originalmente desenvolvido. Este último era mais parecido, em sua essência, com um cozimento e nunca com torração. Os franceses foram mais felizes com a tradução, ao chamar o farelo de soja tratado termicamente de "soja cuit", isto é, "soja cozida".

O farelo de soja, além de proteínas de excelente qualidade, contém vitaminas, fatores de crescimento e componentes minerais que o tornam mais precioso e procurado na atualidade para rações.

É interessante, porém, a descoberta na soja de componentes pouco conhecidos em sua constituição química, os quais, diminuem a digestibilidade das proteínas ou até agem como toxinas para os organismos animais.

Através de experiências fisiológicas e de observações das consequências patológicas obtidas após alimentação de cobaias com farelo de soja não tratada termicamente, constatou-se que o mesmo causa os seguintes efeitos principais:

- 1) bloqueamento de metionina;
- 2) inibição da tripsina;
- 3) diminuição da digestibilidade das proteínas;
- 4) aceleração da aglutinação dos globulos vermelhos do sangue; e
- 5) efeito de oxidação do óleos através de ação da lipoxidase.

3. Tratamento térmico ou tostagem do farelo de soja. Como o fator anti-tripsina, a hemaglutinina e demais fatores negativos são termo-sensíveis (140), torna-se possível, por meio de tratamento térmico relativamente simples, inativá-los, eliminando desta maneira sua ação inconveniente e prejudicial.

O tratamento térmico é muito importante e deve ser bem executado, pois sem ele, os subprodutos da soja não possuem o alto valor nutritivo desejável.

Temperaturas demasiadamente altas ou tempos de exposição demasiadamente prolongados inativam o fator antitripsina e a hemaglutinina, mas ao mesmo tempo, tornam insolúveis as proteínas e destroem alguns aminoácidos essenciais, reduzindo assim, a assimilação das mesmas.

Os dados abaixo demonstram a variação da eficiência nutricional do farelo de soja tostado.

Pode-se constatar a variação da eficiência nutricional de acordo com os seguintes valores:

Amostras	Eficiência relativa das proteínas.
Farelo corretamente tostado.....	100
Farelo tostado demais (torrado)....	78
Farelo mal tostado (falta de temperatura ou tempo).....	40
Soja crua.....	33

Inúmeras experiências demonstraram que o calor úmido inativa mais rapidamente o fator antitripsina e a hemaglutinina; o calor seco quase nenhuma influência exerce sobre os mesmos. As instalações modernas utilizam, portanto, somente calor e umidade, simultaneamente.

Controla-se, paralelamente, o grau de solubilidade das proteínas como medida de sua preservação.

O aminoácido essencial limitante do aproveitamento ou da eficiência das proteínas de soja é a metionina. Sua resistência térmica se aproxima muito da do fator antitripsina e, por tanto, ao destruir este último, sempre há perda de metionina.

Sabe-se que o aproveitamento das proteínas pelo organismo animal ou humano depende da presença de todos os aminoácidos essenciais, sem os quais o organismo não consegue formar suas próprias proteínas. Por tanto, é muito importante a presença de todos eles nos produtos finais, mantendo os já existentes ou adicionando aqueles que faltam, após o tratamento térmico. Assim, por exemplo, constatou-se que adicionando ao farelo de soja demasiadamente tostado (torrado), uma determinada quantidade de metionina, consegue-se reconstituir sua eficiência protéica, diminuída pelo tratamento térmico não adequado.

4. Processo de tostagem. O farelo de soja é submetido ao processo de tostagem principalmente para:

- a) inativação do fator antitripsina, e dos outros componentes prejudiciais, com a decomposição e coagulação dos seus conteúdos proteicos;
- b) preservação máxima das proteínas do farelo também sensíveis ao calor; e
- c) produção de farelo uniformemente tostado.

Para satisfazer essas condições, é necessário conduzir o processo dentro de rigorosos limites de tempo e temperatura de exposição.

Como a umidade reduz grandemente a resistência do fator antitripsina ao calor, é preciso umedecer o farelo durante o aquecimento. Nas instalações construídas especialmente para extração de óleo de soja, existe aparelhamento adequado que garante a tostagem do farelo durante o processo. Para isto, nas instalações contínuas insufla-se vapor direto nos primeiros estágios do recuperador de solvente, que é semelhante a uma "chaleira".

O farelo de soja, ainda com o solvente, recebendo o vapor direto, adquire 18-20% de umidade e 100-105° C de temperatura, ideais para a destruição do fator antitripsina.

Nas instalações descontínuas, os extratores dispõem de mexedores mecânicos que garantem, durante o processo de tostagem, a exposição uniforme do farelo ao calor úmido do vapor direto. Aqui também a recuperação do solvente do farelo extraído ocorre simultaneamente com a tostagem do mesmo.

Nas instalações não construídas para trabalhar com soja-quando usadas para industrializar esta semente - a tostagem é feita após o farelo extraído deixar a mesma e passar pelos rôlos granuladores para diminuir o tamanho de suas partículas.

O farelo granulado é submetido, então, a um aquecimento por vapor direto saturado. O tempo, temperatura e umidade necessários para uma tostagem eficiente, isto é, a eliminação do fator antitripsina sem prejuízo do valor nutritivo de suas proteínas, depende do controle analítico de sua atividade ureática e da solubilidade de suas proteínas principalmente.

Geralmente, a temperatura de 100° C. durante 20 a 25 minutos e umidade de 16-18%, são as condições ideais para uma tostagem "em separado", isto é, fora da extração por solvente do farelo de soja. O aparelhamento que se usa para esta tostagem é do tipo misturador horizontal. Aquí, o farelo é misturado, agitado em ambiente de vapor direto saturado, adquirindo umidade e temperatura uniformes. O processo é contínuo, entrando de um lado o farelo cru, e saindo no outro, por extravasamento, o tostado. Pode-se usar também, para esta mesma finalidade as "roscas secadoras".

A fim de reduzir a umidade do farelo tostado para o limite de 12%, internacionalmente estabelecido, o mesmo é secado após sair do tostador.

5. Avaliação dos efeitos do tratamento térmico do farelo de soja. As condições do processo devem ser escolhidas de tal forma que se consiga as finalidades citadas anteriormente e, ao mesmo tempo, se conservem as proteínas e vitaminas. Sendo a maioria dos componentes termo-sensíveis, tanto os valiosos como os prejudiciais, mesmo em condições ideais de tostagem poderão ser comprometidos.

As modificações que ocorrem no farelo de soja durante a tostagem são múltiplas e até hoje não estão totalmente estudadas. O tempo, a temperatura e a umidade do processo térmico são reconhecidos como os fatores mais importantes e determinantes. Sabese que o calor seco pouco efeito exerce sobre a melhoria do valor nutritivo, e que um tratamento demasiadamente prolongado e em altas temperaturas, principalmente num ambiente pouco úmido, causam danos consideráveis. Esta diminuição do valor nutritivo e alimentar é explicada pela destruição parcial de alguns aminoácidos essenciais, pela formação de cadeias polipeptídicas não hidrolizáveis, e pela perda de considerável parte da vitamina B₁ (117).

Para poder julgar os efeitos da tostagem do farelo de soja - além dos métodos normalmente usados no seu controle, (como os de atividade ureática e da solubilidade das proteínas), consideram-se importantes os seguintes:

a estudo histológico;

- b) conteúdo de tiamina, e
- c) valor nutritivo (peso ganho em gramas do animal em relação ao peso em gramas da proteína consumida na ração).

a) Estudo histológico: observações microscópicas do farelo de soja demonstraram uma nítida diferença entre os farelos bem tostados e os mal tostados, conforme as publicações da Central Soja dos Estados Unidos da América citados por Rohr (117).

A estrutura celular está quase intacta no farelo pouco tostado, enquanto que, nas amostras retiradas de um tostador-recuperador de solvente contínuo não existem mais células inteiras. As paredes celulares foram destruídas totalmente e transformadas numa massa uniforme. Foi estabelecida uma classificação histológica para os farelos de soja, de acordo com uma escala de valores de 0 a 10. Os farelos não tostados, com estrutura celular íntegra, recebem o valor 0 ; 10, para aqueles sem sinais da estrutura celular antes existente.

b) Conteúdo de tiamina: a determinação da "atividade ureática" e da presença do fator "antitripsina", permitem avaliar a eficácia da tostagem, porém nada dizem sobre um eventual excesso de calor. Entretanto, através da determinação do conteúdo de tiamina no farelo tostado, tem-se uma indicação segura sobre um eventual excesso de calor. A tiamina é mais resistente ao calor do que a urease, ou fator antitripsina, nas temperaturas demasiadamente altas ou tempos prolongados a destroem também, prejudicando grandemente o valor nutricional do farelo.

c) Valor nutritivo: este valor é estabelecido através da alimentação de animais em condições padrões, verificando-se o au

mento do peso vivo conseguido em relação ao conteúdo de proteína do farelo consumido.

A figura 4 mostra a variação deste valor nas amostras retiradas de cada um dos sete estágios de um moderno tostador-recuperador de solvente. O aumento rápido do valor nutritivo até aproximadamente 12 minutos de permanência no tostador, que corresponde à terceira bandeja do aparelho, demonstra que nesta altura, o fator antitripsina está praticamente inativado.

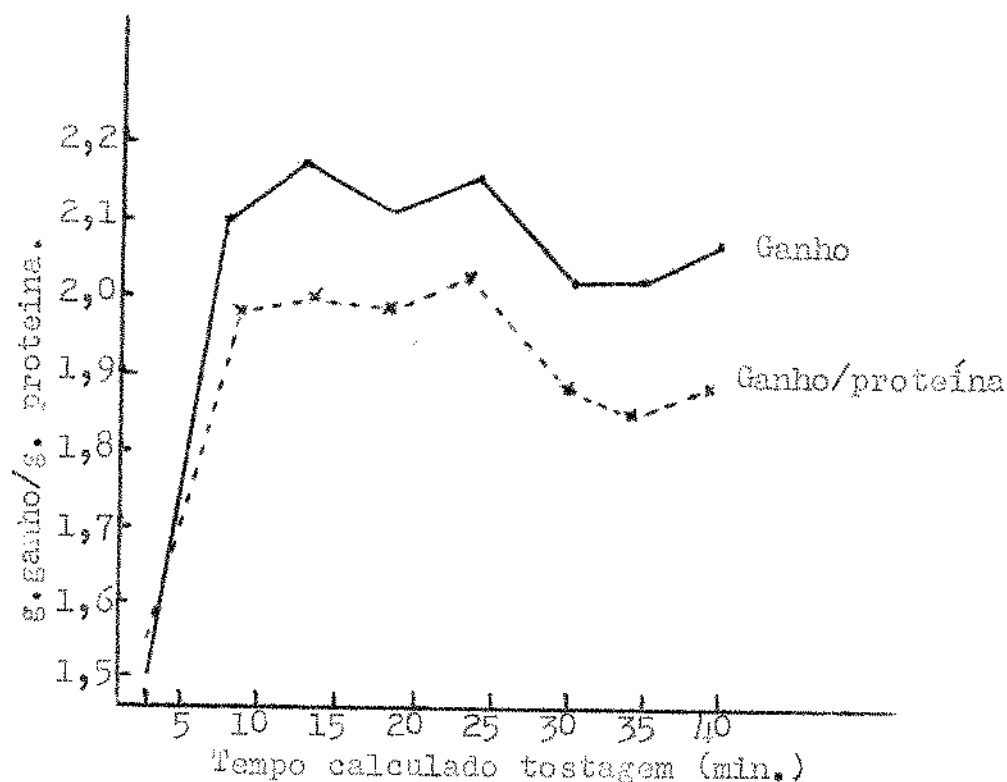


FIGURA 4. Variação do valor nutritivo do farelo de soja em relação ao tempo de tostagem num aparelho moderno tostador-recuperador de solvente. Os 40 minutos correspondem a passagem do farelo pelos 7 estágios.

PONTE: ROHR (117).

Entre 12 e 15 minutos de tostagem o farelo alcança o máximo em seu valor nutritivo, e um ligeiro declínio ocorre somente após 30 minutos de permanência no tostador.

O prolongamento da tostagem após os 15 minutos iniciais é necessário para garantir a eliminação da hemaglutinina e da destruição da lipoxidase; esta última é uma das responsáveis pela deterioração do gosto do farelo.

Como se vê na Figura 5, tanto o farelo desengordurado como o integral, são cozidos a vapor à pressão atmosférica e sendo que a dispersabilidade do nitrogênio decresce de um valor inicial de 80 a aproximadamente 20%, em 10 minutos. Tanto a presença ou ausência do óleo afeta a insolubilização das proteínas.

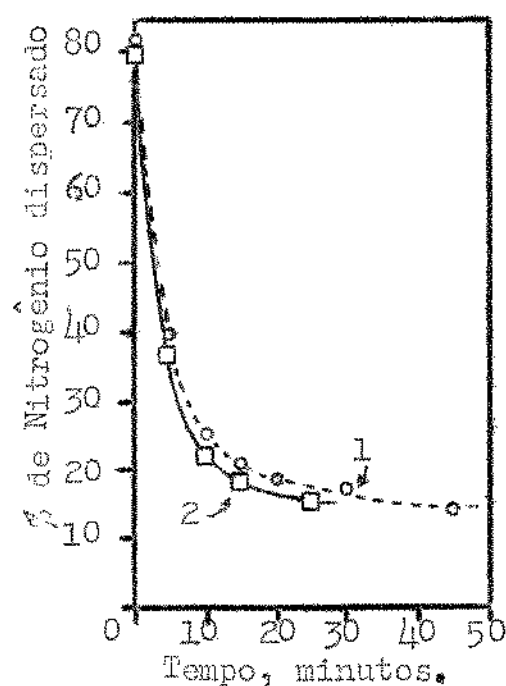


Figura 5. Efeito do tempo de cozimento ao vapor à pressão atmosférica, sob a dispersabilidade em água dos constituintes nitrogenados de: 1) flocos desengordurados e 2) flocos integrais.

FONTE: WOLF (142).

A maioria das farinhas comerciais são cozidas para situá-las na parte mais baixa das curvas de dispersabilidade, como se verifica na Figura 5.

6. Métodos para avaliação do tratamento térmico do farelo de soja. Os mais amplamente usados para provar a eficiência da tostagem do farelo são: a) medida da atividade ureática e resistência à destruição do fator antitripsina; b) solubilidade da proteína (em água ou em soluções ligeiramente alcalinas); c) fluorescência; d) capacidade do farelo à absorção de corantes contendo grupos ftaleínicos; e) disponibilidade e extensão da destruição dos aminoácidos durante o processo térmico ou decréscimo dos grupos aminados básicos livres, no farelo de soja (83) e (107).

O enzima urease é resistente ao calor e essa resistência é praticamente igual à do "fator antitripsina" e da "hemaglutina" (117). Sendo assim, escolhe-se a determinação da atividade ureática do farelo de soja para evidenciar ou não a sua presença no mesmo, pois a tostagem, inativando o "fator antitripsina" também o faz em relação à urease.

É quase tão importante a não destruição total ou parcial de alguns aminoácidos durante a tostagem do farelo, como a inativação do "fator antitripsina" em si. Por isso, juntamente com a determinação da urease, deve-se também determinar a solubilidade das proteínas do farelo para poder julgar o grau de inofensibilidade do tratamento térmico.

Da atividade ureática residual após a tostagem, pode-se tirar também informações sobre o estado final das proteínas do farelo. Uma atividade zero indica que, provavelmente, houve prejuízos na composição de suas proteínas. Modernamente, exige-se que a atividade ureática inicial (antes da tostagem), se

ja reduzida por meio de tratamento térmico, até sua vigésima parte, permanecendo uma atividade residual de 0,05 a 0,15.

A solubilidade das proteínas deve-se situar ao redor de 20% (117). Tem-se usado uma série de solventes para solubilizar-se letivamente as proteínas de soja desnaturadas por aquecimento (141). Os resultados para farelo de soja desengordurado, em uma prova de solubilização durante 3 horas, estão no Quadro 26.

QUADRO 26

SOLUBILIZAÇÃO SELETIVA DAS PROTEÍNAS DA SOJA

<u>Solvente</u>	<u>Proteína de soja solubilizada</u>
	%
Água.....	4
Buffer (Sol. tampão) pH 8,6.....	16
Buffer pH 8,6 + 0,1 M mercaptoetanol...	24
Buffer pH 8,6 + 0,1 M mercaptoetanol + 8 M ureia.....	76

FONTE: ROHR (117).

Tanto a água como o tampão dissolvem pouca proteína, como é típica para muitas proteínas desnaturadas. A adição de mer captoetanol ao tampão incrementa a solubilidade ligeiramente, porem a combinação de tampão-mercaptoetanol-uréia solubiliza mais de 75% das proteínas.

Desde que altas concentrações de uréia tendem a romper as li gações hidrofóbicas e as de hidrogênio, tudo indica que são elas as responsáveis pela insolubilização. O papel da ligação intermolecular disulfeto parece menor. As diferenças na sensi bilidade á ação térmica do vapor de água são notadas para os vários componentes das proteínas, por meio da electroforese

de gel do amido.

B. Farinha de soja tostada a seco. Varios trabalhos tem sido feitos para determinar o efeito do processo de tostagem a seco sobre a qualidade da proteina de soja, como está indicado por análises dos aminoácidos e o valor do PER. As análises de aminoácidos têm revelado perdas em triptofano, lisina disponível, lisina total, cistina e histidina de 35, 31, 17, 15 e 6% respectivamente. Estas perdas são refletidas tanto para o índice de aminoácidos essenciais (EAAI), como para o PER. Os valores médios EAAI decresceram quando se aumentou o grau de tostagem (68,4; 67,7 e 63,8), comparado com um valor de 71,4 para amostras cruas. Os valores PER para as mesmas amostras tostadas foram 1,70, 1,46 e 1,28, respectivamente. Um baixo valor PER de 0,6 foi obtido para a amostra crua devido aos fatores antinutricionais da semente. Os resultados indicam que o processo de tostagem a seco é um método de produzir farinhas de bom paladar e de valor nutritivo razoável. Contudo, a obtenção de condições que conferem ótima palatabilidade só são alcançadas às expensas da proteina (6).

Este método já é antigo, pois a tostagem a seco foi iniciada pelos japoneses há vários séculos para a produção de kinako (96). O kinako era originalmente produzido, a nível familiar, tostando o feijão de soja em vasilhas de barro aquecidas diretamente. O produto obtido era moído na forma de pó e usado como cobertura ou ingrediente de outros alimentos.

Durante a II Guerra Mundial produziu-se nos Estados Unidos da América, feijão de soja tostado, similar a nozes salgadas e con

sumidas como tal, ou utilizadas em caramelos, substituindo o amendoim.

A Companhia Borden de Processamento de Soja usa um procedimento pelo qual a semente de soja é macerada, descascada e tostada a seco para produzir farinha, por moagem.

No processo de tostagem, as temperaturas alcançadas eram consideravelmente mais altas que as necessárias para destruir os inibidores da tripsina, em detrimento da qualidade nutricional da proteína.

Badenhop e Hackler (6) realizaram investigações objetivando o efeito do processo de tostagem sobre a qualidade da proteína de soja, como está indicado pelas análises dos aminoácidos provenientes da hidrólise ácida e das determinações do PER.

O método experimental consistiu em utilizar sementes de soja certificadas (var. Harosoy-63), que foram classificadas usando um moinho Clipper (Modelo M-2B), a um tamanho médio de 16-18 mesh. As amostras foram maceradas em água a 50° C para 4 diferentes períodos de tempo (80, 100, 144 e 240 min.). A maceração aumentou o conteúdo de umidade das amostras a níveis de 43, 48, 53 e 53%, respectivamente. Depois dessa operação, a água foi escorrida e as sementes mantidas em um recipiente fechado por uma hora, a fim de permitir a distribuição uniforme da umidade nos grãos.

Para o processo de tostagem foram utilizadas torradores pequenos de amostras de café, manufaturados por Jabez Burns Company. A temperatura dos tostadores, previamente à carga, era aproximadamente 400° C. O ponto final da tostagem foi determi-

nado colocando um termômetro no local da retirada de amostras. Estas, de cada 4 níveis de umidade foram tostadas a um ponto final de 170, 180 e 185° C.

A temperatura média das mesmas, depois da tostagem, foi determinada colocando-se os produtos tostados em um frasco e observando as temperaturas máximas. Estas foram de 150, 168 e 175°C, respectivamente. O tempo de tostagem para todas as amostras (tempo médio de 31 minutos e 55 segundos) foi aproximadamente equilibrado ajustando o volume da carga aos tostadores, de tal maneira que o peso de umidade removido de cada uma foi aproximadamente constante para todas as amostras.

Trabalhos prévios realizados por (6) descrevem a operação de processamento da tostagem a seco aplicada a sementes de soja, além de apresentar uma avaliação do produto resultante em termos de aceitabilidade, cor e textura por uma equipe de degustadores. As experiências realizadas por Badenhop e Hackler (6), deram sem dúvida, os mais aceitáveis produtos, em termos de sabor e textura, obtidos, tostando-se a soja com cerca de 53% de umidade e temperatura final de 180° C.

O excesso de tostagem da soja que causava a destruição da lisina, arginina, e cistina, era medido quimicamente pela análise dos seus produtos hidrolizados (116). Rios Iriarte e Barnes (116) não analisaram o conteúdo de triptofano. Os únicos fatores tidos como responsáveis pela diminuição do valor nutritivo da proteína excessivamente tostada foram, a destruição da cisteína e uma diminuição da capacidade de absorver nitrogênio.

O efeito do calor no leite de soja sobre a qualidade nutricional

da proteína, mostrou que aquecendo-o a 121^o C. por 32 minutos ou mais, há um decréscimo do valor PER e diminuição de lisina disponível (121). Stilling e Hackler (125) também estudaram os efeitos de um cozimento severo em óleo sobre o conteúdo da maioria dos aminoácidos do tempeh e verificaram que decresceu depois de 7 minutos de cozimento. Concluíram que a lisina e cistina são os mais susceptíveis ao calor, confirmados por Aykroyd e Dougherty (4) e por Liener (73).

Riessen, Clondinin, Elvehjem e Cravens citados por (6), constataram que um tratamento térmico excessivo sobre a proteína de soja, reduzia a liberação dos aminoácidos essenciais pelo suco pancreático, ao mesmo que reduzia também a liberação, por hidrólise ácida, da cistina, arginina e triptofano, sem contudo afetar a liberação dos outros aminoácidos essenciais.

Além das 12 amostras de sementes tostadas, 3 delas não tostadas foram utilizadas para comparação. Uma destas era não-tratada e as outras duas preparadas por maceração das sementes durante 80 e 240 minutos, logo após foram secas e liofilizadas.

Uma descrição simplificada das 15 amostras preparadas nas experiências de Badenhop e Hackler (6) pode ser vista no Quadro 27.

QUADRO 27

DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS DE BADENHOP E HACKLER

Amostras	Tempo de maceração a 50°C.	Teor de unidade após maceração.	Temperatura final	Teor de unidade após tostagem
Nº	(min.)	%	°C	%
1	80	43	170	2,85
2	80	43	180	2,16
3	80	43	185	1,83
4	100	48	170	2,81
5	100	48	180	2,27
6	100	48	185	1,81
7	144	53	170	2,83
8	144	53	180	2,41
9	144	53	185	1,94
10	240	59	170	3,82
11	240	59	180	2,81
12	240	59	185	2,41
13	0	12	Não seca	-
14	80	43	Liofilizada	-
15	240	59	Liofilizada	-

FONTE: BADENHOP AND HACKLER (6).

2. Análise química. As amostras de soja foram moídas e determinado o teor de nitrogênio. Aliquotas foram usadas para análise de aminoácidos por hidrólise ácida da proteína com HCl 6 N a 110° C durante 22 horas. Os hidrolizados foram filtrados, secos e postos em tampão de citrato de sódio a pH 2,2. A composição de aminoácidos das amostras foi determinada em coluna de intercâmbio iônico, usando o analisador de aminoácidos (Modelo NC-3). O aminoácido cistina foi determinado por conversão a ácido cistéico usando o método de Moore; lisina disponível pelo de Røxén e Christensen; e o triptofano pelo de Hoy e Jones, citados por Badenhop e Hackler (6).

3. Estudos em alimentação animal. Os valores do (PER) foram determinados por estudos de crescimento, usando ratos albinos desmamados. Os suplementos de soja foram usados como única fonte de proteínas nas provas de dietas. Estas foram ministradas "ad libitum" a grupos de 10 ratos por 28 dias. Uma prova de controle (dieta testemunha) com caseína foi também incluída e os valores PER resultantes foram ajustados a uma dieta pré-estabelecida de caseína a um PER de 2,5 (6).

As análises revelam que o efeito da tostagem sobre a composição de aminoácidos da proteína de soja está ligado, principalmente, à destruição da lisina total e disponível, cistina e triptofano, embora essas análises não tivessem sido afetados, de maneira consistente, pelo grau de tostagem. Encontrou-se que, o conteúdo total de lisina é inversamente proporcional ao grau de tostagem em todas as amostras, menos as 3 tostadas com 59% de umidade.

A lisina disponível, foi inversamente relacionada com o grau de tostagem nas amostras de todos os níveis de umidade. O conteúdo de cistina foi inversamente relacionado com o grau de tostagem nas amostras tostadas de 43 e 48%, mas não naquelas de 53 e 59% de umidade. O conteúdo de triptofano foi inversamente relacionado com o grau de tostagem, nas amostras de todos os 4 níveis de umidade.

Para demonstrar os efeitos combinados do processo de tostagem sobre os aminoácidos essenciais, foram calculados os seus índices (EAAI). O Quadro 28 indica que os valores EAAI estão inversamente relacionadas com o grau de tostagem em todos, excetuando as três amostras com conteúdo inicial mais alto de umidade.

QUADRO 28

COMPOSIÇÃO DE AMINOÁCIDOS EM g/16 g de N e EAAI EM AMOSTRAS DE FARINHA DE SOJA TOSTADA. (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ácido aspártico	10,8	11,3	10,5	11,8	11,1	10,9	11,3	10,9	10,3	10,4	11,0	10,9	11,5	11,0	11,1
Treonina	3,95	4,51	4,21	3,91	4,30	3,97	4,09	4,24	3,74	3,81	4,30	3,80	4,66	3,71	3,86
Serina	4,86	4,84	4,67	5,00	4,98	4,78	4,96	4,76	4,84	4,87	4,90	4,85	4,89	5,31	4,91
Ácido glutâmico	18,0	18,6	17,3	10,2	18,6	17,9	18,4	18,0	17,9	16,5	18,2	17,7	18,4	17,2	18,7
Prolina	4,30	5,36	5,56	5,06	5,27	4,74	5,50	5,02	4,82	5,09	5,11	4,69	5,44	4,76	4,97
Glicina	3,92	4,13	3,77	4,12	4,07	4,06	4,05	4,02	4,02	3,78	4,07	3,91	4,26	3,79	3,82
Alanina	4,11	4,32	4,00	4,28	4,27	4,25	4,28	4,26	4,21	3,91	4,17	4,05	4,23	3,91	3,97
Valina	4,06	4,28	4,01	4,23	4,18	4,11	4,31	4,14	4,11	3,91	4,18	3,98	4,30	3,85	4,17
Cistina	1,45	1,24	1,21	1,43	1,24	1,21	1,28	1,30	1,16	1,31	1,13	1,23	1,52	1,40	1,47
Metionina	1,06	1,08	0,95	1,05	1,01	0,92	1,07	1,06	1,07	0,95	1,12	1,01	1,04	0,94	1,04
Isoleucina	3,74	3,86	3,58	3,93	3,74	3,68	3,84	3,81	4,51	3,52	3,80	3,68	3,94	3,67	3,63
Leucina	7,40	7,40	7,16	7,75	7,54	7,51	7,43	7,56	7,42	7,02	7,37	7,48	7,80	7,65	7,44
Tirosina	3,25	2,89	2,84	3,06	3,17	2,92	3,08	3,12	3,10	3,12	3,64	3,10	3,02	3,04	3,00
Fenilalanina	4,30	4,39	3,98	4,36	3,82	4,52	4,48	4,37	4,53	4,12	4,79	4,40	4,64	4,38	4,26
Lisina	5,18	4,88	4,21	5,41	4,92	4,52	5,40	4,93	4,61	4,94	5,07	4,64	6,19	5,63	5,74
Histidina	2,38	2,47	2,26	2,41	2,39	2,40	2,42	2,41	2,39	2,34	2,45	2,24	2,50	2,65	2,38
Arginina	7,03	7,07	6,58	7,20	7,01	6,89	7,20	6,75	6,94	6,88	6,80	6,66	7,47	7,20	7,42
Triptofano	1,20	1,00	0,94	1,14	1,10	0,90	1,15	1,05	0,74	1,13	1,11	1,01	1,51	1,66	1,53
Lisina disponível	3,65	2,83	2,14	3,43	3,10	2,08	3,41	3,41	2,70	3,33	2,97	2,85	4,11	4,58	4,14
Índice de Aminoácidos essenciais (EAAI)	68,4	66,9	63,1	69,2	66,6	64,1	69,0	69,0	64,4	64,9	66,7	75,6	73,6	69,6	70,1

FONTE: BADENHOP AND HACKLER (6).

(1) Ver Quadro 27 para descrição das amostras.

No Quadro 29, observam-se os valores da composição média de aminoácidos em g/16 g.N das quatro amostras que foram tostadas a cada um dos 3 graus de tostagem.

QUADRO 29

VALORES MEDIOS DA COMPOSIÇÃO DE AMINOACIDOS g/16 g.N DE AMOSTRAS DE SOJA TOSTADA E TESTE- -MUNIAS

	1702 C.	1802 C.	1852 C.	Amostras tostadas	Amostras Testemunhas
Ácido aspártico..	11,1	11,1	10,7	11,0	11,2
Treonina.....	3,94	4,35	3,96	4,08	4,08
Serina.....	4,92	4,85	4,79	4,86	5,07
Ácido glutâmico..	18,1	18,3	17,7	18,1	17,4
Prolina.....	5,15	5,19	4,95	5,10	5,06
Glicina.....	3,97	4,07	3,94	3,99	3,99
Alanina.....	4,15	4,26	4,13	4,18	4,04
Valina.....	4,13	4,20	4,05	4,13	4,12
Cistina.....	1,37	1,24	1,20	1,27	1,50
Metionina.....	1,03	1,07	0,99	1,03	1,01
Isoleucina.....	3,76	3,80	3,86	3,81	3,75
Leucina.....	7,40	7,47	7,39	7,42	7,63
Tirosina.....	3,13	3,21	2,99	3,11	3,02
Fenilalanina.....	4,32	4,49	4,36	4,39	4,43
Lisina.....	5,23	4,95	4,50	4,89	5,87
Histidina.....	2,39	2,43	2,32	2,38	2,54
Arginina.....	7,23	7,39	7,06	7,23	7,45
Triptofano.....	1,16	1,07	0,90	1,04	1,57
Lisina disponível	3,45	2,94	2,44	2,94	4,28
EAAI.....	68,4	67,7	63,8	66,5	71,4

FONTE: BADENHOP AND HACKLER (6).

O conteúdo de triptofano, cistina, lisina total e lisina disponível são inversamente relacionados com o grau de tostagem; a serina também segue esta tendência.

Também o Quadro 29 mostra a média de todas as 12 amostras tostadas e as médias das 3 amostras não tratadas termicamente. Se

a diferença entre estes dois valores é considerada como efeito médio do processo de tostagem sobre a composição dos aminoácidos, o triptofano parece ser o mais susceptível ao calor. O conteúdo de triptofano diminuiu 35% durante a tostagem, e a lisina total, lisina disponível, cistina, histidina, nas percentagens de 31, 17, 15 e 16, respectivamente. Visto que a maioria dos aminoácidos termosensíveis são os essenciais e semiessenciais, o efeito da tostagem se reflete nos valores calculados dos índices de aminoácidos essenciais (EAAI), usando as médias do Quadro 29 citadas anteriormente. O EAAI cai de 68,4 nas amostras submetidas a 170° C a 67,7 para as de 180° C e a 63,8 para as amostras de 185° C. Finalmente, uma comparação da média EAAI de todas as 12 amostras tostadas com as das 3 amostras testemunhas, mostra uma diminuição de 71,4 a 66,5 devido ao processo de tostagem.

Os resultados dos estudos em animais alimentados com farinha de soja tostada, que se pode ver no Quadro 30, indicam que o valor PER é inversamente proporcional ao grau de tostagem. Esta relação foi observada nas amostras 4, 5, 6, 7, 8, e 9, tostadas com conteúdo de umidade de 48 a 53%, respectivamente. As amostras 1, 2, e 3 tostadas com 43% de umidade não mostraram modificações no PER entre 170° e 180° C. Para as 2 primeiras amostras o PER foi de 1,51, caindo para 1,17 para a amostra 3, tostada a 185° C.

A única exceção da relação inversa foi notada na amostra 12 (185° C a 59% de umidade), que produziu um PER de 1,73, valor mais alto que aquele encontrado a 180° C de tostagem e de mesma umidade inicial.

A explicação para este alto valor pode ser devida ao conteúdo protéico, anormalmente baixo, da ração usada para calcular o valor PER. Os valores médios PER para todas as amostras, para cada um dos tres graus de tostagem, foram 1,70; 1,46; e 1,28 às temperaturas finais de 170, 180, e 185°C., respectivamente. Os valores para a média de ganho de peso e a média de consumo diário de alimento, mostram que ambos estão inversamente relacionados com o grau de tostagem, para todos os 4 níveis de umidade inicial.

QUADRO 30

EFEITO DO PROCESSO DE TOSTAGEM SOBRE O VALOR NUTRITIVO DA PROTEÍNA DE SOJA INDICADO POR VALORES PER

Amostra da dieta	Média de peso ganho diária-mente	Média de consumo alimentar diário.	P E R (a,b)	Dieta proteica
Nº	g.	g.		%
1	1,63 ± 0,15	9,33 ± 0,67	1,51 ± 0,05	9,19
2	1,52 ± 0,14	8,77 ± 0,31	1,51 ± 0,10	9,13
3	1,12 ± 0,08	8,51 ± 0,74	1,17 ± 0,10	9,50
4	1,95 ± 0,13	9,61 ± 0,38	1,87 ± 0,07	8,63
5	1,58 ± 0,10	9,08 ± 0,48	1,50 ± 0,04	9,25
6	0,81 ± 0,07	7,15 ± 0,29	0,99 ± 0,07	9,13
7	1,77 ± 0,12	9,34 ± 0,39	1,59 ± 0,06	9,44
8	1,33 ± 0,10	8,49 ± 0,27	1,30 ± 0,06	9,50
9	1,06 ± 0,06	7,97 ± 0,22	1,24 ± 0,06	8,63
10	2,16 ± 0,15	10,68 ± 0,24	1,83 ± 0,10	8,88
11	1,58 ± 0,11	8,69 ± 0,34	1,51 ± 0,06	9,56
12	1,29 ± 0,20	8,18 ± 0,52	1,73 ± 0,18	7,00
13	0,58 ± 0,11	6,01 ± 0,40	0,80 ± 0,14	8,81
14	0,32 ± 0,14	5,42 ± 0,45	0,48 ± 0,18	8,06
15	0,45 ± 0,19	6,24 ± 0,24	0,57 ± 0,09	10,06

FONTE: RADENHOP AND HACKLER (6).

(a) Cada valor representa a média de cada grupo de ratos ± o desvio padrão da media.

(b) Ajustada a caseína tomada como padrão com um PER de 2,5

O valor médio para as 12 amostras tostadas foi 1,48 e para as amostras testemunhas, 0,61.

Enquanto que o processo de tostagem melhora o valor nutritivo da soja pela destruição da atividade do inibidor de tripsina, o valor PER resultante não é tão alto como aqueles obtidos por calor mais suave. Os valores PER superiores a 2,0 são facilmente obtidos com proteína de soja que foi apropriadamente tratada termicamente (autoclavando a 121° C por 5 - 10 minutos) na presença de suficiente umidade (47). Tal é o tratamento que realizará a desejada destruição da atividade do inibidor de tripsina sem uma simultânea destruição significativa dos aminoácidos essenciais.

Baseados nestes resultados, é evidente que o processo de tostagem a seco é um método simples de produzir alimentos comestíveis, a partir de sementes de soja. A soja tostada tem aparência e sabor semelhantes ao amendoim torrado.

C. Farinha de soja integral cozida por extrusão. O método convencional para a obtenção de farinha integral a partir de feijão tratado com aquecimento a vapor direto (58). Outro método é a soja cozida por extrusão à elevada temperatura. As sementes secas e descascadas são tratadas em um transportador-contínuo provido de camisa de vapor, durante 6 - 8 minutos a uma temperatura final de 218-220° F. para inativar a lipoxigenase.

O produto obtido por tratamento térmico a seco é umedecido até 20% e continuamente cozido por efeito da extrusão, a aproximadamente 275° F (1,25 minutos como tempo de retenção) para inativar os fatores antinutricionais e, logo é secado e moído como o

descrevem Mustakas e col. (85).

A Relação de Eficiência da Proteína (PER) da farinha de soja conforme Bookwalter e col. (14), aumenta ligeiramente sob diversas condições a partir do teste A (Quadro 31); os valores de lisina disponível também variam ligeiramente, enquanto que inibidores de tripsina, atividade da urease e índice de solubilidade de nitrogênio (NSI), decrescem consideravelmente.

Como é indicado pela variação do valor peróxido, a estabilidade oxidativa foi excelente, acima de uma ampla faixa de condições de extrusão. Pode-se notar nos testes D e E do Quadro 31, que, em condições extremas de processamento, a estabilidade oxidativa é inadequada, condição que indica a destruição dos antioxidantes naturais.

1. Aspectos nutricionais. A farinha de soja integral é rica fonte de óleo e de proteína. Esta é de boa qualidade, conforme indica o valor PER do Quadro 31 e o conteúdo de aminoácidos essenciais (Quadro 32), quando comparados com a proteína de ovo integral - padrão provisório da FAO. Ela contém um excesso de lisina e está bem balanceada, exceto nos aminoácidos essenciais sulfurados.

2. Propriedade de cor. Por observação visual, a farinha de soja integral apresenta uma coloração mais amarela que a similar preparada por outros processos. Quando foram realizadas comparações entre duas farinhas cozidas, aproximadamente no mesmo grau (30 versus 33 NSI), os valores para β -caroteno, xantofila total e valores Hunter, resultaram mais altos para a farinha cozida por extrusão do que para a farinha de soja integral comercial (Quadro 33).

QUADRO 31

RELAÇÃO DE EFICIÊNCIA DA PROTEÍNA (PER) E VALORES ANALÍTICOS PARA FARINHA DE SOJA INTEGRAL PREPARADA SOB VÁRIAS CONDIÇÕES DE EXTRUSÃO.

Teste	Condições de extrusão			PER(a)	Lisina disponível (g/16g N)	Inativação do inibidor de tripsina %	Atividade urease variação do pH	valores por xido meq/ kg de óleo 77°F		
	Umidade %	Tempo Retenção (min)	Temp. °F					NSI(b) %	Meses 0	Meses 12
A	15	1,25	275	1,8	6,1	12	1,0	50	1,5	0,8
B	20	2,0	250	1,9	6,3	43	0,9	36	2,0	1,2
C	25	1,25	275	2,0	6,3	62	0,2	21	6,7	1,0
D	20	2,0	275	2,1	6,3	89	0,1	21	7,6	83,0
E	20	1,25	300	1,9	6,2	98	0,0	16	4,7	213,0

(a) = Ajustado a caseína = 2,5

(b) = NSI - índice de solubilidade de nitrogênio

FONTE: Bookwalter, Mustakas, Kwolek, Mc Ghee and Albrecht. (14)

A cor amarela pode ser vantajosa em algumas aplicações de alimentos, onde o enriquecimento da fórmula é realizado com um mínimo de perda da cor peculiar do produto, como por exemplo a farinha de milho enriquecida com soja.

QUADRO 32

CONTEÚDO DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS DA FARINHA DE SOJA INTEGRAL OBTIDA POR EXTRUSÃO (a)

<u>Aminoácido</u>	<u>Farinha de soja integral(b)</u>	<u>Proteína de Ovo Integral(c)</u>
Isoleucina.....	114	129
Leucina.....	182	172
Lisina.....	169	125
Aminoácido aromático.	220	195
Aminoácido sulfurado.	63	107
Treonina.....	94	97
Triptofano.....	33	31
Valina.....	124	141

FONTE: BOOKWALTER, MUSTAKAS, KWOLEK, Mc GHEE AND ALBRECHT (14).

(a) - mg/g. aminoácidos essenciais totais.

(b) - Farinha 2, PER 2,1, NSI 21, atividade da urease 0,1.

(c) - FAO-WHO (1.965).

QUADRO 33

CONTEÚDO DE BETA CAROTENO, XANTOFILA TOTAL E COR DE FARINHAS DE SOJA INTEGRAL, COMERCIAL E EXPERIMENTAL (a),

Farinha de Soja integral	Indicadores de			Cor		
	tratamento térmico			(Valores de Hunter)		
	NSI	Atividade da urease	Beta Caroteno (mg/100g)	Xantofila Total (mg/100g)	Luminosidade (verde -)	(+ amarelo) (- azul)
Cozida com extrusão (20% unidade, 1,25min. de retenção, 275°F)	30	0,6	0,15	1,00	80	-1,9 27
Amostra comercial (cozida sem extru- são)	33	0,3	0,08	0,76	66	-2,1 20

(a) = Cozidas, aproximadamente, no mesmo grau.

FONTE: Bookwalter, Mustakas, Kwolek, Mc Ghee and Albrecht (14).

QUADRO 34

VALORES PERÓXIDO E SABOR DA FARINHA DE SOJA Nº1 (NSI 30, ATIVIDADE DA UREASE 0,6)
EXTRUSÃO A 20% DE UMIDADE, 1,25 MINUTOS DE RETENÇÃO, 275°F, SEM ANTIOXIDANTES

Armazenamento				0,05%		Tenox 7		Antioxidante após cozimento			
Temp.	Tempo	Sem		Antes		Após		Tenox 4		TBHQ	
(°F)	(dias)	antioxidante		Cozimento		Cozimento		0,05%		0,02%	
		VP	QS	VO	QS	VP	QS	VP	QS	VP	QS
....	0	1,1	7,6	0,6	7,7	1,1	7,7	1,2	7,8	1,9	7,4
120	28	0,8	7,2	1,2	7,7	1,0	7,5	0,8	7,3	1,5	7,4
120	56	0,8	6,5	0,7	7,3	1,3	7,0	1,6	6,9	1,7	5,1
100	90	0,6	7,7	0,6	8,1	0,8	7,4	0,8	7,5	0,6	7,6
100	182	0,6	7,3	0,8	7,2	0,6	7,6	1,8	7,7	2,0	7,5
77	182	3,9	6,9	0,6	7,9	1,8	7,0	3,3	7,1	1,4	7,2
77	365	1,2	6,9	1,0	7,4	1,2	7,3	1,3	7,3	0,8	7,3

VP = valores de peróxido, expresso como meq/kg de óleo.

QS = qualidade de sabor baseado em escala de 15 pontos por uma equipe de oito degustadores treinados.

TBHQ = Tercio-butil-hidroquinna

FONTE: Bookwalter, Mustakas, Kwolek, Mc Ghee and Albrecht (14)

QUADRO 35

VALORES PERÓXIDO E SABOR DE FARINHA DE SOJA Nº 2 (NSI 19, ATIVIDADE DA UREASE 0,2) EXTRUSÃO A 20% DE UMIDADE, 2,0 MINUTOS DE RETENÇÃO, 275°F, COM OU SEM ANTIOXIDANTE.

Armazenamento		0,05%		Tenox 7		Antioxidante após cozimento					
Temp.	Tempo	Sem	Antes		Após		Tenox 4		TBHQ		
(°F)	(dias)	antioxidant:	Cozimento		Cozimento		0,05%		0,02%		
		VP QS	VP QS	VP QS	VP QS	VP QS	VP QS	VP QS	VP QS	VP QS	
....	0	23	7,5 29	7,7	22	7,7	14,5 7,9	11,7	8,0		
120	28	27	7,4 59	7,5	18	6,8	10,5 6,8	5,2	6,7		
120	56	76	4,6 117	3,7	24	4,9	22,0 5,7	5,5	7,3		
100	90	74	5,5 78	4,5	48	7,9	20,0 6,9	3,9	7,8		
100	182	189	4,6 86	2,4	95	6,3	38,0 6,4	9,8	7,5		
77	182	81	5,7 120	4,7	77	5,8	33,0 6,8	16,0	7,6		
77	365	164	4,6 196	2,9	156	4,6	66,0 6,2	12,0	7,6		

Ver as observações do Quadro anterior.

FONTE: Bookwalter, Mustakas, Kwiek, Mc Ghee and Albrecht (14)

QUADRO 36

VALORES PERÓXIDO E SABOR DE FARINHA DE SOJA Nº 3 (NSI 11, ATIVIDADE DA UREASE 0,1). EXTRUSÃO A 20% DE UMIDADE, 2,0 MINUTOS DE RETENÇÃO, 275º F., COM OU SEM ANTIOXIDANTES.

Armazenamento				0,05%		Tenox 7		Antioxidante após cozimento			
Temp.	Tempo	Sem		Antes		Após		Tenox 4		TBHQ	
(ºF)	(dias)	antioxidantes		Cozimento		Cozimento		0,05%		0,02%	
		VP	QS	VP	QS	VP	QS	VP	QS	VP	QS
....	0	24	7,7	27	7,6	16	7,8	18	7,6	9,5	7,5
120	28	21	7,0	68	6,7	14	7,3	14	7,1	5,7	7,6
120	56	61	4,6	90	2,9	16	5,1	17	5,5	9,4	7,0
100	90	65	6,8	121	5,5	17	7,6	25	7,6	5,6	7,7
100	182	117	5,7	232	2,8	51	6,3	117	7,0	13,0	7,3
77	182	99	5,9	134	4,9	31	6,8	60	6,2	16,0	7,3
77	365	158	2,8	184	1,7	69	5,7	91	6,0	6,7	7,1

Ver as observações do QUADRO 34

FONTE: Bookwalter, Mustakas, Kwolek,, Mc Ghee and Albrecht (14)

D. Farinha de soja integral. Na produção de soja integral, os grãos limpos e descascados são primeiramente tratados com vapor direto, para desodorizar e eliminar o gosto amargo (57), devido, principalmente, à ação da lipoxidase. Depois, são secos, para reduzir a umidade a 15%, seguindo-se a moagem e peneiragem. O PDI (índice de proteína dispersível) desse tipo de produto, é, geralmente, de 25 a 45%. Nos Estados Unidos da América, ela é produzida pelas firmas Archer Daniels Midland Co. e a Central Soya, e no Reino Unido pela British Arkady Co.Ltd., Soya Food Ltd. e British Soya Products Ltd.(95).

A farinha de soja integral pode ser classificada em duas principais categorias, segundo o uso a que se destina: a) para panificação e b) para usos gerais.

Nas farinhas fabricadas para branqueamento, a soja não é cozida, uma vez que os enzimas naturais do grão devem permanecer ativos, até que o mesmo processo de branqueamento tenha sido completado.

A farinha para uso geral tem as suas aplicações semelhantes às das farinhas desengorduradas, como material de enriquecimento e, principalmente, para alterar a textura do produto e melhorar as propriedades de conservação.

As farinhas para uso geral são fabricadas pelos mesmos processos básicos, mas pode haver diferença de detalhe, na prática, por diferentes firmas. O fluxograma geral do processo é mostrado na Figura 6.

Excetuando-se os equipamentos de descascamento, todas as demais máquinas são do padrão empregado no processamento convencional de alimentos.

A produção de farinha desengordurada envolve a produção de óleo, portanto, o seu preço é mais baixo do que o da farinha integral, uma vez que é proveniente de um subproduto. Os dois produtos são diferentes: um constitui fonte de proteína concentrada e o outro, fonte de proteína e de gordura.

1. Processo "Promo" Produz farinha integral destinada a usos nutricionais, sendo empregado pela firma Promo Ltd., da Inglaterra e consiste nas seguintes fases:

- a) limpeza da soja: lavagem dos grãos em máquinas convencionais;
- b) maceração;
- c) cozimento em água e sob pressão de vapor;
- d) secagem; e
- e) moagem.

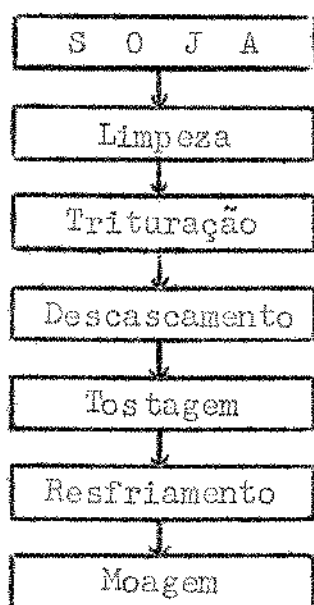


Figura 6. Produção industrial de farinha de soja integral.

FONTE: TANGO (128).

O processo "Promo" difere do convencional, pela omissão neste de um estágio de cozimento em água. É mais adequado para operações em pequena escala.

Esse processo, na fase de maceração combinada com o método de cozimento, é responsável pela remoção de mais substâncias antinutricionais do que qualquer outro, produzindo uma farinha que tem alto valor nutritivo e sabor agradável.

O produto final é uma farinha pré-cozida, de alto teor calórico, que pode ser usada para fazer papas, adicionando-se água quente, sal ou açúcar. Pode também ser adicionada a alimentos e consumida por pessoas de qualquer idade.

Composição da farinha "Promo"

Umidade.....	5%
Materia graxa.....	22%
Proteína bruta.....	49%
Fibra bruta.....	5%
Carboidrato.....	19%
Calorias.....	460 por 100 g.

O teor de fibra bruta de 5% está 2% acima do valor permitido pelo guia P.A.G. para a soja, devido, principalmente, ao não descorticamento e, em parte, à remoção dos constituintes solúveis, essencialmente açúcares, que ocorrem durante o cozimento, uma vez que a perda de qualquer componente sólido eleva a proporção relativa dos demais componentes no resíduo. Observa-se que o conteúdo de proteína do produto é mais alto do que o da farinha integral produzida por outros processos, embora seja derivada da soja descorticada. O processo é simples de operar e adequado para países em desenvolvimento.

2. Processo "Wenger", por extrusão. Foi desenvolvido pela firma Wenger Mixer Manufacturing - Estados Unidos da América, e

é utilizado para processar soja e cereais separados ou combinados.

O equipamento de extrusão foi usado em 1.961, objetivando converter diretamente a soja em farelo integral, para ser usado em misturas de rações balanceadas. Testes de alimentação em suínos, conduzidos com esse tipo de farelo na Universidade de Purdue, deram resultados comparáveis, em ganho de peso e em eficiência de conversão de alimento, ao farelo de soja desengordurada com a adição de gordura.

Com base nesses experimentos, pensou-se aplicar o processo de cozimento por extrusão à soja, para produzir um produto comestível de soja integral, para alimentação humana, podendo fornecer proteína de alto valor biológico e energia de gordura para a dieta dos povos em desenvolvimento, a um baixo custo.

No desenvolvimento do sistema de cozimento da soja, os objetivos foram:

- a) obter uma farinha cozida com alto valor biológico;
- b) cozinhar de maneira a inativar os inibidores de crescimento, sem afetar o valor biológico da proteína, ou a sua solubilidade;
- c) conseguir um produto de sabor ameno e palatável, isto é, isento de amargor e sabor natural da soja crua;
- d) conseguir um produto que possa ter uma vida de prateleira (comercial) adequada, sem refrigeração, ao redor de 25° C. pelo menos de um ano.
- e) lograr produtos com padrões aceitáveis de sanidade, sem contaminação; e
- f) empregar processo econômico, que possa ser conduzido com pouca mão-de-obra e com equipamento reduzido.

Por esse processo, a soja está sujeita a aquecimento elevado somente por alguns minutos; um cozimento quase instantâneo é obtido em operação contínua, causando pouca perda aos fatores nutricionais sensíveis ao calor. A temperatura da farinha, na fase

final do processamento, atinge níveis acima do ponto de ebulição da água. Assim, o extrusor age como um cozedor contínuo e a umidade não é evaporada até que a pressão seja diminuída na válvula de escape.

3. Avaliação nutricional.

a) Testes com ratos. Os ensaios com ratos mostram, que as farinhas obtidas por extrusão, são do mesmo valor das farinhas desengorduradas e farinhas integrais comerciais, conforme Tango (128).

A relação de eficiência protéica (PER) para farinhas obtidas por extrusão, varia entre 2,28 e 2,53, em comparação a produtos comerciais com 2,09 e 2,46.

QUADRO 37

ENSAIOS BIOLÓGICOS COM FARINHA DE SOJA EMPREGANDO RATOS.

Amostras	PER 4 semanas, ní- vel prot. 10%	NPU Nível de proteína 10%
1	2,39	60
2	2,28	60
3	2,46	57
4	2,53	58
5	2,46	63
6	2,42	55
Caseína	3,09	74

FONTE: TANGO (128).

Os valores de PER dependem do grau de inativação do inibidor de tripsina. O valor mais alto de PER foi de 2,15 ajustado à caseína para 2,5 de farinha com 89% de inativação do inibidor de tripsina. A diferença entre os valores de PER para 89 e 100% de inativação, não é signi-

ficativa.

No Quadro 38, encontram-se os valores relacionados de PER com TI, UA e NSI da farinha obtida por extrusão, em diferentes graus de inativação de tripsina.

QUADRO 38

CORRELAÇÃO DA PER COM TI, UA e NSI

Amostra	PER	Inativação do TI	Atividade da urease (UA)	NSI
		%	Mud. pH	%
1	1,82	12	1,0	50
2	1,96	43	0,9	36
3	2,03	62	0,2	21
4	2,15	89	0,1	21
5	1,98	98	0,0	16

FONTE: TANGO (128).

TI - Inibidor de tripsina.

UA - Atividade de urease.

NSI - Índice de solubilidade de nitrogênio.

- b) Testes com aves. Testes de alimentação controlada com aves demonstraram que o crescimento das mesmas e a eficiência de conversão da ração, foram superiores quando se empregam farinha obtida por extrusão, comparada com farinhas comerciais. Estudos de suplementação mostraram que, provavelmente, a metionina e a cistina no produto obtido por extrusão estão mais disponíveis. No Quadro 39 encontram-se os valores de ganho de peso e de conversão de alimentos em frangos.

QUADRO 39

VALORES DE GANHO DE PESO E DE CONVERSÃO
DE RAÇÕES PARA FRANGOS

Produto	Média: 2 semanas (ganho em gramas)		Alimento/ganho (2-4 semanas)	
	Controle + Metionina	Controle + Metion.	Controle + Metionina	Controle + Metion.
Farelo de soja descas- cada + óleo de soja...	262	312	2,48	2,15
Farinha integral de so- ja comum.....	244	306	2,60	2,22
Farinha integral obti- da por extrusão.....	278	315	2,45	2,19

FONTE: TANGO (128).

C. Farinha de trigo.

1. Efeito do processamento comercial do trigo sobre o conteúdo de aminoácidos essenciais. A farinha de trigo é produto alimentício comercial primário da moagem de trigo. Em vista de que frações como o germe e o farelo têm uso limitado como alimento, somente a farinha de trigo será considerada nesta parte do trabalho monográfico.

A composição da farinha de trigo pode ser expressa tanto em valor absoluto como relativo. O conteúdo dos constituintes da farinha foram calculados como porcentagens da composição do grão de trigo, que são aproximadas e indicam apenas a direção e magnitude geral das mudanças que ocorrem. No Quadro 40 estão as médias e os valores máximos e mínimos dos constituintes nutricionais importantes (52).

As diferenças em composição entre o grão de trigo e a farinha resulta primeiro pela parcial ou total separação física do endosperma, das outras partes estruturais do grão de trigo. Alterações químicas dos constituintes como resultado da moagem e os tratamentos subsequentes como o branqueamento, tem relativamente menor efeito sobre a composição da farinha. A magnitude das modificações é variável, em função da separação física ou de alterações químicas.

Por exemplo, as resultantes do fracionamento físico, que depende do grau ao qual a fração endosperma do trigo é separada do germe e do farelo, e ainda do grau de concentração de um constituinte particular no endosperma, difere daqueles que estão no grão de trigo. Assim a farinha integral tem essencialmente a mesma com

QUADRO 40

COMPOSIÇÃO DO GRÃO DE TRIGO (Base seca)

<u>Grão de trigo</u>	<u>Média</u>	<u>Mínimo</u>	<u>Máximo</u>
Proteína, %.....	14,3	8,0	21,9
Extrato etéreo (gordura), %.....	1,9	0,8	3,9
Fibra bruta, %.....	2,9	0,3	5,9
Cinzas, %.....	2,0	0,4	3,8
<u>Vitaminas</u>			
Tiamina (B ₁), mg/lb.....	2,5	0,5	4,9
Riboflavina (B ₂), mg/lb.....	0,6	0,3	2,4
Niacina, mg/lb.....	28,9	6,8	53,4
Ácido pantotênico, mg/lb.....	6,2	3,1	9,1
Piridoxina (B ₆), mg/lb.....	2,4	1,2	5,9
Colina, mg/lb.....	424	241	806
Alfa-tocoferol (E), mg/lb.....	7,9	6,8	8,8
<u>Minerais</u>			
Calcio, %.....	0,06	0,01	0,41
Fosforo, %.....	0,41	0,08	0,68
Ferro, %.....	0,006	0,001	0,012
<u>Carboidratos</u>			
Açúcares totais, %.....	3,2	1,4	5,9
Amido, %.....	63,8	54,2	71,1
Pentosanas, %.....	7,4	6,3	8,3

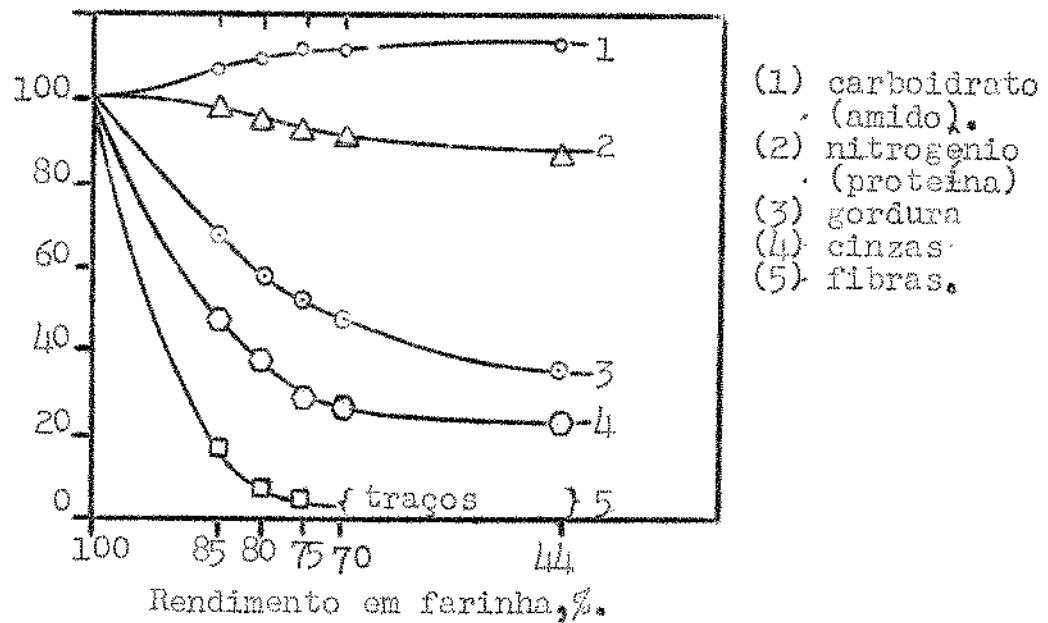
FONTE: HARRIS AND VON LOESEEKE (52).

posição que o trigo original, enquanto que farinhas comerciais altamente refinadas mostram a mudança máxima na composição, particularmente para constituintes como proteína, óleo, fibra, cinzas, vitaminas do grupo B que estão concentrados no germe e nas frações do farelo.

O grau de separação, ou refinação do endosperma é refletido no rendimento da moagem da farinha, geralmente apenso a porcentagem de extração. Uma farinha branca padrão é aquela que aproxi

Figura 7. Variação da composição quando o trigo é moido a farinha de diferentes extrações.

FONTE: HARRIS AND VON LOESECKE (52).



madamente 70% de extração, enquanto que farinhas comerciais são obtidas em extrações abaixo delas. Altas extrações em média de 80 a 85% tem sido usadas, por exemplo na Inglaterra, para conservar os nutrientes do trigo.

Composição de acordo com a granulometria da farinha. A relação da composição de acordo com a granulometria do trigo (porcentagem de extração na moagem), se demonstra na Figura 7 (52).

As concentrações relativas são calculadas de dados fornecidos por McCance e col. citados por Harris e Von Loesecke (52) e representam as médias para misturas de farinha de trigo duro vermelho Manitoba e misturas de farinhas de trigo ingleses de verão.

O decréscimo em gordura, cinza, e fibra para menos de 40% do nível do trigo é devido à remoção progressiva do germe e farelo os quais, conjuntamente, contêm altos níveis destes constituintes. A extração do germe também provoca decréscimo no conteúdo de proteína porque possui mais proteína que o endosperma. O aumento da curva corresponde ao conteúdo de carboidrato e se deve ao fato de que o principal carboidrato - amido - no grão está concentrado no endosperma.

Aminoácidos: Uma comparação da composição de aminoácidos de 4 farinhas de 72 a 74% de extração, com aqueles aminoácidos do trigo do qual foram extraídas por moagem, foi realizada por Hepburn e col. citados por Harris e Von Loesecke (52). As concentrações de 18 aminoácidos, quando calculadas sobre a base de proteína foram essencialmente idênticas para as 4 amostras de trigo e o mesmo ocorreu para as 4 farinhas respectivas. A expressão da concentração de aminoácidos sobre bases de sólidos totais, portanto, deveria variar os resultados em proporção ao conteúdo de proteína, o qual oscila entre 11,9 a 14,9 % para os trigos e entre 11,2 a 14,5% para as respectivas farinhas, calculados sob base úmida de 14%.

Os aminoácidos que apresentaram diferenças significativas em concentração de proteínas na farinha e no trigo original se demonstram no Quadro 41.

A média de aumento ou decréscimo, calculado como porcentagem da concentração na proteína do grão de trigo, também é tabulada.

QUADRO 41

MUDANÇAS DO CONTEÚDO DE AMINOÁCIDOS QUANDO
O TRIGO É MOIDO A FARINHA

<u>Aminoácidos</u>	<u>Incremento</u>	<u>Aminoácidos</u>	<u>Decréscimo</u>
	%		%
Ácido glutâmico..	21	Lisina.....	24
Prolina.....	19	Arginina.....	19
Fenilalanina.....	11	Ácido aspartico...	19
Isoleucina.....	9	Glicina.....	17
Leucina.....	8	Alanina.....	14
Serina.....	8	Treonina.....	7
Cistina.....	7	Triptofano.....	7
Tirosina.....	5		

FONTE: HARRIS AND VON LOESECKE (52).

Tres aminoácidos, -metionina, histidina e valina - estão na mesma proporção, tanto na proteína da farinha como na do trigo.

O decréscimo em lisina e triptofano é de particular interesse do ponto de vista nutricional, visto que o trigo já contém pouca quantidade destes dois aminoácidos essenciais. A diminuição do conteúdo de proteína da farinha ressalta mais este ponto, porém em menor grau, desde que o conteúdo de proteína do trigo e de sua farinha diferem, geralmente, cerca de, apenas, 5 a 10%.

O efeito relativamente pequeno da moagem sobre a composição de aminoácidos da farinha, está estimado em torno de 70% do total de proteína do grão contida no endosperma, do qual a farinha principalmente deriva.

A proteína do germe difere mais em composição de aminoácidos, com desvios até a direção oposta daqueles para a farinha. A proteína do germe é geralmente considerada bem balanceada em aminoácidos essenciais.

Efeito do tratamento químico: A produção de farinha de trigo normalmente inclui um tratamento químico para branqueamento e também para melhor apresentação e padronização das características de misturas de massas e produtos panificáveis (65). As modificações em proteínas e lipídios, também têm sido estudadas por varios grupos de investigadores. Menores perdas de metionina, cistina e tirosina foram encontradas entre os aminoácidos, enquanto que houve incipiente oxidação de ácidos graxos insaturados.

Contudo, provas de ganho de peso em animais realizadas por Frazer e col. citados por Harris e Von Loesecke (52), não dão evidências de mudanças significativas na composição nutricional, embora com níveis de tratamento com dióxido de cloro - a gente de branqueamento usado nos Estados Unidos da América - em quantidades mais altas do que a empregada comercialmente.

C A P I T U L O III

PREPARAÇÃO DO PÃO ENRIQUECIDO COM FARINHAS DE SOJA

Os produtos de soja comercialmente utilizáveis na panificação são: farelos, farinhas, proteína concentrada e proteína isolada. Apesar de que vários investigadores, como Mizrahi e colab. (86) e Turro e colab. (138), usaram proteínas concentradas e isoladas para produzir pão, o farelo e as farinhas de soja são os mais comumente usados, comercialmente.

Sem dúvida, o comportamento panificável das farinhas de soja utilizadas nas misturas dependem em grande parte, da forma em que as mesmas foram processadas.

A operação de panificação resume-se em duas fases de trabalho: 1a.) de fermentação; e 2a.) de crescimento (127).

Na primeira fase, a massa é preparada partindo-se somente de farinha de trigo pura. Dependendo do poder de absorção da respectiva farinha, adicionam-se 50 a 60% de água, e mais 2 a 3% de fermento. Daniel (25) e Doose (28), dão ênfase à necessidade de controlar a temperatura da água, a fim de que a massa esteja entre 25-28° C.

O tempo de fermentação varia entre 1,3/4 - 2 horas, devendo ser, como regra geral, interrompida assim que for notada ligeira transparência da massa, pelo fato do gas carbônico ter atingido a sua superfície externa, dando-se por terminada esta fase de trabalho (124). Conforme Pfenning citado por Matz (75), no ambiente de fermentação, as condições devem ser: temperatura de 80° F e 75% de umidade relativa. As condições para pães de

molde são: 100-120° F e 82% de umidade relativa.

Na segunda fase, a massa é colocada em misturadeira, onde sofre um amassamento rápido, suficiente para expelir o gás carbônico formado e incorporar porções necessárias de ar (115). Acrescentam-se à massa 3% de açúcar ou 2% de sal e a farinha de soja na porcentagem de enriquecimento desejado, juntamente com a água restante, que é calculada tomando a porcentagem de absorção de água da farinha pura mais 10%; deste total calcula-se o volume a adicionar.

A incorporação da farinha de soja é feita gradativamente e, uma vez conferido o aspecto e coloração uniformes, a massa é retirada e dividida em porções, de acordo com o tamanho desejado dos pães.

Faz-se a moldagem de cada unidade de massa, a fim de receber o feitio do pão. É recomendável o uso de fôrmas, que recebem as porções de massa moldada.

Observa-se, nesta fase de fermentação, o crescimento de cada unidade e verifica-se que o fermento volta a produzir gás carbônico. Para tal finalidade, as fôrmas são levadas novamente à câmara de fermentação em cabine de crescimento, onde a temperatura deverá estar regulada entre 37-39° C. e a umidade relativa de 85 a 90%.

O crescimento da massa tem a duração média de uma hora, estando pronta para ser enfiada quando os gases atingem a superfície e, este ponto é conhecido pelo padeiro prático, apenas tocando-a com o dedo e verificando o estado de gaseificação.

Enfornamento. A massa nas suas respectivas fôrmas deverá seguir imediatamente para o forno, a fim de não ser influenciada pela temperatura ambiente, em geral, abaixo da temperatura atingida pela massa.

O forno deverá estar regulado entre 210° e 230° C. de temperatura. O tempo de cozimento pode variar de 20 a 30 minutos, dependendo da quantidade da massa na fôrma. O escurecimento da crosta é mais rápido, devido à presença da soja. O pão, uma vez pronto, apresenta crosta mais dourada que o pão de farinha de trigo pura e o miolo é de coloração amarelada.

Numerosos problemas surgem em panificação (35), quando se empregam elevadas porcentagens de farinha de soja, como por exemplo as diferenças de composição química e propriedades físicas importantes na qualidade panificável (como já foi visto no Capítulo I).

Em vista de que esta revisão bibliográfica tem como objetivo principal determinar o equilíbrio de aminoácidos essenciais no pão, será feito um breve estudo comparativo das farinhas de soja usadas na panificação, em diversas porcentagens.

Geralmente, as farinhas de soja se classificam de acordo com o teor de gordura que contém. Vimos que, hoje em dia as mais acessíveis para panificação são as farinhas com baixo teor de gordura, desengordurada e integrais, que fazem variar o conteúdo de numerosos constituintes como proteínas, porcentagem de aminoácidos essenciais, minerais, fibras, lecitina e vitaminas entre outros.

Rohr (117) afirma que experiências de farinha de trigo enriquecida com até 4% de soja, demonstraram não haver modificações consi-

deraveis na aparência do pão, conforme se demonstra no Quadro 42.

QUADRO 42

EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DE SOJA SOBRE
ALGUMAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SENSÓ-
RIAS, EM PANIFICAÇÃO

Determinação	100 % trigo	2% Farinha de Soja	4% Farinha de Soja	6% Farinha de Soja
Aparência da massa...	normal	normal	normal	normal
Rendimento da massa...	160	160	160	160
Rendimento do pão...	137	138	138	139
Rendimento de volume...	319	305	295	274
Elasticidade da casca	boa	boa	boa	boa
Gosto.....	normal	s/altera- ção	s/altera- ção	ligeiramen- te caracte- rístico de feijão

FONTE: ROHR (117).

Faulkner e Simpson (35), resumem no Quadro 43 as experiências realizadas em 18 amostras de farinhas de soja, obtidas de diferentes partes dos Estados Unidos da América.

Como se pode observar pelos dados do Quadro 43 não foram encontradas diferenças notáveis entre as 18 amostras, de acordo com o tipo de farinha, porém nota-se tendência de diminuição do teor de umidade, peso por unidade de volume e capacidade de absorção da água, enquanto aumenta o teor de gordura. Por outro lado, o tamanho da partícula de farinha, tende a aumentar quando a porcentagem de gordura se eleva. As farinhas integrais parecem tornar-se mais escuras do que aquelas que contêm menos gordura.

QUADRO 43

COMPARAÇÃO DE 18 AMOSTRAS DE FARINHA DE SOJA

Tipo de Amostra	Nº	Teor de umidade	Teor de gordura		Peso por xícara de farinha	Água absorvida por 100 g. de farinha	Diâmetro médio de partícula de farinha	Cor	
			Base Úmida	Base seca				Placa nº	Grau
		%	%	%	g.	ml.	microns		
Minima 0,57 a 1,01%	1	7,32	0,94	1,01	118,9	250	31,6	9 B1	claro
	2	7,04	0,53	0,57	104,2	280	29,3	9 B2	claro
	3	6,89	0,91	0,98	124,5	260	27,0	9 C2	médio
	4	7,42	0,67	0,94	125,0	260	32,0	9 C2	médio
Baixa 3,5 a 8,0%	5	5,43	6,17	6,52	73,4	240	34,2	9 B1	médio
	6	6,56	3,37	3,50	77,1	250	37,6	9 B1	claro
	7	5,79	7,54	8,00	72,9	240	36,7	9 C2	escuro
	8	6,37	5,40	5,77	108,8	240	32,9	9 B2	médio
	9---	6,57	5,47	5,88	96,6	240	29,7	9 C2	médio
Alta 20,37 a 23,77%	10	4,86	22,28	23,42	55,4	180	52,0	9 B1	médio
	11	4,75	22,84	23,77	58,2	180	43,8	9 D2	escuro
	12	5,19	22,53	23,76	57,5	170	47,7	9 B1	médio
	13	4,90	22,28	23,41	58,0	180	50,1	9 C2	escuro
	14	5,39	20,39	21,55	59,1	230	54,8	9 C1	escuro
	15	4,67	22,11	23,19	59,3	180	54,3	9 C2	médio
	16	5,86	21,31	22,64	58,9	230	50,6	9 D1	escuro
	17	5,61	21,95	23,25	69,2	180	44,0	9 D2	escuro
	18	5,16	19,32	20,37	105,9	180	47,9	10 C2	escuro

1 - O número da placa corresponde a " Dictionary of color" de Meers e Paul, usado para efeito de comparação das amostras.

FONTE: Faulkner e Simpson (35).

Pomeranz (106), sugere que a relação calor/valor nutritivo da soja não é necessária quando ela se destina à panificação. Observa ainda que durante o processo de enfiamento o aquecimento é suficiente para destruir os fatores antinutricionais da farinha de soja natural.

A farinha de soja é rica em muitos enzimas, tais como lipoxida-se, urease, amilase, lipase e protease. Preparações de lipoxida-se a partir de farinha natural têm sido usadas em pequenas quantidades para branquear, melhorar a massa e seu sabor (151).

Tsen e Hlynka (132) sugerem que no mecanismo de melhoramento está envolvida a oxidação do grupo sulfidrilo na massa pelos peróxidos das gorduras, formados durante a oxidação dos lipídios através da catálise da lipoxidase.

Ofelt e col. (92), Finney (39) e Pollock e Geddes (103) afirmam que a farinha de soja abrande a massa de pão e reduz o seu volume. Ofelt e col. (91,92) opinam que a amilase, protease ou alguns outros enzimas não identificados ou substâncias redutoras produzem esses efeitos.

Os enzimas são facilmente inativados por aquecimento. O Quadro 44 mostra os efeitos do calor sobre várias atividades enzimáticas na farinha de soja, citado por Hafner (50). Uma vez tratada termicamente, na forma apropriada, as atividades enzimáticas da farinha de soja poderiam ter ou não efeitos nas propriedades da massa, ou nas características de panificação.

Existem duas objeções para o uso das farinhas de soja crua em panificação: uma, é o odor a feijão cru e sabor amargo, que podem ser evitados usando produtos tostados. Outra, sem dúvida, a cor escura

do tostado se reflete no produto panificado e, as vezes, afeta outras propriedades, particularmente, em pães brancos. Paulsen e col. (100) dizem que a farinha de soja quimicamente tratada tanto com cloreto de cálcio e peróxido de hidrogênio, aumenta seu comportamento panificável.

QUADRO 111

ATIVIDADE DOS ÊNZIMOS DA FARINHA DE SOJA, SOB VÁRIOS TRATAMENTOS

Ênzimos	Não cozida PDI 80 - 100	Parcial- mente co- zida PDI 50 - 80	Completa- mente co- zida PDI 20 - 50	Tostada PDI 0 - 20
Lipoxidase.....	+	-	-	-
Urease.....	+	+	+	-
Diastase.....	+	+	-	-
Lipase.....	+	+	-	-
Protease.....	+	+	-	-

FONTE: HAFNER (50).

Bookwalter e col. (11), já citados anteriormente, encontraram que a farinha de soja obtida por extrusão e usadas para enriquecer a farinha de trigo, melhora suas características panificável.

A qualidade do pão é afetada quando se emprega farinha de soja de diferente granulometria. As massas, às quais se incorporam farinha de soja finamente pulverizada, necessitam mais água e agitação e, ligeiramente, mais bromato que aquelas com produtos de soja mais grossos (11); neste último caso obtém-se pão de melhor cor, textura e maior volume do que adicionando

produtos de soja de reduzida granulometria. A soja granulada tostada produziu pães mais apetitosos, mas confere uma cor castanho/marron indesejável ao pão (106).

1. Modificação da prática do processamento. Paralelamente ao tratamento da farinha de soja para uso em panificação, varias técnicas têm sido testadas para modificar o processo de panificação, sendo uma das mais importantes a aplicação de aditivos.

Notaveis investigadores, tais como Ofelt e col. (90), (91), (93), bohn e Favor (15), Bayfield e Swanson (7), Finney (39) e Finney e col. (41) têm demonstrado que os seguintes fatores melhoram as características panificaveis da farinha enriquecida com produtos de soja: a) aumentando a absorção (39,90,93); b) de crescendo o tempo de mistura (40,15); c) incrementando os tratamentos com oxidantes (bromatos) (39,31,93, 7) e d) reduzindo o período de fermentação (15, 7).

Matthews e col. (79) recentemente estudaram mudanças de tempo e formulação da mistura com pães contendo farinhas de sementes de oleaginosas, incluindo até 25% da farinha de soja.

Pomeranz e col. (108, 109) têm publicado uma série de estudos sobre o efeito dos lipídios na qualidade dos pães e mostram a importância dos componentes glicolipídicos da farinha de trigo. Os citados investigadores, Pomeranz, Shogren e Finney, em 1969, acharam que agregando glicolipídios (natural e sintéticos ou sucroésteres) à farinha de trigo, foi possível adicionar até 16% de farinha de soja e outros produtos ricos em proteínas,

às formulas de pão, sem perdas significativas nas qualidades físicas. Sem dúvida, glicolípídios naturais são antieconômicos e o uso de sucroésteres não foi ainda permitido pela Administração de Alimentos e Drogas dos Estados Unidos da América. Kim e De Rutter (68, 69) têm desenvolvido fórmulas para fabricação de pão com farinha de trigo e outras farinhas, bem como misturas de farinhas não triticas, usando monoestearato de glicerilo, estearoil-2-lactilato de calcio, o hidroxipropil-metil-celulose como agentes emulsificantes. Pringle, Williams, e Hulse (109) afirmam que pode ser feito pão aceitável com massas preparadas mecânicamente, de farinhas compostas. Sem dúvida, os objetivos dos trabalhos com farinhas compostas é substituir, mesmo em parte, a farinha de trigo por outras farinhas ou alimentos, nos países importadores de trigo, obtendo-se pães altamente protéicos - como é o objetivo desta revisão bibliográfica. Tsen (133, 134) realizou estudos sobre vários surfactantes, em relação aos efeitos de força da massa, mostrando que o estearoil-2-lactilato de sódio (SSL) e estearoil-2-lactilato de calcio (CSL) podem formar um complexo com o gluten, para estabilizar a ação total do mesmo. Recentemente, numerosos trabalhos foram realizados sobre os efeitos de SSL e CSL, destacando-se os de Thompson e col. (130), Bechtel e col. (10), Ma nett e col. (77), onde resumidamente asseveram que o CSL incrementa as tolerâncias da massa e melhora a qualidade do pão. O SSL confere força à massa e permite a elaboração de produtos de confeitaria usando levedura e alcançando excelente vida comercial, bom vo

lume e textura suave, conforme Tenney e col. (129).

Os efeitos de acréscimo de força da massa imprimidos pelo CSL e o SSL, juntamente com o melhoração da qualidade do pão, têm despertado o interesse em suplementar a massa de farinha de trigo tratado com CSL ou SSL, com altas porcentagens de farinha de soja ou produtos alimentícios ricos em proteínas. Os mais preeminentes investigadores e entre os quais se destacam Tsen, Hoover e Phillips (135), examinaram extensivamente as condições para a preparação de pão enriquecido com farinha de soja, explorando a eficiência do CSL ou SSL como aditivos e simplificando os métodos para produção de pão misto.

2. Condições para a preparação do pão enriquecido com farinha de soja. Esquematizando os trabalhos de Tsen e col. (135,136), Hoover (60), Finney e col. (41), Bohn e Favor (15) pode-se estabelecer condições ótimas de processamento para a fabricação de pão altamente proteico atendendo, principalmente, a três fatores: a) mistura; b) absorção e c) oxidação.

a) Mistura: a mistura de massas é particularmente crítica na determinação da qualidade do pão que contém farinha de soja. Como se vê no Quadro 45, o tempo ótimo para mistura de massa de soja é de 2,1/2 minutos, comparado com 5,1/2 minutos para o controle.

Isto quer dizer, que a mistura requerida é somente 45% menor, quando 12% de farinha de soja são incorporados (135).

O fato de que a massa de soja requer curta agitação é confirmado por Finney e col. (41) e por Bohn e Favor (15).

QUADRO 45

EFEITO DO TEMPO DE AGITAÇÃO SOBRE A QUALIDADE
DO PÃO CONTENDO 12% DE FARINHA DE SOJA E
0,5% SSL

Tempo de agitação (min.)	Média vol./lb. cc.	Vol. esp. medio cc/g.	Qualificação do pão	
			I	E
1/2	2152	4,74	2	2
1 1/2	2606	5,74	6	5
2 1/2	2860	6,47	6	8
3 1/2	2851	6,28	5	7
4 1/2	2601	5,73	3	6

Tempo de mistura: 5 1/2 min. para massa controle.

FONTE: TSEN, HOOVER AND PHILLIPS (135).

b) Absorção: o poder de absorção varia quando a farinha de trigo é enriquecida com farinha de soja. Isto está confirmado por Finney (39), Ofelt e col. (93). No Quadro 46 a absorção ótima da farinha enriquecida com 12 % de farinha de soja flutua entre 77 a 79%, havendo um incremento de 11 a 13%, sobre a massa controle (66% de absorção, citado por Tsen e Col. (135). Assim, cerca de 1% de água extra é requerido para cada 1% de farinha de soja adicionado à massa.

QUADRO 46

EFEITO DE ABSORÇÃO SOBRE A QUALIDADE DO PÃO
CONTENDO 12% DE FARINHA DE SOJA E 0,5 % SSL

Absorção %	Vol. específico medio do pão cc/g	Qualificação do pão	
		I	E
73	6,29	5	8
75	6,47	6	8
77	6,59	6	8
79	6,60	7	8
81	6,56	7	6

Absorção: 66% para massa controle.

FONTE: TSEN, HOOVER AND PHILLIPS (135).

c) Oxidação: Muitos efeitos adversos da farinha de soja podem ser vencidos pelo incremento de bromato de potássio, segundo afirma Finney (39), Ofelt e col. (93,94) e Bayfield e Swanson (7). No Quadro 47 se vê que 20 ppm de bromato é ótimo para cridar a farinha enriquecida com 12% de farinha de soja. Tsen e col. (135) estimam que a adição ótima de bromato, pode ser aproximadamente 1,7 ppm por cada 1% de farinha de soja acrescida.

QUADRO 47

EFEITO DO BROMATO SOBRE A QUALIDADE DO PÃO
CONTENDO 12% DE FARINHA DE SOJA E 0,5% SSL

Bromato ppm	Vol. específico medio do pão cc/g.	Qualificação do pão	
		I	E
10	5,73	6	5
20	6,42	8	8
30	6,40	7	7
40	6,20	7	7
50	6,10	7	6

FONTE: TSEN, HOOVER AND PHILLIPS (135).

3. Efetividade do SSL e CSL. Tsen e col. (135) demonstram, de acôrdo com a figura 8 e o Quadro 48 que o SSL e CSL podem melho-
rar as características panificáveis da farinha enriquecida com 12% de farinha de soja. O SSL difere do CSL em solubilidade, a
presentando superioridade comprovada.

4. Efeitos de diferentes níveis de farinha de soja. Agregando-se farinha de soja afeta-se adversamente o volume do pão e a
qualificação do produto final; o efeito adverso se intensifica à medida que aumenta a porcentagem de farinha de soja. Tsen e col. (135,136) asseguram que tanto SSL, CSL e EM (monoglice-

ridios etoxilados) aliviam esses efeitos adversos, de tal maneira que, pães enriquecidos de proteínas podem ser feitos a partir de farinha de trigo e farinha de soja. Esses cientistas afirmam que 0,5% de SSL, 12% de farinha de soja desengordurada e tratada podem ser incorporados à farinha de trigo para produzir um pão aceitável, enquanto que a farinha de soja integral pode ser adicionada até 24% (137).

5. Processo sem fermentação para fabricação de pães altamente protéicos. Tsen e Tang (137) da Universidade de Kansas aperfeiçoaram um método simples para a fabricação de pães ricos em proteínas que padeiros, sem muito conhecimento ou prática em panificação, facilmente podem produzir.

Os mesmos acham que o processo sem fermentação simplificava os atuais métodos de panificação, com vistas a obter pães altamente protéicos e que dão maior volume com mais uniformidade porosa, do que o realizado pelo processo de 40 a 75 minutos de fermentação da massa, seguido de cozimento, no método usual (Quadro 49 e Figura 9). Em suas experiências confirmaram que o método sem fermentação oferecem excelentes propriedades de moldeio, enquanto que as massas fermentadas por 75 minutos produziram crostas enrugadas no produto final.

O SSL melhora sensivelmente o comportamento panificável do processo sem fermentação com 12% de farinha de soja. Os pães feitos com SSL agregado em uma proporção de 0,5%, têm um volume aceitável, porosidade excelente, aparência boa, melhor quebra e migalha, quando comparado com um pão controle e outro elaborado com manteiga, como se pode ver na Figura 10 e o Quadro 50.

Como conclusão de suas provas, Tsen e Tang (137) afirmam que o processo sem fermentação não requer misturadeira especial de alta velocidade, como requer o processo "Chorleywood", ou o uso de cisteína, como no processo "Reddisponge", em razão de que a farinha de soja reduz o tempo da mistura como o requisito de fermentação.

QUADRO 48

EFEITOS DO TRATAMENTO INDICADO DE SSL O CSL
SÔBRE O VOLUME ESPECIFICO DO PÃO COM FARINHA
ENRIQUECIDA COM 12% DE FARINA DE SOJA

Agente	Quantidade adicionada %	Vol. esp. medio cc.	Vol. esp. medio do pão cc/g.	Qualificação do pão	
				I	E
Contrôle	0	2443	5,38	3	4
SSL	0,25	2556	5,63	6	7
	0,50	2835	6,25	7	8
	1,00	2833	6,24	7	7
CSL	0,25	2479	5,46	6	4
	0,50	2561	5,69	7	5
	1,00	2615	5,76	7	6

FONTE: TSEN, HOOVER AND PHILLIPS (135).

QUADRO 49

EFEITOS DOS TEMPOS DE FERMENTAÇÃO E DESCANSO,
E BROMATO DE POTÁSSIO

Tempo de fermentação (min.)	Tempo de descanso (min.)	Bromato potássio ppm	Vol. esp. medio cc/g.	Qualifi- cação do grão	Pão No.
00	30	60	5,90	9	1
00	40	60	5,95	9	2
00	50	60	5,85	8	3
00	40	30	5,90	7	4
40	20	40	5,20	5	5
40	30	40	5,70	6	6
40	40	40	5,55	6	7
75	20	30	5,05	4	8
75	30	30	4,95	5	9
75	40	30	4,90	5	10
75	30	60	4,95	5	11

FONTE: TSEN E TANG (137).

QUADRO 50

EFEITOS DE ADITIVOS, LEVEDURA E BROMATO
DE POTÁSSIO

Aditivo %	Levedura %	Bromato potássio ppm.	Vol. esp. medio cc/g.	Qualifi- cação do grão	Pão No.
0	3,0	60	4,15	4	1
3% gordura	3,0	60	5,45	5	2
0,25 % SSL	3,0	60	5,30	5	-
0,50 % SSL	3,0	60	6,30	9	3
0,50 % SSL	2,5	60	6,15	7	5
0,50 % SSL	3,5	60	6,30	8	6
0,50 % SSL	3,0	40	6,50	9	7
0,50 % SSL	3,0	80	6,50	8	-

FONTE: TSEN E TANG (137)

6. Efeito da redução de gordura usando SSL ou CSL na panificação. A maioria dos padeiros comerciantes dos Estados Unidos da América adicionam 3% de gorduras parcialmente hidrogenadas ("shortening") ou manteiga, para produzir pão branco. Elas não são normalmente adicionadas ao pão branco, na maioria dos países europeus e mesmo na Austrália.

Tais gorduras podem ter influência marcante na mistura da massa, na manipulação, na resistência e volume do pão, além de conferir palatabilidade desejável e preservação mais longa das propriedades do pão acabado. De todas estas, a mais importante é o aumento substancial do volume do pão.

Na elaboração do pão de fôrma, quando se adicionam 0,25 a 0,5% de SSL e CSL à fórmula do pão, é possível reduzir e substituir as gorduras parcialmente hidrogenadas, normalmente requeridas no pão branco ou aquele que contenha 12% da farinha de soja. O SSL é mais eficaz do que CSL na economia das gorduras, conforme Hoover (60).

Na produção de pão enriquecido com soja, 0,5% de SSL substitue todas as gorduras dando um pão aceitável, superior em volume e qualidade da massa, àquele com 3% de gordura.

Com apenas 0,25% de SSL ou CSL e 1 ou 2% de gordura, há uma ação complementar entre eles, resultando maior volume do que quando se adiciona cada um deles individualmente. Tsen e Hoover (136), afirmam que pães brancos armazenados a 25° C durante 5 dias apresentaram-se ligeiramente mais macios quando continham SSL em comparação aos que possuíam gorduras.

C A P I T U L O I V

ASPECTOS DIVERSOS

1. Nutricional. Estudos nutricionais sobre enriquecimento de farinhas de cereais com soja tem sido realizados desde 1.938 (89). A maioria destes estudos foi realizada durante o período 1.944-1.955 (7,16,19,20,49,53 e 62), cujos resultados são, usualmente, expressos em valores PER e NPU. Na Figura 11 tem-se os valores PER que variam, dependendo da farinha de trigo usada e da farinha de soja empregada para enriquece-la. Recalculando o valor PER por outra equação, um novo termo denominado EPC (Effective Protein Concentration) é obtido.

$$EPC = \frac{PER}{2,5} \times P = \frac{NPU}{0,54} \times P$$

P = % proteína no alimento.

Os valores são simplesmente devidos as porcentagens médias de proteínas achadas experimentalmente, nas carcassas de ratos usados nos estudos de PER - cerca de 21,5% . O valor EPC representa a porcentagem de um alimento que é considerado ser uma proteína completamente efectiva biologicamente. Os valores EPC, portanto, demonstram o teor de proteína encontrado em 100 grs do produto alimenticio.

Na Figura 12 estão os valores EPC de produtos de cereais e de vários agentes de enriquecimento que se utilizam para melhorá-los, observando-se que a farinha de soja tem o mais alto valor EPC.

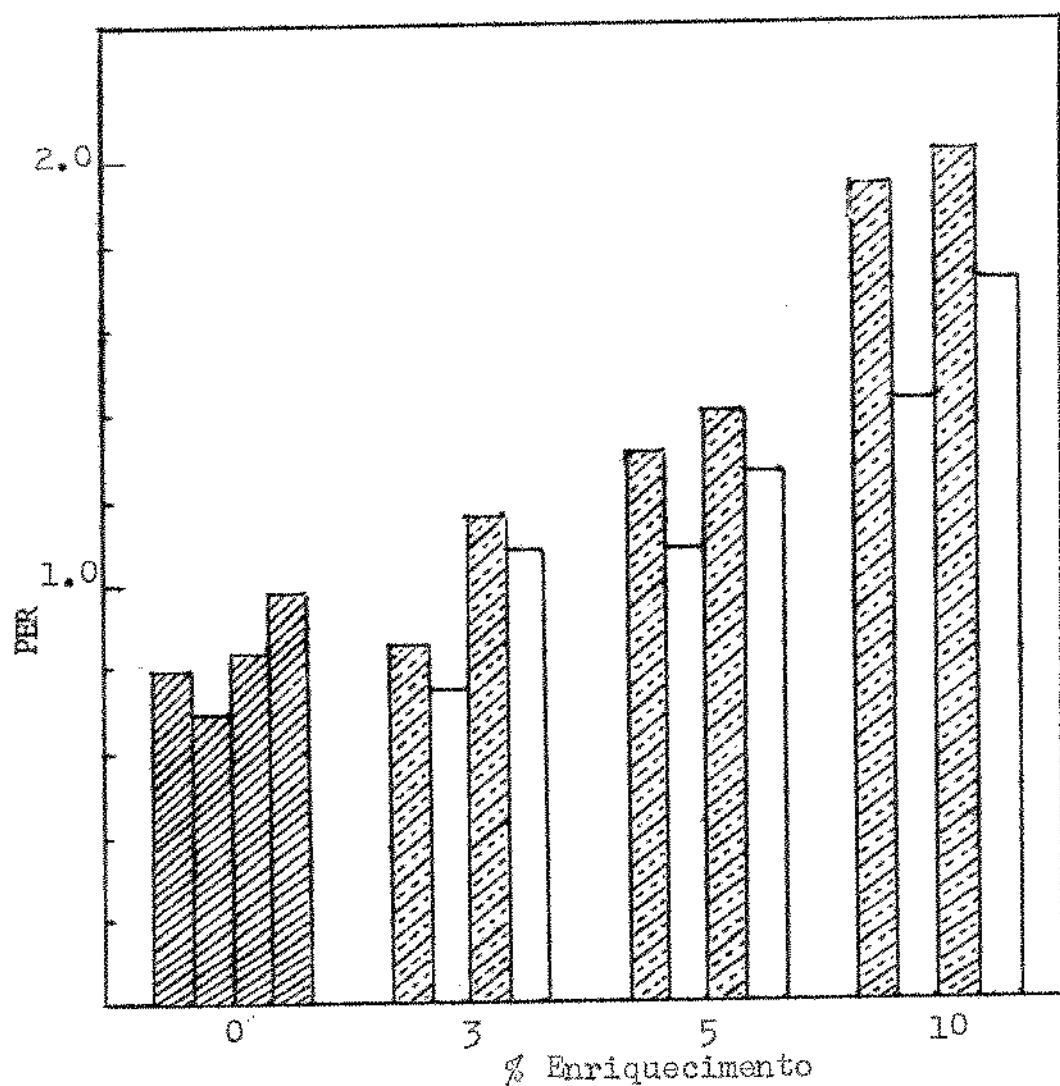


Figura 11. Valores PER para farinha de trigo com enriquecedores.

FONTE: POUR-EL, A., The Use of Soy Products in Cereal Flour - Archer Daniels Midland Co. Publication. Pag. 96. 1.971.

-  Farinha de trigo comercial.
-  + farinha de soja.
-  + leite em pó desengordurado.

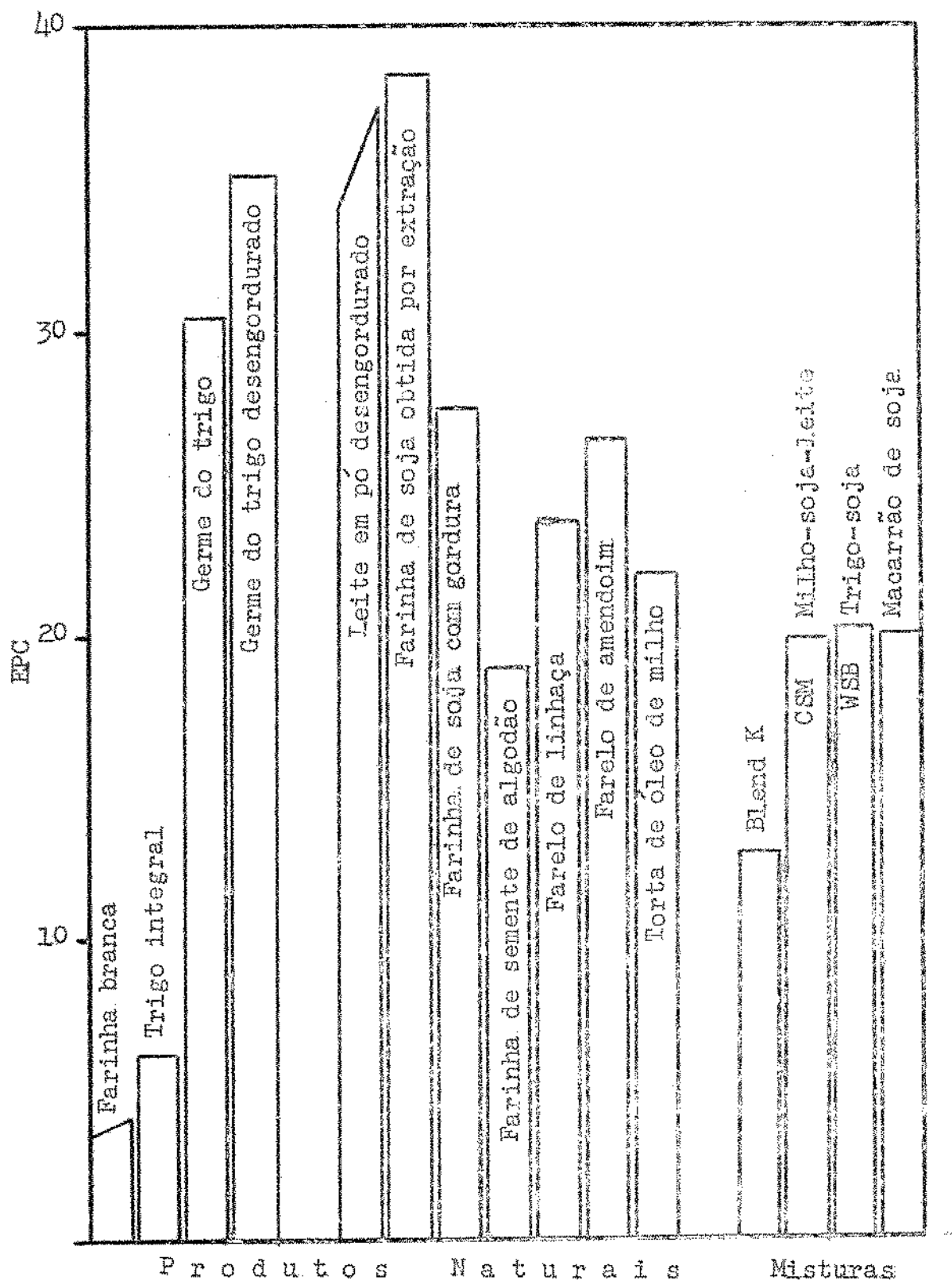


Figura 12. Características biológicas das proteínas de varias farinhas e agentes enriquecedores.

FONTE: POUR-EL, A., The Use of Soy Products in Cereal Flour - Archer Daniels Midland Co. Publication. Pag. 97. 1.971.

Há que destacar que, tratando-se de enriquecimento nutricional, não se deve considerar o valor biológico do alimento em forma pura e sim testar quais os benefícios que surgem quando são misturados, procurando-se o valor Δ EPC. Logo:

$$\Delta \text{ EPC} = \text{EPC}_{\text{mistura}} - \text{EPC}_{\text{controle}}$$

Projetando-se num gráfico Δ EPC versus $\underline{g}$ (porcentagem de enriquecedor usado na mistura), obtém-se uma linha que representa o efeito do enriquecedor. Se esta relação é linear, tem-se:

$$\Delta \text{ EPC} = \text{EPC}_{\text{controle}} - f \cdot c$$

onde f = poder de enriquecimento.

Na Figura 13 pode-se notar o comportamento dos enriquecedores usuais quando são usados na farinha de trigo comum. Nota-se que a linha da farinha de soja tem mais alta inclinação que as demais. Alguns deles não mostram uma linha reta, porém os mesmos se situam abaixo da linha da farinha de soja.

Para enriquecimento do trigo duro (*Triticum durum*) de macarrão com Ardex (uma farinha de soja quimicamente tratada), a inclinação parece ser ainda mais pronunciada. Para proteína isolada de soja não foram achados valores equivalentes, para uma série de concentrações, mas dos encontrados a curva parece ser menor do que a obtida com farinha de soja (86).

A fortificação com lisina segundo Stilling e colab. (126) não é muito efetiva acima de 0,4% e cai abaixo do valor obtido pela adição de 12% de farinha de soja.

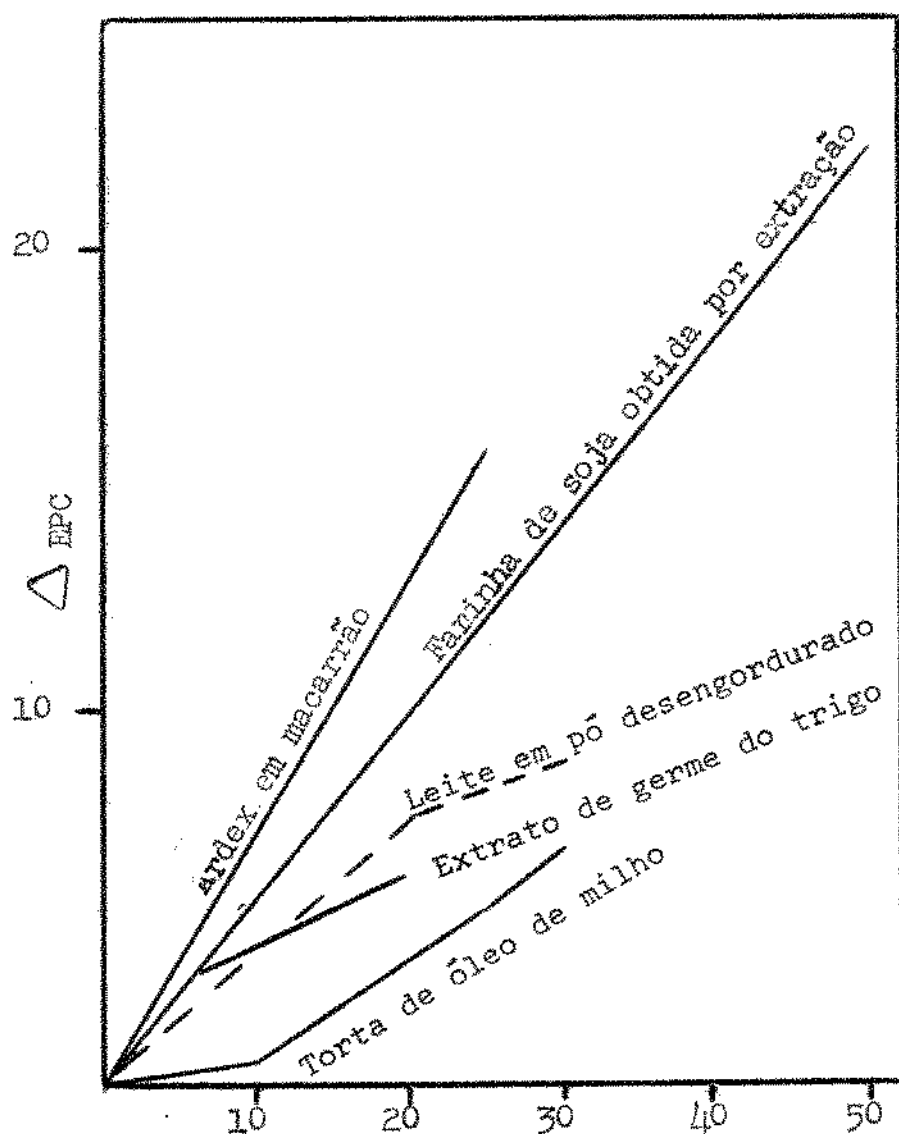


Figura 13. Poder enriquecedor de varios agentes.

FONTE: POUR-EL, A., The Use of Soy Products in Cereal Flour - Archer Daniels Midland Co. Publication. Pag.98. 1.971.

Outra forma de apresentar o poder de enriquecimento de um alimento é colocar em gráfico o valor Δw , que se define como a porcentagem de economia na quantidade necessária para prover uma taxa suficiente de proteínas para a subsistência.

Essencialmente, assim se inverte o método dado nos trabalhos de Carpenter citados por Campbell (21) onde se estimava a eficiência da proteína baseada na quantidade a ser consumida.

Se Δw é colocado em gráfico para farinha de soja e leite em pó, nota-se, na Figura 14, que as linhas não são lineares em toda sua extensão (devido à natureza da equação), porém a farinha de soja é superior ao leite em pó, seu mais próximo competidor.

Isto significa que, se se deseja ter suficiência de proteína da farinha de cereal enriquecida, se necessita menos quantidade de alimento quando se utiliza farinha de soja do que quando se usa leite em pó.

QUADRO 51

PODER ENRIQUECEDOR DE VARIOS PRODUTOS

<u>Enriquecedor</u>	<u>f</u>	
Leite em pó.....	0,315 (inicial)	0,284 (final)
Farinha de soja.....	0,445	
Germe do trigo.....	0,500 (inicial)	0,300 (final)
Farelo de milho.....	0,200 (media)	
Semente de algodão....	0,320 (media)	

FONTE: POUR-EL, A., The Use of Soy Products in Cereal Flour - Archer Daniels Midland Co. Publication
Pag.100. 1.971.

É assim manifestamente que, como agente de enriquecimento, a farinha de soja é superior a todos os demais.

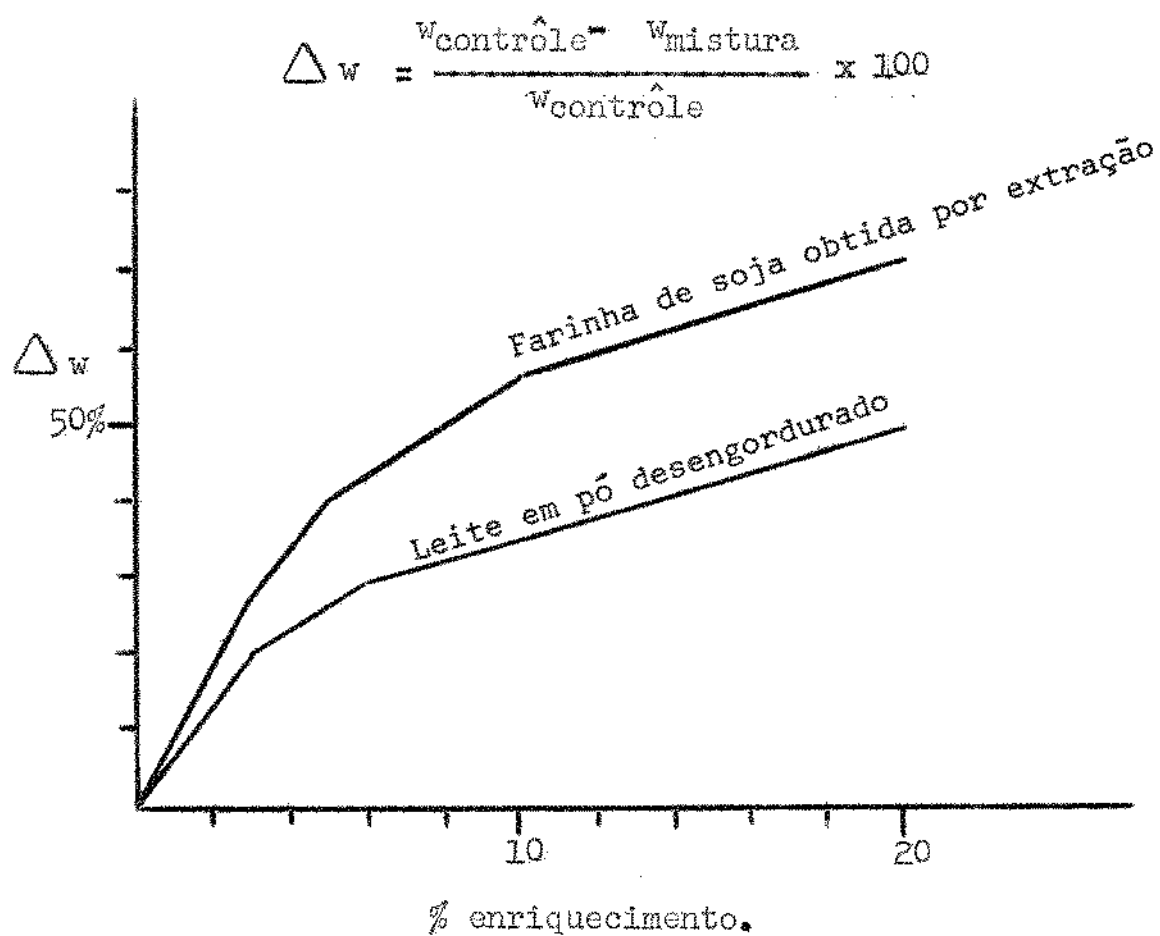


Figura 14. Requisitos de suficiência de farinha de trigo enriquecida.

FONTE: POUR-EL, A., The Use of Soy Products in Cereal Flour - Archer Daniels Midland Co. Publication, Pag.101. 1.971.

2. Funcional. Além de seus usos diretamente em alimentos à base de cereais, onde a funcionabilidade não é tão afetada como no caso trigo-soja (WSB) e mistura de milho-soja-leite (CSM), o uso da farinha de soja em panificação incrementa a capacidade de retenção de água, confirmados por Hafner (51), Turro e Sipos (138), Bohn e Favor (15), Pollock e Geddes (103), Matthews e col. (79) e a diminuição da rancidez, conforme Rainey e Horan (114). O produto Ardex testado, demonstrou marcante melhora, mesmo ao nível de 3%.

Retenção de água.....	21%
72 hs. de envelhecimento (staling).....	47%

Em massas contendo nozes, a absorção de gordura é reduzida a 50% quando as mesmas são fortificadas com 12% de soja.

Em "waffles" e "pancakes" a presença de farinha de soja reduz a aderência e incrementa a suavidade, enquanto que nos pasteis a cor e o frescor são melhorados.

Paulsen (99) demonstrou claramente que a presença de farinha de soja nas pastas alimentícias aumenta a firmeza e resistência ao superaquecimento, enquanto decresce a aderência.

O efeito contrário mais notável se verifica no pão misturado com farinha de soja que apresenta perda de volume. Isto foi estudado extensivamente por Bohn e Favor (15), Pollock e Geddes (103), Matthews e col. (79), Bayfield e Swanson (7), Finney (38), (39), e Ofelt e col. (93); entretanto, alguns autores apresentam dados pelos quais se demonstra que esse efeito pode ser diminuído com aditivos (Bohn e Favor (15), Bayfield e Swanson (7), Finney (38), (39), Ofelt e col. (92), (93) e Puchko

va e Cristova (110)), apesar de que outros cientistas tais como Mizrahi e colab.(86) não tem o mesmo ponto de vista.

Tal efeito peculiar da farinha de soja na fabricação de pão, foi definitivamente demonstrado que pode ser diminuído ou, às vezes, completamente evitado pelo uso de:

- a) produtos de soja quimicamente tratados conforme Paulsen e Horan (100).
- b) aditivos de lipídios, conforme Adler e Pomeranz (1), Pomeranz (105), (106) e Pomeranz e col. (109).
- c) procedimentos especiais no processo de panificação citados por Bohn e Faver (15), Matthews e col.(79), e Pomeranz (106).

Esses procedimentos especiais, entre outros, representam moagem mais grosseira, tempo de mistura mais prolongado, tal como propõe Finney (40), Matthews e col.(79). Adler e Pomeranz (1) e Pomeranz (106) recomendam menos fermentação e mais água. Matthews e col.(79), Ehle e Jansen (29) alegam que a primeira objeção que acharam por parte dos padeiros é a cor parda do produto causando impressão negativa aos consumidores. Essa cor se reduz com a adição de glicolipídios e assim se pode produzir pães com boa coloração, pelo uso moderado de misturas de farinha de soja com aditivos permitidos pelas legislações dos respectivos países, segundo Rainey e Horan (114).

3. Palatabilidade e aceitabilidade. A utilização de uma equipe de degustadores treinados para detectar o gosto em produtos que contenham soja, foi citado por Ofelt e col.(93). O método é valioso e útil quando há interesse em determinar a persistência do sabor à soja, mas não é indicado quando se procura estabelecer normas ou padrão de palatabilidade.

De acordo com Ofelt (39), em provas de palatabilidade, quando se emprega pequeno numero de degustadores treinados, se considera insuficiente seu veredito, em comparação a um grande numero de provadores treinados, porque há evidências de que a farinha de soja ao nivel de 5%, definitivamente, não afeta a palatabilidade.

Testes de aceitação do consumidor sem prévio conhecimento da adição de farinha de soja ao pão indicam que com a adição de até 7%, houve maior consumo do que com o pão não enriquecido, em um período similar. Esses dados são mostrados no Quadro 52.

QUADRO 52

ACEITABILIDADE DE PÃO ENRIQUECIDO COM SOJA

Farinha de soja adicio- -nada.	Especie	Quantidade consumida sob controle						
		%						
Teste		4	5	6	7	10	19	30
1	Humana	-	0,5	0,2	1,5	-	-	-
2	"	29	-	4,0	19,0	-	-	-
3	"	40	1,0	-	11,0	-	-	-
4	"	-	-	-	-	-	5,0	-
5	Ratos	-	44,0	-	-	90,0	-	-
6	"	-	-	-	-	-	-	310
7	"	-	15,0	-	-	-	-	-

FONTE: POUR-EL, A., The Use of Soy Products in Cereal Flour. Archer Daniels Midland Co. Publication. Pag. 104. 1971.

Em provas realizadas com ratos, verificou-se que a adição de farinha de soja ao pão não diminuía a quantidade consumida diariamente por eles, mas sim, aumentava.

A "resistência" à aceitabilidade do pão com farinha de soja parece ser puramente psíquica. É natural que se possa habituar

a um determinado gosto, e no caso específico do pão de soja esse hábito, poderá ser perfeitamente adquirido através da oferta contínua por parte dos mercados consumidores.

4. Ensaio de panificação. Para determinar o potencial de panificação da farinha de soja cozida por extrusão, foram realizadas provas usando farinhas preparadas a três níveis de cada tratamento térmico, como se pode ver pelo valor NSI e a atividade da urease (14).

QUADRO 53

CONDIÇÕES DA FARINHA DE SOJA COZIDA POR EXTRUSÃO

Processo	Umidade %	Tempo de retenção (min.)	Temp. (° F)	NSI (%)	Atividade da urease (unidades pH)
Sómente tratamento térmico a seco (DHT)	-	-	-	68	1,6
Extrusão 1.....	15	1,25	250	51	0,7
Extrusão 2.....	20	2,0	250	26	0,2

FONTE: BOOKWALTER, MUSTAKAS, KWOLEK, MCGHEE e ALBRECHT (14)

NSI - Índice de solubilidade de nitrogênio.

Foram usadas farinhas de trigo comercial, para ensaios de panificação, com as seguintes características: 13,3% de umidade; 11,8% de proteína; 0,45% de cinzas; 61,0% de absorção; 550 índice de malte; 35 índice de tolerância mecânica; tempo para atingir o pico (altura máxima) "peak time" 5,5; e 5,5 ppm de bromato de potássio. Dextrose hidratada comercial, leite em pó, α -monoglicerídios, óleo de soja e flocos de óleo de so

ja totalmente hidrogenado foram incorporados em toda a massa para pão.

Os ensaios de panificação foram realizados conforme as normas para massa-esponja, método de pão de libra (AACC 1.962) exceto para a formulação da massa. As formulações de esponja (700 g. de farinha como base) para todas as provas foram:

	g.
Farinha de trigo (14% m.b.).....	420,0
Água.....	268,0
Levedura prensada.....	13,0
Nutrientes de levedura.....	3,5

A formulação dos nutrientes de levedura era de:

	%
Cloreto de amônio.....	9,7
Bromato de potássio.....	0,3
Sulfato de cálcio.....	25,0
Cloreto de sódio.....	25,0
Amido.....	40,0

As farinhas de soja integral com DHT e de extruções 1 e 2 citadas no Quadro 53 foram adicionadas às massas do pão nas proporções mostradas no Quadro 54, depois da fermentação no estágio de re-mistura da preparação da massa.

Farinhas de soja integral aos níveis de 2,6 e 5,3% foram comparadas com leite em pó desengordurado (proporções 3 a 6%) com uma composição equivalente em proteína, açúcar redutor e gordura.

As farinhas integrais DHT e de extrusão 1 foram agregadas à massa nas proporções de 5, 10, 15 e 20% depois da fermentação, no estágio de re-mistura (ver Quadro 55). O conteúdo de gordura foi diminuído na formulação, à medida que a gordura foi acrescida na forma de farinha de soja integral, como se nota no Quadro 55.

QUADRO 54

VARIAÇÕES DE FORMULAÇÃO DAS MASSAS DO PÃO CONTENDO FARINHA DE SOJA INTEGRAL, COMPARADO AO LEITE EM PÓ DESENGORDURADO COM UMA COMPOSIÇÃO EQUIVALENTE EM PROTEÍNA, AÇÚCAR REDUTOR E GORDURA.

Ingredientes da massa	700 g. (base de farinha)			
	3,0% de leite em pó desen- gordura- do.	2,6% de farinha de soja integral	6,0% de leite em pó desen- gordura- do.	5,3% de farinha de soja integral
Farinha de trigo (14% m.b.).....	280,0	280,0	280,0	280,0
Sal.....	14,0	14,0	14,0	14,0
Água.....	173,0	173,0	194,0	194,0
Hidrato de dextrose..	38,0	44,1	30,4	42,6
Leite em pó desengor- durado. (1).....	21,0	...	42,0	...
Farinha de soja inte- gral cozida por extru- são.....	...	18,4	...	36,9
Oleo de soja agregado	18,4	14,4	18,4	10,4
α-Monoglicerídios...	0,5	0,5	0,5	0,5
Flocos de óleo de so- ja hidrogenado.....	2,1	2,1	2,1	2,1

FONTE: BOOKWALTER, MUSTAKAS, KWOLEK, McGHEE e ALBRECHT (14)

(1) Leite em pó desengordurado

Proteína.....	36,0%
Gordura.....	0,7%
Umidade.....	3,0%
Lactose.....	51,0%

QUADRO 55

VARIAÇÕES DE FORMULAÇÃO DAS MASSAS DE PÃES CONTENDO
5, 10, 15 e 20% DE FARINHAS DE SOJA INTEGRAL

700 g. (base da farinha)

Ingredientes da massa	Farinha de soja integral			
	5 %	10 %	15 %	20 %
Farinha de trigo (14 % m.b.).....	280,0	280,0	280,0	280,0
Sal.....	14,0	14,0	14,0	14,0
Água.....	194,0	229,0	264,0	285,0
Hidrato de dextrose...	38,0	38,0	38,0	38,0
Farinha de soja integral	35,0	70,0	105,0	140,0
Óleo de soja agregado.	10,4	2,6	...	...
α-Monoglicerídeos....	0,5	0,5	0,5	0,5
Flocos de óleo de soja hidrogenado.....	2,1	2,1	2,1	2,1

FONTE: BOOKWALTER, MUSTAKAS, KWOLEK, MCGHEE e ALBRECHT (14).

A qualidade do pão experimental foi determinada pela avaliação das seguintes características sensoriais: cor da casca, cor do miolo, odor, sabor e porosidade, conforme as práticas regulares de laboratório para cereais. O volume do pão e absorção panificável foram obtidas seguindo as normas da AACC (Associação Americana de Químicos de Cereais).

Processo massa-esponja para pão. Os resultados de panificação com farinha de soja integral, cozida por extrusão, podem ser vistos nos Quadros 56 e 57.

QUADRO 56

CARACTERISTICAS DO PÃO MASSA-ESPONJA CONTENDO FARINHAS DE SOJA INTEGRAL DHT E EXTRUSÃO 1 E 2 COM PARADO AO LEITE EM PÓ DESENGORDURADO COM UMA COMPOSIÇÃO BASE EQUIVALENTE EM PROTEÍNA, AÇÚCAR REDUTOR E GORDURA

Pão massa-esponja exp. variáveis (base farinha de trigo)	Características panificáveis (a)			
	Absorção de panificação. (%)	Volume do pão (cc.)	Granulação (células) (b)	Côr do miolo (c)
3,0% Leite em pó desengordurado.....	63	2735	LA	100
2,6% Farinha de soja integral (DHT).....	63	2725	LA	99,5
2,6% Farinha de soja integral (Ext.1).....	63	2735	LA	99,5
2,6% Farinha de soja integral (Ext.2).....	63	2700	LA	99,0
6,0% Leite em pó desengordurado.....	66	2675	A	99,5
5,3% Farinha de soja integral (DHT).....	66	2675	A	99,0
5,3% Farinha de soja integral (Ext.1).....	66	2675	A	99,0
5,3% Farinha de soja integral (Ext.2).....	66	2650	A	99,0

FONTE: BOOKWALTER, MUSTAKAS, KWOLEK, MCGHEE e ALBRECHT (14).

(a) Todas as amostras de pães foram similares (textura aveludada, cor da crosta marrom dourado, odor e sabor normal).

(b) LA - Ligeiramente arredondada e fina.

A - Arredondada e fina.

(c) 100- Branco; 99,0 - branco cremoso.

CARACTERÍSTICAS PANIFICÁVEIS DO PÃO-MASSA-ESPONJA CONTENDO FARINHAS DE SOJA INTEGRAL AOS NÍVEIS DE 5,10, 15 e 20%,PREPARADAS POR D.H.T. E COZIDAS POR EXTRUSÃO 1.

CARACTERÍSTICAS PANIFICÁVEIS						
Pão massa esponja exp. variáveis (base farinha de trigo)	Absorção de Panificação %	Volume do Pão (cc)	Granulação (células)	Textura	Côr da crosta	Cor do miolo (a)
5% D.H.T.	66	2685	Alongada e fina	Aveludada	Marron dourado	99,0 Normal
5% Ext.1	66	2685	Alongada e fina	Aveludada	Marron dourado	99,0 Normal
10% D.H.T.	71	2600	Alongada e fina	Aveludada	Marron dourado ligeiramente escuro	98,5 Normal
10% Ext.1	71	2610	Alongada e fina	Aveludada	Marron dourado ligeiramente escuro	98,5 Normal
15% D.H.T.	76	2165	Ligeiramente arredondada; abertura mediana	Aveludada	Marron dourado semi-curado.	97,0 Aceitável mas semelhante a nozes.
15% Ext.1	76	2365	Alongada estreita	Aveludada	Marron dourado semi-curado	98,0 Aceitável mas semelhante a nozes.
20% D.H.T.	79	1810	Arredondada abertura grossa	Grosseira	Marron dourado escuro	96,0 Aceitável mas semelhante a nozes.
20% Ext.1	79	2150	Alongada mas ligeiramente aberta.	Aveludada mas ligeiramente grosseira	Marron dourado escuro	97,5 Aceitável mas semelhante a nozes

(a) 99,0 = branco cremoso; 96,0 = cremoso amarelo

FONTE: Bookwalter, Mustakas, Kwolok, Mc Chee and Albrecht (14)

A classificação média do sabor e os valores médios de peróxido, para vários antioxidantes da série de farinhas obtidas por extrusão 1, 2 e 3 são resumidas no Quadro 58.

Farinha	Tempo de retenção (min.)	Temp. (°F)	NSI (%)	Atividade da urease (unidades pH)
1	1,25	275	30	0,6
2	2,0	275	19	0,2
3	2,0	300	11	0,1

QUADRO 58

VALORES MEDIOS DE SABOR E PEROXIDO PARA VARIOS ANTIOXIDANTES DA SERIE DE FARINHAS OBTIDAS EM DIVERSAS CONDIÇÕES DE EXTRUSÃO

Antioxidante agregado, antes e após do processamento	Farinha 1		Farinha 2		Farinha 3	
	VMP	VMS	VMP	VMS	VMP	VMS
No antioxi - dante.....	1,0	7,1	87	5,4	73	5,4
Tenox 7 antes	0,8	7,6	101	4,2	127	4,1
Tenox 7 após	1,1	7,3	54	6,0	27	6,5
Tenox 4 após	1,4	7,3	27	6,5	39	6,5
TBHQ após...	1,2	7,4	8	7,4	9	7,3

FONTE: BOOKWALTER, MUSTAKAS, KWOLEK, McGHEE e ALBRECHT (14).

VMP - Valor médio de peróxido.
VMS - Valor médio de sabor.

Na farinha da série 1 (NSI 30, atividade da urease 0,6) não houve diferenças significativas em sabor e o valor de peróxido (VP) em função de tres fatores: antioxidante, temperatura e tempo de armazenamento.

A farinha 1 foi estável com ou sem antioxidante, como mostra o valor médio do sabor (VMS) que aparece acima de 7,1 e o valor médio de peróxido (VMP) abaixo de 1,4. A farinha 2 (NSI 19, atividade da urease 0,2) e a farinha 3 (NSI 11, atividade da urease 0,1), receberam mais tratamento térmico que a farinha 1; houve interações significativas entre antioxidantes, tempo de armazenamento e temperatura, para os valores do sabor e peróxido; as farinhas 2 e 3 foram instáveis sem antioxidantes.

A adição de Tenox 7 antes do processamento atua como pro-oxidante e causa uma auto-oxidação mais forte com a conseqüente diminuição da qualidade do sabor resultante, em comparação com o controle. A adição de Tenox 4 ou Tenox 7, depois do processamento, aumenta tanto o VP como a qualidade do sabor, porém ambos foram significativamente mais pobres do que aqueles da farinha 1. A adição de TBHQ (Tercio-butil-hidroquinona) nas farinhas 2 e 3 foi associada com um produto de boa estabilidade, como indica os valores significativamente mais baixos de peróxido e bastante alto em sabor. A presença de TBHQ nas farinhas 2 e 3 resultou em sabor não significativamente diferentes daqueles da farinha 1.

As farinhas de soja preparadas por tratamento térmico a seco (DHT) e extrusões 1 e 2 foram comparadas com 3 e 6% de leite em pó desengordurado sobre a composição equivalente em proteína, açúcares redutores e gordura (Quadro 56).

O pão contendo 6% de leite em pó ou equivalente (5,3%) de farinhas de soja integral DHT ou de extrusão 1 e 2 têm 3% maior absorção em panificação e volume ligeiramente menor do que o

pão contendo 3% de leite em pó ou equivalente (2,6%) de farinhas de soja integral. Não houve diferenças quanto à absorção panificável, volume do pão, textura, cor da casca, odor e sabor do pão feito com 3% de leite em pó bem como com 2,6% de farinha de soja integral (DHT e de extrusões 1 e 2). A farinha de extrusão 1 produziu cor da crosta mais semelhantemente a creme, ao nível de 2,6%. Não houve diferenças em absorção panificável, volume do pão, textura, cor da crosta, odor e sabor em pão produzido com 6% de leite em pó ou 5,3% de farinhas DHT e de extrusões 1 e 2. A cor da casca do pão contendo leite em pó foi ligeiramente mais clara do que o pão contendo farinhas DHT e de extrusões 1 e 2. A níveis de 2,6 e 5,3% não houve diferenças significativas no pão feito com as mesmas farinhas.

As farinhas DHT e de extrusões 1 e 2 foram comparadas em pães a níveis de 5, 10, 15 e 20%. A absorção panificável aumentou de 1% para cada 1% de aumento de farinha de soja na formulação, exceto para um incremento de 0,87% a nível de 20%.

Para 5 e 10% não houve diferenças substanciais nas características panificáveis entre o pão contendo tanto farinhas DHT como de extrusão 1, mas sim uma ligeira diminuição no volume do pão foi observada quando a quantidade da farinha de soja aumentou de 5 a 10%; porém para 15 e 20% o volume diminuiu abruptamente.

O volume decresceu em muito menor grau com a farinha de extrusão 1 do que com a de DHT. A níveis de 5 e 10%, não houve diferenças substanciais na porosidade, textura, odor e sabor.

Como a farinha de soja foi agregada de 5 a 20%, a cor do miolo tornou-se progressivamente mais escura, passando de creme-branco a creme-amarelo, respectivamente.

Aos níveis de 15 e 20%, a porosidade se modificou ligeiramente no pão com farinha DHT, com um pequeno escurecimento da cor do miolo, em relação ao pão com soja de extrusão 1; quanto ao sabor foi aceitável, sendo detectado como sabor ligeiramente semelhante a nozes.

C A P Í T U L O V

BALANÇO DOS AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS

1) Antes do Processo de Panificação: Como se pode apreciar, o Quadro 59 descreve o conteúdo de aminoácidos essenciais nos seguintes produtos: ôvo integral (proteína padrão da FAO); trigo inteiro; farinhas de trigo de 80-90%, 70-80% e 60-70% de extração; farinha de soja com 5% de óleo; farinha de soja integral tostada a seco; farinha de soja desengordurada e farinha de soja integral. Os Quadros 60, 60a, 60b e 60c demonstram misturas hipotéticas de farinha de trigo (70-80% de extração - amostra comercial), com as farinhas de soja citadas. As proporções consideradas são:

<u>Farinha de trigo</u>	<u>Farinha de soja</u>
%	%
95	5
90	10
85	15
80	20

CONTEÚDO DE AMINÓÁCIDOS ESSENCIAIS

Unidade	Nitrogênio g/100g.	Fator de Conversão	g/100 g. (N)	Proteína	Leucina	Lisina	Metionina	Fenilalanina	Tr
OVO INTEGRAL(1)	74,0	1,98	6,25	12,4	A 415(x) 393(y) B 778	533(x) 551(y) 1091	403(x) 436(y) 863	197(x) 210(y) 416	365(x) 358(y) 709
TRIGO INTEIRO(1)	12,0	2,09	5,83	12,2	A 204 B 426	417 671	174 364	94 196	282 589
FARINHA DE TRIGO 80-90% DE EXTRA- ÇÃO (1)	12,0	2,05	5,70	11,7	A 232 B 476	379 777	159 326	97 199	279 566
FAR. DE TRIGO DE 70-80% de EXTRA- ÇÃO (1)	12,0	1,91	5,70	10,9	A 228 B 435	440 840	130 248	91 174	304 531
FARINHA DE TRIGO DE 60-70% de Ex- TRAÇÃO (1)	-	1,61	5,70	9,2	A 217 B 349	400 644	113 192	87 140	291 466
FARINHA DE SOJA COM 5% de ÓLEO (1)	8,0	8,06	5,71	46,0	A 302 B 2434	489 3941	380 3063	89 717	313 2523
FAR. SOJA TOSTA- DA A SECO (2)	-	7,53	5,71	43,0	A 297 B 2289	490 3780	383 2953	81 624	323 2490
FAR. DE SOJA DE SENGORDURADA (3)	6,5	9,28	5,71	53,0	A 286 B 2855	477 4427	402 3731	86 798	330 3063
FARINHA DE SOJA INTEGRAL (4)	-	7,18	5,71	41,0	A 294 B 2111	473 3397	361 2591	59 423	321 2306

A = mg/g. de nitrogênio total

B = mg/100 g. de alimento.

(1)= FONTE "CONTENIDO EN AMINOÁCIDOS DE LOS ALIMENTOS Y DATOS BIOLÓGICOS SOBRE LAS PROTEÍNAS"- FAO: Estudios sobre la nutrición - Nº 24 - 1970.

(2)= FONTE: "PROCEEDINGS OF CONFERENCE ON SOYBEAN PRODUCTS FOR PROTEIN IN HUMAN FOODS" September 13-15. 1961 USDA. pg. 47

(3)= FONTE: "TECHNICAL BULLETIN OF THE CENTRAL SOY" - USA.

(4)= Dados obtidos no Setor de Bioquímica - ITAL - Análise de farinha de soja realizada para a firma S.A. Martuscello - Belprato - Barra do Piraí - Rio de Janeiro - OB. 12-VI - 1972.

(x)= Dados propostos pelo Comitê de Requerimentos Proteicos - mg/g.N.

(y)= Novos dados na tabela

* = FONTE: "EL TRIGO EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA" - FAO: Estudios sobre nutrición - Nº 23 - pg. 31 1970.

(o)= Dados obtidos por meio de cálculos.

	de 70-80 % de extração.	ve teor de gordura.	
Isoleucina	413,25	121,70	534,95
Leucina	798,00	197,05	995,05
Lisina	235,60	153,15	388,75
Metionina	185,30	35,85	201,15
Fenilalanina	551,95	126,15	678,10
Treonina	304,95	107,80	412,55
Triptofano	121,60	38,70	160,30
Valina	468,35	131,80	600,15

	mg/90 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/10 grs.de farinha de soja com le ve teor de gordura.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	391,50	243,40	634,90
Leucina	756,00	394,10	1.150,10
Lisina	223,20	306,30	529,50
Metionina	156,60	71,70	228,30
Fenilalanina	522,80	252,30	775,20
Treonina	288,90	215,20	504,20
Triptofano	115,20	77,40	192,60
Valina	443,70	263,60	707,30

	mg/85 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/15 grs.de farinha de soja com le ve teor de gordura.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	369,75	365,10	734,85
Leucina	714,00	591,15	1.305,15
Lisina	210,80	459,45	670,25
Metionina	147,90	107,55	255,45
Fenilalanina	493,85	378,45	872,30
Treonina	272,85	322,80	595,65
Triptona	108,80	116,10	224,90
Valina	419,05	395,40	814,45

	mg/80 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/20 grs.de farinha de soja com le ve teor de gordura.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	348,00	486,80	834,80
Leucina	672,00	788,20	1.460,20
Lisina	198,40	612,60	811,00
Metionina	139,20	143,40	282,60
Fenilalanina	464,80	504,60	969,40
Treonina	256,80	430,40	627,20
Triptona	102,40	154,80	257,20
Valina	394,40	527,20	921,60

	mg/80 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/10 grs.de farinha de soja tsstada a seco.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	413,25	114,40	527,65
Leucina	798,00	189,00	987,00
Lisina	235,60	147,65	383,25
Metionina	165,90	31,20	196,50
Fenilalanina	551,95	124,50	676,45
Treonina	304,95	99,45	404,40
Triptofano	121,60	29,70	151,30
Valina	468,35	116,40	584,75
	mg/85 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/15 grs.de farinha de soja tostada a seco.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	391,50	228,86	620,36
Leucina	756,00	378,00	1.134,00
Lisina	223,20	295,30	518,50
Metionina	156,60	62,40	219,00
Fenilalanina	522,90	249,00	771,90
Treonina	288,90	198,90	487,80
Triptofano	115,20	59,40	174,60
Valina	443,70	232,80	676,50
	mg/80 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/20 grs.de farinha de soja tostada a seco.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	369,75	343,20	712,95
Leucina	714,00	567,00	1.281,00
Lisina	210,80	442,95	653,75
Metionina	147,90	93,60	241,50
Fenilalanina	493,85	373,50	867,35
Treonina	272,85	298,35	571,20
Triptofano	108,80	89,10	197,90
Valina	419,05	349,20	768,25
	mg/80 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/20 grs.de farinha de soja tostada a seco.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	348,00	457,60	805,60
Leucina	672,00	756,00	1.428,00
Lisina	198,40	590,60	789,00
Metionina	139,20	124,80	264,00
Fenilalanina	464,80	498,00	962,80
Treonina	255,80	397,80	654,60
Triptofano	102,40	118,80	221,20
Valina	394,40	465,80	860,00

QUADRO 60b.

PROVÁVEL
CONTEÚDO DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS EM DIVERSAS MISTURAS DE FARINHA DE
TRIGO COMERCIAL (70-80% DE EXTRAÇÃO) E FARINHAS DE SOJA. (POR CÁLCULO).

	mg/95 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/5 grs. de farinha de soja desen - gordurada.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	413,25	132,75	546,00
Leucina	798,00	221,35	1.019,35
Lisina	235,60	186,55	422,15
Metionina	165,30	39,90	205,20
Fenilalanina	551,95	153,15	705,10
Treonina	304,95	120,20	425,15
Triptofano	121,60	40,35	161,95
Valina	468,35	142,00	610,35
	mg/90 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/10 grs. de farinha de soja desen gordurada.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	391,50	265,50	657,00
Leucina	756,00	442,70	1.198,70
Lisina	223,20	373,10	596,30
Metionina	156,60	79,80	236,40
Fenilalanina	522,90	306,30	829,20
Treonina	288,90	240,40	529,30
Triptofano	115,20	80,70	195,90
Valina	443,70	284,00	727,70
	mg/85 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/15 grs. de farinha de soja desengor durada.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	369,75	398,25	768,00
Leucina	714,00	664,05	1.378,05
Lisina	210,80	559,65	770,45
Metionina	147,90	119,70	267,60
Fenilalanina	493,85	459,45	953,30
Treonina	272,85	360,60	633,45
Triptofano	108,80	121,05	229,85
Valina	419,05	426,00	845,05
	mg/80 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/20 grs.de farinha de soja desen- gordurada.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	348,00	531,00	879,00
Leucina	672,00	885,40	1.557,40
Lisina	198,40	746,20	944,60
Metionina	139,20	159,60	298,80
Fenilalanina	464,80	612,60	1.077,40
Treonina	256,80	480,80	737,60
Triptofano	102,40	161,40	263,80
Valina	394,40	568,00	962,40

QUADRO 60c.

PROVÁVEL

CONTEÚDO DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS EM DIVERSAS MISTURAS DE FARINHA DE TRIGO COMERCIAL (70-80% DE EXTRAÇÃO) E FARINHAS DE SOJA. (POR CÁLCULO).

	mg/95 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/5 grs. de farinha de so- ja integral.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	413,25	105,55	518,80
Leucina	798,00	119,85	917,85
Lisina	235,60	129,55	365,15
Metionina	185,30	21,15	186,45
Fenilalanina	551,95	115,30	667,25
Treonina	304,95	124,40	429,35
Triptofano	121,60	50,25	171,85
Valina	468,35	100,45	568,80
	mg/90 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/10 grs.de farinha de - soja integral.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	391,50	211,10	602,60
Leucina	758,00	239,70	995,70
Lisina	229,20	259,10	482,30
Metionina	156,60	42,30	198,90
Fenilalanina	522,90	230,60	753,50
Treonina	288,90	248,80	537,70
Triptofano	115,20	100,50	215,70
Valina	443,70	200,90	644,60
	mg/85 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/15 grs.de farinha de soja integral.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	369,75	316,55	686,40
Leucina	714,00	359,55	1.073,55
Lisina	210,80	388,65	599,45
Metionina	147,90	63,45	211,35
Fenilalanina	493,85	345,90	839,75
Treonina	272,85	273,20	546,05
Triptofano	108,80	150,75	259,55
Valina	419,05	301,35	720,40
	mg/80 grs. de farinha de trigo de 70-80% de extração.	mg/20 grs.de farinha de soja integral.	mg/100 grs.de mistura.
Isoleucina	348,00	422,20	770,20
Leucina	672,00	479,40	1.151,40
Lisina	196,40	518,20	716,60
Metionina	139,20	84,60	223,80
Fenilalanina	464,60	461,20	926,00
Treonina	256,80	497,60	694,40
Triptofano	102,40	201,00	303,40
Valina	394,40	401,80	796,20

2) Após o Processo de Panificação.

a) Estabilidade e perdas de aminoácidos essenciais: Greensberg (45), afirma que os aminoácidos, em geral, são compostos excepcionalmente estáveis quando autoclavados em soluções puras, sob atmosfera de nitrogênio a 120° C por 24 horas, sem decomposição apreciável e sem produção de histamina ou substâncias similares a ela.

De acordo com Aykroyd e Doughty (5), o calor aplicado durante a manufatura e cocção dos produtos de trigo, não prejudica seriamente o valor nutritivo. Os aminoácidos podem ser destruídos por excesso de calor em presença de umidade. No caso do pão misto, durante o processo de panificação ocorre uma série de transformações físicas, químicas e fisicoquímicas, sendo algumas imprevisíveis; estes fenômenos até agora não foram avaliados exaustivamente e constituem variáveis que imprimem uma relatividade aos valores achados. Um exemplo é a reação entre alguns aminoácidos e os açúcares redutores, como a glucose.

A lisina é o aminoácido que mais frequentemente se decompõe desta maneira e, por isso, o valor biológico da proteína é diminuído por esta reação (Maillard). A essa reação se deve a cor parda da casca do pão cozido. Estima-se a perda de lisina entre 10 a 30% em pão cozido e um pouco maior em pão tostado.

McGarr Gotthold e Kennedy (81) acharam que a lisina total determinada por ensaios biológicos, decresceu de 2 a 16% (média 11%), quando a massa foi forneada por 25 minutos a 218° C.

Kon e Markuse citados por Liener (73), observaram que a crosta do pão, a qual recebe tratamento térmico mais severo du

rante a operação de panificação, em relação ao miolo, tem um valor nutritivo mais baixo que este. Greaves e Morgan citados pelo mesmo autor (73), atribuem esta diferença do valor nutritivo ao decréscimo da digestibilidade da crosta. Outro fator que contribui para a diminuição do valor nutritivo da crosta é a destruição da lisina (cerca de 15%) durante o cozimento.

O conteúdo de aminoácidos de amostras de miolo e crosta hidrolizadas, foram estudadas em relação ao tempo de cozimento. As temperaturas do processamento não afetam significativamente o conteúdo da maioria dos aminoácidos do miolo. O conteúdo de aminoácidos individuais do miolo e da crosta variam para um mesmo tempo de panificação; a crosta contém mais histidina e metionina e menos cisteína, treonina, serina e lisina que o miolo.

Com relação ao efeito do calor em produtos de soja, experiências de Evans, Bandemer e Bauer (32) confirmam que o superaquecimento reduz o valor nutritivo da proteína da soja, confirmado experimentalmente em crescimento de frangos; porém essa redução pode ser corrigida suplementando-se a ração com lisina, metionina e cistina.

Hackler e Stilling (48) afirmam que a cisteína é mais susceptível à destruição (o decréscimo é imediato), enquanto que o declínio de triptofano é notado somente em cozimento superior a 121° C durante 60 minutos. De acordo com esses autores, empregando-se temperatura inicial de 277° C ou superior, a redução dos vários aminoácidos é a seguinte: lisina 16%, histidina 16%, arginina 4%, treonina, 8%, serina 11%, prolina 8%, fenilalanina 11%, tirosina 15% e triptofano 4%. Os mesmos aminoácidos evi

denciam perdas de 41, 14, 20, 8, 12, 11, 6, 15, 12, respectivamente a 316° C.

Evans e Butts (31) também comprovam que a lisina é inativada pelo superaquecimento assim como outros aminoácidos. Experiências feitas com farelo de soja (autoclavado por 4 horas a 15 psig ou por 1 hora a 130° C) e administrado na ração de aves demonstraram ser ineficaz para o crescimento normal, mesmo com a adição de vitaminas. A suplementação das dietas com lisina e metionina restaurou o crescimento normal. Observaram ainda alguma destruição de proteínas com ligações de lisina e cistina em amostras de farelo de soja tratadas termicamente.

Os mesmos pesquisadores evidenciaram uma destruição de lisina de 50% para o farelo de soja e 46% para a proteína isolada.

Uma parte da destruição é causada pela reação da ligação proteica (provavelmente do grupo epsilon amino livre) com a sacarose - usado no experimento - reduzindo o teor de glucose formado por hidrólise durante a autoclavagem. A outra é causada pela reação da ligação proteica da lisina com os outros constituintes da proteína de soja.

Evans e Butts (31) mostram, em ensaios com farelo de soja e com proteína isolada de soja, consoante a mesma técnica, que o triptofano é destruído na proporção de 17% e 27% em presença de sacarose e glucose respectivamente. Ademais citam em experiência paralela que não há destruição de lisina, arginina, histidina ou triptofano no caso específico da caseína autoclavada durante 20 horas, evidenciando-se perdas somente quando se adicionou glucose.

Fox, Warner e Hurst (42) asseguram que é pouco conhecida a natureza química das ligações que podem influenciar na disponibilidade dos aminoácidos individuais da proteína. Os citados autores realizaram provas para determinar os resíduos de metionina ou de outros aminoácidos degradados, no curso da tostagem do farelo de soja. Os modernos métodos de avaliação quantitativa de resíduos amínicos e carboxílicos mostram que nenhum resíduo de metionina é diretamente liberado como resultado da tostagem.

Evans, Bandemer e Bauer (32) alegam que não há destruição ou inativação de metionina quando a proteína de soja é autoclavada; mas quando essa mesma proteína juntamente com 20% de glucose ou sacarose é autoclavada, a metionina liberada por posterior digestão enzimática, revela proporções de 45% a 65% a baixo daquela observada para a mistura.

Evans, Groschke e Butts (33), Evans e Butts (30) e (31) observaram que 40% de cistina foi destruída quando o farelo de soja foi aquecido no autoclave mas aumentou quando foi misturada com sacarose ou glucose.

A terminal de lisina sugere que sua susceptibilidade a destruição durante um superaquecimento pode ser devido ao fato de grande parte da lisina estar em uma posição relativamente exposta na molécula de proteína, não estando protegida no interior e na terminal da molécula proteica.

Harris (54) confirma a inativação adicional de aminoácidos pela reação de Maillard em panificação, responsável pelo escurecimento do pão. Os aminoácidos mais afetados parecem ser his

tidina, treonina, fenilalanina, triptofano e lisina.

Xavier Filho e Perrone (149) fizeram experiências com caseína, aquecendo-a por 10 minutos a temperaturas superiores de 190°C, cujos resultados podem ser vistos no Quadro 61 anexo.

Os resultados originais foram corrigidos quanto à perda de peso durante o aquecimento, sendo obtidos os valores da coluna B. Foi feita uma segunda correção, em que se levou em conta a quantidade de proteína residual, em diversos tratamentos (coluna C). Os valores resultantes dessas duas correções, após normalização para cada aminoácido, mostram que a sua destruição térmica se inicia a temperaturas superiores a 190°C e que todos são degradados, embora com velocidades diferentes para cada um deles.

Assim é que, os aminoácidos básicos, os hidroxilados e os sulfurados, parecem ser destruídos muito mais rapidamente do que os dicarboxilados, os de cadeia lateral alifática e os aromáticos. O comportamento de todos os aminoácidos é idêntico no caso da caseína; a única exceção constitui o ácido aspártico, que na caseína parece mais resistente ao calor.

O processo térmico de panificação oscila entre 20 a 30 minutos em temperaturas de 210 a 230°C, ocorrendo reações imprevisíveis, dependendo de variáveis incontornáveis, uma vez que a massa é introduzida no forno.

Após exaustiva análise de todas as prováveis perdas que poderão ocorrer durante o processo de panificação, optou-se pelos valores dados por Harris (54) sobre a estabilidade de nutrientes, no caso, aminoácidos essenciais, porque são os mais convenientemente achados e constituem um resumo médio de todos os dados já encontrados por outros cientistas.

QUADRO 51

VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE AMINOÁCIDOS DE CASEÍNA AQUECIDA (a)

AMINOÁCIDOS	A				B			C		
	g/100g MATERIAL				g/100g. CASEÍNA			g/g%. PROT. ORIGINAL		
					A (1 - P)			BxΣ NATIVO/ ΣAB		
	Nativo	240°C	280°C	300°C	240°C	280°C	300°C	240°C	280°C	300°C
Ácido Aspártico	6,77	6,20	3,27	2,64	5,27	2,48	1,88	6,95	5,59	5,39
Treonina	3,91	2,73	0,00	0,00	2,32	0,00	0,00	3,06	0,00	0,00
Serina	3,94	1,51	0,00	0,00	1,29	0,00	0,00	1,70	0,00	0,00
Glutâmico	22,23	20,98	17,04	11,06	17,84	12,95	7,91	23,55	29,20	22,66
Prolina	10,30	10,14	6,99	6,20	8,82	5,31	4,43	11,38	11,97	12,69
Glicina	1,96	2,49	1,90	1,76	2,11	1,44	1,26	2,78	3,25	3,61
Alanina	2,91	2,87	2,59	2,16	2,44	1,97	1,55	3,22	4,44	4,44
1/2 Cistina	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valina	6,33	5,92	4,74	4,46	5,03	3,60	3,19	6,64	8,12	9,14
Metionina	2,82	2,05	0,60	0,42	1,74	0,46	0,30	2,30	1,04	0,86
Isoleucina	5,19	4,72	2,67	2,12	4,01	2,03	1,52	5,29	4,58	4,35
Leucina	9,78	9,68	6,25	6,16	6,23	4,75	4,40	10,86	10,71	12,61
Tirosina	5,98	5,94	3,72	3,56	5,05	2,83	2,54	6,67	6,38	7,28
Fenilalanina	4,66	4,13	3,52	3,04	3,51	2,68	2,18	4,63	6,04	6,25
Lisina	7,93	5,82	3,25	2,78	4,27	2,47	1,98	5,64	5,57	5,67
Histidina	2,77	2,07	0,79	0,61	1,76	0,60	0,43	2,32	1,35	1,23
Arginina	3,40	5,67	0,48	0,24	2,18	0,36	0,17	2,88	0,81	0,49
Σ	102,93	94,85	60,56	50,30	77,99	46,02	35,95			

(a) Aquecimento por 10 minutos ao ar.

FONTE: XAVIER FILHO, J. e PERRONE, S.C. (148).

Os valores expostos são os maximos de perdas por efeito do cozimento.

QUADRO 62

ESTABILIDADE DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS

	Efeito de pH			Ar ou	Luz	Calor	Faixa de perdas por cozimento %
	Neutro	Acido	Alcalino	Oxi-genio			
Isoleucina.....	E	E	E	E	E	E	0-10
Leucina.....	E	E	E	E	E	E	0-10
Lisina.....	E	E	E	E	E	I	0-40
Metionina.....	E	E	E	E	E	E	0-10
Fenilalanina...	E	E	E	E	E	E	0-5
Treonina.....	E	I	I	E	E	I	0-20
Triptofano.....	E	I	E	E	E	E	0-15
Valina.....	E	E	E	E	E	E	0-10

FONTE: HARRIS (54).

E : estável
I : instável

Nos Quadros 63 e 63a, são detalhados as perdas de aminoácidos essenciais no pão misto, de acôrdo com os valores de Harris (54), para as diversas misturas teóricas com farinha de trigo de 70-80% de extração e as farinhas de soja já citadas, assim como os saldos respectivos. Nas figuras A,B,C,D e E estão representadas gráficamente estes ultimos valores.

de trigo e farinha
de soja com leve te
or de gordura

de soja tostada a se
co

	Perda de aminoáci dos es senciais mg/100g.	Saldo	Perda de aminoáci dos es senciais mg/100g.	Saldo
	95 g.t:5 g.s.		95 g.t:5 g.s.	
Isoleucina	53,495	481,45	52,78	474,89
Leucina	98,505	895,54	98,70	888,30
Lisina	155,50	233,25	153,30	229,95
Metionina	20,11	181,04	19,65	176,85
Fenilalanina	33,90	644,20	33,62	642,63
Treonina	82,51	330,04	80,88	323,52
Triptofano	24,04	136,26	22,70	128,60
Valina	60,91	540,14	58,47	526,28
	90 g.t:10 g.s.		90 g.t:10 g.s.	
Isoleucina	63,49	571,41	62,03	558,33
Leucina	115,01	1035,09	113,40	1020,60
Lisina	211,80	317,60	207,40	311,10
Metionina	22,89	205,47	21,90	197,10
Fenilalanina	33,76	736,44	36,59	733,31
Treonina	100,82	403,28	97,56	390,24
Triptofano	28,89	183,71	26,19	146,41
Valina	70,73	636,57	67,65	608,85
	85 g.t:15 g.s.		85 g.t:15 g.s.	
Isoleucina	73,46	661,37	71,30	641,75
Leucina	130,51	1174,64	128,10	1152,90
Lisina	266,10	402,15	261,50	392,25
Metionina	25,54	229,91	24,15	217,35
Fenilalanina	43,61	828,69	43,36	823,99
Treonina	119,13	476,52	114,24	456,96
Triptofano	33,79	191,17	29,68	168,22
Valina	81,44	733,01	70,82	691,43
	80 g.t:20 g.s.		80 g.t:20 g.s.	
Isoleucina	83,48	751,32	80,57	725,15
Leucina	146,00	1314,20	142,80	1285,20
Lisina	324,40	486,60	315,60	473,40
Metionina	26,26	254,34	26,40	237,60
Fenilalanina	48,47	920,93	48,14	914,66
Treonina	125,44	501,76	130,92	523,68
Triptofano	38,58	218,62	33,18	188,02
Valina	92,16	829,44	86,00	774,00

g. t. = gramas de farinha de trigo

g. s. = gramas de farinha de soja.

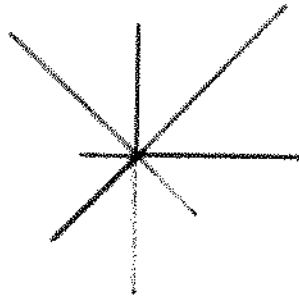
	de trigo e farinha de soja desengordura da		de trigo e farinha de soja integral.	
	Perda de aminoáci dos es senciais mg/100 g.	Saldo	Perda de aminoáci dos es senciais mg/100g.	Saldo
	<u>95 g.t; 5 g.s.</u>		<u>95 g.t; 5 g.s.</u>	
Isoleucina	54,60	491,40	51,88	466,92
Leucina	101,93	917,42	91,78	826,07
Lisina	168,85	253,29	146,06	219,09
Metionina	20,52	184,68	18,64	167,81
Fenilalanina	35,25	669,85	33,36	633,89
Treonina	85,03	340,12	85,87	343,48
Triptofano	24,29	137,66	27,77	144,08
Valina	61,03	549,32	56,88	511,82
	<u>90 g.t; 10 g.s.</u>		<u>90 g.t; 10 g.s.</u>	
Isoleucina	65,70	591,30	60,26	542,34
Leucina	119,87	1078,83	99,57	896,13
Lisina	236,52	357,78	192,92	289,38
Metionina	23,64	212,76	18,89	179,01
Fenilalanina	41,46	787,74	37,67	715,83
Treonina	105,66	423,44	107,54	430,16
Triptofano	29,38	166,52	32,35	183,35
Valina	72,77	654,93	64,46	580,14
	<u>85 g.t; 15 g.s.</u>		<u>85 g.t; 15 g.s.</u>	
Isoleucina	76,80	691,20	68,84	617,76
Leucina	137,80	1240,25	107,35	966,20
Lisina	308,18	462,27	239,78	359,67
Metionina	26,76	240,84	21,13	190,22
Fenilalanina	47,66	905,64	41,98	797,77
Treonina	126,68	506,76	109,21	436,84
Triptofano	34,47	195,38	38,93	220,62
Valina	64,50	760,55	72,04	648,36
	<u>80 g.t; 20 g.s.</u>		<u>80 g.t; 20 g.s.</u>	
Isoleucina	87,90	791,10	77,02	693,18
Leucina	155,74	1401,66	115,14	1026,26
Lisina	377,84	566,76	286,84	429,96
Metionina	29,68	266,92	22,38	201,42
Fenilalanina	53,87	1023,53	46,30	879,70
Treonina	147,52	590,08	138,88	555,52
Triptofano	39,57	224,23	45,51	257,89
Valina	60,24	866,18	79,62	716,58

g.t. = gramas de farinha de trigo

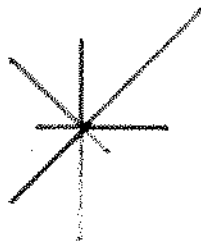
g.s. = gramas de farinha de soja

FIGURA A

CONTEUDO DE AMINOACIDOS ESSENCIAIS



Ovo Integral

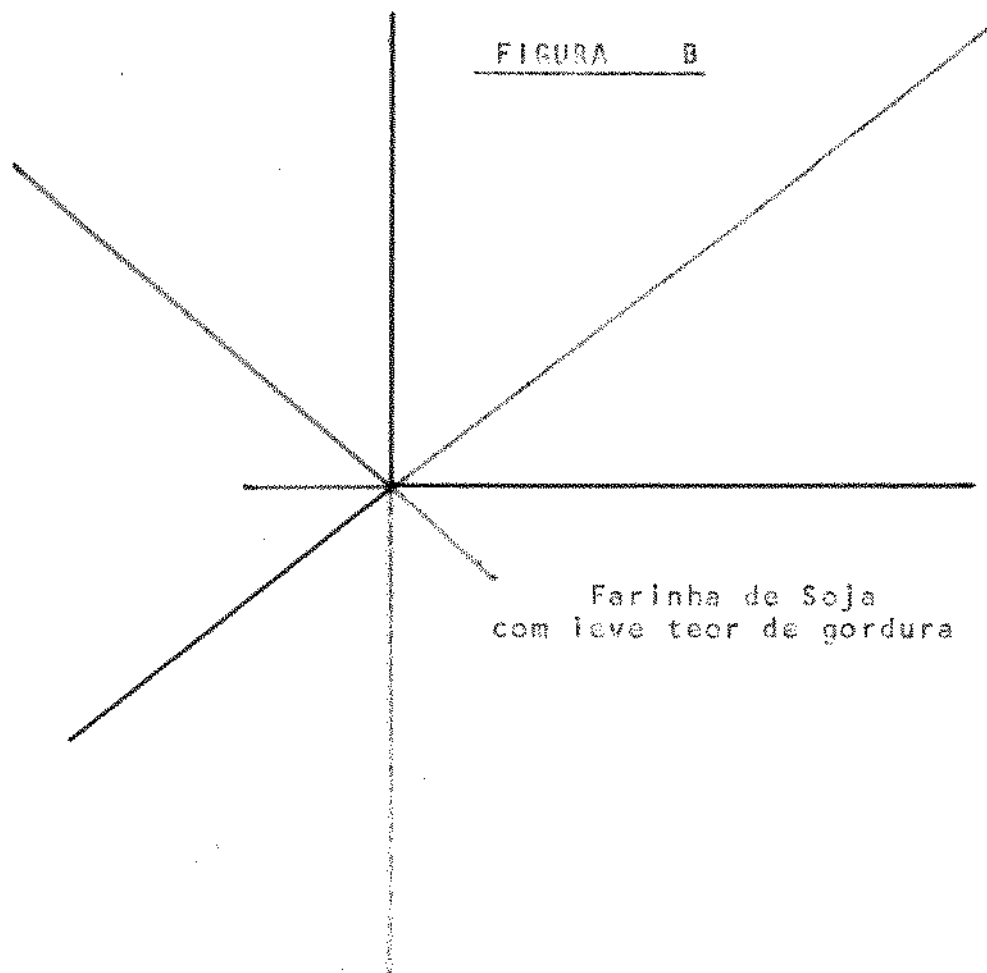


Farinha de trigo (70-80% Ext.)

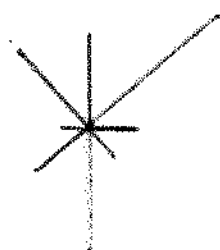
————	Isoleucina	————	Fenilalanina
————	Leucina	————	Treonina
————	Lisina	————	Triptofano
————	Metionina	————	Valina

ESC.: 1 cm.: 400mg.

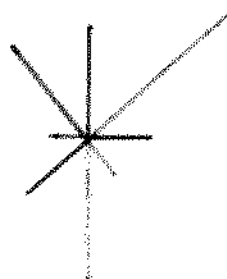
FIGURA B



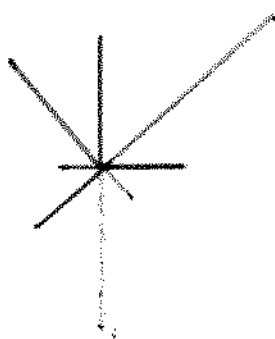
Pães mistos



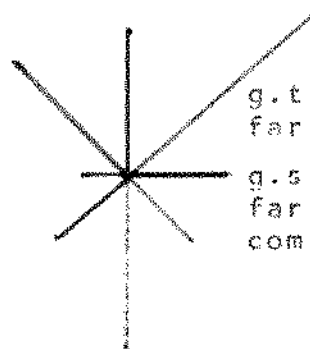
95 g.t. e 5 g.s.



90 g.t. e 10 g.s.



85 g.t. e 15 g.s.

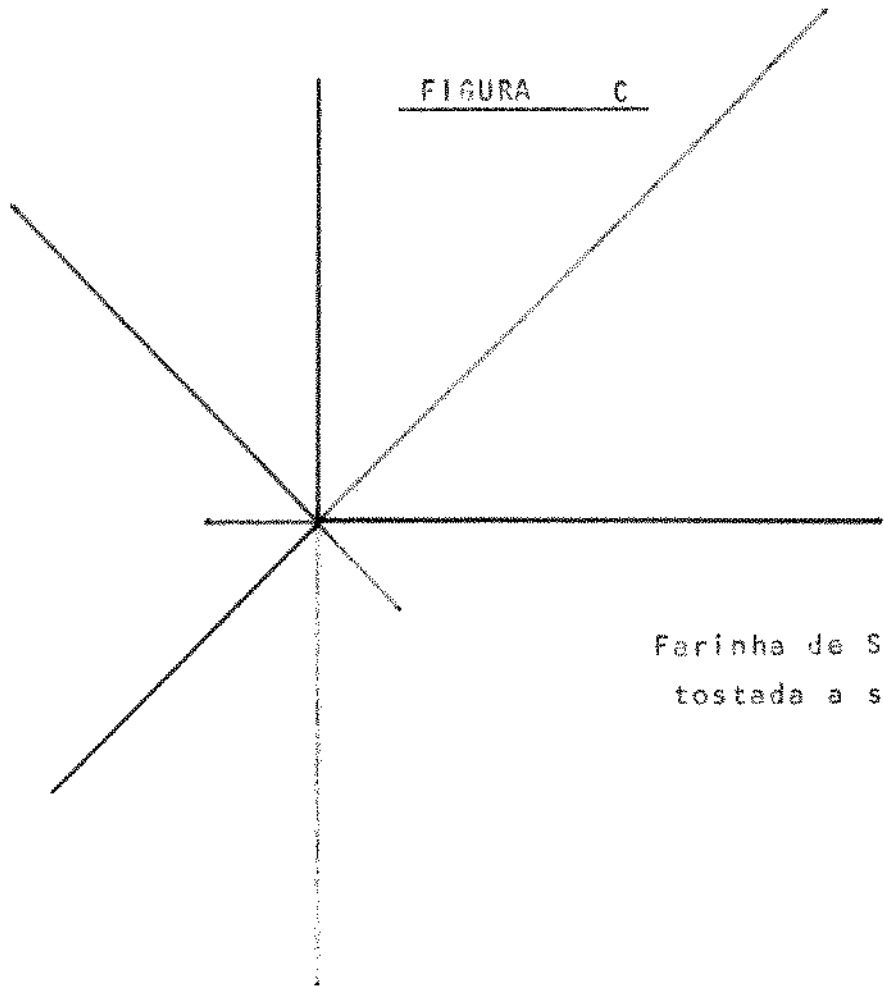


80 g.t. e 20 g.s.

Ref.:

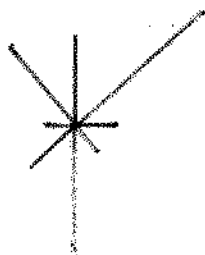
g.t. = gramas de
farinha de trigo.
g.s. = gramas de
farinha de soja
com leve teor de
gordura.

FIGURA C

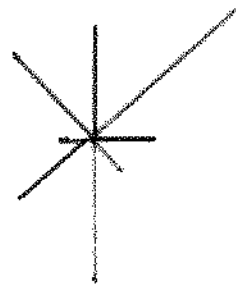


Farinha de Soja
tostada a seco

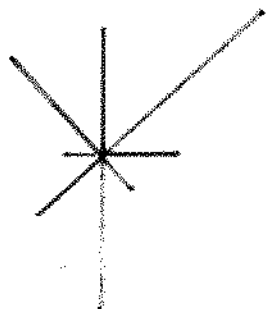
Pães mistos



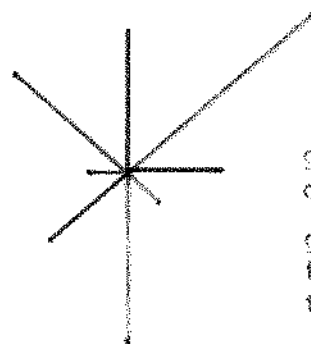
95 g.t. e 5 g.s.



90 g.t. e 10 g.s.



85 g.t. e 15 g.s.



80 g.t. e 20 g.s.

Ref.:

g.t = gramas
de farinha de
trigo.
g.s. = gramas de
farinha de soja
tostada a seco.

FIGURA D

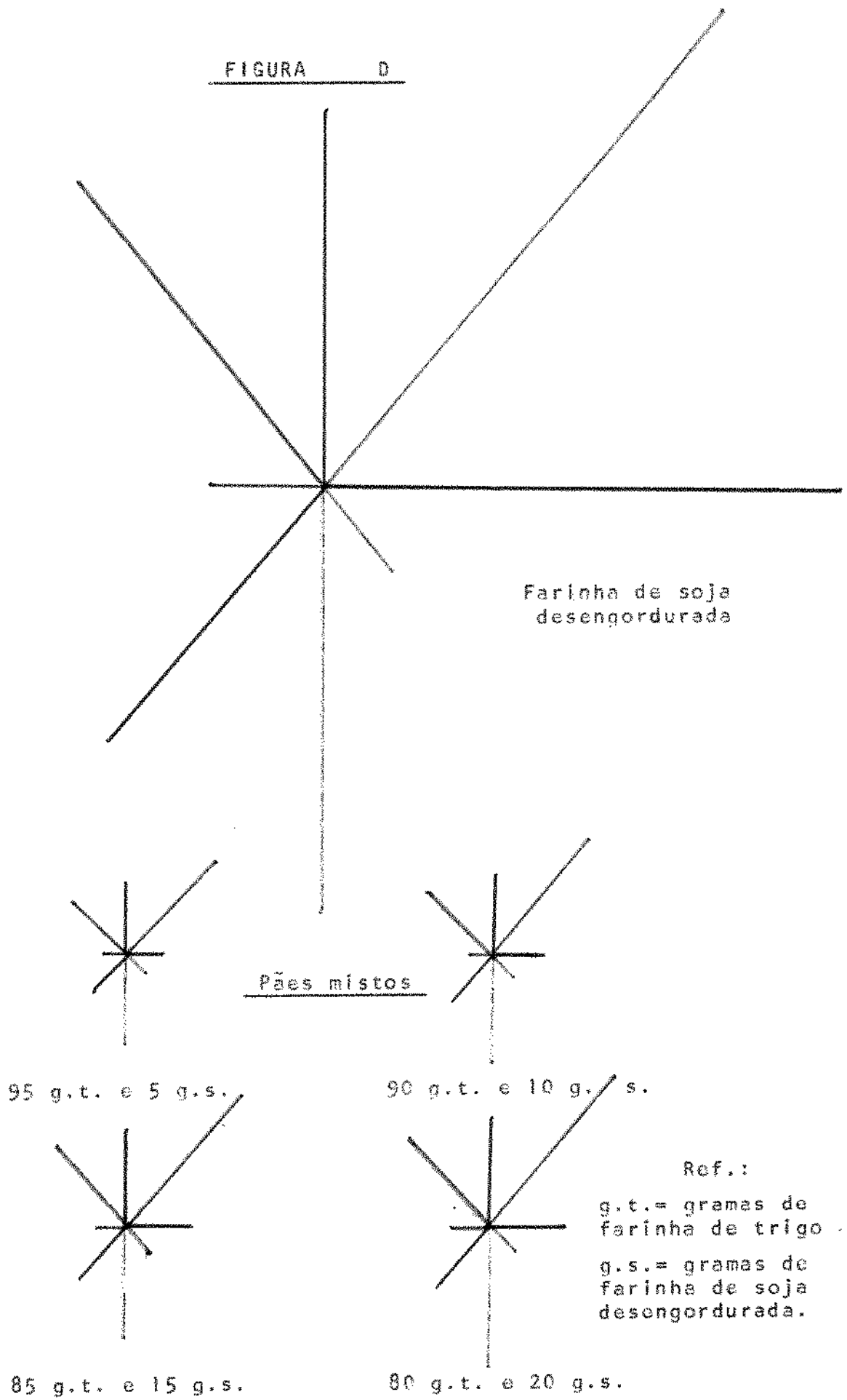
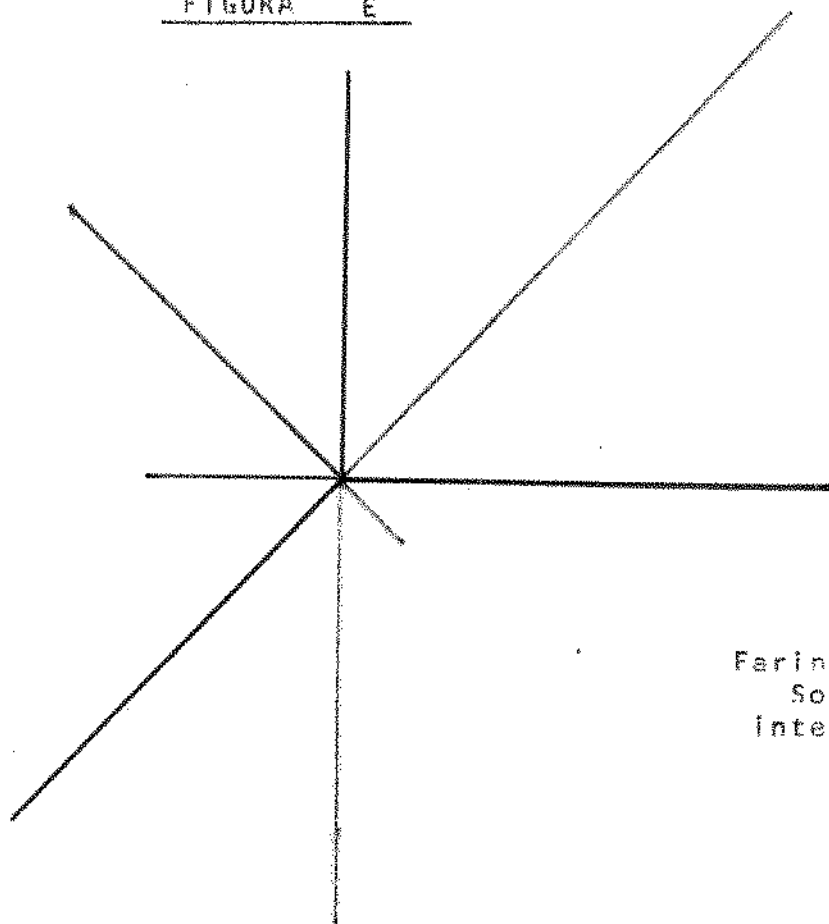
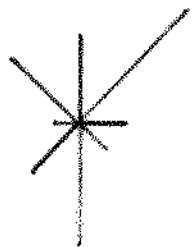


FIGURA E

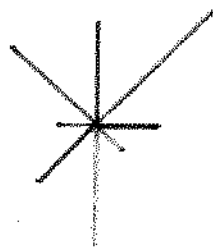


Farinha de
Soja
integral

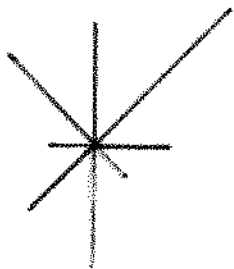
Pães mistos



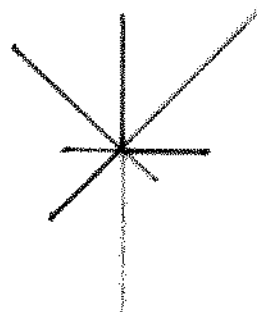
95 g.t. e 5 g.s.



90 g.t. e 10 g.s.



85 g.t. e 15 g.s.



80 g.t. e 20 g.s.

Ref.:

g.s.= gramas

far. soja int.,

g. t=gramas

de farinha

de trigo

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Desde o início do século atual, a produção mundial do trigo duplicou-se e já excede a mais de 300 milhões de toneladas métricas por ano.

As quantidades de trigo que passam ao mercado mundial são maiores que as de todos os demais cereais juntos e mais de um quinto da colheita mundial é exportada pelos países produtores. Sua principal aplicação está na fabricação de pão.

O pão é o principal alimento do homem no mundo inteiro. Em 53% dos países, o pão supre mais da metade das suas necessidades calóricas; em 87% dos países, acima de 30%. Na maioria dos países da Europa Ocidental é a fonte que fornece a metade de carboidratos, um terço das proteínas, acima de 50% de vitaminas do grupo B e mais de 75% de vitamina E (104).

Os problemas de carências nutricionais espalhados pelos quatro cantos do mundo, mormente entre os povos grandes consumidores de carboidratos, puzeram em foco o pão como o veículo mais adequado para levar e complementar princípios nutritivos deficientes nas suas dietas. Assim, o trigo - e por consequência, o pão - em muitos países é fortificado com vitaminas do grupo B, com sais minerais de cálcio, fósforo e ferro.

O tema que serviu de base ao presente trabalho e em torno do qual se coordenou os estudos que ante

cedem, constitui um modesto esforço para pôr em relêvo a necessidade de enriquecer esse alimento e melhorar seu valor biológico através do equilíbrio dos teores de aminoácidos essenciais, principalmente o de lisina.

Como se sabe, a lisina existe em baixa proporção no glúten do trigo, constituindo o aminoácido limitante do aproveitamento de sua proteína (123) e, à medida que se reduz a porcentagem da extração da moagem, menor será o teor desse aminoácido. Somado a isto, verifica-se que a lisina é o aminoácido essencial mais termolábil no trigo.

Por êsses motivos, inúmeros pesquisadores vêm-se dedicando, intensa e continuamente, na busca do produto ideal que, ao ser adicionado à farinha de trigo, a enriqueça sem interferir nos hábitos e nos custos (17,18,97, e 131).

Especificamente o Brasil que consome mais de 2.000.000 de toneladas de farinha de trigo por ano, despendendo por essa farinha centenas de milhões de dólares, deveria ter interesse todo especial de que seu conteúdo protéico seja integralmente aproveitado, principalmente nas regiões onde a subnutrição é crônica. Considerando 10% como o teor médio de proteína da farinha de trigo e a possível perda de 40% da mesma por causa do fator limitante lisina (falta de complementação), se verifica que, por ano, se corre o risco de perder, para a alimentação do povo brasileiro 80.000 toneladas de proteínas, equivalente à proteína contida em 400.000 toneladas de carne ou em 200.000 toneladas de leite em pó.

Por outro lado, o país se agiganta como produtor de soja, tendo sido de 4,1 milhões de toneladas métricas a produção de 1.972; calcula-se que dentro de 3 anos o Brasil alcance a produção significativa de 10 milhões de toneladas, equivalente a 1/3 da produção dos EE.UU. da América. A proteína da soja, por suas características de constituição, parece ser o complemento ideal das dietas ricas de carboidratos. Ademais, constitui subproduto da indústria de óleo de soja, de preço acessível e de fácil colocação.

É de se esperar, em um futuro não muito distante que, dada a importância da fração proteica na dieta e sua contribuição para o bem estar das sociedades bem formadas, física, econômica e culturalmente, venha a mesma a cobrir-se da verdadeira importância fisiológica que, hoje somente os que batalham nesse campo reconhecem. Ver-se-á então o reverso do quadro atual: os óleos vegetais serão os subprodutos da indústria de proteínas.

Contudo, a soja oferece problemas de ordem constitucional e de aceitabilidade. Infelizmente, para o consumo humano, a soja crua ou inadequadamente processada apresenta limitações, que decorrem do cheiro ativo e do gosto um tanto amargo. Por isso mesmo, as farinhas resultantes da pulverização das tortas recebidas das prensas ou dos "expellers", da industrialização de óleo, não se prestam, como tal, para alimentação humana, conforme testes feitos na Alemanha, no Japão, e principalmente nos Estados Unidos da América (84, 72, 147, 148, 82, 59).

Além disso, o valor nutritivo da soja é diminuído pela presença, na semente, de diversos compostos complexos de efeitos fisiológicos deletéreos para os animais, tais como o inibidor de tripsina, a hemaglutinina, as saponinas, isoflavonas (141), o factor bocinógeno (71), fator anticoagulante, a lipoxidase.

Processos térmicos, devidamente conduzidos, podem inativar êsses fatores. Outros fatores produzem flatulência, devido principalmente à presença de estaquiose rafinose e traços de verbascose (113) que, apesar do tratamento térmico, permanecem na farinha de soja, mas que nas proporções consideradas neste trabalho não causam efeitos fisilógicos significativos na microflora intestinal, principalmente no íleum e cólon.

Sem dúvida, o processo de tostagem é de capital importancia para a estabilidade dos nutrientes, principalmente dos aminoácidos essenciais.

Para a obtenção da farinha de soja integral existem varios métodos, alguns simples, aplicáveis mesmo ao nível familiar, em lugares onde não existe nem energia elétrica (2).

Existem divergencias acerca do efeito das gorduras da farinha de soja integral na produção de pão. Enquanto que alguns cientistas afirmam que as gorduras constituintes da soja não atuam como "shortening", outros há que asseveram que o seu conteúdo de lecitina faz com que os lipidios ajam como aditivo precioso ao produto panificado (43).

Um dos efeitos adversos dos produtos enriquecidos com farinha de soja é a cor escura resultante, rejeitada pelos padeiros e consumidores, que poderia ser reduzida a níveis aceitáveis pela adição de glicolipídios, com resultados satisfatórios até taxas de 7% de farinha de soja, sem que a equipe de degustadores perceba essa adição.

A adição de estearoil 2 lactilato de sódio (SSL), estearoil 2 lactilato de cálcio (CSL) e monoglicéridos etoxilados (EM) ao pão misto alivia os efeitos rejeitáveis que a participação de qualquer farinha de soja poderia ocasionar, somada à vantagem de simplificar a operação de panificação, por eliminar a fase de fermentação. Além disso, haveria economia de gordura, resultando também em produto final de volume aceitável, de excelente porosidade, boa aparência, melhor quebra e migalha. O mesmo se verifica pela adição de bromato de potássio.

Para o balanço dos aminoácidos essenciais (antes e após o processo de panificação), realizou-se uma investigação exaustiva para determinar valores em pães mistos de soja, porém com resultados negativos, por falta de dados específicos e, por isso, optou-se por valores médios, resumo de experiências feitas por vários cientistas com as farinhas de trigo, de soja, caseína e com o "tempeh", individualmente considerados (52, 149, 45, 81, 73, 31, 48, 30, 42, 33, 30).

Procurou-se chegar a proporções de farinhas de trigo e de soja - esta, adequadamente tratada - que,

após as modificações químicas oriundas do processamento, pudessem apresentar no produto final, aminoácido-gramas comparáveis, pelo menos, às proteínas ditas de boa qualidade.

É óbvio que os dados de distintas fontes, das variações naturais do conteúdo de nutrientes em função da variedade, do solo, clima, tratos culturais (78, 67), somados à eficácia do processo de tostagem da soja (55, 112) fazem com que esses dados não tenham valores absolutos, apesar da insistência de alcançar-se aproximações exatas, ou, pelo menos, chegar-se a fórmulas de pães mistos segundo uma programação linear para o balanço de aminoácidos essenciais (22).

As conclusões nascidas da revisão bibliográfica exposta podem-se resumir nas seguintes:

1) O trigo é um alimento básico milenar que supre a maior parte das calorías e proteínas ao homem. A farinha de trigo vale, sobretudo, pelo glúten, parte integrante da sua fração protéica, a qual é pobre de lisina, reduzindo assim o valor biológico da mesma;

2) O pão, já pela sua aceitação e acessibilidade, já pela difusão de seu uso e importancia universal como alimento indispensável ao homem, seria o veículo ideal de enriquecimento com outros alimentos protéicos, constituindo assim um meio sutil de elevar o nível nutricional de grandes setores da população mundial que sofrem de má-nutrição e desnutrição;

3) Entre os alimentos ricos em proteínas para enriquecimento se destaca a soja, que apresenta uma composição razoavelmente equilibrada dos aminoácidos das suas proteínas;

4) A farinha de soja é atrativa em preço, qualidade e quantidade para a fabricação de pães altamente protéicos. Com os recentes avanços tecnológicos, a fabricação de farinha de soja, por tratamento térmico, químico, ou através cozimento por extrusão, obtém-se farinhas de soja apropriadas para a panificação;

5) As condições exigidas para a fabricação do pão misto de soja em função da absorção, das proporções, da oxidação e da fermentação têm que ser adaptadas ao processo de panificação. A tecnologia da panificação, visando enriquecer o pão com proteínas de soja, vem sendo continuamente aprimorada e, cada dia novas contribuições são feitas para melhorar as características de qualidade e de aceitação dos produtos. Ciência e tecnologia, dentro em breve, promoverão produtos panificáveis ricos em proteínas, sem interferir nos hábitos tradicionais;

6) A adição de agentes emulsionantes ou tenso-ativos tais como lecitina, monoestearato de glicerila, glicolipídios, naturais ou sintéticos, sucroesteres, lactilatos, oxidante como bromato de potássio, Tenox 4 e 7 podem ser usados satisfatoriamente para melhorar as características de panificação da massa enriquecida com soja.

7) De todas as composições de soja consideradas neste trabalho, cujos teores de aminoácidos essenciais se vêm nas figuras A, B, C, D, e E, quando comparadas com ovo integral (proteína padrão provisória da FAO), se chega à conclusão que a que mais se aproxima a esta é aquela do pão misto de 80 grs.

de farinha de trigo e 20 grs. de farinha de soja desengordurada, que ultrapassa o ovo em teores de isoleucina, leucina, fenilalanina, triptofano e valina, mas mesmo assim, com déficit de 296,24 mg. de lisina, 146 mg. de metionina (aminoácido limitante da soja) e 43,92 mg. de treonina. Vê-se assim que, mesmo nas proporções elevadas da mistura o enriquecimento não é ideal, já que além de não equilibrar totalmente o aminoácido-grama do produto final, as características de aceitabilidade estariam consideravelmente reduzidas. O enriquecimento do pão com soja é, pois, apenas uma parte do problema tecnológico;

8) A adição de proteína de soja a qualquer alimento básico, como o pão, será resultante de medidas de ordem tecnológica, econômica, política e social. Solucionados os problemas tecnológicos e econômicos, somente cabem medidas que possam regulamentar a comercialização do produto enriquecido, bem como orientar adequadamente o consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADLER, L. e POMERANZ, Y. - Use of lecithin in production of bread containing defatted soy flour as a protein supplement. *Journal Sci. Food Agric.* 10:449. (1.965).
2. ALBRECHT, W.J.; MUSTAKAS, G.C.; MCGHEE, J.E. e GRIFFIN, Jr. E.L. - A simple method for making full-fat soy flour. *Cereal Science Today.* 12 (3):81-83 (1.967).
3. ARTAL, C. - Formulario moderno de pastelería, confitería y panadería. Editor: Juan Bruguera - Barcelona - España. 4a. Edición. Pag. 311. (1.960).
4. AYKROYD, W.R. e DOUGHTY, J. - Las leguminosas en la nutrición humana. FAO: Estudios sobre Nutrición Nº 19. Pag. 90 (1.964).
5. AYKROYD, W.R. e DOUGHTY, J. - El trigo en la alimentación humana. FAO: Estudios sobre Nutrición Nº 23. Pag. 39 (1.970).
6. BADENHOP, A.F. e HACKLER, L.R. - Protein quality of dry roasted soybeans: amino acid composition and protein efficiency ratio. *Journal of Food Science.* 36 1-4. (1.971).
7. BAYFIELD, E.G. e SWANSON, E.C. - Effect of yeast, bromate, and fermentation on bread containing soy flour. *Cereal Chemistry.* 23:104. (1.946).
8. BENNION, E.B. - Fabricación de pan. Editorial Acribia-Zaragoza - España. 4a. Edición. Pag. 28. (1.967).
9. BENNION, E.B. - Fabricación de pan. Editorial Acribia-Zaragoza - España. 4a. Edición. Pag. 25 (1.967).
10. BECKTEL, W.C.; HAMMER, G.E. e PONTE, Jr. J.G. - Effect of calcium stearoyl-2 lactylate in bread made with nonfat milk solids of varying baking quality. *Cereal Chemistry.* 33:206. (1.956).
11. BLISH, M.J. - Wheat gluten. *Advances in Protein Chemistry.* Amino acid Products Division of International Minerals and Chemical Corporation, Rossford, Ohio, Academic Press Inc. Publishers, New York. 2:337 (1.953).

12. BLISH, M.J. - Wheat gluten. *Advances in Protein Chemistry*. Amino acid Products Division of International Minerals and Chemical Corporation, Rossford, Ohio, Academic Press Inc. Publishers, New York. 2:349. (1.953).
13. BORGES, J.M. - Produção de leite de soja - Tese de Doutorado apresentada a ESALQ - Piracicaba-Pag.1 (1.958).
14. BOOKWALTER, G.N.; MUSTAKAS, G.C.; KWOLEK, W.F.; MCGHEE, J.E. e ALBRECHT, W.J. - Full-fat soy flour extrusion cooked: Properties and food uses. *Journal of Food Science*. 36:5-9. (1.971).
15. BOHN, R.T. e FAVOR, H.H. - Functional properties of soya flour as a bread ingredient. *Cereal Chemistry*. 22:296. (1.945).
16. BREESE JONES, D. e DIVINE, J.P. - The protein nutritional value of soybean, peanut, and cottonseed flours and their value as supplements to wheat flour. *Journal of Nutrition*. 28:41. (1.944).
17. BOOKWALTER, G.N.; KWOLEK, W.F.; BLACK, L.T. e GRIFFIN, Jr. E.L. - Corn meal soy flour blends: characteristics and food applications. *Journal of Food Science*. 36:1026 (1.971).
18. BRESSANI, R. e ELIAS, L.G. - All-vegetable protein mixtures for human feeding. The Development of INCAP Vegetable Mixture 14 Based on Soybean Flour, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), Guatemala, C.A. INCAP Publication I-372. 1.970.
19. CARLSON, S.C. - A nutritional study of the fortification of Graham type crackers with soy gritz, calcium, and several vitamins. *Cereal Chemistry*. XXIV:215. (1947).
20. CARLSON, S.C. - Effect of soy flour and nonfat dry milk solids in white bread on the nutritional quality of the protein as measured by three biological methods. *Cereal Chemistry*. XXIII: 305. (1.946).
21. CAMPBELL, J.A. - Evaluation of protein in foods for regulatory purposes. *Agricultural and Food Chemistry*. 8:323. (1.960).
22. CAVINS, J.F.; INGLETT, G.E. e WALL, J.S. - Linear Programming controls amino acid balance in food formulation. *Food Technology*. 26 (6):46-49. (1.972).
23. COSTA, I.B. - Farinha de soja desengordurada. Boletim Nº 29 do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Campinas - Brasil. Pag. 52. (1.972).

24. DANIEL, A.R. - Bakery material and methods. Maclaren & Sons Ltd. London. 4th. Edition - Revised and enlarged. Pag.30.(1.963).
25. DANIEL, A.R. - Up to date confectionary. Maclaren & Sons Ltd. London. Chapter II.Pag. 18.(1.965).
26. DEAN, K.J.; EDWARDS, N.E. e RUSSELL, C.A. - An introduction to the physics and chemistry of baking. Maclaren & Sons Ltd. London. Pag. 202.(1.968).
27. DE, S.S. - Technology of production of edible flour and protein products from soybean. FAO - Agricultural Services Bulletin Nº 11 - A.G.S.:ASE.Pag.26.(1.971).
28. DOOSE, O. -Arbeitskunde für bürger. Gildeverlag Hans-Gerhard Dobler ALFRED (Leine).Pag. 18.(1.949).
29. EHLE, S.R. e JANSSEN, G.R. - Studies on breads supplemented with soy, non fat dry milk, and lysine. I. Physical and organoleptic properties. Food Technology. 19 (9):129.(1.965).
30. EVANS, R.J. e BUTTS, H.A. - Inactivation of amino acids by autoclaving. Science.109:569-571.(1.949).
31. EVANS, R.J. e BUTTS, H.A. - Heat inactivation of the basic amino acids and tryptophan. Journal of Food Science. 16 (5):415.(1.951).
32. EVANS, R.J.; BANDEMER, S.L. e BAUER, D.H. - Heat effect on proteins - Effect of heating soybean proteins in the autoclave on the liberation of Cystine and methionine by several digestion procedures. Agricultural and Food Chemistry.10(5):416 (1.962).
33. EVANS, R.J.; GROSCHE, A.C. e BUTTS, H. - Studies on the heat inactivation of cystine in soybean oil meal. Archives of Biochemistry. Academic Press Inc. Publishers. New York, N.Y. 30:414-421.(1.950-51).
34. FANCE, W.J. e WRAGG, B.H. - Up-to date breadmaking - Maclaren & Sons Ltd. London. Chapter 5. Pag.25.(1.968).
35. FAULKNER, E.C. e SIMPSON, J.I. - A comparative study of soy flour for use in baking. I. Composition and properties of soy flours. Journal of Food Science. 11 (5):447.(1.946).

36. FEILLET, P. - Contribution a L'Étude des Protéines du Blé - Influence des facteurs genetiques, agronomiques et technologiques - These de Docteur-Ingenieur, soutenu 13 mai 1965 a la Faculté des Sciences de Paris. Annales de Technologie Agricole - 14 - 1.965 N° Hors - Serie 1 - Institut National de la Recherche Agronomique. Pag. 5. (1.965).
37. FELDBERG, Ch. - Adequacy of processed cereals in human nutrition - Chapter 23. The Chemistry & Technology of Cereals as Food and Feed. Samuel A. Matz. The Avi Publishing Company Inc. Westport, Conn. Pag. 619 (1.959).
38. FINNEY, K.F. - Baking properties and palatability. Studies of soy flour in blends with hard winter wheat flour. Cereal Chemistry. 27:312. (1.950).
39. FINNEY, K.F. - Loaf volume potencialities, buffering capacity, and other baking properties of soy flour in blends with spring wheat flour. Cereal Chemistry. 23:96. (1.946).
40. FINNEY, K.F. - Soy-products variables affecting bread-baking. Cereal Science Today. 8:166. (1.963).
41. FINNEY, K.F.; RUBENTHALER, G. e POMERANZ, Y. - Soy-products in breadmaking. Cereal Chemistry. 32:238 (1.952).
42. FOX, S.W.; WARNER, C. e HURST, T.L. - Soybean protein-Quantitative determination of terminal methionine, leucine, and lysine in raw and toasted soybean oil meal. Agricultural and Food Chemistry. 3 (8):705. (1.955).
43. FRANTZ, R.D. e SIMPSON, J.I. - Effectiveness of fat in soy flour as a shortening agent. Journal of Food Sci. 12 (6):461-467. (1.947).
44. FUJIMAKI, M.; YAMASHITA, M.; OKAZAWA, Y. e ARAI, S. - Applying proteolytic enzymes on Soybean. 3. Diffusible bitter peptides and free amino acid in peptic hydrolyzate of soybean protein. Journal of Food Science. 35 (3):215-218. (1.970).
45. GREENSBERG, D.M. - Amino acids and proteins - Theory. Methods. Application. Charles C. Thomas Publisher U.S.A. Pag. 30. (1.951).
46. GUTTERSON, M. - Baked good - Production Processes. Food Processing Review N° 9. Noyes Development Corporation. U.S.A. Pag. 30. (1.969).

47. HACKLER, L.R.; VAN BUREN, J.P.; STEINKRAUS, K.H.; EL RAWI, I. e HAND, D.B. - Effect of heat treatment on nutritive value of soy milk protein fed to weanling rats. Journal of Food Science. 30:723.(1.965).
48. HACKLER, L.R. e STILLING, B.R. - Amino acid composition of heat processed soy milk and its correlation with nutritive value. Cereal Chemistry. 44 (1):72.(1967)
49. HAFNER, F.H. - The nutritional value of soy flour. The Bakers Digest. XVIII:247.(1.942).
50. HAFNER, F.H. - Soy flour as a bread ingredient. The Bakers Digest. 16:282.(1.942).
51. HAFNER, F.H. - Soya's role in bakery products. The Bakers Digest. 76:80.(1.965).
52. HARRIS, R.S. e VON LOESECKE, H. - Nutritional Evaluation of food processing. The Avi Publishing Co., Inc. Chapter 5. Pag. 197.(1.971).
53. HARRIS, R. S. - Nutritional value of bread containing soya flour and milk solids. Archives of Biochemistry. 4:243.(1.944).
54. HARRIS, R.S. - General discussion on the stability of nutrients. Nutritional evaluation of food processing. The Avi Publishing Co., Inc. Introduction. Pag.1-4.(1.971).
55. HAYWARD, J.W. e DISER, G.M. - Soy protein. Soybean Digest. Hudson, Iowa. Pag. 1-8. August 1.961.
56. HORSDEL, L.; DODDS, Ch. e MORAN, T. - Bread - The Chemistry and nutrition of flour and bread with and in introduction to their history and technology. Constable and Company Ltd. London. First Edition. Pag. 37-39.(1.954).
57. HORAN, F.E. - Deffated and full-fat soy flours by conventional processes. Proceedings of International Conference on Soybean Protein Food - Held at Peoria, Illinois, October 17-19, 1.966 - ARS-71 - 35 May 1.967. Agricultural Research Service - USDA. Pag. 129-141.
58. HORAN, F.E. - Soy flour and soy grits as protein supplements for cereal products - Proceedings of Conference on Soybean Products for Protein in Human Foods at Northern Regional Research Laboratory Northern Utilization Research and Development Division, Peoria, Illinois. September 13-15 1.961 United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Pag. 52-72.

59. HODGE, J.E.; MILLS, F.D. e FISHER, E.E. - Compounds of browned flavor derived from sugar-amine reactions. *Cereal Science Today*. 17 (2):34-38.(1.972).
60. HOOVER, W.J. - Blend K Bread. *Soybean Digest*. 32 (1): 14-16. (1.971).
61. HOOVER, W.J. - High protein breads. Reports of Sixth National Conference on Wheat Utilization Research. Oakland, California - November 5-7, 1.969. Agricultural Research Service - USDA. Pag.61.(1.969).
62. HOVE, E.L. - The nutritive quality of some plant protein and the supplemental effect of some protein concentrates on patent flour and whole wheat. *Cereal Chemistry*.XXII:287.(1.945).
63. HUMMEL, Ch. - Macaroni products. Food Trade Press Ltd, London. Second Edition. Chapter III. Pag.15.(1.966).
64. KENT-JONES, D.W. e AMOS, A.J. - Modern Cereal Chemistry. Food Trade Press Ltd, London. Sixth Edition, Pag. 4 - 23.(1.967).
65. KENT, N.L. - Tecnología de los cereales. Editorial Acribia - Zaragoza - España. Pag. 38.(1.971).
66. KIGER, J.L. e KIGER, J.G. - Techniques modernes de la biscuiterie. Pâtisserie - Boulangerie Industrielle et Artisanales et des Produits de Régime - Tome I - Dunod - Paris. Pag. 51.(1.967).
67. KIIHL, R.A.S. e MIYASAKA, S. - Descrição das principais variedades de soja em cultivo no Estado de São Paulo. Pub. Instituto Agron. (Campinas). Pag.1-7 (1.970).
68. KIM, J.C. e de RUITTER, D. - Bakery products with non-wheat flours. *Baker's Digest*. 43 (3):58.(1.969).
69. KIM, J.C. e de RUITTER, D. - Bread from non-wheat flours. *Food Technology*. 22:867-878.(1.969).
70. KLEINSCHMIDT, A.W.; HIGASHIUCHI, L.; ANDERSON, R. e FERRARI, C.G. - Flavor improvement of continuously mixed bread with the lipoxidase of soy flour. *Baker's Digest*. 37 (5):44.(1.963).
71. KONIJN, A.M.; EDELSTEIN, S. e GUGGENHEIM, K. - Separation of a thyroid-active fraction from unheated soya bean flour. *Journal of Science and Food Agric*. 23:549-555.(1.972).

72. KROBER, O.A. e GIBBONS, S.J. - Nonprotein nitrogen in soy beans. *Agricultural and Food Chemistry*. 10(1): 57. (1.962).
73. LIENER, I.E. - Processed plant protein foodstuffs. Edited by Aaron M. Altschul - Academic Press Inc. Publishers - New York. Chapter 5. Pag.91. (1.958).
74. LIENER, I.E. - Effect of processing on cereal protein- *Nutritional Evaluation of Food Processing*- Harris, R.S. - Von Loesecke, H. The Avi Publishing Co. Inc. - Westport, Conn. 2nd. Printing. Pag.231. (1971).
75. MATZ, S.M. - Bakery - Technology and engineering. The Avi Publishing Company Inc. Westport - Conn. Chapter 15. Pag.337. (1.960).
76. MATZ, S.M. - Cookie and cracker technology. The Avi Publishing Company Inc. Westport - Conn. Pag.2. (1.968).
77. MARNETT, L.F. e TENNEY, R.J. - Calcium stearoil - 2 lactic acid, a new and versatile baking ingredient. *Baker's Digest*. 35:52. (1.961).
78. MASKARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; KIIHL, R.A.S. e DE MATTE, J.D. - Instruções para a cultura da soja. Boletim Nº 122 do Instituto Agronômico de Campinas - Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo - Brasil. 3a. Edição. Pag. 1. (1.968).
79. MATTEWS, R.H.; SHARPE, E.J. e CLARK, W.M. - The use of some oil seed flours in bread. *Cereal Chemistry*. 47: 181. (1.970).
80. MATTICK, L.R. e HAND, D.B. - Identification of a volatile component in soybean that contributes to the raw bean flavor. *Journal of Agric. and Food Chemistry*. 17 (1):15. (1.969).
81. McGARR GOTTHOLD, M. L. e KENNEDY, B.M. - Biological valuation of protein in steamed and baked breads and in bread ingredients. *Journal of Food Science*. 29 (2):227. (1.964).
82. McWILLIAMS, M. e MACKEY, A.C. - Wheat flavor components. *Journal of Food Science*. 34:493-496. (1.969).
83. MORAN, Jr. E.T.; JENSEN, L.S. e MCGINNIS, J. - Dye binding by soybean and fish meal as an index of quality. *J. Nutrition*. 79:239-243. (1.963).
84. MOSER, H.A.; EVANS, C.D.; CAMPBELL, R.E.; SMITH, A.K. e COWAN, J.C. Sensory evaluation of soy flour. *Cereal Science Today*. 12 (7):296. (1.967).

85. MUSTAKIS, G.C.; ALBRECHT, W.J.; BOOKWALTER, G.N.; MCGHEE, J.E.; KWOLEK, W.F. e GRIFFIN, E.L. - Extruder-processing to improve nutrition, flavor, and keeping quality of full-fat soy flour. Food Technology. 24:1290. (1.970).
86. MIZRAHI, S.; ZIMMERMAN, G.; BERK, Z. e CAGAN, U. - The use of isolated soybean protein in bread. Cereal Chemistry. 44:193. (1.967).
87. NOGUCHI, M.; ARAI, S.; KATO, H. e FUJIMAKI, M. - Applying proteolytic enzymes on soybean. 2. Effect of Aspergillopeptidase A preparation on removal of flavor from soybean products. Journal of Food Science. 35:213. (1.970).
88. NOYES, R. - Protein food supplements. Food Processing Review No 3. Pag.116 - 231. (1.969).
89. OFELT, C.W. - Soy-flour bread wins its place. Food Engineering. Pag.145. December 1.952.
90. OFELT, C.W.; SMITH, A.K. e MILLS, J.M. - Baking behavior and oxidation requirement of soy flour. II. Commercial full-fat soy flours. Cereal Chemistry. 32:23-28. (1.954).
91. OFELT, C.W.; SMITH, A.K. e MILLS, J.M. - Effects of soy flour on amylograms. Cereal Chemistry. 32:48. (1.955).
92. OFELT, C.W.; SMITH, A.K. e MILLS, J.M. - Proteases of the soybean. Cereal Chemistry. 32:53. (1.955).
93. OFELT, C.W.; SMITH, A.K. e DERGES, R.E. - Baking behavior and oxidation requirement of soy flour. I. Commercial full-fat soy flours. Cereal Chemistry. 31:15. (1.954).
94. ORR, E. e ADAIR, D. - Examples of the use of edible flours made by standard oil milling processes. The Production of Protein Foods and Concentrates from Oilseeds. Tropical Products Institute Report G31 - Ministry of Overseas Development - London - Chapter V. Pag.39. June 1.967.
95. ORR, E. e ADAIR, D. - Full fat soya flour. The Production of Protein Foods and Concentrates from Oilseeds. Tropical Products Institute Report G 31 - Ministry of Overseas Development - London - Chapter VI. Pag. 55. June 1.967.

96. ORR, E., ADAIR, D. - Oriental methods of processing soya beans. The Production of Protein Foods and Concentrates from Oilseeds. Tropical Products Institute Report G 31 - Ministry of Overseas Development - London - Chapter VII. Pag. 65. (1.967).
97. OLIVEIRA, J.E., DUTRA DE.; de SOUZA, N.; de REZENDE, T.A.; VALENTE, L.R., BOYD, V.F. e DAGGY, E.E. - Development of a food mixture for infants and young children in Brazil. Journal of Food Science. 32: 131-135. (1.967).
98. PAULA, R.D., GARCIA DE. - Alimentos - Composição - Valor nutritivo e dietético (Feculentos, cereais, pão, nozes e similares. Livraria-Editora da Casa do Estudante do Brasil - GB. 2:209-226. (1.952).
99. PAULSEN, T.M. - A study of macaroni products containing soy flour. Food Technology. 15:118. (1.961).
100. PAULSEN, T.M. e HORAN, F.E. - Functional characteristic of edible soya flour. Cereal Science Today. 10: 14. (1.965).
101. PELSHENKE, P.F. - Brotgetreide und Brot - Paul Parey in Berlin und Hamburg. Pag. 75. (1.954).
102. PIPPER, Ch.V. e MORSE, W.J. The soybean. McGraw-Hill Book Company, Inc. First Edition. Second Impression. Pag. 1-102-128. (1.923)
103. POLLOCK, J.M. e GEDDES, W.F. - Soy flour as a white bread ingredient. I. Preparation of raw and heat-treated soy flours, and effects on dough and bread. Cereal Chemistry. 37:19. (1.960)
104. POMERANZ, Y. e SHELLENBERGER, J.A. - Bread Science and Technology. The Avi Publishing Company, Inc. Westport - Conn. Pag. 1-6. (1.971).
105. POMERANZ, Y. - Phosphatides in baking wheat germ bread. Food Technology. 24:91. (1.970).
106. POMERANZ, Y. - Soy flour in breadmaking, a review of its chemical composition, nutritional value and functional properties. Baker's Digest. 40 (3):44. (1.966).
107. POMERANZ, Y. e LINDNER, C. - A simple method for evaluation of heat treatment of soybean meal. The Journal of the American Oil Chemists' Society. 37:124. March 1.960.

108. POMERANZ, Y.; SHOGREN, M.D. e FINNEY, K.F. - Improving breadmaking properties with glycolipids. I. Improving soy products with sucroesters. Cereal Chemistry. 46:503. (1.969).
109. POMERANZ, Y.; SHOGREN, M.D. e FINNEY, K.F. - Improving breadmaking properties with glycolipids. II. Improving various protein-enriched products. Cereal Chemistry. 46:512. (1.969).
110. PUCHKOVA, L.I. e CRISTOVA, V.S. - Influence of adding phospholipids concentrate on the course of the technological process of preparing wheat bread Trudy, Moskov. Tekhnol. Inst. Pishchevoi Prom. 1956, № 4, 96-104, an abstract from Chemical Abstracts 51:15028, 1957.
111. RACKIS, J.J.; HONIG, D.H.; SESSA, D.J. e STEGGERDA, F.R. Flavor and flatulence factors in soybean protein products. Journal of Agric. and Food Chem. 18 (6):977. (1.970)
112. RACKIS, J.J.; HONIG, D.H.; SESSA, D.J. e CAVINS, J.F. Soybean whey proteins - Recovery and amino acid analysis. Journal of Food Science. 36:10 (1.971).
113. RACKIS, J.J.; SESSA, D.J. e HONIG, D.H. - Isolation and characterization of flavor and flatulence factors in soybean meal. Proceeding of International Conference on Soybean Protein Food - Held at Peoria, Illinois, October 17-19, 1.966 -ARS 71-35, Agricultural Research Service - USDA Pag.100-110. May 1.967.
114. RAINEY, W.L. e HORAN, F.E. - A new protein solid for white bread. The Bakers Digest, Pag.34. April 1.961.
115. RICHARDS, P. - Fundamental of breads, rolls and sweet doughs. Chrissold Publishing Co. Third edition. Pag.23. (1.967).
116. RIOS IRIARTE, E.J. e BARNES, R.H. - The effect of overheating on certain nutritional properties of the protein of soybeans. Food Technology. (835)131-(838)134. (1.966).
117. ROHR, R. - Tecnologia de óleos vegetais e de seus subprodutos proteicos. Ultra Rapida - Mimeografia-Campinas, S.P. Brasil. Pag. 77-91. (1.972).

118. ROHRLICH, M. e THOMAS, B. - Getreide und getreidemahlprodukte. Springer Verlag - Berlin. Pag.24.(1.967).
119. SCHÄFER, W. - Brot in unserer zeit - Verlag Moritz Schäfer Detmold 37. Pag. 37.(1.966).
120. SGARBIERI, V. - Principios de Nutrição. 2a. Parte. Directorio Academico da Faculdade de Tecnologia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas-S. P. Brasil. Pag. 138.(1.972).
121. SHIMOKOMAKI, M. - Efeito da temperatura na composição das proteínas nos produtos derivados da soja - Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos Nº 12. Campinas - S.P.-Brasil.Pag.4 (1.967).
122. SILVA, B.B. da. - A Soja - Sua importância na alimentação Seu emprego no pão. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comercio do Estado de São Paulo - Diretoria de Publicidade Agrícola. Pag.122.(1.941).
123. STAUFFER, C.E.; BANASIK, O.J. e HARRIS, R.H.- Amino acid distribution in gluten fractions. Journal of Food Science. 24 (4):401-409.(1.959).
124. STORER, T.K. - Bread. MacLaren & Sons. London. Pag. 61.(1.963).
125. STILLINGS, B.R. e HACKLER, L.R. - Amino acid studies on the effect of fermentation time and heat-processing of tempeh. Journal of Food Science. 30(6):1043.(1.965).
126. STILLINGS, B.R.; SIDWELL, V.D. e HAMMERLE, O.A. -Nutritive quality of wheat flour and bread supplemented with either fish protein concentrate or lysine. Cereal Chemistry. 48:292. (1.971).
127. SULTAN, W.J. - Practical Baking - The Avi Publishing Company, Inc. - Westport - Conn. Second Edition. Chapter 11. Pag. 54. (1.969).
128. TANGO, J.S. - Farinhas de soja integral. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) Nº 29. Campinas - S. P. - Brasil. Pag. 21-45.(1.972).
129. TENNEY, R.J. e SCHMIDT, D.M. - Sodium Stearoil-2 Lactylate - Its functions in yeast-leavened bakery products. Baker's Digest. 42:38.(1.968).

130. THOMPSON, J.B. e BUDDEMEYER, B.D. - Improvement of flour mixing characteristics by a stearyl lactic acid salt. Cereal Chemistry. 31:296. (1.954).
131. TOSELLO, A. - Considerações nutricionais na formulação de farinhas de trigo com outras farinhas. Recursos Proteínicos en America Latina. Editado por Moisés Behar y Ricardo Dressani. Publicacion INCAP L-1. Guatemala, agosto 1.971. Pag. 388.
132. TSEN, C.C. e HLYNKA, H. - Flour lipids and oxidation of sulfhydryl groups in dough. Cereal Chemistry. 40 (2):145. (1.963).
133. TSEN, C.C. - The action of surfactants on flour protein in relation to their dough strengthening effect. Proceeding - Annual Meeting of the American Bakers Association Technical Liaison Committee with the United States Department of Agriculture. Albany, California. October 8-10, 1.969.
134. TSEN, C.C. - Action of surfactants on flour protein in relation to their dough-strengthening effect. Reports - 55th Annual Meeting of the American Association of Cereal Chemists. Minneapolis, Minn. October 18-22, 1.970.
135. TSEN, C.C., HOOVER, W.J. e PHILLIPS, D. - The use of Sodium Stearyl-2 Lactylate and Calcium Stearyl-2 Lactylate for producing high-protein breads. Baker's Digest. 45 (2): 20, 74 (1.971).
136. TSEN, C.C. e HOOVER, W.J. - Presented at the KSU High-protein bread news conference at Kansas City, Mo. October 6, 1.970.
137. TSEN, C.C. e TANG, T.J. - K-State process for making high-protein breads. I. Soy bread. Soy : The Wonder Bean - A Symposium sponsored by Southern California Section, AACC, Miramar Hotel, Santa Barbara, California, August 19-21, 1.971.
138. TURRO, E.J. e SIPOS, E. - Effects of various soy protein products on bread characteristics. Baker's Digest. 42 (6):44. (1.968).
139. VIDAL, M. - Tratado práctico de panadería, pastelería y confitería. Editor: Jose Monteso - Barcelona. España. Pag. 44. (1.966).

140. WOLF, W. J. - Trypsin inhibitors, hemagglutinins, saponins, and isoflavones of soybeans. Proceedings of International Conference on Soybean Protein Food - Held at Peoria, Illinois, October 17-19, 1966 - ARS-71-35. Agricultural Research Service - USDA, May 1967, Pag. 112-127.
141. WOLF, W. J. - Physiological effects of feeding soybean meal and its fractions. Proceedings of Conference on Soybean Products for Protein in Human Foods at Northern Regional Research Laboratory-Northern Utilization Research and Development Division, Peoria, Illinois, September 13 - 15 1961. United States Department of Agriculture Agricultural Research Service. Pag. 120-126.
142. WOLF, W. J. - What is soy protein?. Food Technology. 26 (5):44. (1972).
143. WOLF, W. J. e COWAN, J.C. - Soybeans as a food source CRC - Critical Reviews in Food Technology. Edited by Thomas Furia - Technical Development Manager CIBA-GEIGY Corp. Ardsley, New York. 2 (1): 105. (1971).
144. WOLF, W. J. e BAKER, F.L. - Scanning electron microscopy of soybeans. Cereal Science Today. 17 (5):130. (1972).
145. WOYCHIK, J.H.; BOUNDY, J.A. e DIMLER, R.J. - Wheat gluten protein - Amino acids composition of proteins in wheat gluten. Agricultural and Food Chemistry. 9 (4):308. (1961).
146. WINTON, A.L. e WINTON, K.B. - The structure and composition of foods. Vol. 1. Fourth Printing. John Wiley & Sons, Inc. Pag. 512-524. (1950).
147. WILKENS, W.F. e LIN, F.M. - Gas Chromatographic and Mass Spectral Analyses of Soybean Milk Volatile Journal of Agriculture and Food Chemistry. 18 (3):333. (1970).
148. WILKENS, W.F. e LIN, F.M. - Volatile flavor components of deep fat-dried soybeans. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 18 (3):337. (1970).
149. XAVIER FILHO, J. e PERRONE, J.C. - Efeito do calor sobre proteínas no estado solido. Ministerio da Industria e do Comercio - Instituto Nacional de Tecnologia - GB. Pag. 13. (1972).

ERRATAS

<u>Onde se lê</u>	<u>Pag.</u>	<u>Linha</u>	<u>Se deve ler</u>
79	Índice	16	80
103	Índice	40	109
kwashiorkor	2	19	kwashiorkor
a	4	ultima	na
qa	5	16	que
Análise do	6	13	Análise dos
obtidos	7	20	obtidos
quadro 6	8	6	Quadro 6
solúveis	9	35	insolúveis
insolúvel	10	8	solúvel
lipídios	14	10	lipídios
incluindo	15	8	incluindo
lipídeos	15	9	lipídios
Sullivan (123)	15	22	Stauffer e col. (123) e Felds - berg (37).
LET	19	-	MET
FONTE: KENT-JONES and AMOS (64)	20	ultima	FONTE: HORSDEL, DODDS e MORAN (56).
(143)	28	1	(144)
(1), est~	30	20	(146), estão.
Acido linocérico	36	16	Acido lignocéri- co.
assimilação	46	8	assimilação
antitripsina	47	13	antitripsina
prejudiciais	49	9	prejudiciais
comos	49	14	como
óleo afeta	52	9	óleo não afeta
53%	56	20	59%
teste A	66	4	teste A a D
275° F, SEM	70	3	275° F. COM OU SEM
Minerales	81	17	Minerais
Baix	90	17	Baixa
(151).	91	9	(70), (88) e (95).
marron	93	3	marron
bohn	93	10	Bohn
(39,31,93,7)	93	15	(39,90,93,7)
, e Eulse (109)	94	10	, e Eulse citados por Pomeranz e col. (109).
Ma nett e col.	94	23	Marnett e col.
(93; 94)	97	3	(90,93)
Vol. esp.			Volume
medio			medio
cc.	99	11	do pão
Hoover (60)	101	17	cc. Hoover(60, 61)
proteína encontrado	102	20	proteína disponi- vel encontrado
Liener (73),	128	26	Liener (74),
(113)	140	10	(111) e (113).

Este trabalho foi impresso na
FUNDAÇÃO CENTRO TROPICAL DE PESQUISAS E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS.

Rua Dr. Pelágio Lobo nº 63 - Tels: 87822 e 26825
CAMPINAS - SÃO PAULO - BRASIL.

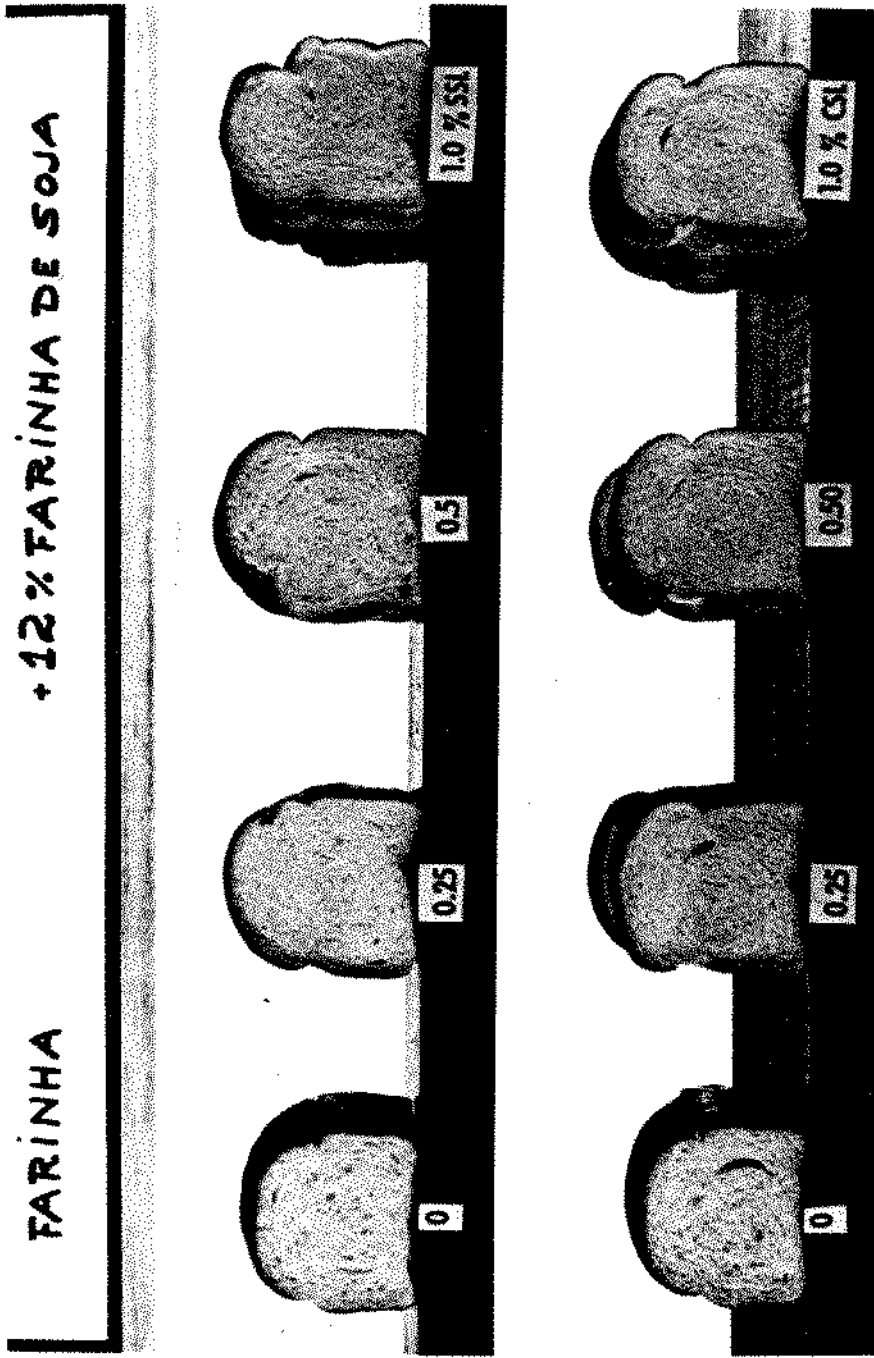


Fig. 8. Efeitos de SSL e CSL sobre a qualidade do pão contendo 12% farinha de soja.

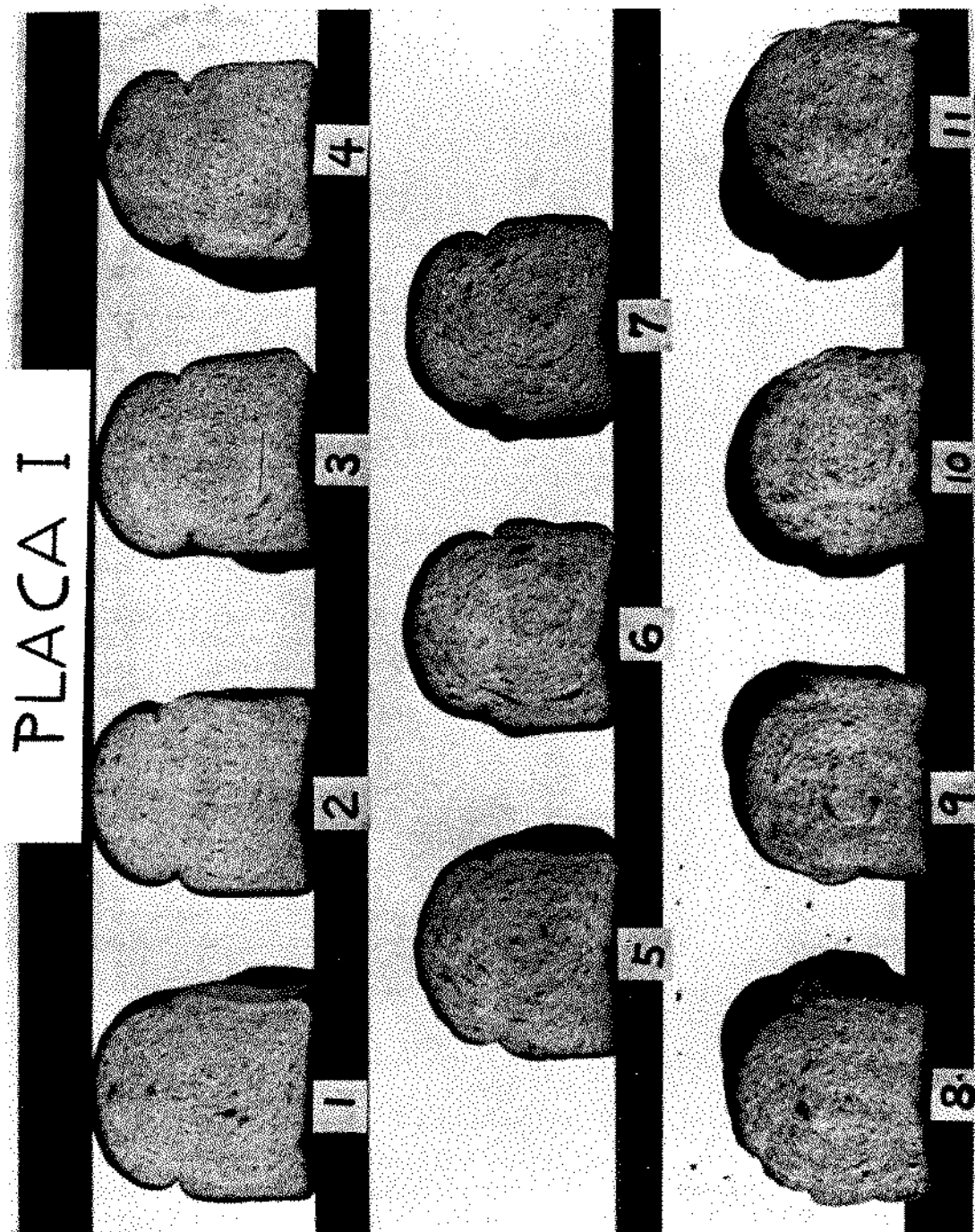


Fig. 9. Efeitos de fermentação, tempo de descanso, e bromato na qualidade dos pães contendo 12% farinha de soja e 3% gordura comercial (Crisco). Ver Quadro 49.

PLACA II

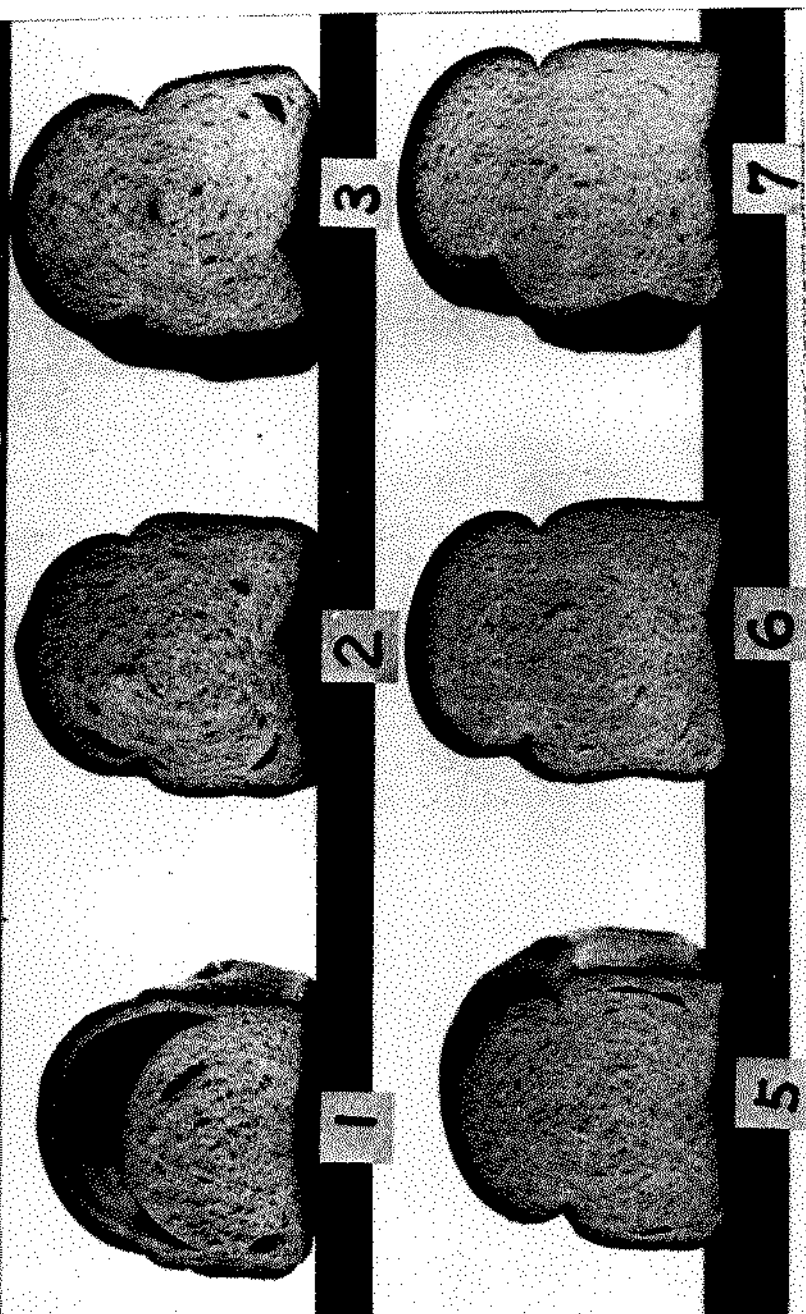


Fig. 10. Efeitos de estearoil lactilato de sódio (SSL), bromato, levedura e bromato na qualidade de pães contendo 12% de farinha de soja mas sem Crisco (gordura comercial) (ver número do pão no Quadro 50).