

KELLY RIBEIRO AMICHI BIET

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE "TOFU"

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos para obtenção do grau de "Mestre".

Orientadora
Dra Sin-Huei Wang

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1994

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da ESAL.

Biet, Kelly Ribeiro Amichi.

Otimização de processo para obtenção de "tofu"/

Kelly Ribeiro Amichi Biet. Lavras : ESAL, 1994.

105 p. : il.

Orientador: Sin-Huei Wang.

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Bibliografia.

1. Tofu Obtenção - Processos. 2. Leite de soja-
Obtenção de tofu - I. Escola Superior de Agricultura
de Lavras. II. Título.

KELLY RIBEIRO AMICHI BIET


OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE "TOFU"

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos para obtenção do grau de "Mestre".

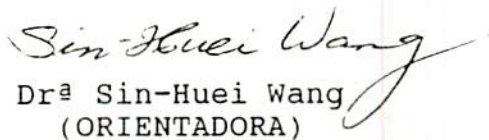
APROVADA em 15 de setembro de 1994



Dr. Lair Chaves Cabral



Dr^a Vânia Déa de Carvalho



Dr^a Sin-Huei Wang
(ORIENTADORA)

"Deixar a sua luz brilhar e
ser muito tranqüilo,
Deixar o seu amor crescer e
ser muito tranqüilo..."

Milton Nascimento

À Deus,

OFEREÇO

Com gratidão a meus pais, Felisberto e Geny;
Aos meus irmãos, Rubens, Kátia e Renan;
Ao meu esposo Marcos, pelo apoio,
incentivo, carinho e compreensão

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo durante o curso de mestrado.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) pela oportunidade concedida.

Em especial, à professora Dra^a Sin-Huei Wang, pela amizade, confiança, dedicação e eficiente orientação no decorrer do curso.

Aos professores: Vânia Déa de Carvalho, Paulo Roberto Clemente, Adimilson Bosco Chitarra, Maria Isabel Fernandes Chitarra, Eliana Pinheiro Carvalho, Luiz Ronaldo de Abreu e Evódio Ribeiro Vilela pela permissão do uso de laboratório.

A Denise G. de Santana, pela orientação nas análises estatísticas.

A Dona Cecília, pelo carinho e zelo maternal.

Aos amigos: Wanderleia, Mônica, Mônica E., Gilmar, Urquisa, Dirce, Gicelda, Miguel A., Josane, Celeste, Andréia e Rose pela amizade e gostosa convivência nesses anos.

À Luciene, Nair, Newton, Cidinha e Tina pela amizade e ajuda nas análises laboratoriais.

Aos professores Luiz Ronaldo, Prabir K. Chandra e esposa pela amizade e apoio diário.

A todos os professores e funcionários do DCA e EPAMIG, que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xvi
SUMMARY	xviii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Leite de soja	3
2.2 "Tofu"	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Material	12
3.2 Métodos	13
3.2.1 Composição centesimal aproximada do grão de soja ...	13
3.2.2 Preparo do leite de soja	13
3.2.3 Análise química de leites de soja cru e tratado termicamente	14
3.2.4 Análise bioquímica de leites de soja cru e tratado termicamente	15
3.2.4.1 Atividade do inibidor de tripsina	15
3.2.4.2 Digestibilidade da proteína <i>in vitro</i>	15
3.2.4.3 Disponibilidade aparente de metionina	15
3.2.5 Elaboração do "tofu"	16
3.2.6 Análise química de "tofu"	16
3.2.7 Avaliação sensorial de "tofu"	17
3.2.8 Análise estatística	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Composição centesimal aproximada do grão de soja	20
4.2 Caracterização química e bioquímica do leite de soja .	21
4.3 Obtenção e composição química de "tofu"	58
4.4 Características sensoriais de "tofu"	61
5 CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÊNDICE	79

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Composição centesimal da soja em grão (% base seca)	20
2	Rendimento do leite extraído de grãos de soja (100 g, b.u.), usando-se diferentes proporções de soja:água	22
3	Teor de proteína (%) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos	23
4	Teor de matéria graxa (%) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos	24

Quadro

Página

5	Teor de cinza (%) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos	25
6	Teor de carboidrato (%) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos	26
7	Teor de sólidos totais (%) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja: água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos	27
8	Rendimento da extração de proteína e matéria graxa de grãos de soja para elaboração do leite, usando-se várias proporções soja:água, com ou sem fervura por diferentes tempos antes de sua coagem	40

Quadro

Página

9A	Atividade do inibidor de tripsina do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e fervido por diferentes tempos após sua coagem	44
9B	Atividade do inibidor de tripsina do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e autoclavado por diferentes tempos após sua coagem	45
9C	Atividade do inibidor de tripsina do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e fervido por diferentes tempos antes de sua coagem	46
10	Digestibilidade da proteína in vitro (%) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos	49

Quadro

Página

11	Metionina disponível total (g/16gN) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja: água e submetido à fervura após; autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos	54
12	Características de "tofu" preparado com diferentes coagulantes e tempos (min) de coagulação	59
13	Perda de umidade dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	60
14	Composição química (% base seca) dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	62
15	Escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	63

Quadro

Página

16	Escores da análise descritiva quantitativa (QDA) para atributos sensoriais de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	64
17	Preferência de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	70

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
01	Modelo da ficha utilizada na análise descritiva quantitativa (QDA) dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	18
02	Teor de proteína (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo	28
03	Teor de proteína (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água	29
04	Teor de matéria graxa (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo	30

Figura

Página

05	Teor de matéria graxa (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água	31
06	Teor de cinza (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo	32
07	Teor de cinza (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água	33
08	Teor de carboidrato (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo	34
09	Teor de carboidrato (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água	35

Figura		Página
10	Teor de sólidos totais (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo	36
11	Teor de sólidos totais (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água	37
12	Rendimento da extração de proteína e de matéria graxa de grãos de soja para elaboração do leite, em função do tempo de fervura antes de sua coagem	41
13	Rendimento da extração de proteína e de matéria graxa de grãos de soja para elaboração do leite, em função da proporção de soja:água ..	42
14	Digestibilidade da proteína <i>in vitro</i> do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo	50

Figura	Página
15	Digestibilidade da proteína <i>in vitro</i> do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água . 51
16	Metionina disponível total (g/16 g N) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo 55
17	Metionina disponível total (g/16 g N) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água . 56
18	Configuração da análise descritiva quantitativa para sabor de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação 66
19	Configuração da análise descritiva quantitativa para sabor residual de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação 67

Figura

Página

20

Configuração da análise descritiva quantitativa para textura de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação

68

RESUMO

BIET, Kelly Ribeiro Amichi. Otimização de processo para obtenção de "tofu". Lavras, ESAL, 1994. 105 p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).*

Com a finalidade de obter "tofu" com melhores características nutricionais e sensoriais, foi otimizado o processo de elaboração do "tofu", empregando-se diferentes proporções de soja:água e diferentes processos de aquecimento na obtenção do leite de soja, bem como diferentes coagulantes em diferentes tempos de coagulação na produção do "tofu". Através das análises químicas e bioquímicas, foi verificado que o leite de soja extraído com proporção de soja:água de 1:10 e autoclavado por 5 min mostrou a maior extração de proteína, nenhuma atividade do inibidor de tripsina, uma boa digestibilidade da proteína *in vitro* (86,41%), e um valor alto de metionina disponível (1,22 g/16gN), sendo esse utilizado para a produção do "tofu". Foi estudado o efeito dos seguintes coagulantes: Acetato de cálcio, cloreto de cálcio, sulfato de cálcio, cloreto de magnésio e sulfato de magnésio, sobre o rendimento, composição e características sensoriais de "tofu".

* Orientadora: Sin-Huei Wang, Membros da Banca: Lair Chaves Cabral e Vânia Dêa de Carvalho.

Observou-se que o "tofu" coagulado com sulfato de cálcio, na concentração de 0,02 M, durante 20 min apresentou o máximo rendimento e maiores teores de proteína, cinza e cálcio, tendo aparência, sabor e textura agradáveis e sendo o mais preferido pela equipe massal de provadores.

SUMMARY

OPTIMIZATION OF PROCESS FOR "TOFU" ELABORATION

The "tofu" elaboration process was optimized, with the purpose of obtaining a product with better sensorial and nutritional characteristics. Different bean: water ratio and different processes of heating in the step of obtaining soymilk were utilized as well as different coagulants in different coagulation periods in the "tofu" production. Through both biochemical and chemical analysis, it was verified that soymilk, extracted with a 1:10 bean: water ratio and autoclaved during 5 minutes, showed a higher protein extraction, a good digestibility of protein *in vitro* (86.41%), high value of available methionine (1.22 g/16gN), and no trypsin-inhibitor activity. This process was then selected to be used in the "tofu" production. The effects of the following coagulants: Calcium acetate, calcium chloride, calcium sulphate, magnesium chloride and magnesium sulphate, on the yield, composition and sensorial characteristics of "tofu" were studied. It was observed that "tofu" coagulated with calcium sulphate, during 20 minutes, presented the maximum yield, with the highest protein, ash and calcium contents, displaying a pleasant appearance, as well as its flavor and

texture. It also ranked first in preference by the consumer type panelists.

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional somado a pouca disponibilidade e alto custo da proteína animal têm incentivado a pesquisa de alimentos de origem vegetal. Dentre as proteínas vegetais disponíveis, a da soja sobressai por sua boa qualidade e baixo custo.

O Brasil se apresenta como o 2º maior produtor mundial de soja com 25.081,81 toneladas na safra de 93/94, portanto a soja constitui uma solução a curto, médio e longo prazo, para a obtenção de produtos protéicos de baixo custo.

O extrato aquoso dos grãos de soja, comumente conhecido como "leite de soja", é fácil de elaborar, porém o seu uso é limitado devido a dois fatores principais: a) a presença de oligossacarídeos, que provocam a flatulência e b) o sabor característico da soja crua, desagradável ao paladar do ocidental. Estas limitações podem ser contornadas, transformando o leite de soja em outros produtos que não apresentem tais problemas.

O "tofu" é um alimento gelatinoso e hidratado com sabor suave, contendo principalmente proteína e óleo. Ele é um produto de soja não fermentado, usualmente obtido pela coagulação do leite de soja com sais de cálcio ou/e magnésio. Os processos de

sua elaboração consistem basicamente de três etapas: a) processo de obtenção do leite de soja; b) processo de coagulação e c) processo de prensagem.

Embora estes processos sejam conhecidos, as condições no seu processamento afetam grandemente o rendimento e as características da qualidade do "tofu". Vários fatores envolvidos na elaboração do "tofu", desde o preparo do leite de soja, até a coagulação do mesmo, têm sido pouco estudados de uma maneira quantitativa, principalmente no que se refere ao valor nutricional. Desta forma, foi realizado o presente trabalho com os seguintes objetivos:

Objetivo geral

- Otimizar o processo para obtenção do "tofu" com melhores características nutricionais e sensoriais.

Objetivos específicos

- Estabelecer as condições para obtenção do leite de soja com maior extração de proteína e melhores características nutricionais, considerando-se como variáveis: proporção de soja:água e processo de aquecimento.

- Verificar os efeitos do tipo de coagulante e o tempo de coagulação sobre o rendimento, a composição e as características sensoriais do "tofu".

- Selecionar, dentre os "tofus" produzidos, o mais preferido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Leite de soja

De acordo com Bourne, Clemente e Banzon (1976), DeMan, Stanley e Rasper (1975), Turatti et al. (1979) e Wilkens e Hackler (1969), a composição e o rendimento do leite dependem da variedade da soja, do tempo e condições de armazenamento do grão, do teor inicial da umidade, e dos procedimentos de extração, incluindo a fineza da massa moída, a proporção de soja:água utilizada e a temperatura de extração.

Kanthamani, Nelson e Steinberg (1978) verificaram que o leite de soja preparado com farinha de soja apresentou um sabor de cereal cozido, o qual resultou em menor aceitabilidade. O leite de soja preparado com soja integral teve uma percentagem maior de proteína e foi muito bom na aceitabilidade.

A proporção de soja:água utilizada influi notavelmente no teor de proteína do leite obtido. Bourne, Clemente e Banzon (1976) citaram diversas proporções de soja:água empregadas a priori por outros autores, as quais variavam entre 1:15 e 1:6, sendo 1:10 a mais usada. Dependendo da proporção de soja:água utilizada, o teor de proteína do leite variou entre 2,4 e 4,2%.

Johnson e Snyder (1978) compararam três métodos de processamento do leite de soja, a saber: (A) aquecimento do grão intacto após a maceração, mas antes da desintegração; (B) desintegração da soja macerada com água a 80°C e (C) desintegração da soja macerada sem aquecimento prévio ou durante a desintegração. Os autores verificaram que o processo (A) resultou num leite com baixo teor de sólidos e baixa recuperação de proteína.

Tradicionalmente, o leite de soja com pH 6,7, é fervido (antes da retirada de resíduo) por aproximadamente 60 min, a 99°C, com a finalidade de se obter 92% de redução na atividade do inibidor de tripsina. Entretanto, apenas 61% de sólidos e 73% de proteínas da soja são recuperados. Para melhorar o rendimento da recuperação desses componentes nas condições que inativam o inibidor de tripsina, Johnson, Deyoe e Hoover (1981) utilizaram um processo de infusão por vapor direto e contínuo (temperatura elevada por curto tempo) e obtiveram bons resultados. Com um tratamento a 154°C por 40 segundos, com pH 6,7, os autores conseguiram recuperar 86% de sólidos e 90% de proteínas no leite de soja com baixa atividade do inibidor de tripsina (8,5%).

Wallace, Bannatyne e Khaleque (1971) observaram que com a tripsina, a digestibilidade de proteínas do leite de soja aumentou com o aumento do tratamento térmico e coincidiu com o decréscimo de atividade do inibidor de tripsina. Uma vez que o inibidor de tripsina foi destruído, um aquecimento adicional resultaria num decréscimo da digestibilidade. Por outro lado, a digestão através da pepsina não mostrou diferença significativa

entre os leites submetidos a diferentes pré-tratamentos, obtendo-se, entretanto, valor superior no leite não submetido a tratamento térmico.

Ao estudar o efeito de tratamento térmico no valor nutricional da proteína do leite de soja, Hackler et al. (1965) verificaram que o aquecimento a 93°C por 1/2; 1; 2; 4 e 6 horas, não causaram efeitos prejudiciais no crescimento de ratos no quociente de eficiência protéica (PER) e na lisina disponível. Contudo, um valor máximo da qualidade nutricional foi obtido com aquecimento a 121°C, por 5-10 minutos, sendo que após 32 minutos nesta temperatura foi observado um efetivo declínio no PER e na lisina disponível. De acordo com os mesmos autores, o valor baixo de lisina disponível serve como indicador do leite de soja superaquecido, ao passo que percentagens altas do inibidor de tripsina residual são usadas para indicar sub-aquecimento do leite de soja.

Dutra de Oliveira e Scatena (1967) constataram que o valor nutritivo do leite de soja foi comparável ao do leite animal quando o nível de consumo do primeiro era elevado. A resposta ao crescimento de ratos foi geralmente menor para o leite de soja a teores baixos de proteína na dieta, o que poderia, segundo os mesmos autores, ser corrigido pela suplementação com metionina. Foi também verificado que a mistura dos leites de vaca e de soja em diferentes proporções não melhorou, significativamente, o valor nutricional da proteína, embora tal mistura tenha apresentado certas vantagens para a palatabilidade, viabilidade industrial ou aceitabilidade do consumidor, quando comparado ao leite de soja.

Hackler e Stillings (1967) avaliaram o efeito do tempo e temperatura (15 a 240 minutos a 93°C e 5 a 120 minutos a 121°C) do processamento térmico nas variações encontradas em aminoácidos da proteína do leite de soja. Os autores constataram que o leite de soja aquecido a 93°C por até 4 horas não apresentou mudanças significativas na composição em aminoácidos, no índice de aminoácidos essenciais e no índice de exigência; entretanto, as avaliações *in vitro* na qualidade da proteína de alimentos contendo fatores antinutricionais não teriam validade, até que fossem inativadas essas substâncias antinutricionais. Por outro lado, os autores verificaram que houve um decréscimo imediato de cistina e de triptofano após 60 minutos de aquecimento a 121°C, o que explicou a queda ligeira no índice de aminoácidos essenciais e no índice de exigência. A diminuição da cistina limitou, segundo os autores, a utilização da proteína do leite de soja aquecido a 121°C, e, conseqüentemente resultou na queda do PER.

2.2 "Tofu"

Wang e Hesseltine (1982) constataram que o "tofu" é um produto alimentício altamente gelatinoso, obtido a partir de leite de soja. Foram estudados pelos mesmos autores, método de preparação, aminoácidos e digestibilidade da proteína do "tofu", bem como efeito de tratamento térmico e de coagulantes na sua obtenção.

Smith, Watanabe e Nash (1960) verificaram que o "tofu" elaborado de diferentes variedades de soja americanas e japonesas

mostrou diferenças perceptíveis na cor e na textura. As variedades Lee e Jackson resultaram num "tofu" igual ao das variedades japonesas. Rendimento do "tofu" variou com a variedade. Os conteúdos de proteína e óleo de grãos afetaram no rendimento e nos conteúdos de proteína e óleo do "tofu".

Wang, Swain e Kwolek (1983) observaram que o rendimento do "tofu" foi positivamente correlacionado com a recuperação de proteína durante o processamento, porém, não com o conteúdo de proteína dos grãos. A dureza do "tofu" variou de acordo com o conteúdo de água. As condições no processamento do "tofu" afetaram grandemente o rendimento e a qualidade. As diferenças nas variedades de soja afetaram a composição e a cor do "tofu".

Lim et al. (1990) relataram que o rendimento do "tofu" não foi afetado pelo tamanho do grão de soja. O leite de soja com maiores pH e sólidos totais resultou num maior rendimento do "tofu", e a soja com altos teores de proteína e cinza, e baixo teor de fósforo, resultou num maior rendimento do "tofu".

Shen et al. (1991) constataram que os teores de proteína e sólidos totais no leite de soja aumentaram com o aumento de teores de proteína e umidade dos grãos. O rendimento do "tofu" prensado e coagulado com glucono-delta-lactona (GDL) aumentou com o conteúdo de proteína do grão ou do leite de soja, mas diminuiu com o conteúdo de cálcio. Fraturabilidade do "tofu" - GDL prensado aumentou com os níveis de fósforo. Dureza do "tofu" empacotado (não prensado) aumentou com o conteúdo de proteína no leite de soja. Rendimento do "tofu" - GDL prensado foi 20% maior do que o "tofu" - sulfato de cálcio.

Schoroder e Jackson (1972) demonstraram que um processo mais eficiente para a obtenção do "tofu", em termos de exigências de rendimento e energia, poderia ser sempre conseguido, através de um estudo mais crítico nos seguintes itens: a) decorticagem de soja antes da sua moagem; b) proporção de soja:água no momento da moagem; c) coagem de leite antes de ser cozido a vapor; d) duração do processo de cozimento a vapor e e) auxílios mecânicos no processo de coagem.

Em três trabalhos estudados, Beddows e Wong (1987a, 1987b, 1987c) concluíram que: a) a proporção de soja:água afetou muito a quantidade de proteína extraída e propriedades do "tofu"; b) melhores rendimento e qualidade do "tofu" foram obtidos, quando o conteúdo de soja desintegrada era filtrado antes do aquecimento e a taxa definida de aquecimento era usada com agitação. A temperatura ótima de coagulação foi de 75-80°C e c) a concentração ótima de sulfato de cálcio para coagulação do leite de soja foi de 9-10 mM. A velocidade de agitação durante processo de coagulação foi considerada crítica e, a ótima para a conversão de proteína, rendimento líquido e textura foi de 240-280 rpm. A pressão ótima de filtração foi de 4-6 g/cm².

Lu, Carter e Chung (1980) afirmaram que um dos passos no preparo do "tofu" é a adição de sal para precipitar a proteína de soja, sendo que o sal comumente empregado é o sulfato de cálcio. Os mesmos autores investigaram também a precipitação da proteína de soja por cloreto de cálcio, lactato de cálcio, acetato de cálcio, gluconato de cálcio, GDL e ácido acético. Segundo este estudo, a quantidade de precipitantes adicionada

variou, dependendo do tipo de precipitante usado, mas em todos os casos, a proteína de soja foi precipitada quando pH do leite de soja era igual ou próximo a 6,0. O sulfato de cálcio, o acetato de cálcio e o cloreto de cálcio foram os melhores precipitantes, não havendo diferenças significativas entre eles.

Tsai et al. (1981) relataram que o rendimento do "tofu" a partir de soja integral foi maior do que o de floco de soja desengordurada. O uso de vários coagulantes resultou em diferentes qualidades do "tofu". O sulfato de cálcio e "bittern" foram coagulantes adequados para fazer "tofu" do estilo chinês.

Usando-se casca de ovo e ácido acético, Kim, Baek e Wang (1989) prepararam acetato de cálcio bruto para ser usado como coagulante na produção do "tofu". A concentração mínima de acetato de cálcio necessário para coagular o "tofu" foi aproximadamente de 0,14%. Volume, dureza, sabor e níveis de proteína e lipídio do "tofu" obtido com acetato de cálcio bruto não foram significativamente diferentes daqueles de "tofus" feitos com cloreto de magnésio e com cloreto de cálcio.

Hashizume e Ka (1980) observaram que "Kinu-tofu" coagulado com GDL foi mais duro, entretanto, mais macio do que aquele coagulado com sulfato de cálcio. Para explicar as causas, os mesmos autores investigaram efeito de N-etil-maleimida na dureza do "tofu" e efeito de uréia, mercaptoetanol e EDTA na solubilidade e, chegaram às seguintes conclusões: a) a ligação S-S desempenha um papel importante na formação de GDL-"tofu"-gel, bem como na de Ca-"tofu"-gel e b) GDL-"tofu"-gel e Ca-"tofu"-gel são formados pelas ligações de S-S, interações de hidrogênio e

hidrofóbicas, sendo que as pontes com cálcio também têm um papel importante no Ca-tofu-gel.

Hashizume et al. (1980) demonstraram que "tofu" preparado com leite de soja aquecido a 100°C por um longo tempo foi mais macio do que o obtido pelo preparo tradicional, sendo que este se deve à oxidação de grupos -SH das proteínas de soja durante o aquecimento. Portanto, os mesmos autores recomendaram o seguinte processo: a) aquecer o conteúdo de soja desintegrada a 70°C; b) filtrar o leite de soja e c) aquecer o leite de soja filtrado a 100°C e resfriá-lo a 70°C para ser coagulado em "tofu".

Escueta (1980) ferveu leite de soja numa chaleira a jato de vapor por 12, 30 ou 60 min, antes da produção do "tofu" com sulfato de cálcio. O mesmo autor verificou que a dureza e a gomosidade do "tofu" aumentaram ligeiramente após 12 min, mas diminuiu significativamente após 30 e 60 min. A mastigabilidade diminuiu ligeiramente após 30 min, mas diminuiu significativamente após 60 min. A elasticidade não foi afetada pelo tempo de fervura. A coesividade não foi alterada após 30 min, mas diminuiu significativamente após 60 min. A composição e a qualidade sensorial do "tofu" não foram significativamente afetadas pelo tempo de fervura, enquanto que o rendimento do "tofu" aumentou ligeiramente após 30 min e significativamente após 60 min. O conteúdo total de aminoácido livre foi bastante constante, em torno de 5 g/16 g N após 30 min; mas aumentou para 9,6 g/16 N após 60 min.

Gandhi e Bourne (1988) constataram que a pressão aplicada a "tofu" mostrou efeito profundo no conteúdo de umidade, rendimento e alguns parâmetros da textura do "tofu". À medida que a pressão aumentava, o conteúdo de umidade e o rendimento diminuíram. Dureza, mastigabilidade e gomosidade do "tofu" aumentaram linearmente com o aumento de pressão aplicada.

De acordo com Wang e Cavins (1989), cinco frações foram obtidas, durante o processamento da soja em "tofu": a) água de maceração; b) resíduo; c) leite de soja; d) "tofu" e e) soro. A água de maceração e soro mostraram percentagens de recuperação de 14% de sólidos da soja, 4,7% de proteína da soja e uma pequena quantidade de óleo, enquanto que o resíduo apresentou 30, 20 e 11%, e o leite de soja 63, 79 e 82%, respectivamente. Quase todos os óleos e 90% de proteínas do leite de soja foram convertidos em "tofu". Conseqüentemente, 52% de sólidos, 71% de proteína e 82% de óleo na soja foram recuperados na fração do "tofu".

Zee et al. (1988) verificaram que ambos os "tofus" de soja e de feijão faba apresentaram maiores teores de proteína (55,7 e 82,0%, base seca, para "tofus" de soja e de feijão faba, respectivamente) do que correspondentes grãos crus. "Tofu" obtido de feijão faba (TFF) teve apenas 1,5% de lipídios totais (base seca) ao comparar com 34,4% em "tofu" de soja (TS). Fatores antinutricionais e de flatulência foram bem mais baixos no TFF. Tanto TS como TFF foram comparáveis em termos de digestibilidade *in vitro* e disponibilidade de aminoácidos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

A matéria-prima usada para o presente estudo foi a soja *Glycine max* (L.) Merrill, variedade Santa Rosa, safra de 1992, fornecida pela Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), tendo 11,47% de umidade.

Os reagentes empregados nas análises químicas foram todos de grau analítico e de diversas procedências (Merck, Ecibra, etc). Para as análises bioquímicas, as enzimas foram tripsina de pâncreas bovino (Merck), pepsina (Riedel) e pancreatina de pâncreas de porco (BDH-Biochemicals) e o substrato caseína analítica (Merck).

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

- Aparelho determinador de gordura Tecnal TE-044-8/50;
- Autoclave vertical Fabbe 103;
- Balança analítica Mettler H35R;
- Balança semi-analítica Marte Al600;

- Banho-maria com controle de temperatura Fanem 102/2 e 120/3;
- Banho agitador metabólico, com controle de temperatura Fanem 145;
- Centrífuga Fanem 204/N;
- Digestor e destilador de proteína micro-Kjeldahl Tecnal TE-036;
- Espectrofotômetro Shimadzu UV-190;
- Estufa de secagem e esterilização Fanem 315 SE;
- Liquidificador Walita com 14 velocidades;
- Mufla Lavoisier 400 C.

3.2 Métodos

3.2.1 Composição centesimal aproximada do grão de soja

Foram usados os seguintes métodos de análise:

a) umidade, AACC 44-31 (1969); b) extrato etéreo, AACC 30-25 (1969); c) proteína bruta, AACC 46-12 (1969); d) fibra crua, Van de Kamer e Van Ginkel (1952); e) cinza, AACC 08-16 (1969).

3.2.2 Preparo do leite de soja

Os grãos de soja foram macerados em água à temperatura ambiente durante 16 h. A água foi drenada e os grãos pesados. Os grãos de soja macerados foram desintegrados no liquidificador, durante 3 min., com adição de água nas proporções de 1:8, 1:9, 1:10, 1:11 e 1:12 de soja:água, respectivamente. Após a

desintegração, o conteúdo seguiu-se por 2 tratamentos diferentes: a) transferido para um coador de algodão, onde o resíduo foi separado e o leite de soja fervido por 10; 15 e 20 min, respectivamente, ou autoclavado por 5; 10 e 15 min, respectivamente; b) fervido durante 5; 10; 15 e 20 min, respectivamente, e separado o resíduo por coador de algodão, obtendo-se o leite de soja. Os leites de soja obtidos por 2 processos foram medidos, pesados e logo após, completado o volume final.

3.2.3 Análise química de leites de soja cru e tratado termicamente

Foram feitas as seguintes análises: a) sólidos totais, AOAC (1960), procedimento 15.014; b) proteína bruta, AACC 46-12 (1969); c) matéria graxa, Bligh e Dyer (1959); d) cinza, AACC 08-16 (1969).

Pelos valores de proteína e matéria graxa no leite e no grão e pela quantidade de leite obtido (em peso), foi calculado o rendimento da extração para esses dois componentes, através da fórmula recomendada por Turatti et al. (1979).

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Peso do leite} \times \% \text{ (em peso) do componente no leite}}{\text{Peso do componente em 100 g de soja}}$$

3.2.4 Análise bioquímica de leites de soja cru e tratado termicamente

3.2.4.1 Atividade do inibidor de tripsina

Foi determinada, basicamente, segundo o método original de Kunitz, 1947, conforme descrito por Kakade, Simons e Liener (1969).

Levando-se em conta a definição de unidade de tripsina (UT) como sendo o aumento de 0,01 unidade de absorvância a 280 nm nas condições do teste, calcularam-se as unidades de tripsina inibida (UTI) pela diferença entre as unidades de tripsina totais (UT) da atividade máxima e as da amostra contendo o inibidor.

3.2.4.2 Digestibilidade da proteína in vitro

Foi usado, basicamente, o procedimento descrito por Akeson e Stahmann (1964), substituindo apenas o ácido pícrico por ácido tricloroacético para precipitar a proteína não digerida.

3.2.4.3 Disponibilidade aparente de metionina

Após a hidrólise enzimática da proteína, determinou-se a metionina no extrato não precipitável com ácido tricloroacético, segundo o método de McCarthy e Sullivan adaptado por Pieniazêk, Grabarek e Rakowska (1975).

Dentre os leites de soja obtidos de diferentes processos e analisados química e bioquimicamente, foi selecionada apenas a amostra que apresentou o maior rendimento da extração de proteína, nenhuma atividade do inibidor de tripsina, uma boa digestibilidade da proteína *in vitro*, e um valor alto de metionina disponível. O processo que conduziu a obtenção deste leite de soja selecionado seguiu-se, posteriormente, para obtenção do "tofu".

3.2.5 Elaboração do "tofu"

O leite de soja (1000 ml) foi submetido a uma temperatura de 75-80°C, na qual se fez a coagulação. Foram usados os seguintes coagulantes: Acetato de cálcio, cloreto de cálcio, sulfato de cálcio, cloreto de magnésio e sulfato de magnésio, na concentração de 0,02 M e tempo de coagulação de 10, 20 e 30 min, respectivamente. O leite coagulado foi transferido para uma caixa furada (17 x 8,5 x 10 cm) revestida de tecido de algodão para a separação do soro. Logo após, os coágulos foram prensados, aplicando-se um peso de 5 g/cm² por 2 h. O produto assim obtido, foi chamado de "tofu".

3.2.6 Análise química do "tofu"

O "tofu" obtido foi pesado e calculado o rendimento de produção (kg "tofu"/kg soja). Para cada tipo de coagulante usado, foi selecionado o melhor tempo de coagulação, considerando-se o maior rendimento do "tofu" em menor tempo de coagulação.

Os "tofus" coagulados em melhores tempos foram analisados quimicamente. Foram feitas as seguintes análises: umidade, proteína bruta, extrato etéreo, cinza, cálcio e magnésio, de acordo com AACCC (1969). A capacidade de retenção de água do "tofu" foi baseada na perda de umidade, determinada conforme descrito por Hermansson e Lucisano (1982), com as seguintes modificações, substituindo 3 g da amostra por 10 g e velocidade de centrifugação 2350 rpm por 3000 rpm.

3.2.7 Avaliação sensorial de "tofu"

As cinco amostras coaguladas nos melhores tempos por diferentes coagulantes foram submetidas ao teste de qualidade (aparência, sabor e textura), utilizando-se a Escala Estruturada de 9 pontos (1 = extremamente ruim; 9 = excelente). Uma equipe de 10 provadores treinados de ambos os sexos foi usada.

Foram selecionados três "tofus" que apresentaram melhores qualidades sensoriais (especialmente os melhores sabores), sendo estes submetidos à Análise Descritiva Quantitativa (QDA) para os atributos de sabor, sabor residual e textura, conforme recomendações de Stone e Sidel (1985). Uma equipe de 8 provadores qualificados e treinados foi usada para este teste e o modelo da ficha é mostrado na Figura 1.

Foram feitas as configurações da QDA para os atributos sensoriais estudados. A configuração da QDA foi constituída de linhas radiais considerando-se um ponto central zero e o extremo de valor 10. Cada linha representava um descriptor e a

ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA

NOME: _____ DATA: _____ Nº DA AMOSTRA: _____

Por favor, prove esta amostra cuidadosamente e faça um traço na linha horizontal que melhor descreve cada atributo.

SABOR	Fraco	Forte
adocicado	_____	_____
amargo	_____	_____
adstringente	_____	_____
soja cozida	_____	_____
cru (de erva)	_____	_____
tinta	_____	_____
outros (qual? _____)	_____	_____
RESIDUAL	Fraco	Forte
amargo	_____	_____
adstringente	_____	_____
soja cozida	_____	_____
TEXTURA	Fraco	Forte
I - Sensação inicial		
dureza	_____	_____
fraturabilidade	_____	_____
II - Sensação mastigatória	Fraco	Forte
mastigabilidade	_____	_____
gomosidade	_____	_____
adesividade	_____	_____
III - Sensação residual	Fraco	Forte
recobrimento na boca	_____	_____

FIGURA 1. Modelo da ficha utilizada na análise descritiva quantitativa (QDA) dos "Tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

intensidade média para cada um foi registrada nesta linha. Ligando os valores médios para cada um dos descritores, foram obtidos perfis para o sabor, o sabor residual e a textura, respectivamente.

Os mesmos "tofus" avaliados pela QDA foram submetidos ao teste de preferência, usando-se a Escala Hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo). Uma equipe de 120 provadores não treinados foi usada.

As amostras dos "tofus" foram oferecidas aos provadores em cubos de aproximadamente 2 cm³.

3.2.8 Análise estatística

Para os resultados de análises químicas e bioquímicas, foi usado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 3 repetições, onde foram feitas análises de variância com posterior análise de diferenças entre médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Foi usado o delineamento estatístico de Blocos Incompletos Balanceados com quatro repetições (plan 11.2) para testes sensoriais de qualidade (aparência, sabor e textura) com 5 amostras. Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) foi aplicado para testes de QDA e para os sensoriais de preferência com 3 amostras.

Todas as análises estatísticas foram efetuadas segundo os métodos descritos por Pimentel Gomes (1982) e Cochran e Cox (1957).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição centesimal aproximada do grão de soja

A composição centesimal aproximada, em base seca, dos grãos de soja da variedade Santa Rosa e da safra de 1992, está apresentada no Quadro 1.

QUADRO 1 - Composição centesimal aproximada da soja em grão (% base seca).

Componente	Teor (%)
Proteína (N x 6,25)	40,39
Extrato etéreo	23,62
Cinza	3,15
Fibra crua	5,94
Carboidrato*	26,90

* Calculado pela diferença.

Os resultados mostrados no Quadro 1 são comparáveis com aqueles encontrados por Paula, Wang e Cabral (1991) na determinação da composição química do grão de soja da mesma variedade da safra de 1989.

4.2 Caracterização química e bioquímica do leite de soja

O Quadro 2 ilustra o rendimento do leite extraído de 100 g (b.u.) dos grãos de soja, usando-se várias proporções de soja:água.

Através do Quadro 2, verifica-se que o aumento da proporção de soja:água na obtenção do leite de soja resultou num aumento tanto no peso como no volume do leite extraído, embora não tenha sido em quantidade proporcional. O leite de soja extraído com a proporção de soja:água de 1:9 apresentou densidade próxima àquela do leite obtido da proporção de 1:10. De forma semelhante, a proporção de soja:água de 1:11 resultou num leite com densidade semelhante àquela do leite extraído com a proporção de 1:12. Os resultados obtidos sugerem portanto, que não exista uma correlação proporcional entre a proporção de soja:água e o peso (ou volume) do leite resultante.

Os resultados da composição química do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido a diferentes tratamentos térmicos por diferentes tempos, estão apresentados nos Quadros de 3 a 7 e nas Figuras de 2 a 11.

Pelos dados mostrados nos Quadros de 3 a 7 e nas Figuras de 2 a 11, observa-se que a composição química do leite de soja, praticamente não é afetada pela fervura e autoclavagem após a coagem do leite em todas as proporções de soja:água estudadas (1:8 a 1:12), exceto para o teor de matéria graxa que apresentou ligeira diminuição com o aumento do tempo de fervura após a sua coagem na proporção de soja:água de 1:8 e 1:10 e também o teor de

QUADRO 2 - Rendimento do leite extraído de grãos de soja (100 g, b.u.), usando-se diferentes proporções de soja:água.

Proporção de soja:água	Peso do leite (g)	Volume do leite (ml)	Densidade
1: 8	768 e	725 e	1,0590 a
1: 9	872 d	846 d	1,0313 b
1:10	974 c	945 c	1,0309 b
1:11	1077 b	1058 b	1,0173 c
1:12	1166 a	1150 a	1,0135 c
D.M.S.	12,55	16,70	0,01
C.V. (%)	0,48	0,66	0,29

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

QUADRO 3 - Teor de proteína (g/100 ml) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos.

Proporção soja:água	Leite de soja submetido a vários tempos (min) de diferentes tratamentos térmicos																		
	Fervido após				D.M.S.	C.V. (%)	Autoclavado após				D.M.S.	C.V. (%)	Fervido antes					D.M.S.	C.V. (%)
	0	10	15	20			0	5	10	15			0	5	10	15	20		
1: 8	4,05aA	4,04aA	4,02aA	4,01aA	0,24	2,30	4,05aA	3,99aB	4,00aAB	4,05aA	0,05	0,53	4,05aA	3,68aB	3,62aBC	3,57aC	3,52aC	0,10	0,99
1: 9	3,70bA	3,62bA	3,61bA	3,61bA	0,33	3,51	3,70bA	3,60aA	3,66bA	3,66bA	0,40	4,20	3,70bA	3,33bB	3,31bB	3,29bB	3,22bB	0,24	2,66
1:10	3,44bA	3,35cA	3,37bA	3,36cA	0,25	2,83	3,44bA	3,41abA	3,42bA	3,41bA	0,72	8,09	3,44bA	3,15cB	3,12cB	3,10bB	2,99cB	0,28	3,35
1:11	3,00cA	2,98dA	2,96cA	2,96dA	0,07	0,92	3,00cA	2,93bcA	2,94cA	2,94cA	0,21	2,67	3,00cA	2,91cB	2,84dBC	2,80cC	2,76dC	0,08	1,04
1:12	2,78cA	2,75eA	2,76cA	2,76eA	0,09	1,21	2,78cA	2,71cA	2,72cA	2,72cA	0,13	1,79	2,78cA	2,70eAB	2,62eBC	2,60cC	2,59eC	0,08	1,17
D.M.S.	0,28	0,16	0,28	0,14			0,28	0,58	0,28	0,37			0,28	0,12	0,07	0,22	0,13		
C.V. (%)	3,06	1,84	3,17	1,60			3,06	6,49	3,18	4,06			3,06	1,38	0,87	2,63	1,57		

As médias seguidas de letra diferente, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 4 - Teor de matéria graxa (g/100 ml) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos.

Leite de soja submetido a vários tempos (min) de diferentes tratamentos térmicos																												
Proporção soja:água		Fervido após					D.M.S.		C.V.		Autoclavado após					D.M.S.		C.V.		Fervido antes					D.M.S.		C.V.	
		0	10	15	20					0	5	10	15					0	5	10	15	20						
						(%)					(%)									(%)								
1: 8	2,30aA	2,10aAB	2,00aAB	1,90aB	0,32	5,90	2,30aA	2,20aA	2,22aA	2,22aA	0,18	3,03	2,30aA	1,70aB	1,57aBC	1,50aC	1,43aC	0,19	4,27									
1: 9	1,95bA	1,80abA	1,70bA	1,68abA	0,31	6,74	1,95bA	1,85bA	1,90bA	1,90bA	0,24	4,92	1,95bA	1,60abB	1,55aBC	1,40abcd	1,30abd	0,19	4,53									
1:10	1,75bcA	1,60bcAB	1,52bcB	1,50bcB	0,20	4,73	1,75bcA	1,65bcA	1,70bcA	1,70cA	0,28	6,24	1,75bcA	1,48bB	1,45abB	1,40abB	1,37aB	0,16	4,14									
1:11	1,55cdA	1,45cdA	1,40cdA	1,37bcA	0,27	7,25	1,55cdA	1,50cdA	1,50cdA	1,50dA	0,06	1,65	1,55cdA	1,33cB	1,30bcB	1,25bcB	1,25abB	0,12	3,38									
1:12	1,35dA	1,25dA	1,20dA	1,20cA	0,26	8,00	1,35dA	1,30dA	1,30dA	1,35dA	0,18	5,34	1,35dA	1,20cA	1,20cA	1,17cA	1,17bA	0,19	5,71									
D.M.S.	0,21	0,32	0,25	0,34			0,21	0,25	0,21	0,16			0,21	0,14	0,18	0,15	0,18											
C.V. (%)	4,35	7,21	6,08	8,21			4,35	5,42	4,54	3,43			4,35	3,54	4,76	4,19	5,19											

As médias seguidas de letra diferente, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 5 - Teor de cinza (g/100 ml) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos.

Leite de soja submetido a vários tempos (min) de diferentes tratamentos térmicos																				
Proporção		Fervido após					Autoclavado após					Fervido antes								
soja:água						D.M.S.	C.V.					D.M.S.	C.V.						D.M.S.	C.V.
		0	10	15	20		(%)	0	5	10	15		(%)	0	5	10	15	20		(%)
1: 8		0,37aA	0,35aA	0,34aA	0,33aA	0,08	8,51	0,37aA	0,37aA	0,37aA	0,37aA	0,07	6,89	0,37aA	0,36aA	0,37aA	0,37aA	0,36aA	0,10	9,83
1: 9		0,34abA	0,30bA	0,30abA	0,30abA	0,08	9,40	0,34abA	0,33abA	0,34abA	0,34abA	0,08	9,32	0,34abA	0,32abA	0,34abA	0,34aA	0,33aA	0,09	10,63
1:10		0,29bcA	0,25cA	0,25bcA	0,26abA	0,06	8,73	0,29bcA	0,29bcA	0,29bcA	0,30abA	0,04	5,92	0,29bcA	0,29bA	0,29abA	0,28bA	0,27bA	0,05	6,06
1:11		0,26cA	0,24cA	0,24bcA	0,25abA	0,07	11,36	0,26cA	0,26cA	0,27cdA	0,26bcA	0,06	8,22	0,26cA	0,25cA	0,25bA	0,26bcA	0,25bA	0,04	6,45
1:12		0,23cA	0,22cA	0,22cA	0,22bA	0,03	5,02	0,23cA	0,22dA	0,22dA	0,22cA	0,05	8,54	0,23cA	0,23cA	0,23bA	0,23cA	0,22bA	0,06	9,53
D.M.S.		0,07	0,04	0,06	0,08			0,07	0,05	0,05	0,07			0,07	0,04	0,11	0,04	0,06		
C.V. (%)		9,43	5,70	8,61	11,39			9,43	6,48	6,59	8,69			9,43	4,84	14,57	5,48	7,66		

As médias seguidas de letra diferente, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 6 - Teor de Carboidrato* (g/100 ml) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos.

Leite de soja submetido a vários tempos (min) de diferentes tratamentos térmicos																				
Proporção		Fervido após					Autoclavado após					Fervido antes								
soja:água						D.M.S.	C.V.					D.M.S.	C.V.					D.M.S.	C.V.	
		0	10	15	20	(%)	(%)	0	5	10	15	(%)	(%)	0	5	10	15	20	(%)	(%)
1: 8		1,61aA	1,71aA	1,84aA	2,03aA	1,01	21,51	1,61aA	1,64aA	1,61aA	1,63aA	0,72	16,90	1,61aA	2,26aA	2,11aA	1,96aA	1,76aA	0,70	13,42
1: 9		1,48aA	1,68aA	1,72aA	1,81abA	0,40	9,08	1,48aA	1,62aA	1,50aA	1,50aA	0,95	23,83	1,48aB	1,95aA	1,80abAB	1,84aAB	1,82aAB	0,41	8,51
1:10		1,36aA	1,57aA	1,56aA	1,58abA	0,26	6,59	1,36aA	1,52aA	1,49aA	1,51aA	0,86	22,39	1,36aA	1,35bA	1,07cA	0,95bA	0,97bA	0,49	15,94
1:11		1,39aA	1,53aA	1,60aA	1,49abA	1,03	26,22	1,39aA	1,51aA	1,49aA	1,50aA	0,31	8,11	1,39aA	1,44bA	1,21cA	1,16bA	1,14bA	0,60	17,76
1:12		1,24aA	1,38aA	1,42aA	1,22bA	0,45	13,25	1,24aA	1,37aA	1,46aA	1,41aA	0,31	8,77	1,24aA	1,34bA	1,35bcA	1,40abA	1,35abA	0,46	12,81
D.M.S.		0,65	0,55	1,02	0,59			0,65	0,81	0,51	0,80			0,65	0,44	0,49	0,61	0,47		
C.V. (%)		17,22	12,97	23,35	13,62			17,24	19,80	12,49	19,73			17,22	9,90	12,06	15,69	12,55		

As médias seguidas de letra diferente, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Calculado pela diferença: sólidos totais - proteína - matéria graxa - cinza.

QUADRO 7 - Teor de sólidos totais (g/100 ml) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos.

Leite de soja submetido a vários tempos (min) de diferentes tratamentos térmicos																				
Proporção		Fervido após					Autoclavado após					Fervido antes								
soja:água		0	10	15	20	D.M.S.	C.V.	0	5	10	15	D.M.S.	C.V.	0	5	10	15	20	D.M.S.	C.V.
						(%)						(%)								(%)
1: 8		8,33aA	8,20aA	8,20aA	8,27aA	0,99	4,61	8,33aA	8,20aA	8,20aA	8,27aA	0,80	3,73	8,33aA	8,00aAB	7,67aABC	7,40aBC	7,07aC	0,76	3,69
1: 9		7,47bA	7,40bA	7,33bA	7,40bA	0,36	1,85	7,47bA	7,40bA	7,40bA	7,40bA	0,53	2,73	7,47bA	7,20bAB	7,00bBC	6,87aBC	6,67aC	0,38	2,03
1:10		6,84bcA	6,77cAB	6,70bcB	6,70cB	0,08	0,49	6,84bcB	6,87cAB	6,90cAB	6,92bA	0,07	0,40	6,84bcA	6,27cB	5,93cBC	5,73bC	5,60bC	0,47	2,90
1:11		6,20cdA	6,20dA	6,20cdA	6,07dA	0,84	5,23	6,20cdA	6,20dA	6,20dA	6,20cA	0,26	1,61	6,20cdA	5,93dAB	5,60cdB	5,47bB	5,40bB	0,56	3,68
1:12		5,60dA	5,60eA	5,60dA	5,40eA	0,41	2,85	5,60dA	5,60eA	5,70eA	5,70cA	0,23	1,53	5,60dA	5,47eA	5,40dA	5,40bA	5,33bA	0,39	2,69
D.M.S.		0,74	0,38	0,85	0,52			0,74	0,24	0,12	0,51			0,74	0,32	0,40	0,68	0,48		
C.V. (%)		4,01	2,07	4,67	2,88			4,01	1,32	0,66	2,77			4,01	1,80	2,34	4,08	2,98		

As médias seguidas de letra diferente, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

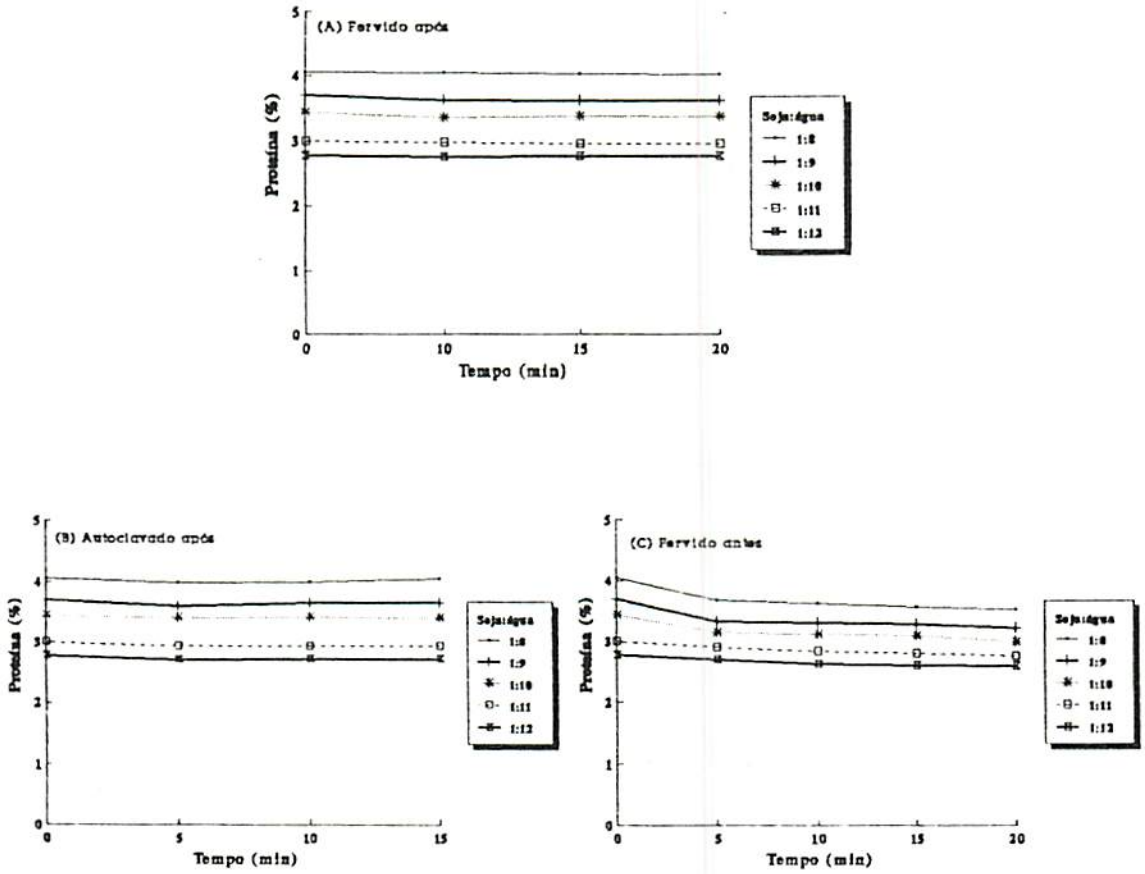


FIGURA 02 - Teor de proteína (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo.

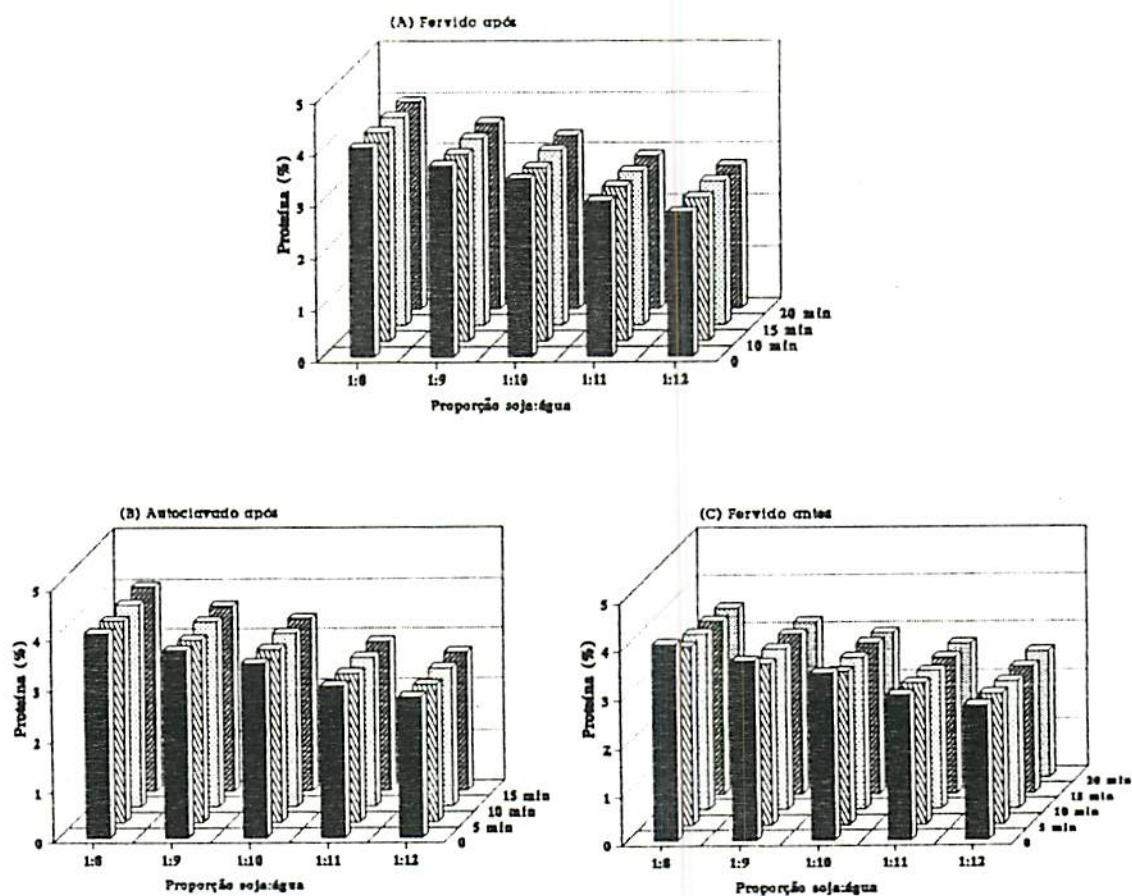


FIGURA 03 - Teor de proteína (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água.

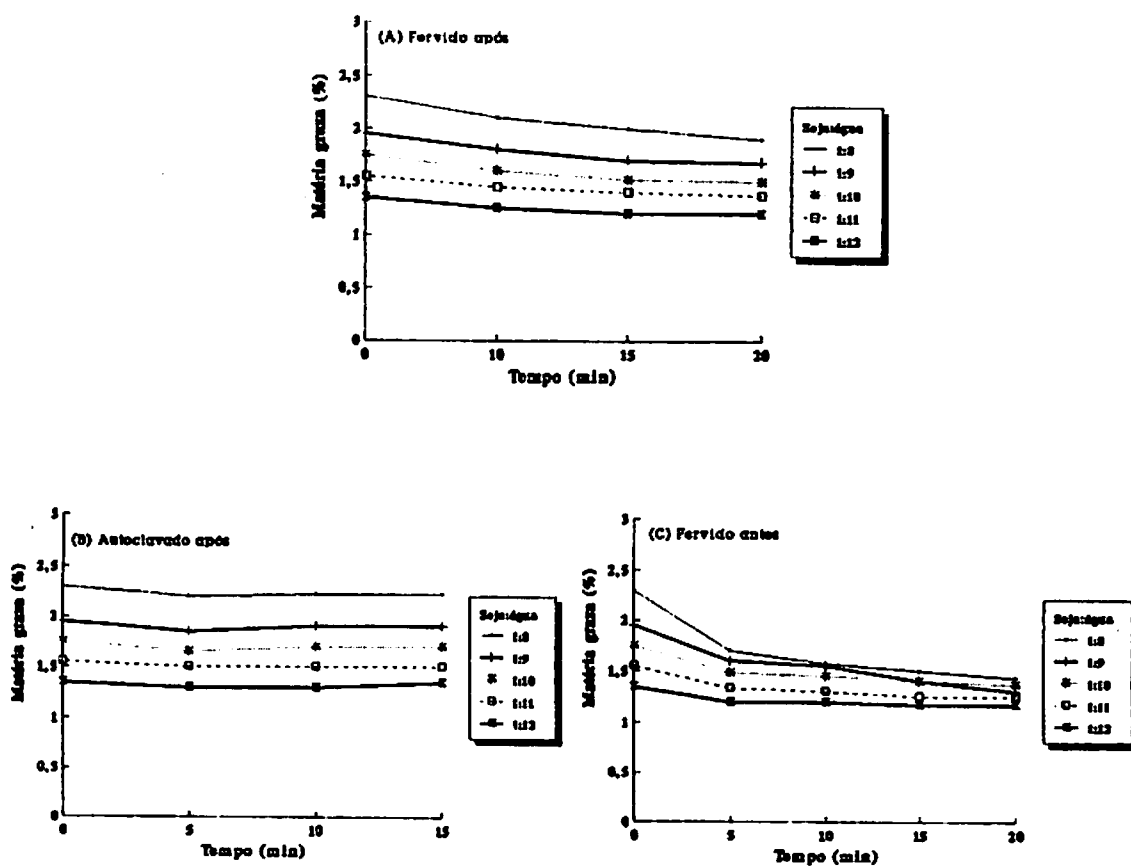


FIGURA 04 - Teor de matéria graxa (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo.

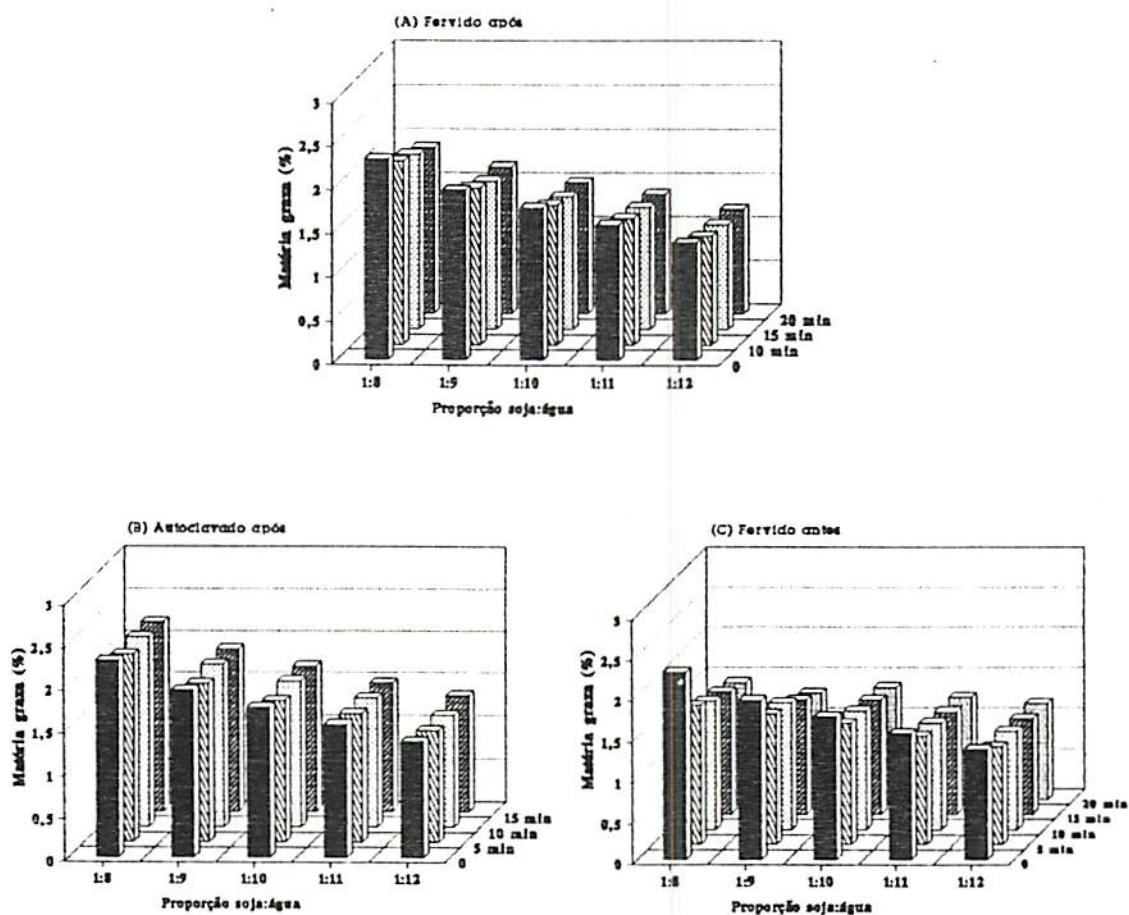


FIGURA 05 - Teor de matéria graxa (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água.

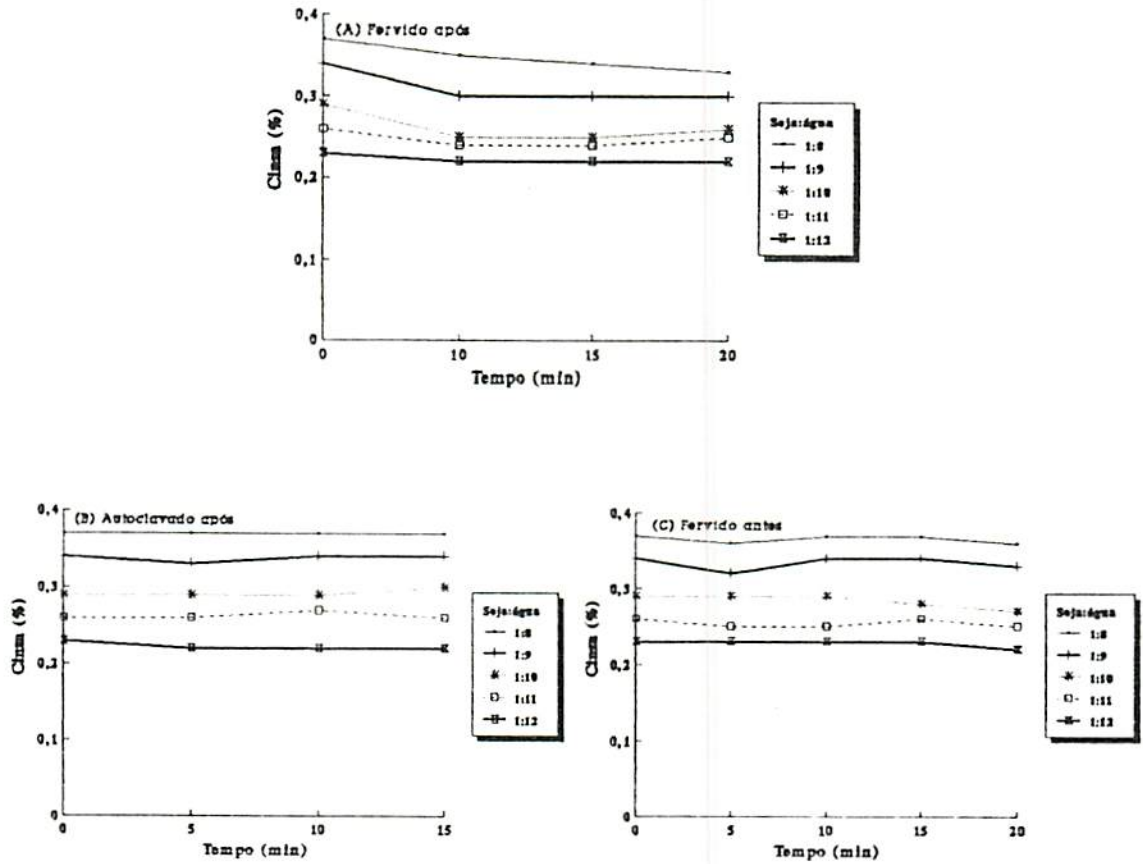
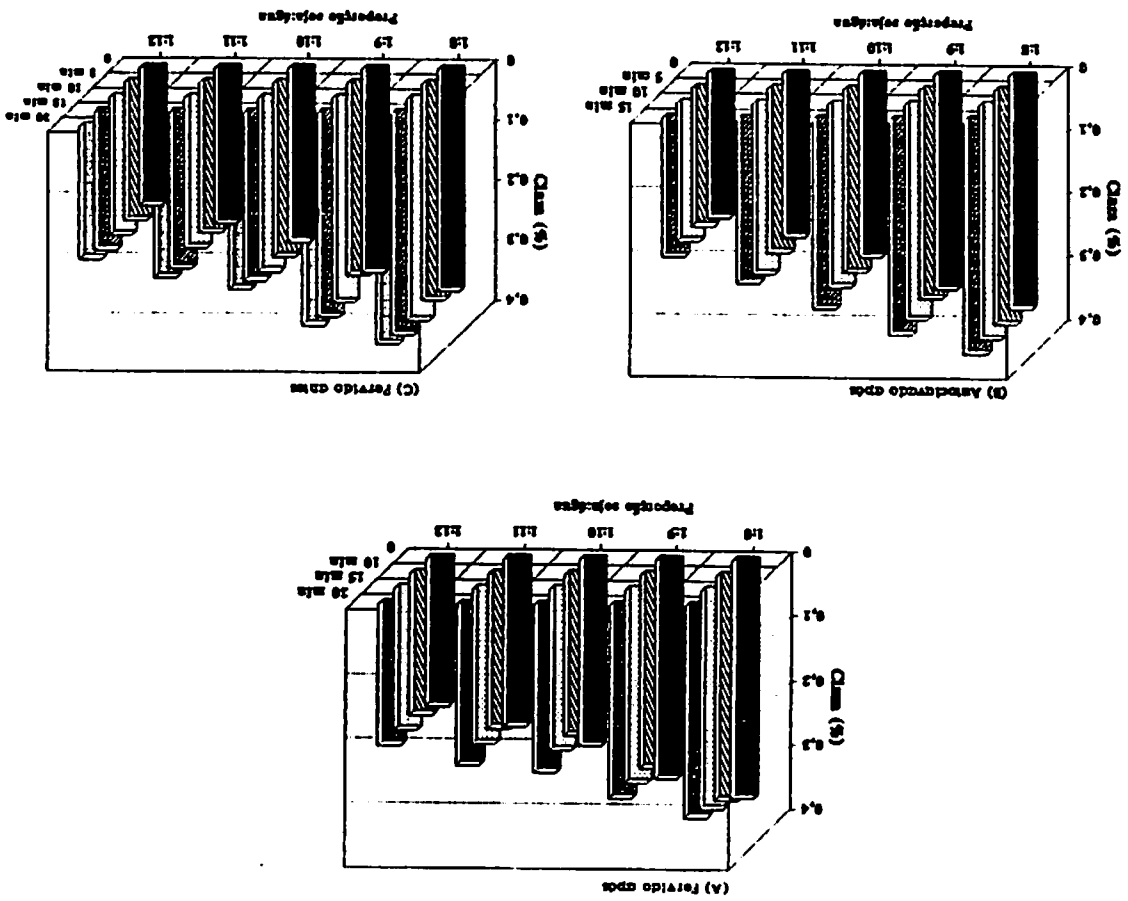


FIGURA 06 - Teor de cinza (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo.

soja:água.

antes de sua coagem, em função da proporção de
fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura
FIGURA 07 - Teor de cinza (%) do leite de soja, submetido a (A)



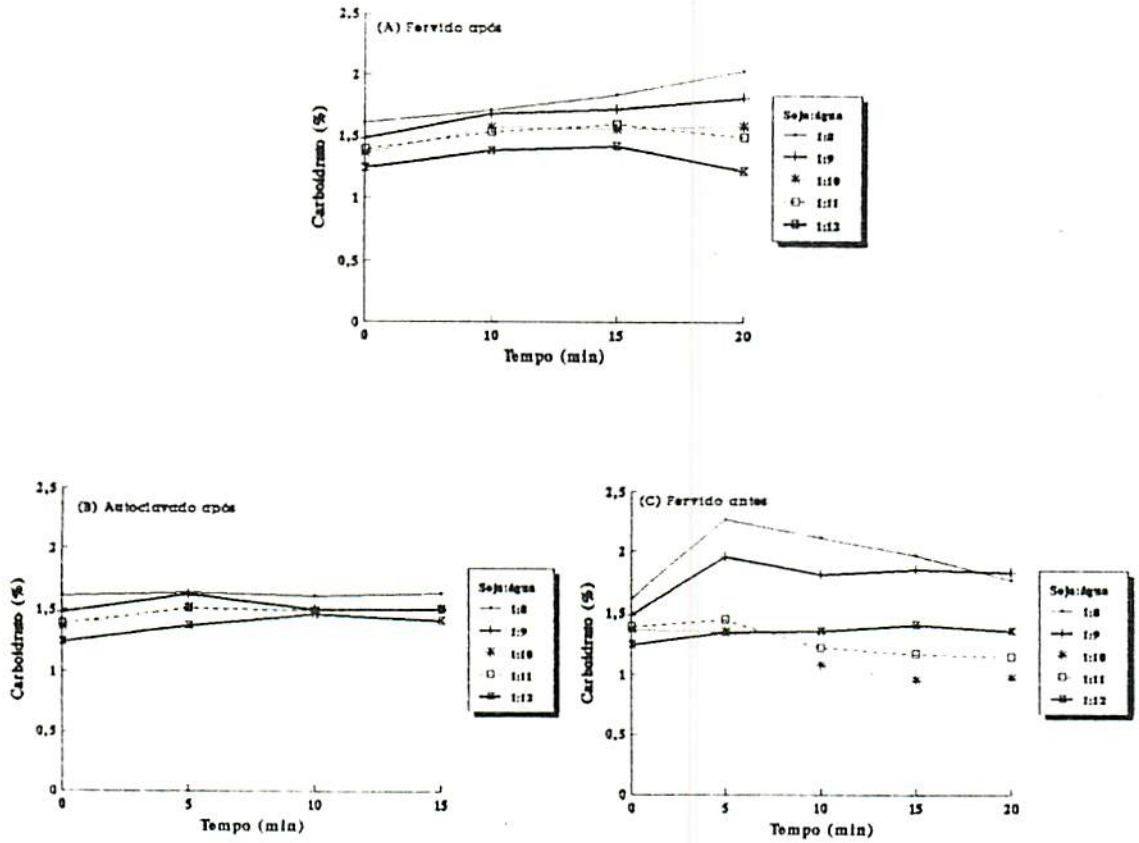


FIGURA 08 - Teor de carboidrato (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo.

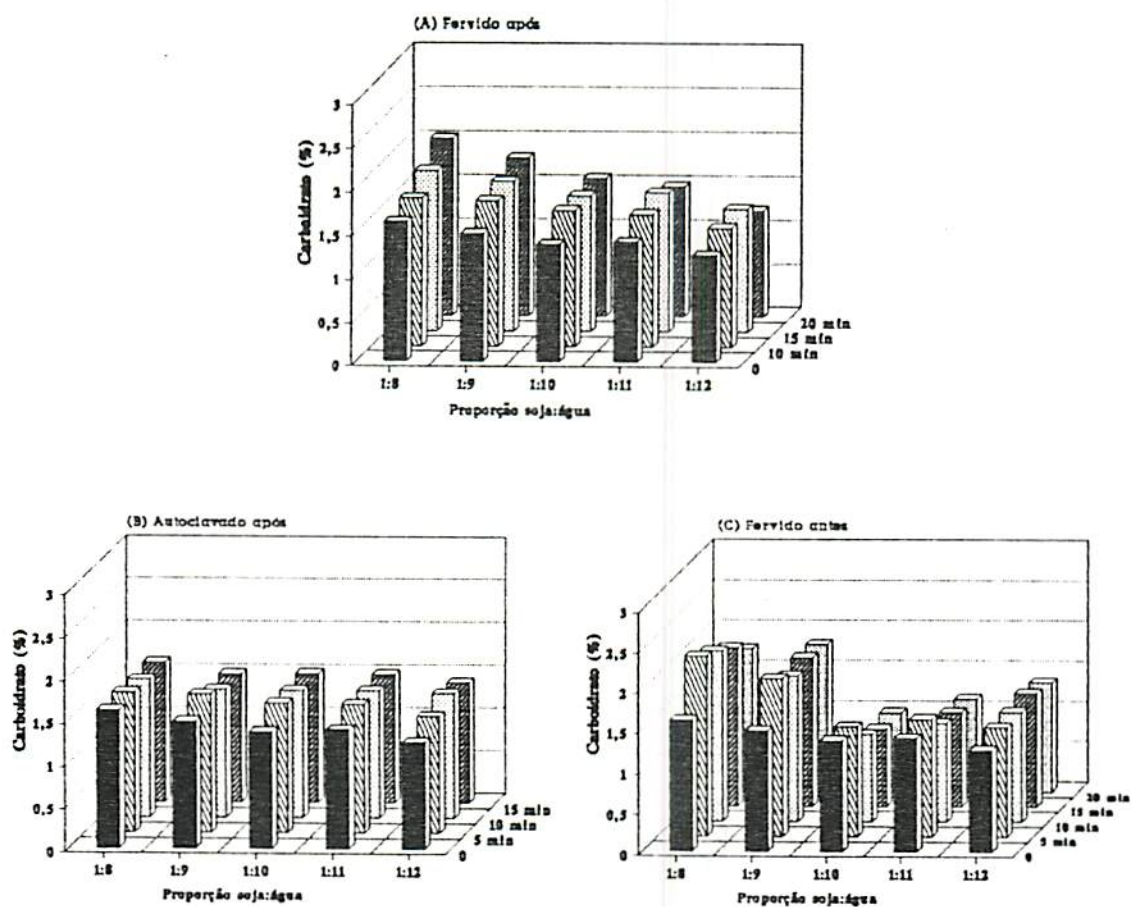


FIGURA 09 - Teor de carboidrato (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água.

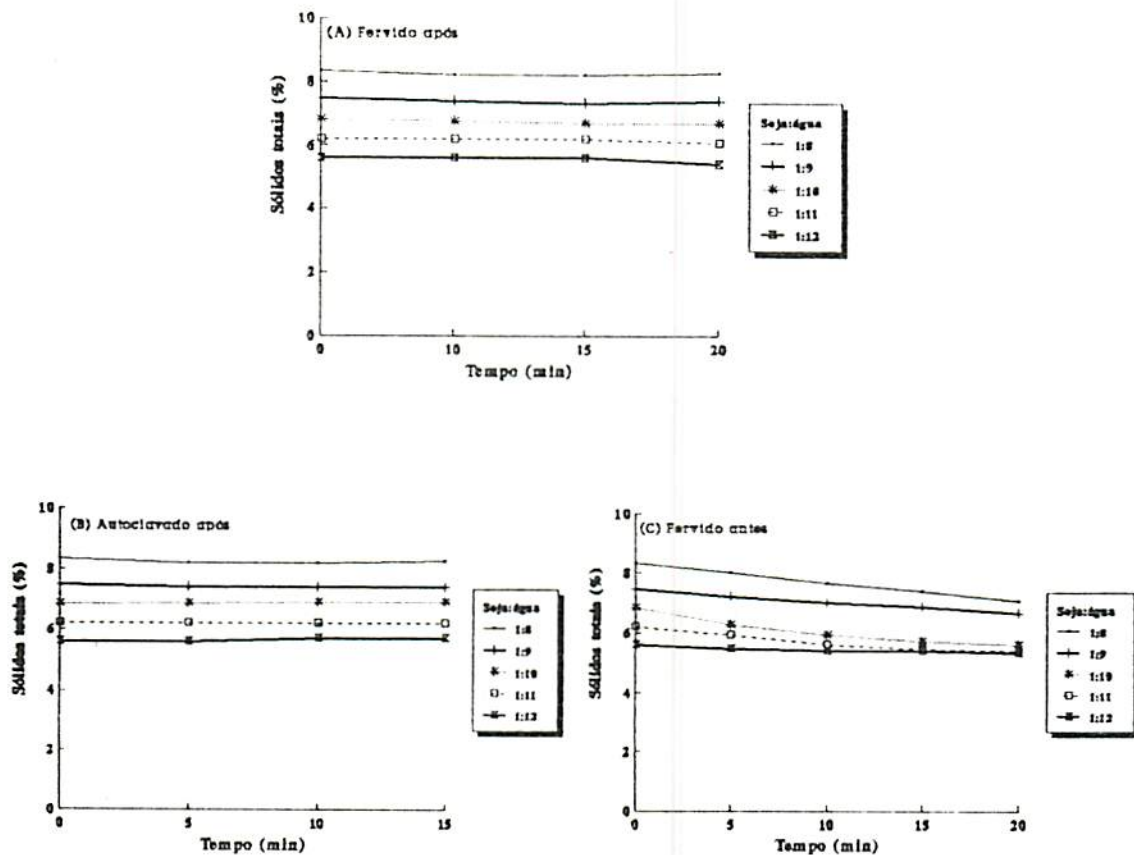


FIGURA 10 - Teor de sólidos totais (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo.

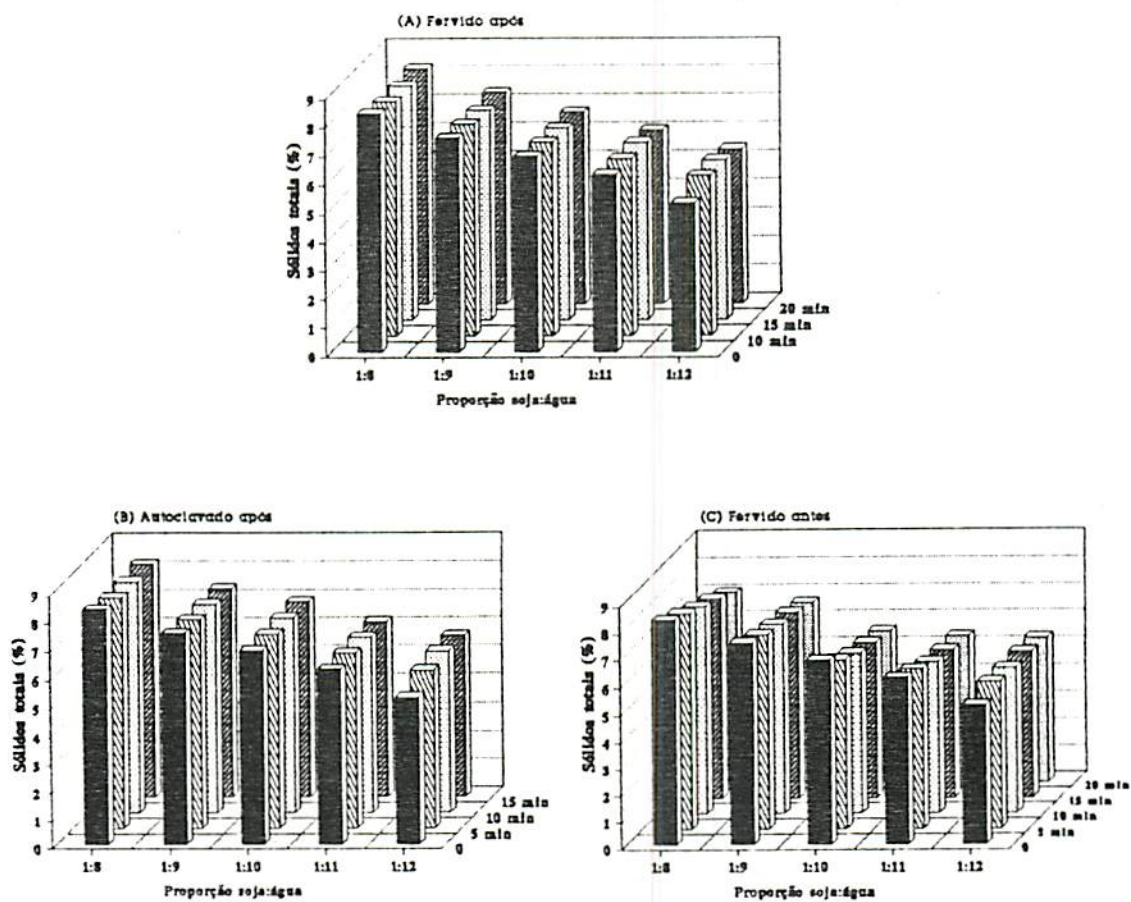


FIGURA 11 - Teor de sólidos totais (%) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água.

proteína na autoclavagem na proporção de soja:água de 1:8. Por outro lado, a fervura antes da coagem do leite diminuiu grandemente os teores de proteína, matéria graxa e sólidos totais em quase todas as proporções de soja:água estudadas, com exceção da proporção de 1:12, na qual, houve diminuição apenas no teor de proteína com o aumento do tempo de fervura. A fervura antes da coagem do leite causou perdas maiores de proteína, matéria graxa, carboidrato e sólidos totais, ao comparar com a fervura após a coagem. Esses dados estão de acordo com os encontrados por Kanthamani, Nelson e Steinberg (1978).

Os resultados obtidos sugerem que a fervura, especialmente antes da coagem do leite, resulte na insolubilização da proteína por causa da desnaturação que diminui as suas propriedades emulsificantes, favorecendo o decréscimo dos teores de proteína, matéria graxa e conseqüentemente de sólidos totais no leite de soja obtido.

Diferentes proporções de soja:água (1:8 a 1:12) resultaram em diferentes teores de proteína (4,05 a 2,78%), matéria graxa (2,30 a 1,35%), cinza (0,37 a 0,23%), carboidrato (1,61 a 1,24%) e sólidos totais (8,33 a 5,60%).

Resultados semelhantes foram encontrados por Wu e Bates (1972), os quais constataram que os leites de soja extraídos com respectivas proporções de soja:água de 1:8, 1:10 e 1:15 mostraram conteúdos de proteína de 3,6; 3,2 e 2,4% e de sólidos solúveis de 8,2; 6,5 e 5,2%, respectivamente. Para Johnson e Snyder (1978), os leites de soja obtidos com respectivas proporções de soja:água de 1:8 e 1:10 apresentaram teores de sólidos totais iguais a 8,18

e 6,40%, respectivamente. Já para a proporção de soja:água de 1:9, Mital e Steinkraus (1975) encontraram 3,31% de proteína e 2,2% de matéria graxa.

Sabe-se que o leite de soja é um extrato aquoso da soja, acredita-se que a quantidade de água usada para extrair o leite de soja, que é uma emulsão de proteína-matéria graxa, afete diretamente os conteúdos de proteína e matéria graxa do leite de soja de uma maneira inversa, isto é, quanto maior a quantidade de água usada, menores serão os teores de proteína e matéria graxa, conseqüentemente, menor será também o teor de sólidos totais.

O Quadro 8 e as Figuras 12 e 13 mostram o rendimento da extração de proteína e de matéria graxa na elaboração dos diferentes leites de soja provenientes de várias proporções de soja:água, com ou sem fervura por diferentes tempos antes de sua coagem.

Verifica-se, pelo Quadro 8 e pela Figura 12, que as percentagens de proteína e matéria graxa dos grãos de soja recuperadas nos leites resultantes diminuíram com o aumento do tempo de fervura antes da coagem do leite de soja, sendo a diminuição mais acentuada para a matéria graxa.

O decréscimo dos rendimentos da extração de proteína e da matéria graxa dos grãos de soja para o leite de soja fervido antes de sua coagem se deve, provavelmente, à desnaturação da proteína ocorrida durante a fervura do conteúdo de soja desintegrada, diminuindo portanto, a solubilidade da proteína e conseqüentemente a sua capacidade de emulsificar a matéria graxa.

QUADRO 8 - Rendimento da extração de proteína e matéria graxa de grãos de soja para elaboração do leite, usando-se várias proporções de soja:água, com ou sem fervura por diferentes tempos antes de sua coagem.

Proporção soja:água	Leite de soja com ou sem fervura prévia por diferentes tempos (min)													
	Extração de proteína (%)					D.M.S.	C.V. (%)	Extração de matéria graxa (%)					D.M.S.	C.V. (%)
	Cru	5	10	15	20			Cru	5	10	15	20		
1:8	82,11dA	74,61dB	73,39dcBC	72,38dCD	71,36eD	1,97	0,98	79,71aA	58,91cB	54,41cC	51,98dD	49,56dE	2,16	1,36
1:9	87,53cA	78,78cB	78,31cB	77,83cBC	76,18dC	1,81	0,85	78,86abA	64,70abB	62,70bC	56,61cD	52,57cE	0,53	0,31
1:10	90,91aA	83,24bB	82,45bB	81,92bB	79,01cC	1,44	0,64	79,05abA	66,85aB	65,50aC	63,24bD	61,88bE	0,66	0,37
1:11	88,76bcA	86,09aB	84,02abC	82,84abCD	81,66bD	1,51	0,66	78,39bA	67,26aB	65,74aC	63,22bD	63,22abD	0,40	0,22
1:12	89,79abA	87,21aB	84,62aC	83,98aCD	83,65aD	0,82	0,36	74,21cA	65,96aB	65,96aB	64,32aC	64,32aC	0,06	0,03
D.M.S.	2,03	1,30	1,62	1,42	1,31			1,05	1,31	0,63	0,46	1,92		
C.V. (%)	0,86	0,59	0,75	0,66	0,62			0,50	0,20	0,37	0,29	1,23		

As médias seguidas de letra diferente, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

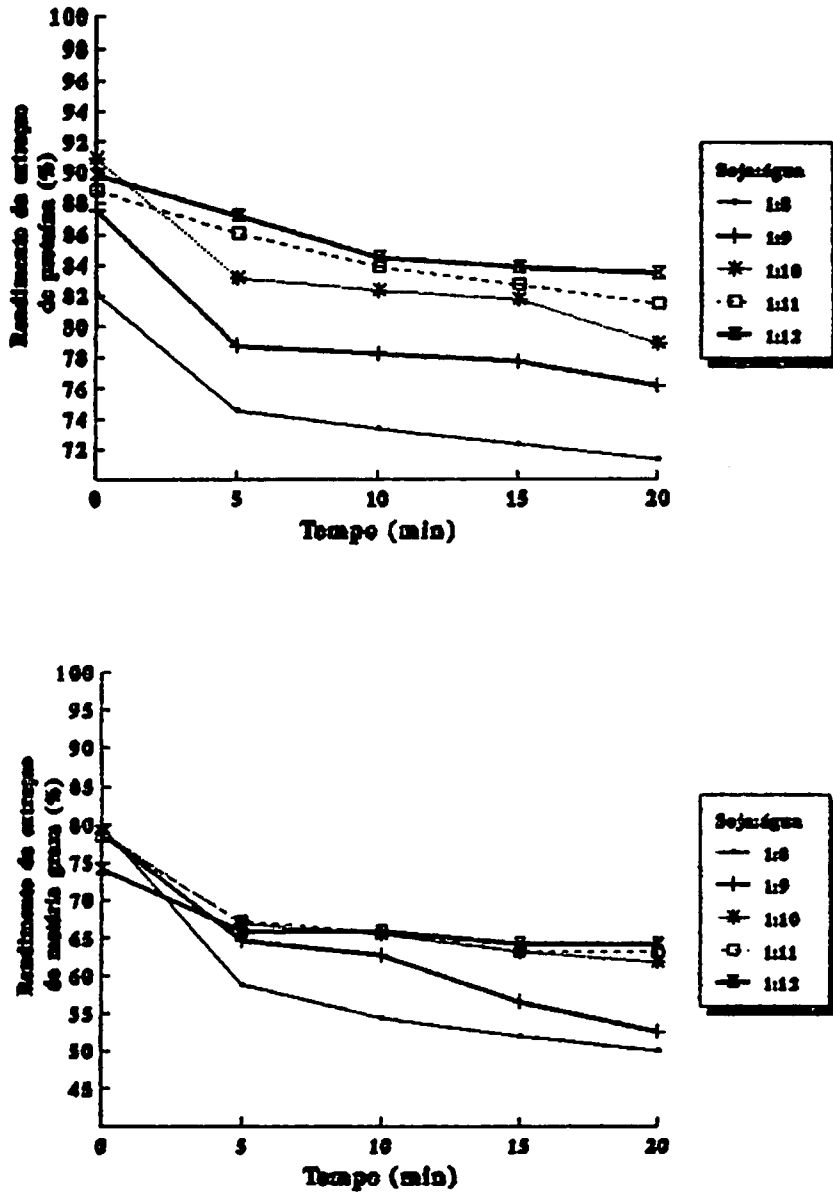


FIGURA 12 - Rendimento da extração de proteína e de matéria graxa de grãos de soja para elaboração do leite, em função do tempo de fervura antes de sua coagem.

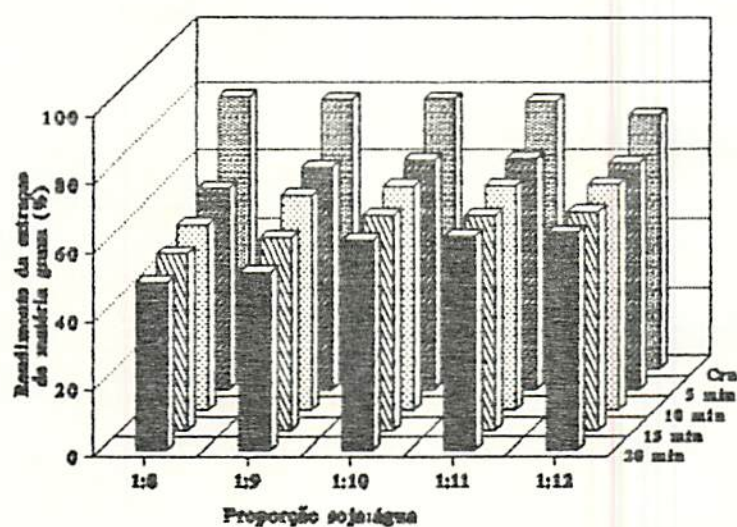
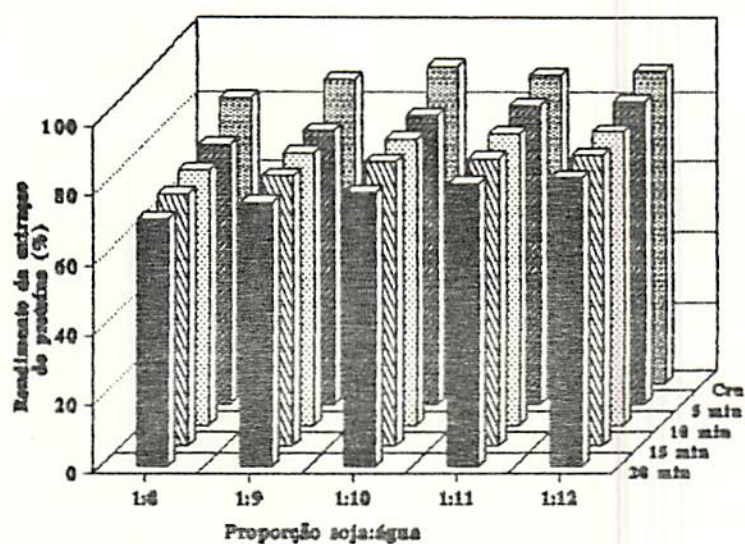


FIGURA 13 - Rendimento da extração de proteína e de matéria graxa de grãos de soja para elaboração do leite, em função da proporção de soja:água.

Observa-se ainda, pelos resultados apresentados (Quadro 8 e Figura 13) que as diferentes proporções de soja:água (1:8 a 1:12) mostraram em diferentes percentagens de proteína e matéria graxa recuperadas nos leites resultantes. Para o leite cru, o melhor rendimento da extração de proteína foi verificado na proporção de soja:água de 1:10 (90,91%), embora a proporção de soja:água de 1:8 tenha mostrado mostrou o melhor rendimento da extração de matéria graxa (79,71%). Por outro lado, para o leite de soja fervido antes de sua coagem, os maiores teores de proteína e matéria graxa foram recuperados nos leites de soja obtidos com maiores proporções de soja:água, ou seja, quanto maior era a quantidade de água usada, menor foi o efeito de fervura sobre as extrações de proteína e matéria graxa no leite de soja.

Nos Quadros de 9A a 9C, estão apresentados os valores encontrados na determinação de atividade do inibidor de tripsina nos vários leites de soja. Os resultados são expressos em unidades de tripsina inibidas (UTI) por ml do leite obtido (proporção de soja:água variou de 1:8 a 1:12) e também como UTI por mg de proteína extraída.

Pelos dados obtidos dos Quadros de 9A a 9C, observa-se que os leites de soja crus extraídos de diferentes proporções de soja:água (de 1:8 a 1:12) mostraram os níveis mais elevados do inibidor de tripsina (de 4.272,50 a 3.704,00 UTI/ml leite, ou, de 105,49 a 133,24 UTI/mg proteína), sendo considerados como 100% da atividade do inibidor de tripsina. A inativação total do inibidor de tripsina variou conforme o tipo de tratamento térmico

QUADRO 9A - Atividade do inibidor de tripsina do leite de soja, obtido por várias proporções soja:água e fervido por diferentes tempos após sua coagem.

Atividade do inibidor de tripsina	Leite de soja por várias proporções soja:água e diferentes tempos (min) de fervura após																			
	1:8				1:9				1:10				1:11				1:12			
	Cru*	10	15	20	Cru*	10	15	20	Cru*	10	15	20	Cru*	10	15	20	Cru*	10	15	20
UTI**/ml Leite	4.272,50	903,50	0	0	4.112,50	745,00	0	0	4.112,50	0	0	0	4.032,00	0	0	0	3.704,00	0	0	0
UTI**/mg proteína	105,49	22,36	0	0	111,15	20,58	0	0	119,55	0	0	0	134,40	0	0	0	133,24	0	0	0
Atividade residual (%)	100	21,15	0	0	100	18,12	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0

* Controle.

** Unidades de tripsina inibidas.

QUADRO 9B - Atividade do inibidor de tripsina do leite de soja, obtido por várias proporções soja:água e autoclavado por diferentes tempos após sua coagem.

Atividade do inibidor de tripsina	Leite de soja por várias proporções soja:água e diferentes tempos (min) de autoclavagem após																			
	1:8				1:9				1:10				1:11				1:12			
	Cru*	5	10	15	Cru*	5	10	15	Cru*	5	10	15	Cru*	5	10	15	Cru*	5	10	15
UTI**/ml leite	4.272,50	289,50	0	0	4.112,50	0	0	0	4.112,50	0	0	0	4.032,00	0	0	0	3.704,00	0	0	0
UTI**/mg proteína	105,49	7,26	0	0	111,15	0	0	0	119,55	0	0	0	134,40	0	0	0	133,24	0	0	0
Atividade residual (%)	100	6,78	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0

* Controle.

** Unidades de tripsina inibidas.

QUADRO 9C - Atividade do inibidor de tripsina do leite de soja, obtido por várias proporções soja:água e fervido por diferentes tempos antes de sua coagem.

Atividade do inibidor de tripsina	Leite de soja por várias proporções soja:água e diferentes tempos (min) de fervura antes																								
	1:8					1:9					1:10					1:11					1:12				
	Cru*	5	10	15	20	Cru*	5	10	15	20	Cru*	5	10	15	20	Cru*	5	10	15	20	Cru*	5	10	15	20
UTI**/ml leite	4.272,50	1.555,00	199,00	0	0	4.112,50	830,00	0	0	0	4.112,50	0	0	0	0	4.032,00	0	0	0	0	3.704,00	0	0	0	0
UTI**/mg proteína	105,49	42,25	5,50	0	0	111,15	24,92	0	0	0	119,55	0	0	0	0	134,40	0	0	0	0	133,24	0	0	0	0
Atividade residual (%)	100	36,40	4,66	0	0	100	20,18	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0

* Controle.

** Unidades de tripsina inibidas.

(fervura após, autoclavagem após, ou, fervura antes da coagem do leite de soja) e a proporção de soja: água (de 1:8 a 1:12) usados.

Para o leite de soja fervido após a sua coagem, o inibidor de tripsina foi completamente inativado com 15 min nas proporções de soja: água de 1:8 e 1:9, enquanto que para as proporções de soja: água de 1:10, 1:11 e 1:12, um tempo de 10 min foi o suficiente. Já para o leite de soja autoclavado após a sua coagem, uma atividade residual de 0% foi verificada com apenas 5 min em quase todas as proporções de soja: água estudadas, exceto a proporção de 1:8, na qual necessitou-se de 10 min. Por outro lado, para o leite de soja fervido antes de sua coagem, os respectivos tempos de 15 e 10 min foram necessários para destruir completamente o inibidor de tripsina dos leites de soja extraídos com proporções de soja: água de 1:8 e 1:9, respectivamente. E para as demais proporções de soja: água (1:10 a 1:12), um tempo de 5 min foi o suficiente.

Os resultados verificados sugerem que a autoclavagem após a coagem do leite de soja tenha sido o mais eficiente para inativar o inibidor de tripsina, ao comparar com a fervura após e com a fervura antes da coagem do leite de soja. E dentre as fervuras após e antes da coagem, a fervura antes foi considerada a melhor. A inativação mais lenta do inibidor de tripsina observada nas menores proporções de soja: água (1:8 e 1:9) se deve, possivelmente, às maiores concentrações do inibidor de tripsina encontradas nessas amostras.

O Quadro 10 mostra a digestibilidade da proteína *in vitro* de vários leites de soja. Os mesmos dados são também ilustrados nas Figuras 14 e 15.

Através do Quadro 10 e das Figuras 14 e 15, nota-se que os leites de soja crus obtidos de diferentes proporções de soja:água (de 1:8 a 1:12) apresentaram cerca de 72% de digestibilidade da proteína *in vitro*, sendo que este valor foi aumentado pelo tratamento térmico (fervura após, autoclavagem após, ou, fervura antes da coagem do leite de soja).

A digestibilidade da proteína *in vitro* do leite de soja fervido após a sua coagem atingiu um valor máximo (de 90,99 a 92,15%) após 15 min de fervura em todas as proporções de soja:água (de 1:8 a 1:11) estudadas, exceto para a proporção de 1:12, quando então essa digestibilidade continuou a aumentar, alcançando 93,17% após 20 min de fervura.

Um comportamento semelhante de digestibilidade da proteína *in vitro* foi observado para o leite de soja autoclavado após a sua coagem, apresentando um valor máximo (de 94,06 a 98,56%) após 10 min de autoclavagem em todas as proporções de soja:água (de 1:8 a 1:12) estudadas. E dentre essas proporções de soja:água estudadas, verificou-se que os leites de soja obtidos com maiores proporções de soja:água mostraram maiores digestibilidade da proteína *in vitro*.

Por outro lado, para o leite de soja fervido antes de sua coagem, a digestibilidade da proteína *in vitro* aumentou com o aumento do tempo de fervura, atingindo até quase 98% após 20 min nas proporções de soja:água de 1:8 e 1:9. Já para as proporções

QUADRO 10 - Digestibilidade da proteína *in vitro* (%) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos.

Leite de soja submetido a vários tempos (min) de diferentes tratamentos térmicos																			
Proporção soja:água	Fervido após						Autoclavado após						Fervido antes						
					D.M.S.	C.V. (%)					D.M.S.	C.V. (%)					D.M.S.	C.V. (%)	
	0	10	15	20			0	5	10	15			0	5	10	15			20
1: 8	72,35 ^a c	82,80 ^a B	90,99 ^a A	84,60 ^b B	4,40	2,03	72,35 ^a d	86,26 ^b c	94,06 ^c A	91,27 ^c B	2,40	1,07	72,35 ^a E	87,86 ^b D	90,19 ^b C	92,89 ^a B	98,82 ^a A	2,19	0,92
1: 9	72,13 ^a d	83,20 ^a c	91,96 ^a A	87,89 ^b B	1,45	0,66	72,13 ^a d	86,33 ^b c	94,52 ^c A	91,41 ^c B	0,55	0,25	72,13 ^a d	89,17 ^b C	92,27 ^a B	94,95 ^a AB	98,53 ^a A	5,28	2,20
1:10	72,29 ^a d	83,56 ^a c	91,98 ^a A	87,29 ^b B	2,85	1,30	72,29 ^a c	86,41 ^b B	94,98 ^b cA	93,65 ^b cA	2,12	0,94	72,29 ^a B	89,78 ^b A	92,67 ^a AB	93,15 ^a A	89,26 ^b A	4,16	1,77
1:11	72,31 ^a c	83,99 ^a B	92,15 ^a A	87,62 ^b AB	5,12	2,33	72,31 ^a d	86,49 ^b C	97,17 ^a abA	95,25 ^a bB	1,54	0,67	72,31 ^a c	90,12 ^b B	93,03 ^a AB	94,06 ^a A	89,71 ^b B	1,38	0,58
1:12	72,24 ^a c	85,16 ^a B	92,26 ^a A	93,17 ^a A	3,99	1,78	72,24 ^a c	87,65 ^a B	98,56 ^a A	97,05 ^a A	1,66	0,71	72,24 ^a d	93,09 ^a B	94,61 ^a B	96,92 ^a A	90,21 ^b C	1,83	0,76
D.M.S.	0,76	4,11	5,54	3,52			0,76	0,41	2,56	2,43			0,76	2,47	3,30	5,37	2,96		
C.V. (%)	0,39	1,83	2,25	1,49			0,39	0,18	0,99	0,97			0,39	1,02	1,33	2,12	1,18		

As médias seguidas de letra diferente, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

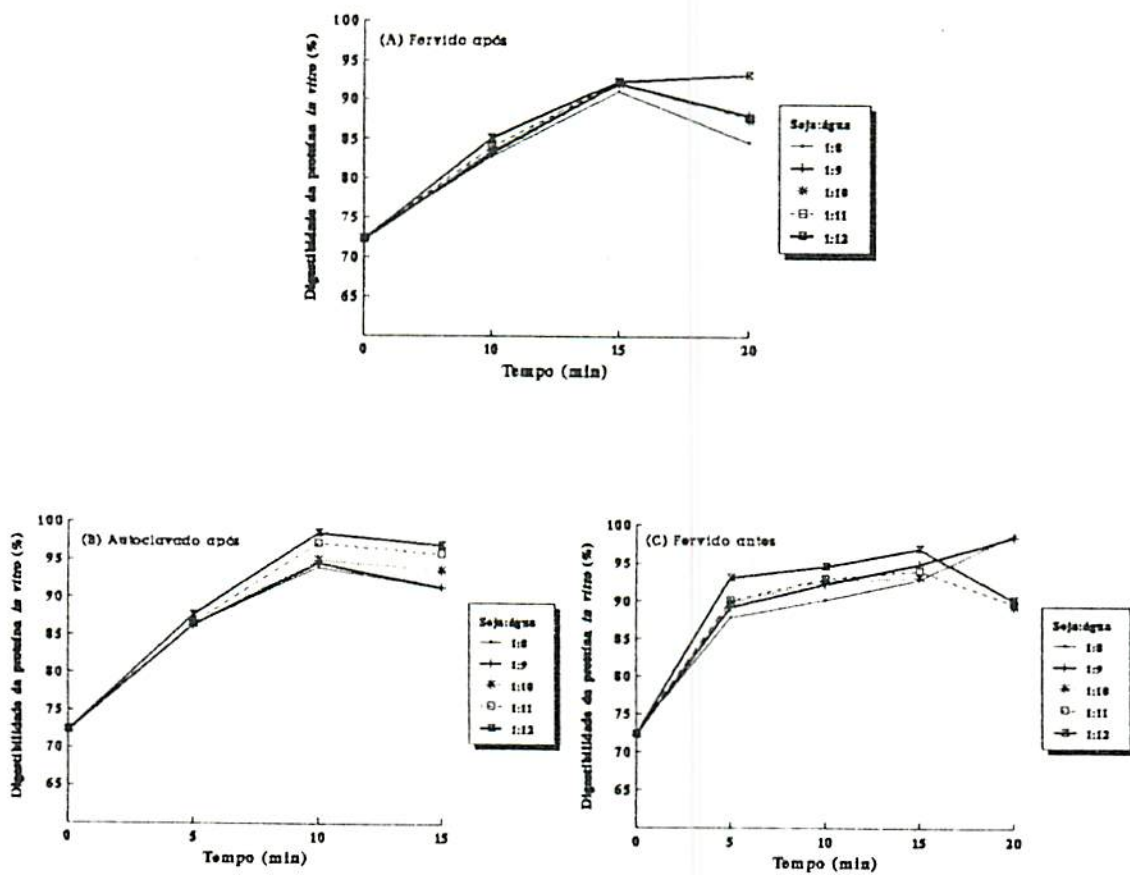


FIGURA 14 - Digestibilidade da proteína in vitro do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo.

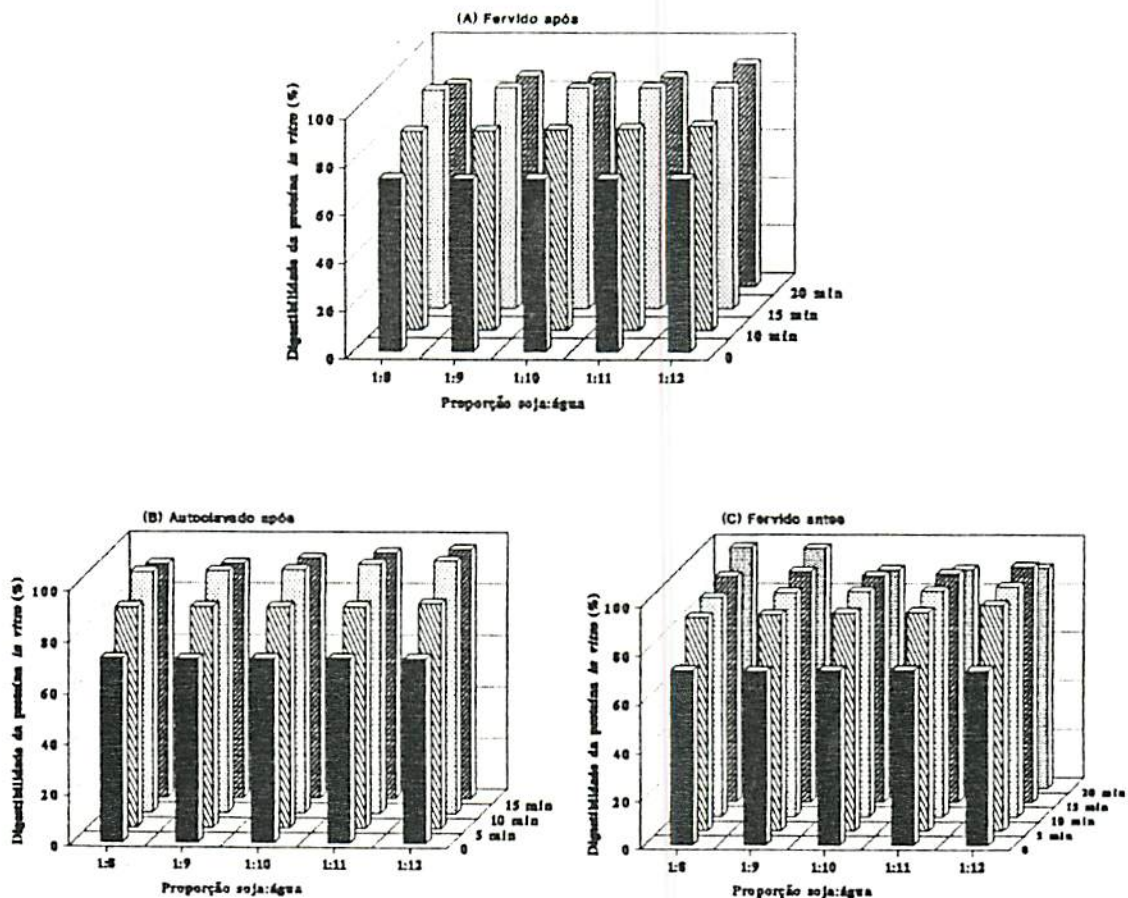


FIGURA 15 - Digestibilidade da proteína in vitro do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água.

de soja: água de 1:10, 1:11 e 1:12, o valor máximo de digestibilidade da proteína *in vitro* foi verificado no tempo de 15 min de fervura. Este resultado coincide com o sugerido por Watanabe et al., citado por Wang e Hesseltine (1982), os quais indicaram que o máximo do valor nutritivo (digestibilidade *in vitro* e composição em aminoácido) do leite de soja pode ser conseguido pela fervura do conteúdo de soja desintegrada por 10-15 minutos, usando-se a proporção de soja: água de 1:10.

Gupta, Wahie e Deodhar (1976) e Sikka et al. (1978) acreditam que a melhoria encontrada na digestão enzimática *in vitro* da proteína de soja autoclavada, quando comparada com a crua, seja devido à destruição do inibidor de tripsina durante a autoclavagem. Embora suposição semelhante possa ser feita no presente trabalho, não foi verificada uma relação direta entre um aumento na digestibilidade da proteína *in vitro* e uma redução na atividade do inibidor de tripsina dos leites de soja submetidos a diferentes tratamentos térmicos.

Maga, Lorenz e Onayemi (1973), Rhee e Rhee (1981) e Simon e Melnick (1950) constataram que o tratamento térmico pode melhorar a digestibilidade da proteína de soja *in vitro*, uma vez que o aquecimento, possibilita a abertura da estrutura da proteína através da desnaturação, e/ou destrua todos ou parte dos inibidores de tripsina. Por outro lado, foi afirmado por Rhee e Rhee (1981) que o tratamento térmico excessivo pode causar um decréscimo na digestibilidade da proteína *in vitro*, através da formação de ligações cruzadas. Estas observações explicam, provavelmente, os resultados encontrados no presente trabalho.

A metionina disponível total (g/16gN) determinada nos vários leites de soja estudados é apresentada no Quadro 11 e nas Figuras 16 e 17.

Analisando-se os dados apresentados, observa-se que a fervura após a coagem do leite de soja reduziu, consideravelmente, os teores de metionina disponível total em todas as proporções de soja: água (de 1:8 a 1:12) estudadas. Quanto maior o tempo de fervura, maior foi a destruição de metionina disponível total. Acredita-se que isso seja atribuído à oxidação de metionina disponível total pelo ar durante a fervura num sistema aberto. Os leites de soja obtidos com maiores proporções de soja:água tiveram menores teores de metionina disponível total, ou seja, maiores perdas de metionina disponível total.

Para o leite de soja autoclavado após a sua coagem, foi alcançado um teor máximo de metionina disponível total após 10 min de autoclavagem nas proporções de soja:água de 1:8 e 1:9, enquanto que para as proporções de soja: água de 1:10, 1:11 e 1:12, um tempo de 5 min foi o suficiente. Os leites de soja extraídos com maiores proporções de soja:água tiveram valores máximos no teor de metionina disponível total, ao compararem com aqueles dos leites de soja obtidos com menores proporções de soja:água.

Os resultados encontrados no presente trabalho sugerem a possibilidade da presença de metionina não disponível no leite de soja cru, a qual se tornou disponível após a autoclavagem. A autoclavagem, por ter ocorrido em um sistema fechado, não causou a

QUADRO 11 - Metionina disponível total (g/16gN) do leite de soja, obtido por várias proporções de soja:água e submetido à fervura após, autoclavagem após e fervura antes de sua coagem por diferentes tempos.

Leite de soja submetido a vários tempos (min) de diferentes tratamentos térmicos																			
Proporção soja:água	Fervido após				D.M.S.	C.V. (%)	Autoclavado após				D.M.S.	C.V. (%)	Fervido antes					D.M.S.	C.V. (%)
	0	10	15	20			0	5	10	15			0	5	10	15	20		
1:8	0,88aA	0,59aB	0,49aBC	0,39aC	0,16	10,51	0,88aB	0,99cAB	1,04bA	0,49aC	0,14	6,47	0,88aA	0,91bA	0,87aA	0,33aB	0,33aB	0,19	10,48
1:9	0,69abA	0,44abB	0,41abB	0,35aB	0,11	8,80	0,69abB	0,99cA	1,08abA	0,49aC	0,10	4,78	0,69abB	0,89bA	0,89aA	0,30aC	0,31aC	0,14	8,78
1:10	0,63bA	0,41bB	0,35bB	0,18bC	0,16	15,62	0,63bB	1,22bA	1,10abA	0,35bC	0,12	5,76	0,63bB	1,00bA	0,82aAB	0,32aC	0,33aC	0,25	14,78
1:11	0,39cA	0,40bA	0,33bA	0,17bB	0,16	18,71	0,39cC	1,42aA	1,15aB	0,27bC	0,20	9,62	0,39cC	1,15aA	0,76aB	0,21abD	0,21abD	0,17	11,97
1:12	0,36cA	0,29bA	0,14cB	0,00cC	0,12	23,18	0,36cC	1,46aA	1,17aB	0,29bD	0,06	3,05	0,36cC	1,24aA	0,76aB	0,15bD	0,15bD	0,06	4,20
D.M.S.	0,19	0,17	0,12	0,06			0,19	0,09	0,11	0,13			0,19	0,11	0,25	0,13	0,14		
C.V.(%)	12,37	15,25	12,92	10,49			12,37	2,86	3,85	13,00			12,37	4,11	11,22	18,80	20,29		

As médias seguidas de letra diferente, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

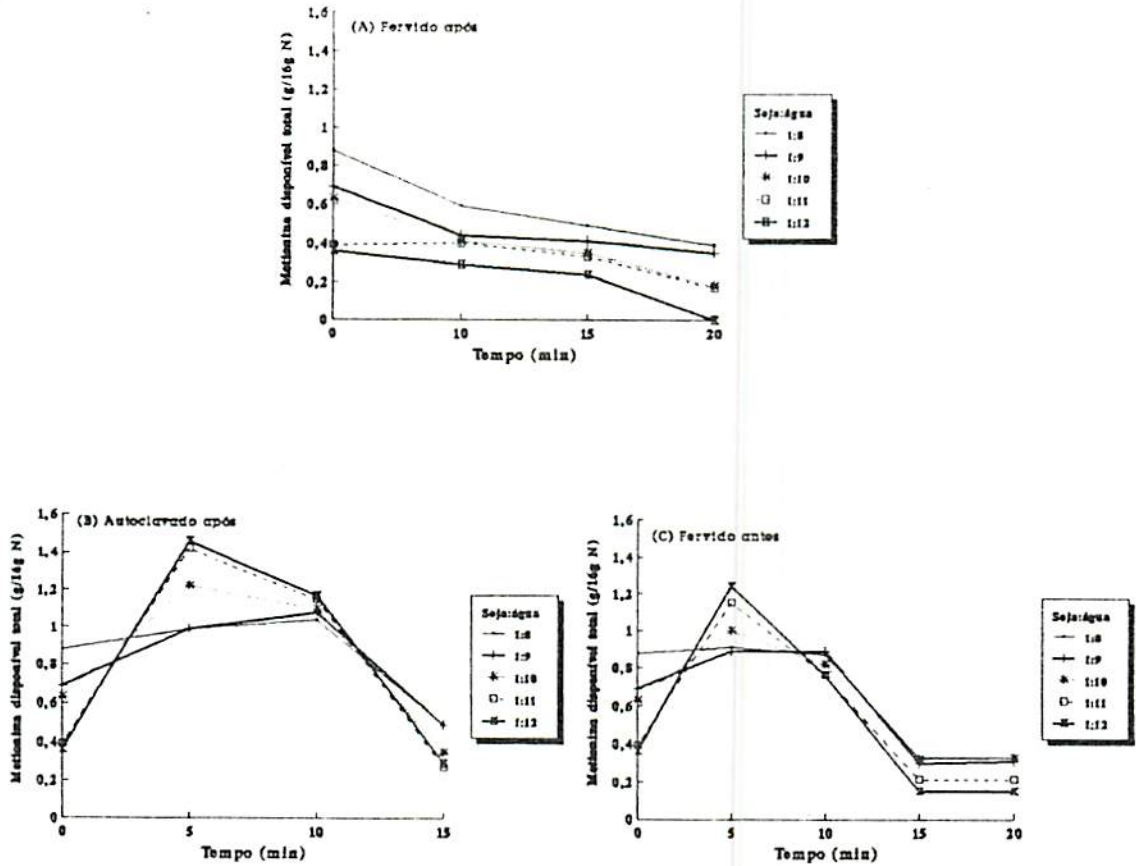


FIGURA 16 - Metionina disponível total (g/16 g N) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função do tempo.

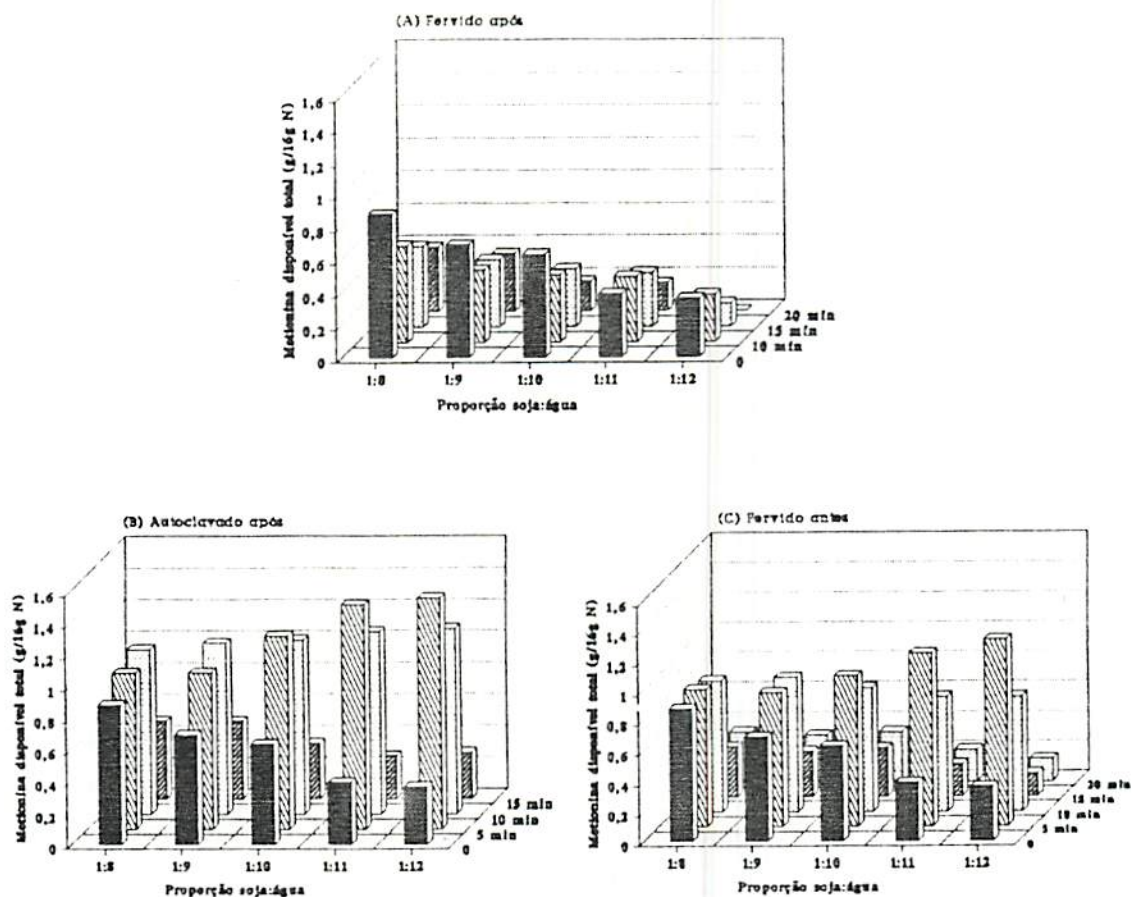


FIGURA 17 - Metionina disponível total (g/16 g N) do leite de soja, submetido à (A) fervura após, (B) autoclavagem após e (C) fervura antes de sua coagem, em função da proporção de soja:água.

destruição de metionina através da oxidação pelo ar. Entretanto, com o aumento do tempo de autoclavagem, a possibilidade da ocorrência das ligações cruzadas foi aumentada e, em consequência disso, resultou nas perdas de metionina disponível total. O aumento de disponibilidade de metionina causado pela autoclavagem foi, talvez, favorecido pela maior quantidade de água presente.

Por outro lado, para o leite de soja fervido antes de sua coagem, foi verificado um máximo de metionina disponível total após um tempo de 5 min em todas as proporções de soja: água (de 1:8 a 1:12) estudadas, sendo que os leites de soja obtidos com maiores proporções de soja:água mostraram maiores teores de metionina disponível total. Acredita-se que a fervura dos conteúdos de leite juntamente com resíduos insolúveis evite a possibilidade de oxidação de metionina pelo ar.

Com base nos resultados apresentados em relação ao rendimento da extração de proteína e à caracterização bioquímica dos leites de soja preparados com diferentes processos, recomenda-se o leite de soja extraído com proporção de soja:água de 1:10 e autoclavado por 5 min para o preparo de "tofu", pois segundo Wang e Hesseltine (1982), o "tofu" é sempre consumido sem futuro cozimento, de modo que um tratamento térmico adequado seja necessário para destruir os fatores antinutricionais e alcançar um máximo de valor nutricional do leite de soja.

4.3 Obtenção e composição química de "tofu"

O Quadro 12 apresenta as características de "tofu" preparado com diferentes coagulantes e tempos de coagulação.

Pelos dados do Quadro 12, verifica-se que todos coagulantes usados apresentaram os seus tempos ideais de coagulação na obtenção do "tofu". Cloreto de magnésio e sulfato de magnésio alcançaram um valor máximo do rendimento de "tofu" logo após 10 min de coagulação, quando então não se observou um aumento adicional do mesmo. Já para acetato de cálcio, cloreto de cálcio e sulfato de cálcio, o tempo de coagulação que deu o máximo rendimento do "tofu" foi conseguido com 20 min. E dentre os coagulantes utilizados nos seus respectivos tempos ideais de coagulação, o sulfato de cálcio se destacou pelo maior rendimento do "tofu" em relação tanto ao leite (398,14 g "tofu"/l leite de soja), como ao grão de soja (3,88 kg "tofu"/kg soja).

DeMan, DeMan e Buzzell (1987) encontraram um rendimento de "tofu" semelhante (3,4 kg "tofu"/kg soja) ao usarem sulfato de cálcio como coagulante.

Por outro lado, Lu, Carter e Chung (1980) verificaram que, dentre os coagulantes usados (acetato de cálcio, cloreto de cálcio e sulfato de cálcio), o cloreto de cálcio foi o que resultou num rendimento do "tofu" (386 g "tofu"/l leite de soja) superior aos demais coagulantes.

Através do Quadro 12, verifica-se ainda que o teor de umidade do "tofu" preparado com diferentes coagulantes nos seus respectivos tempos ideais de coagulação variou de 82,37 (acetato de cálcio) a 84,88% (sulfato de cálcio). O teor de umidade do

QUADRO 12 - Características de "tofu" preparado com diferentes coagulantes e tempos (min) de coagulação.

Coagulantes e tempos		Parâmetros				Unidade de "tofu" (%)
		Rendimento de "tofu"/leite de soja (g/l, b.u.)	Rendimento de "tofu"/leite de soja (g/l, b.s.)	Rendimento de "tofu"/soja (kg/kg, b.u.)	Rendimento de "tofu"/soja (kg/kg, b.s.)	
Acetato de cálcio	10	280,00B	53,14B	2,73B	0,58B	81,02C
	20	341,13A	60,14A	3,32A	0,66A	82,37B
	30	343,53A	57,40A	3,34A	0,63A	83,29A
D.M.S.		23,50	4,12	0,23	0,04	0,92
C.V. (%)		2,92	2,89	2,91	2,72	0,45
Cloreto de cálcio	10	305,81A	53,70A	2,98A	0,59A	82,44B
	20	329,39A	55,86A	3,21A	0,61A	83,04B
	30	326,83A	53,24A	3,18A	0,58A	83,71A
D.M.S.		55,90	9,76	0,55	0,10	0,67
C.V. (%)		6,96	7,14	7,04	6,62	0,32
Sulfato de cálcio	10	395,72A	48,99C	3,85A	0,54C	87,62A
	20	398,14A	60,20A	3,88A	0,66A	84,88B
	30	365,20B	55,00B	3,56B	0,60B	84,94B
D.M.S.		17,15	2,53	0,17	0,02	0,95
C.V. (%)		1,77	1,85	1,77	1,66	0,44
Cloreto de magnésio	10	341,72A	54,91A	3,32A	0,60A	83,93A
	20	341,17A	53,15AB	3,32A	0,58AB	84,42A
	30	313,92B	50,76B	3,06B	0,56B	83,79A
D.M.S.		15,25	2,34	0,14	0,03	1,36
C.V. (%)		1,83	1,76	1,76	2,07	0,65
Sulfato de magnésio	10	356,68A	54,75A	3,47A	0,60A	84,65A
	20	352,67A	54,03A	3,43A	0,59A	84,68A
	30	311,97B	50,07A	3,04A	0,55A	83,94A
D.M.S.		31,27	4,83	0,48	0,05	0,77
C.V. (%)		3,66	3,64	5,80	3,67	0,36

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

"tofu" obtido com sulfato de cálcio foi semelhante ao encontrado por Wang, Swain e Kwoler (1983), mas inferior aquele obtido por Lim et al. (1990).

A perda de umidade dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação é apresentada no Quadro 13.

Analisando-se o Quadro 13, pode ser observado que houve uma menor perda de umidade nos "tofus" coagulados durante 20 min com acetato de cálcio e cloreto de cálcio, respectivamente, ou seja, a capacidade de retenção de água desses "tofus" foi superior aos demais. Não houve diferenças significativas na capacidade de retenção de água entre ambos "tofus" coagulados durante 10 min, com cloreto de magnésio e com sulfato de magnésio.

QUADRO 13 - Perda de umidade dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Coagulante	Tempo de coagulação (min)	Perda de umidade (%)
Acetato de cálcio	20	11,75 bc
Cloreto de cálcio	20	10,29 c
Sulfato de cálcio	20	13,26 b
Cloreto de magnésio	10	16,40 a
Sulfato de magnésio	10	16,01 a
D.M.S.		2,06
C.V. (%)		5,67

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

No Quadro 14, está apresentada a composição química (% base seca) dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Verifica-se, pelo Quadro 14, que os "tofus" coagulados com sulfato de cálcio durante 20 min, mostraram maiores teores de proteína, cinza e cálcio, mas menores teores de extrato etéreo e carboidrato, quando comparados com os demais "tofus" obtidos com outros coagulantes. Cloreto de magnésio e sulfato de magnésio resultaram nos "tofus" com maiores teores de carboidrato e magnésio. O teor de extrato etéreo foi mais notável nos "tofus" coagulados com acetato de cálcio e com cloreto de cálcio, ambos em 20 min.

4.4 Características sensoriais de "tofu"

Considerando-se as propriedades organolépticas como fatores de suma importância na aceitabilidade do "tofu" por parte dos consumidores, procedeu-se a avaliação sensorial dos "tofus" coagulados nos melhores tempos por diferentes coagulantes, levando-se em conta os rendimentos do "tofu" (Quadro 12).

O Quadro 15 mostra os resultados dos escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para "tofus" preparados com diferentes coagulantes, em determinados tempos de coagulação.

Observa-se pelos resultados apresentados no Quadro 15, que os "tofus" preparados com sulfato de cálcio, num tempo de coagulação de 20 min mostraram a melhor aparência, diferenciando-

QUADRO 14 - Composição química (% base seca) dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Coagulante	Tempo de coagulação (min)	Proteína (%)	Extrato etéreo (%)	Cinza (%)	Carboidrato* (%)	Cálcio (%)	Magnésio (%)
Acetato de cálcio	20	51,13 bc	32,31 a	3,92 b	12,64 b	0,98 b	0,14 c
Cloreto de cálcio	20	52,85 b	31,18 ab	3,97 b	12,00 b	0,97 b	0,14 c
Sulfato de cálcio	20	57,05 a	28,26 c	4,36 a	10,33 b	1,11 a	0,17 b
Cloreto de magnésio	10	49,64 c	29,87 bc	2,91 c	17,58 a	0,27 c	0,44 a
Sulfato de magnésio	10	47,23 d	29,42 bc	2,62 c	20,73 a	0,31 c	0,45 a
D.M.S		1,77	1,79	0,36	3,55	0,10	0,02
C.V.(%)		1,27	2,20	3,79	9,02	5,32	3,31

* Calculado por diferença.

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

QUADRO 15 - Escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Coagulante	Tempo de coagulação (min)	Aparência	Sabor	Textura
Acetato de cálcio	20	8,00 b	6,90 b	7,62 a
Cloreto de cálcio	20	8,02 b	7,27 a	7,72 a
Sulfato de cálcio	20	8,30 a	7,55 a	7,72 a
Cloreto de magnésio	10	7,97 b	7,35 a	7,72 a
Sulfato de magnésio	10	7,65 c	6,80 b	7,00 b
D.M.S.		0,17	0,29	0,18
C.V. (%)		0,68	1,51	0,76

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

QUADRO 16 - Escores da análise descritiva quantitativa (QDA) para atributos sensoriais de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Atributos sensoriais	"Tofus"			D.M.S.	C.V. (%)
	Cloreto de cálcio 20 min	Sulfato de cálcio 20 min	Cloreto de magnésio 10 min		
Sabor					
Adocicado	0,74 B	0,70 B	2,34 A	0,18	19,75
Amargo	1,64 B	0,89 C	3,69 A	0,23	14,79
Adstringente	2,63 B	1,61 C	3,07 A	0,29	16,02
Soja cozida	2,48 A	2,14 B	1,60 C	0,16	10,46
Cru (de erva)	1,18 A	0,62 B	1,14 A	0,12	16,83
Tinta	1,49 A	0,45 C	1,07 B	0,16	22,04
Residual					
Amargo	2,37 B	1,33 C	3,47 A	0,28	15,90
Adstringente	2,75 A	1,89 C	2,38 B	0,21	11,92
Soja cozida	1,92 A	2,02 A	2,05 A	0,16	10,73
Textura					
Dureza	1,40 A	0,73 C	1,18 B	0,17	20,88
Fratrurabilidade	1,61 A	0,99 B	1,57 A	0,16	15,32
Mastigabilidade	0,86 A	0,96 A	0,99 A	0,15	21,44
Gomosidade	1,05 A	0,84 B	0,99 A	0,14	19,12
Adesividade	1,02 B	0,92 B	1,30 A	0,15	18,25
Recob. na boca	3,26 A	2,12 B	3,44 A	0,19	8,67

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

se estatisticamente dos demais. Para o atributo de sabor, os "tofus" preparados com cloreto de cálcio, sulfato de cálcio e cloreto de magnésio, por 20; 20 e 10 min, respectivamente, obtiveram escores superiores aos demais, não diferenciando significativamente entre si. Em relação à textura, só os "tofus" coagulados com sulfato de magnésio durante 10 min tiveram escores inferiores aos demais.

Embora aparência, sabor e textura sejam atributos sensoriais exigidos para uma boa aceitabilidade do "tofu", o sabor, muitas vezes, é o mais importante, por afetar na escolha do produto. Desta forma, foram selecionados os "tofus" preparados com cloreto de cálcio, sulfato de cálcio e cloreto de magnésio, correspondentes a um tempo de coagulação de 20; 20 e 10 min, respectivamente, para serem submetidos à análise descritiva quantitativa (QDA) e ao teste massal de preferência.

No Quadro 16 estão apresentados os resultados da análise descritiva quantitativa (QDA) para sabor, sabor residual e textura, e nas Figuras 18, 19 e 20 estão apresentadas as configurações destes mesmos atributos sensoriais dos "tofus" preparados com cloreto de cálcio, sulfato de cálcio e cloreto de magnésio em 20; 20 e 10 min, respectivamente.

Através do Quadro 16 e da Figura 18, verifica-se que os sabores adocicado, amargo e adstringente foram mais acentuados nos "tofus" preparados com cloreto de magnésio, enquanto que os sabores de soja cozida e de tinta foram mais proeminentes nos "tofus" preparados com cloreto de cálcio. Já o sabor cru de erva foi mais notável nos "tofus" preparados tanto com cloreto de cálcio, como com cloreto de magnésio. Os "tofus" preparados com

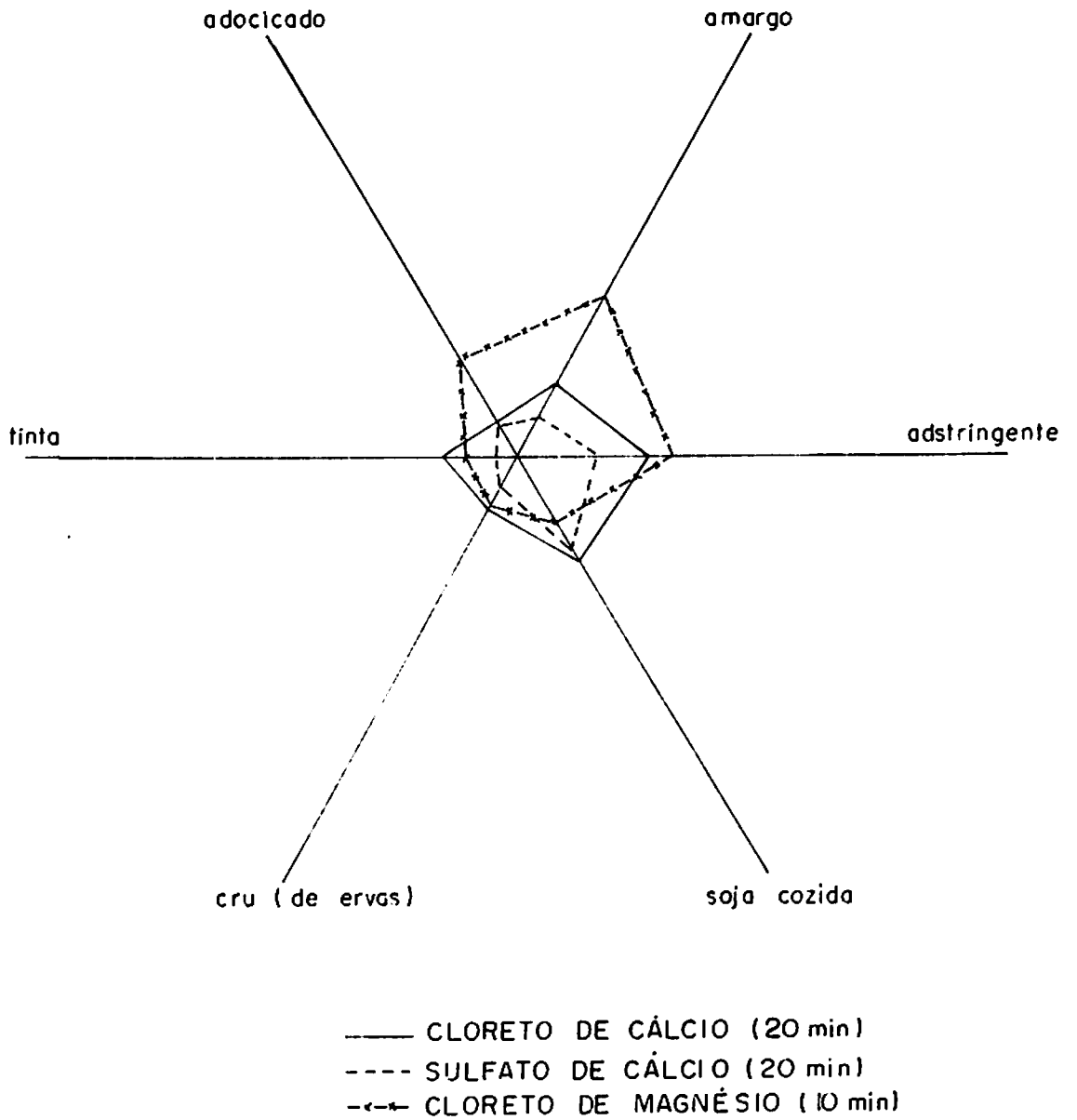


FIGURA 18 - Configuração da análise descritiva quantitativa para sabor de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

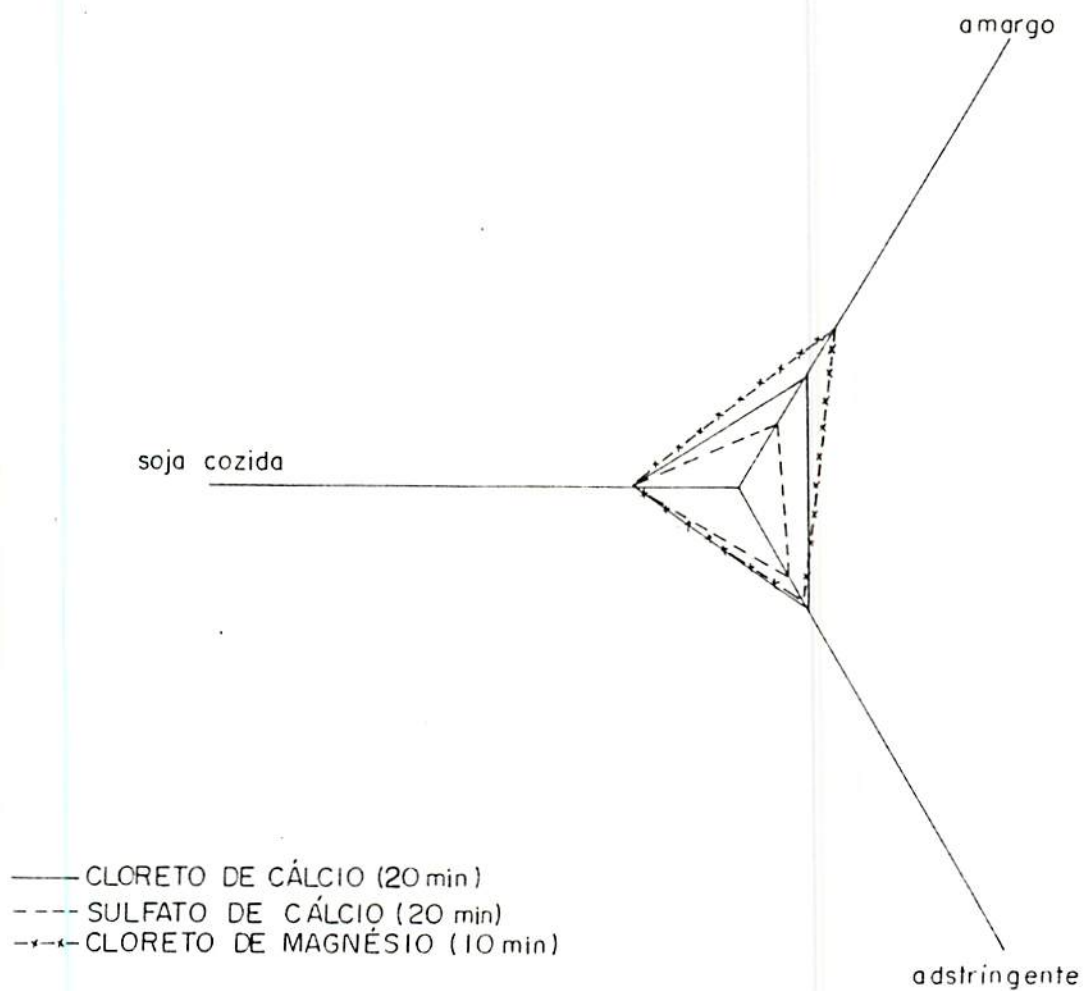


FIGURA 19 - Configuração da análise descritiva quantitativa para sabor residual de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

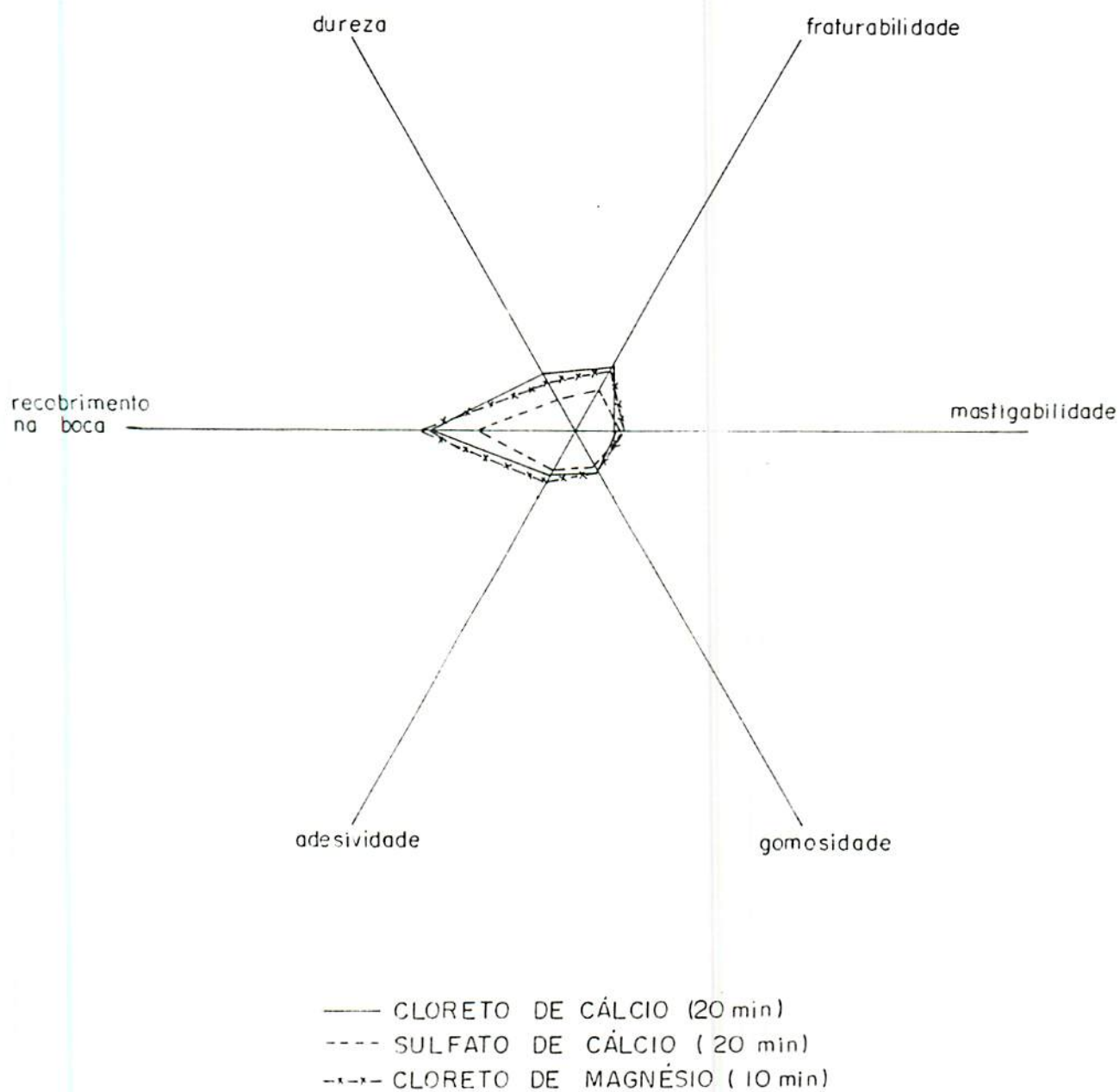


FIGURA 20 - Configuração da análise descritiva quantitativa para textura de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

sulfato de cálcio obtiveram escores menores para todos esses sabores, sugerindo que estes apresentem um sabor mais suave.

Quanto ao sabor residual (Quadro 16 e Figura 19), os "tofus" preparados com cloreto de cálcio apresentaram-se como os mais adstringentes, enquanto que os preparados com cloreto de magnésio se destacaram por serem os mais amargos. Para o sabor residual de soja cozida, não houve diferença significativa entre os três tipos de coagulantes.

Em relação a textura (Quadro 16 e Figura 20), foi observado que os "tofus" preparados com cloreto de cálcio e com cloreto de magnésio, ambos durante um tempo de 20 e 10 min, respectivamente, apresentaram valores maiores e estatisticamente iguais para fraturabilidade, gomosidade e recobrimento na boca. Os "tofus" preparados com cloreto de cálcio foram os mais duros, enquanto que os preparados com cloreto de magnésio foram os mais adesivos. Não houve diferença significativa entre todos os "tofus" estudados para o atributo de mastigabilidade. Estes resultados indicam que os "tofus" coagulados durante 20 min com sulfato de cálcio apresentem uma textura mais macia.

Segundo Wang e Hesseltine (1982), a dureza e a fraturabilidade do "tofu" é influenciada pelo tipo de sal usado na coagulação, onde cloreto de cálcio e cloreto de magnésio resultam em "tofus" mais duros e quebradiços do que os de sulfato de cálcio e sulfato de magnésio, sugerindo que os ânions tenham efeito maior do que os cátions nesses dois parâmetros, pois acredita-se que os ânions tenham efeito mais forte na capacidade de retenção de água do que os cátions.

Tsai et al. (1981) constataram que os "tofus" coagulados com sulfato de cálcio mostraram textura lisa e uniforme com sabor agradável, enquanto que os coagulados com cloreto de cálcio eram ásperos e de paladar ruim. E Lu, Carter e Chung (1980) afirmaram que os íons de cálcio tem um efeito desejável na palatabilidade do "tofu".

O Quadro 17 apresenta os resultados do teste massal de preferência para "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Os dados do Quadro 17 indicam que os "tofus" coagulados com sulfato de cálcio durante 20 min, obtiveram um maior escore (8 = gostei muito), sendo os mais preferidos pela equipe massal de provadores. Os "tofus" coagulados com cloreto de cálcio e cloreto de magnésio, ambos durante um tempo de 20 e 10 min, respectivamente, foram os menos preferidos, tendo obtido escores

QUADRO 17 - Preferência de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Coagulante	Tempo de coagulação (min)	Preferência
Cloreto de cálcio	20	7,04 b
Sulfato de cálcio	20	8,00 a
Cloreto de magnésio	10	6,44 c
D.M.S.		0,04
C.V. (%)		6,78

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

entre 6,0 e 7,0 (6 = gostei ligeiramente e 7 = gostei regularmente).

Lu, Carter e Chung (1980) constataram que os "tofus" preparados com sulfato de cálcio obtiveram maiores escores do que aqueles preparados com acetato de cálcio e cloreto de cálcio, embora não tenham causado diferença significativa na preferência ao nível de 5% de probabilidade, e notaram também que os "tofus" preparados com sulfato de cálcio mostraram uma textura suave, firme e um pouco elástica.

Baseando-se nos resultados apresentados em relação às características sensoriais do "tofu", pode-se afirmar que os "tofus" coagulados com cloreto de cálcio, sulfato de cálcio e cloreto de magnésio durante 20; 20 e 10 min, respectivamente, mostraram aparência, sabor e textura agradáveis, tendo todos escores superiores a 7,0 (bom). Dentre estes, os "tofus" coagulados com sulfato de cálcio durante 20 min foram os mais preferidos, sugerindo a possibilidade da inclusão desses "tofus" na alimentação brasileira.

5 CONCLUSÕES

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

- O leite de soja elaborado com proporção de soja:água de 1:10 e autoclavado por 5 min apresentou a maior extração de proteína, nenhuma atividade do inibidor de tripsina, uma boa digestibilidade da proteína *in vitro* (86,41%), e um valor alto de metionina disponível (1,22 g/16gN), sendo esse recomendado para o preparo de "tofu".
- Dentre os coagulantes estudados (acetato de cálcio, cloreto de cálcio, sulfato de cálcio, cloreto de magnésio e sulfato de magnésio), o sulfato de cálcio foi o que resultou no máximo rendimento de "tofu" (398,14 g "tofu"/l leite de soja, b.u.), tendo esse maiores teores de proteína, cinza e cálcio.
- Os "tofus" preparados com cloreto de cálcio, sulfato de cálcio e cloreto de magnésio, na concentração de 0,02 M, num tempo de coagulação de 20; 20 e 10 min, respectivamente, mostraram aparência, sabor e textura agradáveis, sendo o de sulfato de cálcio o mais preferido pela equipe massal de provadores.

- Proporção de soja:água de 1:10 e autoclavagem por 5 min são as condições ideais para a obtenção do leite de soja destinado à produção de "tofu". O sulfato de cálcio (0,02 M) num tempo de coagulação de 20 min é recomendado para se obter "tofu" de bom rendimento, de maiores teores de proteína, cinza e cálcio e de boas características sensoriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKESON, W.R.; STAHMANN, M.A. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v.83, n.3, p.257-261, July 1964.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 7.ed. Saint Paul, 1969. v.1 and 2.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*. 9.ed. Washington, 1960. p.188.
- BEDDOWS, C.G.; WONG, J. Optimization of yield and properties of silken tofu from soybeans. I. The water: bean ration. *International Journal of Food Science and Technology*, London, v.22, n.1, p.15-21, Feb. 1987a.
- BEDDOWS, C.G.; WONG, J. Optimization of yield and properties of silken tofu from soybean. II. Heat processing. *International Journal of Food Science and Technology*, London, v.22, n.1, p.23-27, Feb. 1987b.
- BEDDOWS, C.G.; WONG, J. Optimization of yield and properties of silken tofu from soybeans. III. Coagulant concentration, mixing and filtration pressure. *International Journal of Food Science and Technology*, London, v.22, n.1, p.29-34, Feb. 1987c.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, Ottawa, v.37, n.8, p.911-917, Aug. 1959.
- BOURNE, M.C.; CLEMENTE, M.G.; BANZON, J. Survey of suitability of thirty cultivars of soybean for soymilk manufacture. *Journal of Food Science*, Chicago, v.41, n.5, p.1204-1208, Sept./Oct. 1976.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. *Experimental designs*. 2.ed. New York: John Wiley, 1957. 611p.
- DeMAN, J.M.; STANLEY, D.M.; RASPER, V. Composition of Ontario soybeans and soymilk. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, Ottawa, v.8, n.1, p.1-8, Jan. 1975.

- DeMAN, L.; DeMAN, J.M.; BUZZELL, R.I. Composition and properties of soymilk and tofu made from Ontario light hilum soybeans. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, Ottawa, v.20, n.5, p.363-367, 1987.
- DUTRA DE OLIVEIRA, J.E.; SCATENA, L. Nutritional value of protein from a soybean milk powder. *Journal of Food Science*, Chicago, v.32, n.5, p.592-594, Sept./Oct. 1967.
- ESCUETA, E.E. Effect of boiling treatment and gata (coconut cream) addition to soymilk on the chemical, rheological and sensory properties of tofu (soybean). *Dissertation Abstracts International B.*, v.39, n.11, p.5304, 1979. In: *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS*, Oxon, v.12, n.3, p.39, 1980. (Abst. 3G138).
- GANDHI, A.P.; BOURNE, M.C. Effect of pressure and storage time on texture profile parameters of soybean curd (tofu). *Journal of Texture Studies*, New York, v.19, n.2, p.137-142, 1988.
- GUPTA, A.K.; WAHIE, N.; DEODHAR, A.D. Protein quality and digestibility in vitro of vegetable and grain type soybeans. *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics*, Coimbatore, v.13, n.8, p.244-251, Aug. 1976.
- HACKLER, L.R.; STILLINGS, B.R. Amino acid composition of heat processed soymilk and its correlation with nutritive value. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v.44, n.1, p.70-77, Jan. 1967.
- HACKLER, L.R.; VAN BUREN, J.P.; STEINKRAUS, K.H.; EL RAWI, I.; HAND, D.B. Effect of heat treatment on nutritive value of soymilk protein fed to weanling rats. *Journal of Food Science*, Chicago, v.30, n.4, p.723-728, July/Aug. 1965.
- HASHIZUME, K.; KA, G. Difference between tofus coagulated with glucano-delta-lactose and calcium salts. *Journal of Japanese Society of Food Science and Technology*, v.25, n.7, p.383-386, 1978. In: *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS*, Oxon, v.12, n.5, p.59, 1980. (Abst. 5G362).
- HASHIZUME, K.; KA, G.; MAEDA, M.; WATANABE, T. Preparation of soymilk for tofu making. II. Relationship of heating and cooling conditions to hardness of tofu. *Journal of Japanese Society of Food Science and Technology*, v.25, n.7, p.387-391, 1978. In: *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS*, Oxon, v.12, n.5, p.59, 1980. (Abst. 5G361).
- HERMANSSON, A.M.; LUCISANO, M. Gel characteristics-waterbinding properties of blood plasma gels and methodological aspects on the waterbinding of gel systems. *Journal of Food Science*, Chicago, v.47, p.1955-1959, 1982.

- JOHNSON, K.W.; SNYDER, H.E. Soymilk; a comparison of processing methods on yields and composition. *Journal of Food Science*, Chicago, v.43, n.2, p.349-353, Mar./Apr. 1978.
- JOHNSON, L.A.; DEYOE, C.W.; HOOVER, W.J. Yield and quality of soymilk processed by steam-infusion cooking. *Journal of Food Science*, Chicago, v.46, n.1, p.239-243, 248, Jan./Feb. 1981.
- KAKADE, M.L.; SIMONS, N.R.; LIENER, I.E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v.46, n.5, p.518-526, Sept. 1969.
- KANTHAMANI, S.; NELSON, A.I.; STEINBERG, M.P. Home preparation of soymilk; a new concept. In: NELSON, A.I.; STEINBERG, M.P.; WEI, L.S. *Whole soybean foods for home and village use*. Urbana: International Agricultural Publications, 1978. p.5-11. (INTSOY Series, 14).
- KIM, J.M.; BAEK, S.H.; WANG, H.H.S. Preparation and use of a tofu coagulant from egg shell. *Journal of the Korean Society of Food and Nutrition*, v.17, n.1, p.25-31, 1988. In: *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS*, Oxon, v.21, n.2, p.109, 1989. (Abst. 12J146).
- LIM, B.T.; DeMAN, J.M.; DeMAN, L.; BUZZELL, R.I. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics; calcium sulfate coagulant. *Journal of Food Science*, Chicago, v.55, n.4, p.1088-1092, 1111, July/Aug. 1990.
- LU, J.Y.; CARTER, E.; CHUNG, R.A. Use of calcium salts for soybean curd preparation. *Journal of Food Science*, Chicago, v.45, n.1, p.32-34, Jan./Feb. 1980.
- MAGA, J.A.; LORENZ, K.; ONAYEMI, O. Digestive acceptability of proteins as measured by the initial rate of *in vitro* proteolysis. *Journal of Food Science*, Chicago, v.38, n.1, p.173-174, Jan. 1973.
- MITAL, B.K.; STEINKRAUS, K.H. Utilization of oligosaccharides by lactic acid bacteria during fermentation of soy milk. *Journal of Food Science*, Chicago, v.40, n.1, p.114-118, Jan./Feb. 1975.
- PAULA, C.D.; WANG, S.H.; CABRAL, L.C. Rheological properties of oil-in-soymilk emulsions. In: *INTERNATIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY SYMPOSIUM AND EXHIBITION*, Campinas, 1991. *Proceedings...* Campinas: UNICAMP, 1991. p.179-183.
- PIENIAZEK, D.; GRABAREK, Z.; RAKOWSKA, M. Quantitative determination of the content of available methionine and cysteine in food proteins. *Nutrition and Metabolism*, Basel, v.18, n.1, p.16-22, Jan. 1975.

- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 10.ed. São Paulo: Nobel, 1982. 430p.
- RHEE, K.S.; RHEE, K.C. Nutritional evaluation of the protein in oilseed products heated with sugars. *Journal of Food Science*, Chicago, v.46, n.1, p.164-168, Jan./Feb. 1981.
- SCHORODER, D.J.; JACKSON, H. Preparation and evaluation of soybean curd with reduced beany flavor. *Journal of Food Science*, Chicago, v.37, n.3, p.450-451, May/June 1972.
- SHEN, C.F.; DeMAN, L.; BUZZEL, R.I.; DeMAN, J.M. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics: glucano-delta-lactone coagulant. *Journal of Food Science*, Chicago, v.56, n.1, p.109-112, Jan. 1991.
- SIKKA, K.C.; GUPTA, A.K.; SINGH, R.; GUPTA, D.P. Comparative nutritive value, amino acid content, chemical composition, and digestibility *in vitro* of vegetable - and graintype soybean. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, Washington, v.26, n.2, p.312-316, Mar./Apr. 1978.
- SIMON, M.; MELNICK, D. The *in vitro* digestibility of raw and heat-processed soy products varying in the nutritive value of the protein. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v.27, n.2, p.114-126, Mar. 1950.
- SMITH, A.K.; WATANABE, T.; NASH, A.M. Tofu from Japanese and United State soybeans. *Food Technology*, Chicago, v.14, n.7, p.332-336, July 1960.
- STONE, H.; SIDEL, J.L. *Sensory evaluation practices*. Orlando: Academic Press, 1985. 311p.
- TSAI, S.J.; LAN, C.Y.; KAO, C.S.; CHEN, S.C. Studies on the yield and quality characteristics of tofu. *Journal of Food Science*, Chicago, v.46, n.6, p.1734-1740, Nov./Dec. 1981.
- TURATTI, J.M.; SALLES, A.M.; SANTOS, L.C. dos; MORI, E.E.M.; FIGUEIREDO, I.B. Estudos preliminares com cultivares de soja para produção de leite. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.16, n.3, p.289-305, jul./set. 1979.
- VAN DE KAMER, J.H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v.29, n.4, p.239-251, July 1952.
- WALLACE, G.M.; BANNATYNE, W.R.; KHALEQUE, A. Studies on the processing and properties of soymilk. II. Effect of processing conditions on the trypsin inhibitor activity and the digestibility *in vitro* of proteins in various soymilk preparations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.22, n.10, p.526-531, Oct. 1971.

- WANG, L.H.; CAVINS, J.F. Yield and amino acid composition of fractions obtained during tofu production. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v.66, n.4, p.359-361, July/Aug. 1989.
- WANG, L.H.; HESSELTINE, C.W. Coagulation conditions in tofu processing. *Process Biochemistry*, Illinois, v.17, n.1, p.7-8, 11-12, Jan./Feb. 1982.
- WANG, L.H.; SWAIN, E.W.; KWOLEK, W.F. Effect of soybean varieties on the yield and quality of tofu. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v.60, n.3, p.245-248, May/June 1983.
- WILKENS, W.F.; HACKLER, L.R. Effect of processing conditions on the composition of soy milk. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v.46, n.4, p.391-397, July 1969.
- WU, L.C.; BATES, R.P. Soy protein-lipid films. 2. Optimization of film formation. *Journal of Food Science*, Chicago, v.37, p.40-44, 1972.
- ZEE, J.A.; BOUDREAU, A.; BOURGEOIS, M.; BRETON, R. Chemical composition and nutrition quality of faba bean (*Vicia faba* L. Minor) based tofu. *Journal of Food Science*, Chicago, v.53, n.6, p.1772-1774, Nov./Dec. 1988.

APÉNDICE

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resumo das análises de variância relativas ao rendimento do leite extraído de grãos de soja, nas diferentes proporções de soja: água	86
2A	Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob os diferentes tempos de fervura após sua coagem dentro de cada proporções de soja:água	87
2B	Resumo das análises de variância relativas à análise química de leite de soja, sob as diferentes tempos de autoclavagem após sua coagem dentro de cada proporção de soja:água	88

Tabela**Página**

2C	Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob os diferentes tempos de fervura antes da sua coagem dentro de cada proporção de soja:água	89
2D	Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob as diferentes proporções de soja: água dentro de cada tempo de fervura após sua coagem	90
2E	Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob as diferentes proporções de soja: água dentro de cada tempo de autoclavagem após sua coagem	91
2F	Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob as diferentes proporções de soja: água dentro de cada tempo de fervura antes da sua coagem	92

3A	Resumo das análises de variância relativas ao rendimento da extração de proteína e matéria graxa do leite de soja, sob os diferentes tempos de fervura antes da sua coagem dentro de cada proporção soja:água	93
3B	Resumo das análises de variância relativas ao rendimento da extração de proteína e matéria graxa do leite de soja, sob as diferentes proporções soja:água dentro de cada tempo de fervura antes da sua coagem	94
4A	Resumo das análises de variância relativas à digestibilidade da proteína <i>in vitro</i> do leite de soja, submetido a 3 tratamentos térmicos, sob os diferentes tempos de tratamento térmico dentro de cada proporção de soja:água	95
4B	Resumo das análises de variância relativas à digestibilidade da proteína <i>in vitro</i> do leite de soja, submetido a 3 tratamentos térmicos, sob as diferentes proporções de soja:água dentro de cada tempo de tratamento térmico ...	96

Tabela

Página

5A	Resumo das análises de variância relativas à metionina disponível total do leite de soja, submetido a 3 tratamentos térmicos, sob os diferentes tempos de tratamento térmico dentro de cada proporção de soja:água	97
5B	Resumo das análises de variância relativas à metionina disponível total do leite de soja, submetido a 3 tratamentos térmicos, sob as diferentes proporções de soja:água dentro de cada tempo de tratamento térmico	98
6	Resumo das análises de variância relativas às características de "tofu" preparado com diferentes coagulantes e tempos de coagulação	99
7	Resumo das análises de variância relativas à composição química (% base seca) e perda de umidade dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	100

Tabela

Página

8	Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, sabor e textura dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação .	101
9A	Resumo das análises de variância relativas aos escores da análise descritiva quantitativa (QDA) para atributo de sabor de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	102
9B	Resumo das análises de variância relativas aos escores da análise descritiva quantitativa (QDA) para atributo de sabor residual de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	103
9C	Resumo das análises de variância relativas aos escores da análise descritiva quantitativa (QDA) para atributo de textura de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	104

10	Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de preferência de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação	105
----	--	-----

TABELA 1 - Resumo das análises de variância relativas ao rendimento do leite extraído de grãos de soja, nas diferentes proporções de soja: água.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Peso	Volume	Densidade
Proporção soja: água	4	75187,0752*	84983,7265*	0,0009*
Resíduo	10	21,8628	38,7138	0,0000

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 2A - Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob os diferentes tempos de fervura após sua coagem dentro de cada proporções de soja:água.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		Proteína	Matéria graxa	Cinza	Carboidrato	Sólidos totais
Tempo (proporção 1:8)	3	0,0009	0,0875*	0,0009	0,0987	0,0118
Resíduo	8	0,0086	0,0150	0,0009	0,1494	0,1448
Tempo (proporção 1:9)	3	0,0055	0,0457	0,0012	0,0574	0,0098
Resíduo	8	0,0162	0,0144	0,0008	0,0230	0,0188
Tempo (proporção 1:10)	3	0,0048	0,0387*	0,0011	0,0329	0,0135*
Resíduo	8	0,0091	0,0057	0,0005	0,0100	0,0011
Tempo (proporção 1:11)	3	0,0011	0,0187	0,0001	0,0209	0,0127
Resíduo	8	0,0007	0,0109	0,0008	0,1557	0,1042
Tempo (proporção 1:12)	3	0,0005	0,0150	0,0000	0,0299	0,0300
Resíduo	8	0,0011	0,0100	0,0001	0,0304	0,0250

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 2B - Resumo das análises de variância relativas à análise química de leite de soja, sob as diferentes tempos de autoclavagem após sua coagem dentro de cada proporção de soja:água.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		Proteína	Matéria graxa	Cinza	Carboidrato	Sólidos totais
Tempo (proporção 1:8)	3	0,0031*	0,0059	0,0000	0,0008	0,0118
Resíduo	8	0,0004	0,0046	0,0006	0,0751	0,0948
Tempo (proporção 1:9)	3	0,0051	0,0050	0,0001	0,0119	0,0037
Resíduo	8	0,0236	0,0087	0,0010	0,1325	0,0409
Tempo (proporção 1:10)	3	0,0006	0,0050	0,0001	0,0166	0,0037*
Resíduo	8	0,0766	0,0112	0,0003	0,1083	0,0007
Tempo (proporção 1:11)	3	0,0031	0,0019	0,0003	0,0086	0,0000
Resíduo	8	0,0062	0,0006	0,0005	0,0141	0,0100
Tempo (proporção 1:12)	3	0,0034	0,0025	0,0001	0,0275	0,0100
Resíduo	8	0,0024	0,0050	0,0003	0,0145	0,0075

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 2C - Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob os diferentes tempos de fervura antes da sua coagem dentro de cada proporção de soja:água.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios					
		Proteína	Matéria graxa	Cinza	Carboidrato	Sólidos totais	
Tempo (proporção 1:8)	4	0,1320*	0,3673*	0,0002	0,2056	0,7309*	
Resíduo	10	0,0013	0,0053	0,0013	0,0677	0,0804	
Tempo (proporção 1:9)	4	0,1072*	0,1852*	0,0002	0,0934*	0,2834*	
Resíduo	10	0,0080	0,0050	0,0013	0,0229	0,0204	
Tempo (proporção 1:10)	4	0,0844*	0,0694*	0,0004	0,1179	0,7417*	
Resíduo	10	0,0112	0,0038	0,0003	0,0329	0,0309	
Tempo (proporção 1:11)	4	0,0262*	0,0464*	0,0000	0,0584	0,3403*	
Resíduo	10	0,0009	0,0020	0,0003	0,0509	0,0443	
Tempo (proporção 1:12)	4	0,0188*	0,0175	0,0001	0,0102	0,0308	
Resíduo	10	0,0010	0,0048	0,0005	0,0292	0,0214	

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 2D - Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob as diferentes proporções de soja: água dentro de cada tempo de fervura após sua coagem.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		Proteína	Matéria graxa	Cinza	Carboidrato	Sólidos Totais
Proporção (tempo zero)	4	0,7937*	0,4035*	0,0104*	0,0571	3,4145*
Resíduo	10	0,0108	0,0060	0,0008	0,0597	0,0764
Proporção (tempo 10 min)	4	0,7844*	0,3202*	0,0083*	0,0520	3,0863*
Resíduo	10	0,0038	0,0140	0,0002	0,0416	0,0200
Proporção (tempo 15 min)	4	0,7627*	0,2774*	0,0072*	0,0766	3,0380*
Resíduo	10	0,0112	0,0090	0,0005	0,1445	0,1008
Proporção (tempo 20 min)	4	0,7570*	0,2211*	0,0056*	0,2860*	3,7640*
Resíduo	10	0,0028	0,0158	0,0010	0,0490	0,0379

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 2E - Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob as diferentes proporções de soja: água dentro de cada tempo de autoclavagem após sua coagem.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		Proteína	Matéria graxa	Cinza	Carboidrato	Sólidos totais
Proporção (tempo zero)	4	0,7937*	0,4035*	0,0104*	0,0575	3,4145*
Resíduo	10	0,0108	0,0060	0,0008	0,0595	0,0764
Proporção (tempo 5 min)	4	0,7975*	0,3562*	0,0102*	0,0335	3,0827*
Resíduo	10	0,0467	0,0085	0,0004	0,0919	0,0082
Proporção (tempo 10 min)	4	0,8195*	0,3806*	0,0098*	0,0092	2,9010*
Resíduo	10	0,0113	0,0061	0,0004	0,0356	0,0021
Proporção (tempo 15 min)	4	0,8691*	0,3503*	0,0103*	0,0182	3,0429*
Resíduo	10	0,0186	0,0035	0,0007	0,0886	0,0366

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 2F - Resumo das análises de variância relativas à análise química do leite de soja, sob as diferentes proporções de soja: água dentro de cada tempo de fervura antes da sua coagem.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		Proteína	Matéria graxa	Cinza	Carboidrato	Sólidos totais
Proporção (tempo zero)	4	0,7937*	0,4035*	0,0104*	0,0571	3,4145*
Resíduo	10	0,0108	0,0060	0,0008	0,0597	0,0764
Proporção (tempo 5 min)	4	0,3896*	0,1216*	0,0065*	0,5278*	3,1135*
Resíduo	10	0,0019	0,0027	0,0002	0,0271	0,0140
Proporção (tempo 10 min)	4	0,4572*	0,0772*	0,0104*	0,5650*	2,7620*
Resíduo	10	0,0007	0,0045	0,0019	0,0331	0,0219
Proporção (tempo 15 min)	4	0,4412*	0,0532*	0,0106*	0,5559*	2,4595*
Resíduo	10	0,0065	0,0032	0,0003	0,0526	0,0636
Proporção (tempo 20 min)	4	0,4087*	0,0312*	0,0100*	0,4174*	1,9179*
Resíduo	10	0,0022	0,0046	0,0005	0,0312	0,0321

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 3A - Resumo das análises de variância relativas ao rendimento da extração de proteína e matéria graxa do leite de soja, sob os diferentes tempos de fervura antes da sua coagem dentro de cada proporção soja:água.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios	
		Rendimento Proteína	Rendimento matéria graxa
Tempo (proporção 1:8)	4	54,8593*	441,2530*
Resíduo	10	0,5400	0,6454
Tempo (proporção 1:9)	4	59,9785*	303,0734*
Resíduo	10	0,4562	0,0390
Tempo (proporção 1:10)	4	59,0509*	140,5236*
Resíduo	10	0,2871	0,0610
Tempo (proporção 1:11)	4	23,6819*	118,7935*
Resíduo	10	0,3148	0,0218
Tempo (proporção 1:12)	4	20,4172*	51,3761*
Resíduo	10	0,0943	0,0005

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 3B - Resumo das análises de variância relativas ao rendimento da extração de proteína e matéria graxa do leite de soja, sob as diferentes proporções soja:água dentro de cada tempo de fervura antes da sua coagem.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios	
		Rendimento proteína	Rendimento matéria graxa
Proporção (tempo zero)	4	35,2506*	14,4545*
Resíduo	10	0,5728	0,1522
Proporção (tempo 5')	4	82,7919*	34,7110*
Resíduo	10	0,2359	0,0164
Proporção (tempo 10')	4	66,3740*	72,2265*
Resíduo	10	0,3657	0,0554
Proporção (tempo 15')	4	67,6089*	86,4461*
Resíduo	10	0,2802	0,0298
Proporção (tempo 20')	4	69,7862*	136,8379*
Resíduo	10	0,2377	0,5139

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 4A - Resumo das análises de variância relativas à digestibilidade da proteína in vitro do leite de soja, submetido a 3 tratamentos térmicos, sob os diferentes tempos de tratamento térmico dentro de cada proporção de soja:água.

Causa de variação	Quadrado médio		Quadrado médio		Quadrado médio	
	G.L.	Fervido após coagem	G.L.	Autoclavagem após coagem	G.L.	Fervido antes da coagem
Tempo (proporção 1:8)	3	179,4095*	3	279,1257*	4	292,3742*
Resíduo	8	2,8294	8	0,8398	10	0,6640
Tempo (proporção 1:9)	3	225,4675*	3	294,3994*	4	315,5250*
Resíduo	8	0,2048	8	0,0447	10	3,8764
Tempo (proporção 1:10)	3	211,7052*	3	324,5744*	4	223,7668*
Resíduo	8	1,1896	8	0,6602	10	2,3981
Tempo (proporção 1:11)	3	216,1821*	3	384,8435*	4	245,4517*
Resíduo	8	3,8412	8	0,3449	10	0,0141
Tempo (proporção 1:12)	3	280,2538*	3	438,8618*	4	292,4578*
Resíduo	8	2,3294	8	0,4040	10	0,5929

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 4B - Resumo das análises de variância relativas à digestibilidade da proteína in vitro do leite de soja, submetido a 3 tratamentos térmicos, sob as diferentes proporções de soja:água dentro de cada tempo de tratamento térmico.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Fervido após coagem	Autoclavado após coagem	Fervido antes da coagem
Proporção (tempo zero)	4	0,0221	0,0221	0,0221
Resíduo	10	0,0805	0,0805	0,0805
Proporção (tempo 5 min)	4	--	0,9963*	11,1595*
Resíduo	10	--	0,0239	0,8473
Proporção (tempo 10 min)	4	2,4683	11,1055*	7,5828*
Resíduo	10	2,3424	0,9074	1,5137
Proporção (tempo 15 min)	4	0,7712	18,5726*	7,9302
Resíduo	10	4,2585	0,8230	3,9956
Proporção (tempo 20 min)	4	29,1634*	--	72,4453*
Resíduo	10	1,7174	--	1,2139

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 5A - Resumo das análises de variância relativas à metionina disponível total do leite de soja, submetido a 3 tratamentos térmicos, sob os diferentes tempos de tratamento térmico dentro de cada proporção de soja:água.

Causa de variação	Quadrado Médio		Quadrado Médio		Quadrado Médio	
	G.L.	Fervido após coagem	G.L.	Autoclavagem após coagem	G.L.	Fervido antes da coagem
Tempo (proporção 1:8)	3	0,1315*	3	0,1847*	4	0,2773*
Resíduo	8	0,0038	8	0,0030	10	0,0048
Tempo (proporção 1:9)	3	0,0685*	3	0,2191*	4	0,2638*
Resíduo	8	0,0017	8	0,0015	10	0,0029
Tempo (proporção 1:10)	3	0,1049*	3	0,4985*	4	0,2675*
Resíduo	8	0,0038	8	0,0023	10	0,0084
Tempo (proporção 1:11)	3	0,0340*	3	0,9684*	4	0,4983*
Resíduo	8	0,0036	8	0,0060	10	0,0042
Tempo (proporção 1:12)	3	0,0762*	3	1,0246*	4	0,1940*
Resíduo	8	0,0021	8	0,0006	10	0,0005

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 5B - Resumo das análises de variância relativas à metionina disponível total do leite de soja, submetido a 3 tratamentos térmicos, sob as diferentes proporções de soja:água dentro de cada tempo de tratamento térmico.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Fervura após coagem	Autoclavagem após coagem	Fervura antes da coagem
Proporção (tempo zero)	4	0,1417*	0,1417*	0,1417*
Resíduo	10	0,0053	0,0053	0,0053
Proporção (tempo 5')	4	-	0,1535*	0,0703*
Resíduo	10	-	0,0012	0,0018
Proporção (tempo 10')	4	0,0334*	0,0088*	0,0109
Resíduo	10	0,0042	0,0018	0,0084
Proporção (tempo 15')	4	0,0504*	0,0351*	0,0192*
Resíduo	10	0,0020	0,0024	0,0024
Proporção (tempo 20')	4	0,0726*	-	0,0195*
Resíduo	10	0,0005	-	0,0029

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 6 - Resumo das análises de variância relativas às características de "tofu" preparado com diferentes coagulantes e tempos de coagulação.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				Umidade de "tofu"
		Rend. de "tofu"/leite de soja (b.u.)	Rend. de "tofu"/leite de soja (b.s.)	Rend. de "tofu"/soja (b.u.)	Rend. de "tofu"/soja (b.s.)	
Tempo (Acetato Ca)	2	3888,9572*	37,3327*	0,3683*	0,0048*	3,9215*
Resíduo	6	87,9696	2,7083	0,0083	0,0003	0,1355
Tempo (Cloreto Ca)	2	502,2667	5,1637	0,0466	0,0007	1,1985*
Resíduo	6	497,7846	15,1795	0,0483	0,0015	0,0712
Tempo (Sulfato Ca)	2	1010,8798*	94,4121*	0,0946*	0,0120*	7,3381*
Resíduo	6	46,8728	1,0231	0,0044	0,0001	0,1439
Tempo (Cloreto Mg)	2	818,3627*	12,2230*	0,0702*	0,0014*	0,3283
Resíduo	6	37,0519	0,8701	0,0032	0,0001	0,2972
Tempo (Sulfato Mg)	2	1836,0218*	19,9252	0,1464	0,0024	0,5218
Resíduo	6	155,7101	3,7109	0,0360	0,0004	0,0951

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 7 - Resumo das análises de variância relativas à composição química (% base seca) e perda de umidade dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios						
		Proteína	Extrato etéreo	Cinza	Carboidrato	Cálcio	Magnésio	Perda de umidade
Coagulante	4	40,8392*	7,4223*	1,6781*	56,5143*	0,4880*	0,0785*	21,0798*
Resíduo	10	0,4325	0,4433	0,0182	1,7455	0,0015	0,0001	0,5886

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 8 - Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, sabor e textura dos "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Aparência	Sabor	Textura
Bloco (ajustado)	9	0,0077	0,0135	0,0077
Coagulante (não ajustado)	4	0,2132*	0,3980*	0,4000*
Resíduo	6	0,0030	0,0117	0,0033

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 9A - Resumo das análises de variância relativas aos escores da análise descritiva quantitativa (QDA) para atributo de sabor de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios					
		Adocicado	Amargo	Adstringente	Soja cozida	Cru (de erva)	Tinta
Bloco	6	0,1062	0,1383	0,0996	0,0230	0,0225	0,0548
Coagulante	2	18,2490*	43,9776*	11,7186*	4,1411*	2,0748*	5,7763*
Resíduo	54	0,0621	0,0942	0,1525	0,0472	0,0273	0,0492

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 9B - Resumo das análises de variância relativas aos escores da análise descritiva quantitativa (QDA) para atributo de sabor residual de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Amargo	Adstringente	Soja cozida
Bloco	6	0,1683	0,0825	0,0313
Coagulante	2	23,8990*	3,9249*	0,0906
Resíduo	54	0,1446	0,0779	0,0459

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 9C - Resumo das análises de variância relativas aos escores da análise descritiva quantitativa (QDA) para atributo de textura de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios					
		Dureza	Fraturabi- lidade	Mastigabi- lidade	Gomo- sidade	Adesivi- dade	Recobr. na boca
Bloco	6	0,0451	0,1246	0,0553	0,0203	0,0783	0,1336
Coagulante	2	2,4621*	2,5276*	0,1011	0,2344*	0,8192*	10,7697*
Resíduo	54	0,0530	0,0454	0,0402	0,0337	0,0388	0,0650

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 10 - Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de preferência de "tofus" preparados com diferentes coagulantes em determinados tempos de coagulação.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios
		Preferência
Bloco	39	0,0201
Coagulante	2	1,4254*
Resíduo	318	0,0177

* Significativo ao nível de 5%.