



EFEITOS DOS PARÂMETROS DE BRANQUEAMENTO DOS GRÃOS DE SOJA EM ALGUMAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE SUAS FARINHAS

Sin Huei WANG*

Samantha Piler de MENESES**

Elaine Cristina de Souza LIMA***

Renata de Sant'Anna REZENDE**

Renata TORREZAN****

■ **RESUMO:** Com o objetivo de verificar a possibilidade do uso de farinhas de soja decorticada branqueada para diversos produtos alimentares, os grãos de soja decorticados foram branqueados em água e em solução de NaHCO_3 a três concentrações (0,25; 0,75 e 1,25%), durante três intervalos de tempo (10, 25 e 40min), totalizando 12 tratamentos. Em seguida, os grãos de soja foram secos e moídos, obtendo-se diferentes farinhas, as quais foram analisadas quanto a índice de solubilidade em água (ISA), absorção de água (AA), absorção de gordura (AG) e propriedades emulsificantes (PE). Os resultados mostram que o valor maior do ISA foi verificado em farinha de soja decorticada branqueada em água por 10min, indicando o seu possível uso em bebidas. O uso de solução de NaHCO_3 aumentou AA da farinha de soja decorticada branqueada, e o tempo de 25min foi o mais adequado. Valores mais altos de AA são desejáveis nos produtos cárneos, pães e bolos. Os valores maiores de AG foram verificados em todas as concentrações de NaHCO_3 estudadas, sendo que o tempo foi reduzido com o aumento da concentração de NaHCO_3 . Valores mais altos de AG são indicados em extensores de carne, cremes e queijos processados. O branqueamento da soja com soluções de NaHCO_3 a 0,25 e 0,75% por 25min mostrou maiores PE, indicando que as farinhas de soja decorticada branqueada nestas condições são recomendadas para produtos cárneos, maionese, sopas e molhos.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** Branqueamento de soja; índice de solubilidade em água; absorção de água; absorção de gordura; propriedades emulsificantes.

INTRODUÇÃO

O uso de produtos proteicos da soja pela indústria alimentícia tem aumentado bastante devido ao seu custo relativamente baixo, e principalmente, a suas proprieda-

des tecnológicas. As propriedades tecnológicas são importantes, pois elas podem influenciar a aparência física e o comportamento de ingredientes nos sistemas alimentícios, durante o preparo, o processamento, o armazenamento e o consumo.³

A solubilidade ou dispersibilidade de proteínas da soja é uma propriedade relacionada às outras propriedades tecnológicas, razão pela qual, segundo Hermansson,⁶ é a primeira propriedade a ser estudada numa investigação sistemática. Além disso, as características de solubilidade servem como índices para otimizar os efeitos do calor nas proteínas durante os processos.

Yasumatsu et al.²² mostraram que a farinha de soja desengordurada aumentou a estabilidade e absorção de água (AA) da massa.

A AA e a solubilidade do isolado proteico de soja foram afetadas diferentemente em consequência da modificação dos seguintes parâmetros: a) grau de desnaturação de proteína, b) hidrofobicidade superficial e c) número de grupo de sulfidrila.²⁰

Os dados sobre absorção de gordura (AG) de produtos proteicos de soja são escassos, e o mecanismo de sua ligação não tem sido esclarecido.⁹ Em produtos de carne moída, a AG das proteínas de soja envolve, provavelmente, a formação e a estabilização de uma emulsão.³

De acordo com Hutton & Campbell,⁹ a capacidade que as proteínas de soja possuem para melhorar certas propriedades num sistema alimentar, tais como a formação e a estabilidade de emulsão, depende de numerosos fatores. Conteúdo de proteína, solubilidade, dispersibilidade, pH do meio, temperatura e métodos de processamento, afetam nas propriedades tecnológicas das proteínas da soja.

Embora seja indiscutível a contribuição da soja na melhoria de propriedades tecnológicas de diversos sistemas alimentícios, a sua utilização em grande escala tem sido limitada pelo seu sabor de “feijão cru” (“beany flavor”) o qual é causado pelos compostos produzidos pela ação da

* Departamento de Economia Doméstica – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ – 23890-000 – Seropédica – RJ – Brasil.
E-mail: sin-hueiawang@bol.com.br.

** Curso de graduação em Economia Doméstica – UFRRJ – 23890-000 – Seropédica – RJ – Brasil.

*** Nutricionista.

**** Embrapa Agroindústria de Alimentos – 23020-470 – Guaratiba – Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

enzima lipoxigenase sobre ácidos graxos insaturados durante o rompimento dos grãos de soja.²³

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo de avaliar o índice de solubilidade em água, AA, AG e propriedades emulsificantes das farinhas de soja decorticada branqueada em diferentes condições, verificando a possibilidade do uso destas na melhoria de propriedades tecnológicas de diversos produtos alimentares.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados grãos de soja *Glycine max* (L.) Merrill, cultivar BRS 232, safra de 2007/2008, fornecidos pela Embrapa-Soja, Marilândia-PR. As demais matérias-primas foram adquiridas em supermercado local, Seropédica-RJ.

A obtenção das farinhas de soja decorticada branqueada em diferentes condições e todas as análises químicas e físico-químicas foram feitas em duplicata.

Composição Centesimal Aproximada

Foram realizadas as seguintes determinações: umidade, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas, segundo American Association of Cereal Chemistry,¹ e de fibra crua, conforme Kamer & Ginkel.¹⁰

Obtenção da Farinha de Soja Decorticada Branqueada

Os grãos de soja foram decorticados, usando-se o descascador mecânico para grãos, o qual foi desenvolvido por Cornejo et al.⁴ Os grãos decorticados foram branqueados em água, bem como em solução de NaHCO₃ a três níveis de concentração (0,25; 0,75 e 1,25%), na proporção de 1:8 de soja: água ou solução, durante três intervalos de tempo (10, 25 e 40min). Em seguida, a água ou solução de branqueamento foi drenada, e os grãos foram lavados duas vezes com água fervida, sendo moídos com moedor de carne, obtendo-se diferentes farinhas de soja decorticada branqueada. Logo após, estas farinhas foram secas numa estufa da marca Ética a 60°C com circulação de ar até peso constante, sendo moídas novamente, em moinho Quadrumat Júnior de rolos da marca Brabender 342, com peneira de 0,25mm, com aproximadamente 5-6% de umidade. As farinhas de soja decorticada branqueada assim obtidas, foram submetidas às seguintes análises.

Índice de Solubilidade em Água (ISA)

O ISA foi determinado, conforme método descrito por Anderson et al.² Pesou-se 2,5g de amostra num tubo de centrifuga e adicionou-se 30mL de água destilada. Os conteúdos foram misturados num agitador por 30min, em seguida, centrifugou-se a amostra a 2.300rpm por 10min. Esgotou-se o sobrenadante numa placa de Petri previamente pesada. Secou-se o sobrenadante a 100°C por 3h, e determinaram-se os sólidos solúveis em água. O ISA foi calculado em relação a 100g de amostra.

Absorção de Água (AA)

A AA foi determinada, segundo o método descrito por Sosulski.¹⁸ Pesou-se 5g de amostra num tubo de centrífuga de 50mL, e adicionou-se 30mL de água destilada. Agitou-se a amostra por 30 segundos com um bastão de vidro. Primeiramente, o conteúdo foi deixado em repouso por 10min, depois centrifugou-se a amostra a 2.300rpm por 25 min. Decantou-se e esgotou-se o sobrenadante. Após isso, o tubo foi colocado inclinado para baixo (ângulo de 15 a 20°), numa estufa a 50°C com circulação de ar, durante 25 min. Esfriou-se o tubo em dessecador e pesou-se. A AA foi calculada em relação a 100g de amostra.

Absorção de Gordura (AG)

Foi determinada a AG, de acordo com o método de Dench et al.⁵ Pesou-se 0,5g de amostra num tubo de centrífuga e adicionou-se 3mL de óleo de soja. Os conteúdos foram misturados durante 30 segundos e deixados em repouso por 30min, em seguida, centrifugou-se a amostra a 3.000rpm por 25min. O excesso de óleo foi drenado e o tubo invertido por 30min. AG foi expresso como g de óleo retido em relação a 100g de amostra.

Propriedades Emulsificantes (PE)

As PE abrangem a capacidade emulsificante (CE) e a estabilidade de emulsão (EE), as quais foram determinadas, segundo o método de Dench et al.⁵

Amostra com peso de 2,5g foi suspensa na água destilada (40mL) e ajustado o pH da suspensão para 7,0 com NaOH ou HCl. Logo após, a suspensão foi agitada por 15min. O pH da suspensão foi verificado e ajustado novamente, quando necessário, e o volume final foi completado para 50mL. Para esta solução, foram adicionados 50mL do óleo de soja e misturados à máxima velocidade por 3min, usando-se batedeira Mixer Mallory Robot Classic. A emulsão, assim obtida, foi dividida entre dois tubos de centrífuga de 50mL, e centrifugada a 2.500rpm por 5min. A CE foi calculada pela relação:

$$\%CE = \frac{\text{Altura da camada emulsificada} \times 100}{\text{Altura total do fluido}}$$

A EE foi determinada pelo mesmo procedimento, porém, as emulsões formadas foram aquecidas a 80°C por 30min, e depois esfriadas sob água corrente por 15min, antes de serem centrifugadas.

$$\%EE = \frac{\text{Altura da camada emulsificada após aquecimento} \times 100}{\text{Altura total do fluido}}$$

Análise Estatística

Para os resultados de composição centesimal aproximada, do ISA, da AA, da AG e das PE, foi usado o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para a composição centesimal aproximada, foram feitas as médias de duas repetições, enquanto que para ISA, AA, AG e PE, foram feitas as análises de variância, com posterior comparação

das diferenças entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, conforme os métodos descritos por Pimentel-Gomes.¹⁶

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra a composição centesimal aproximada (em base seca) dos grãos de soja integrais e decorticados. A soja integral e a soja decorticada apresentaram menores teores de proteína bruta e maiores teores de extrato etéreo do que aqueles encontrados por Nascimento et al.,¹³ embora os teores de cinzas, fibra bruta e carboidratos tenham sido semelhantes àqueles obtidos por mesmos autores. Acredita-se que estas diferenças sejam devido a diferentes cultivares usadas. O teor de cinzas da soja decorticada foi semelhante àquele encontrado para soja integral. Entretanto, os teores de proteína bruta e extrato etéreo da soja decorticada foram maiores do que aqueles da soja integral. O alto teor de fibra bruta da soja integral indica que a casca contém grande quantidade deste componente.

O índice de solubilidade em água (ISA) diminuiu significativamente ao nível de 5% de probabilidade, à medida que se aumentava o tempo de branqueamento

dos grãos de soja decorticada em água e em solução de NaHCO₃ a 0,25%. Entretanto, para soluções de NaHCO₃ a 0,75 e 1,25%, não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade com o aumento do tempo de branqueamento (Tabela 2). Em 40min de branqueamento, observou-se que não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade no ISA entre a água e as soluções de NaHCO₃ usadas. O uso de NaHCO₃ no branqueamento por 10 e 25min diminuiu significativamente o ISA das farinhas de soja decorticada branqueada. O valor maior do ISA foi verificado na farinha de soja decorticada branqueada em água durante 10 min.

Segundo Sgarbieri,¹⁷ a maior parte das proteínas da soja são as globulinas, que são solúveis em água ou em soluções salinas diluídas em pHs acima ou abaixo do seu ponto isoelétrico, porém são coaguláveis (insolúveis) com o aumento da temperatura. Cheftel et al.³ constataram ainda que, o grão inteiro de soja contém, aproximadamente, 40% de proteína, 20% de lipídio, 5% de cinzas e cerca de 35% de carboidratos, sendo que a fração carboidratos corresponde a polissacarídeos insolúveis (tais como: hemiceluloses, pectinas e celulose) e oligossacarídeos solúveis (tais como: estaquiiose, rafinose, sacarose, hexoses).

Tabela 1 – Composição centesimal aproximada (% base seca) dos grãos de soja integrais e decorticados.

Composição (%)	Soja integral	Soja decorticada
Proteína bruta	39,52	43,08
Extrato etéreo	22,08	24,30
Cinzas	4,86	4,43
Fibra crua	7,26	4,52
Carboidratos ⁽¹⁾	26,28	23,67

⁽¹⁾ Calculado por diferença (100 - proteína bruta - extrato etéreo - cinzas - fibra bruta).

Tabela 2 – Índice de solubilidade em água (ISA, % b.s.) das farinhas de soja decorticada branqueada, obtidas por diferentes condições de branqueamento antes da desintegração de seus grãos.

Concentração de NaHCO ₃ (%)	ISA das farinhas de soja decorticada submetida a diferentes tempos (min) de branqueamento			D.M.S.	C.V. (%)
	10	25	40		
0	30,21 ^{Aa}	27,63 ^{Aa}	22,82 ^{Ba}	2,98	12,63
0,25	26,82 ^{Ab}	24,47 ^{ABb}	22,75 ^{Ba}	2,98	7,73
0,75	24,76 ^{Ab}	23,36 ^{Ab}	22,74 ^{Aa}	2,98	4,74
1,25	23,97 ^{Ab}	22,76 ^{Ab}	22,29 ^{Aa}	2,98	3,61
D.M.S.	2,98	2,98	2,98		
C.V. (%)	9,95	8,34	2,66		

As médias, seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Conforme Horváth & Czukor⁷ apresentam, a diminuição da solubilidade de proteína pode ser devido ao fato da ocorrência de desnaturação das proteínas da soja, e de acordo com Pham & Del Rosário,¹⁵ esta redução pode ser atribuída às interações não covalentes entre cadeias de polipeptídeos, à formação de novas ligações dissulfídicas ou de ligações não peptídicas envolvendo grupos carboxílicos e amínicos.

Desta forma, sugere-se que no presente estudo, o aumento do tempo de branqueamento tenha contribuído para a desnaturação da proteína, o que por conseqüência, pode ter resultado numa hidrólise da proteína, especialmente em soluções de NaHCO₃, favorecendo posteriormente a reação de Maillard com os oligossacarídeos solúveis como hexoses (apesar de ter pouca quantidade) e explicando portanto, a diminuição do ISA encontrado com o aumento do tempo de branqueamento e com o uso de NaHCO₃.

Também segundo McWatters & Holmes,¹¹ a solubilidade de farinha de soja foi diminuída pela aplicação de calor úmido, sendo que a maior redução de solubilidade ocorreu durante os primeiros 10min de aquecimento. Acredita-se que este fato possa explicar os valores semelhantes obtidos no ISA encontrados entre a água e todas as concentrações de NaHCO₃ durante 40min de branqueamento no presente trabalho.

A solubilidade (ISA) é considerada por Cheftel et al.,³ uma característica importante numa bebida, uma vez que boa solubilidade inicial permite uma dispersão rápida e completa das proteínas, conduzindo a um sistema coloidal finamente disperso com estrutura macroscópica homogênea e textura suave. Portanto, a farinha de soja decorticada branqueada em água durante 10min pode ser recomendada para ser usada em bebidas, já que ela apresentou valor mais alto de ISA.

As farinhas de soja decorticada branqueada apresentaram valores maiores de absorção de água (AA), quando os grãos de soja decorticada foram submetidos a branqueamento em solução de NaHCO₃ a três concentrações (0,25; 0,75 e 1,25%) durante 25min (Tabela 3). E para o mesmo tempo de branqueamento, a AA aumentou significativamente ao nível de 5% de probabilidade, à medida que se

aumentava a concentração de NaHCO₃, sendo que o valor maior da AA foi observado na farinha de soja decorticada branqueada em solução de NaHCO₃ a 1,25% durante 25min.

O efeito da proteína na AA é bastante discutível. Nath & Rao¹⁴ constataram a existência de uma conformação de proteína, que pode permitir que os sítios ligantes sejam estericamente disponíveis para a interação com as moléculas de água. O impedimento estérico destes sítios pode resultar em baixos valores de AA.

De acordo com Wagner & Añon,²⁰ uma alta hidrofobicidade na superfície de proteínas desnaturadas do isolado proteico de soja, pode promover a formação de uma matriz de proteína (estabilizada pelas interações hidrofóbicas) capaz de reter quantidade significativa de água em sua estrutura. Além disso, um baixo número de grupos sulfidril (-SH) também é um fator determinante da AA. Num conteúdo semelhante de grupos -SH, um aumento na hidrofobicidade da estrutura de proteína pode produzir um incremento da AA, enquanto que na mesma hidrofobicidade, um aumento de grupos -SH pode induzir uma perda da AA. Por outro lado, numa proteína completamente desnaturada, pode ser encontrada uma baixa AA.

Acredita-se, portanto, que no presente trabalho, o uso de NaHCO₃ no branqueamento dos grãos de soja decorticada tenha favorecido a modificação de estrutura da proteína da soja para uma conformação que permitísse a interação com as moléculas de água, ou seja, a formação de uma matriz de proteína capaz de reter quantidade significativa de água, indicando o efeito positivo do uso de solução de NaHCO₃ no branqueamento para a melhoria de AA da farinha de soja decorticada branqueada.

A AA é, segundo Cheftel et al.,³ uma propriedade relevante para aplicações em produtos cárneos, pães, bolos, sopas e molhos, para os quais, valores altos de AA são importantes para ajudar a manter a umidade dos mesmos. Desta maneira, as farinhas de soja decorticada branqueada com valores mais altos de AA podem ser desejáveis para o uso nestes produtos.

Hutton & Campbell⁸ relataram que a solubilidade (o índice de solubilidade de nitrogênio) e a AA podem ser re-

Tabela 3 – Absorção de água (AA, b.s.) das farinhas de soja decorticada branqueada, obtidas por diferentes condições de branqueamento antes da desintegração de seus grãos.

Concentração de NaHCO ₃ (%)	AA das farinhas de soja decorticada submetida a diferentes tempos (min) de branqueamento			D.M.S.	C.V. (%)
	10	25	40		
0	237,67 ^{Ad}	243,86 ^{Ad}	242,99 ^{Ad}	8,55	1,30
0,25	250,87 ^{Cc}	298,61 ^{Ac}	285,57 ^{Bc}	8,55	7,94
0,75	261,67 ^{Cb}	326,75 ^{Ab}	312,66 ^{Bb}	8,55	10,20
1,25	283,26 ^{Ca}	346,52 ^{Aa}	336,50 ^{Ba}	8,55	9,46
D.M.S.	8,55	8,55	8,55		
C.V. (%)	6,92	13,60	12,62		

As médias, seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

lacionadas até certo ponto, talvez até a máxima hidratação, além da qual, a solubilidade pode continuar a aumentar, mas a hidratação não. Pode também ocorrer o contrário, Cheftel et al.³ afirmaram que a AA aumenta com a diminuição da solubilidade.

A absorção de gordura (AG) aumentou significativamente ao nível de 5% de probabilidade com o aumento do tempo (de 10 a 40min) de branqueamento dos grãos de soja decorticada em água e em solução de NaHCO₃ a 0,25% (Tabela 4). Entretanto, em concentrações mais altas de NaHCO₃ (0,75 e 1,25 %), os valores maiores de AG foram observados nos tempos mais reduzidos (25 e 10min). Em 10min do branqueamento, a AG da farinha de soja decorticada branqueada aumentou significativamente ao nível de 5% de probabilidade, à medida que se aumentava a concentração de NaHCO₃. Por outro lado, nos tempos de 25 e 40min de branqueamento, os valores maiores de AG foram verificados nas farinhas de soja decorticada branqueada em concentrações de NaHCO₃ a 0,75 e 0,25 %, respectivamente.

Dench et al.⁵ salientaram que a AG varia em função do número de grupos lipofílicos expostos na proteína. E Cheftel et al.³ constataram que, as interações proteína-lipídio que existem nos sistemas alimentares, não envolvem ligações covalentes, e sim, interações hidrofóbicas entre as cadeias alifáticas polares de lipídios e as regiões polares

da proteína. O mecanismo de AG é atribuído, principalmente, à retenção física do óleo pela proteína. A modificação química de proteína pode aumentar ou diminuir a AG.

Por outro lado, o efeito de aquecimento sobre a AG da soja foi verificado por Voutsinas et al.,¹⁹ os quais relataram que a AG do isolado proteico de soja foi diminuída por aquecimento.

Desta maneira, sugere-se que neste estudo, o uso de NaHCO₃ no branqueamento dos grãos de soja decorticada tenha resultado numa desnaturação da proteína com maiores grupos lipofílicos expostos na superfície, aumentando a sua hidrofobicidade, que por consequência, aumentou a sua AG. Por outro lado, em concentrações mais altas de NaHCO₃, somando com o aumento de tempo de branqueamento, acredita-se que também tenha ocorrido a hidrólise da proteína devido à desnaturação excessiva, modificando, portanto, a sua estrutura e diminuindo a sua AG.

De acordo com Cheftel et al.,³ altos valores de AG são desejáveis em produtos com extensores de carne para melhorar a sua sensação na boca, assim como em produtos viscosos como sopas, queijos processados e massas. Portanto, as farinhas de soja decorticada branqueada com valores mais altos de AG podem ser recomendadas para serem usadas nestes produtos.

Tabela 4 – Absorção de gordura (AG, % b.s.) das farinhas de soja decorticada branqueada, obtidas por diferentes condições de branqueamento antes da desintegração de seus grãos.

Concentração de NaHCO ₃ (%)	AG das farinhas de soja decorticada submetida a diferentes tempos (min) de branqueamento			D.M.S.	C.V. (%)
	10	25	40		
0	102,83 ^{Cc}	119,19 ^{Bb}	126,99 ^{Ab}	7,7	9,56
0,25	108,66 ^{Cc}	126,87 ^{Bab}	137,61 ^{Aa}	7,7	10,60
0,75	118,56 ^{Bb}	132,41 ^{Aa}	119,62 ^{Bbc}	7,7	5,62
1,25	132,64 ^{Aa}	122,22 ^{Bb}	114,57 ^{Bc}	7,7	6,68
D.M.S.	7,7	7,7	7,7		
C.V. (%)	10,46	4,38	7,55		

As médias, seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Tabela 5 – Capacidade Emulsificante (CE, % b.s.) das farinhas de soja decorticada branqueada, obtidas por diferentes condições de branqueamento antes da desintegração de seus grãos.

Concentração de NaHCO ₃ (%)	CE das farinhas de soja decorticada submetida a diferentes tempos (min) de branqueamento			D.M.S.	C.V. (%)
	10	25	40		
0	52,10 ^{Ba}	64,52 ^{Ab}	43,36 ^{Cab}	5,07	17,97
0,25	42,53 ^{Bb}	71,06 ^{Aa}	46,32 ^{Ba}	5,07	26,01
0,75	44,50 ^{Bb}	75,30 ^{Aa}	42,39 ^{Bab}	5,07	30,50
1,25	46,79 ^{Bab}	56,65 ^{Ac}	39,77 ^{Cb}	5,07	16,02
D.M.S.	5,07	5,07	5,07		
C.V. (%)	8,37	11,36	6,19		

As médias, seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Tabela 6 – Estabilidade de Emulsão (EE, % b.s.) das farinhas de soja decorticada branqueada, obtidas por diferentes condições de branqueamento antes da desintegração de seus grãos.

Concentração de NaHCO ₃ (%)	EE das farinhas de soja decorticada submetida a diferentes tempos (min) de branqueamento			D.M.S.	C.V. (%)
	10	25	40		
0	47,78 ^{Bb}	59,80 ^{Ab}	42,34 ^{Ca}	3,08	16,06
0,25	41,92 ^{Bc}	71,17 ^{Aa}	41,73 ^{Ba}	3,08	29,38
0,75	49,07 ^{Bab}	69,20 ^{Aa}	39,90 ^{Cab}	3,08	25,44
1,25	50,97 ^{Aa}	53,27 ^{Ac}	37,37 ^{Bb}	3,08	16,30
D.M.S.	3,08	3,08	3,08		
C.V. (%)	7,66	12,26	5,28		

As médias, seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

As farinhas de soja decorticada branqueada apresentaram maiores capacidades emulsificantes (CE) e estabilidades de emulsão (EE), quando os grãos de soja decorticada foram submetidos a branqueamento em água e em todas as concentrações (0,25; 0,75 e 1,25%) de NaHCO₃ durante 25min (Tabelas 5 e 6). E neste tempo (25min) de branqueamento, o uso das soluções de NaHCO₃ a 0,25 e 0,75% indicou que as farinhas de soja decorticada branqueada nestas condições mostraram maiores CE e EE.

De acordo com Cheftel et al.,³ a solubilidade se correlaciona positivamente com a CE, pois a solubilidade inicial permite uma rápida e total dispersão das proteínas, facilitando a difusão das proteínas nas interfases óleo-água e ar-água e, desta forma, melhorando sua atividade superficial. As proteínas desempenham duas funções: a) facilitar a formação de emulsão (CE), diminuindo a tensão interfacial; b) contribuir para a estabilidade da emulsão (EE), formando uma barreira física na interfase, porém não existe uma correlação perfeita entre estas duas funções.

Por outro lado, McWatters & Holmes¹¹ verificaram que a máxima CE não foi necessariamente associada com os altos níveis de nitrogênio solúvel em água. Assim, Nakai¹² reportou que, as propriedades emulsificantes (PE) não dependeram só da solubilidade de proteína, mas também do balanço hidrofílico-lipofílico da proteína em particular, e segundo Wang et al.,²¹ a CE está mais relacionada com a solubilidade da proteína, enquanto que a EE depende mais de sua estrutura, explicando-se portanto, os resultados encontrados no presente trabalho, no qual não foi verificada a correlação direta entre ISA e PE.

Cheftel et al.³ constataram que, as PE são propriedades consideradas importantes para as aplicações em produtos cárneos, extensores de carne, sopas, molhos, queijos processados, maioneses, cremes, produtos de chocolataria e de panificação. Assim, as farinhas de soja decorticada branqueada com valores mais altos de PE podem ser desejáveis para o preparo destes produtos.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais utilizadas no processo de branqueamento, chegou-se às seguintes conclusões:

- O branqueamento dos grãos de soja decorticada em água durante 10min resultou numa farinha com bom índice de solubilidade em água, indicando o possível uso desta em bebidas.
- O uso de NaHCO₃ aumentou a absorção de água (AA) das farinhas de soja decorticada branqueada, e o tempo de 25min de branqueamento foi o mais adequado. Valores maiores de AA são recomendados para o uso em pães, bolos e produtos cárneos.
- Em água e em solução de NaHCO₃ a 0,25%, a absorção de gordura (AG) cresceu com o aumento do tempo de branqueamento, porém este tempo foi reduzido com o aumento da concentração de NaHCO₃. Valores altos de AG são desejáveis em extensores de carne, cremes e queijos processados.
- As farinhas de soja decorticada branqueada mostraram maiores capacidades emulsificantes (CE) e estabilidades de emulsão (EE) em concentrações de NaHCO₃ a 0,25 e 0,75% durante 25min de branqueamento, indicando a possibilidade de utilizá-las em produtos cárneos, maioneses, sopas, molhos, produtos de chocolataria e de panificação.

WANG, S. H.; MENESES, S. P.; LIMA, E. C. S.; REZENDE, R. S.; TORREZAN, R. Effects of soybean bleaching parameters on some technological properties of their flours. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 283-289, abr./jun. 2010.

■ABSTRACT: In order to evaluate the potential use of bleached dehulled soybean flours for different food products, dehulled soybeans were bleached in water and NaHCO₃ solution at three concentrations (0.25; 0.75 and 1.25%), during three periods of time (10, 25 and 40min), totaling 12 treatments. Soybean grains were dried and

ground obtaining different flours, which were submitted to water solubility index (WSI), water absorption (WA), fat absorption (FA) and emulsifying properties (EP) analyses. Results show that greater value of WSI was observed in dehulled soybean flour which was bleached in water for 10min, indicating a possible use in beverages. The use of NaHCO₃ solution increased WA of bleached dehulled soybean flour, and 25min was the most suitable. Greater values of WA are desirable in meat products, breads and cakes. High values of FA were verified in all studied concentrations of NaHCO₃, and the time was reduced as the NaHCO₃ concentration increased. High values of FA are indicated for meat extensors, cream and processed cheese. The bleaching process of soybean using NaHCO₃ solutions at 0.25 and 0.75% for 25min showed the highest EP, indicating that bleached dehulled soybeans flours produced in these conditions are recommended for meat products, mayonnaise, soups and sauces.

■**KEYWORDS:** Bleaching of soybean; water solubility index; water absorption; fat absorption; emulsifying properties.

REFERÊNCIAS

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 9th ed. St. Paul, 1995. 2v.
2. ANDERSON, R. A. et al. Gelatinization of corn grits by rool- and extrusion-cooking. **Cereal Sci. Today**, v. 14, p. 4-12, 1969.
3. CHEFTEL, J. C.; CUQU, J. L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias**. Zaragoza: Acribia, 1989. 346p.
4. CORNEJO, F. E. P.; CABRAL, L. C.; MOURA, E. **Descascador mecânico para grãos**. BR n PI n° 9100825, 1991.
5. DENCH, J. E.; RIVAS, R. N.; CAYGILL, J. C. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) flour and two protein isolates. **J. Sci. Food Agric.**, v. 32, p. 557-564, 1981.
6. HERMANSSON, A. M. Methods of studying functional characteristics of vegetable proteins. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 56, p. 272-278, 1979.
7. HORVÁTH, E.; CZUKOR, B. Effect of extrusion temperature and initial moisture content on the protein solubility and distribution in full fat soybean. **Acta Alim.**, v. 22, p. 151-167, 1993.
8. HUTTON, C. W.; CAMPBELL, A. M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems: nitrogen solubility index and water absorption. **J. Food Sci.**, v. 42, p. 454-456, 1977.
9. HUTTON, C. W.; CAMPBELL, A. M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems and in food system: emulsion properties, thickening function and fat absorption. **J. Food Sci.**, v. 42, p. 457-460, 1977.
10. KAMER, J. H. Van de; GINKEL, L. Van. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chem.**, v. 29, p. 239-251, 1952.
11. McWATTERS, K. H.; HOLMES, M. R. Influence of moist heat on solubility and emulsification properties of soy and peanut flours. **J. Food Sci.**, v. 44, p. 774-776, 1979.
12. NAKAI, S. Structure; function relationships of food proteins with an emphasis on the importance of protein hydrophobicity. **J. Agric. Food Chem.**, v. 31, p. 676-683, 1983.
13. NASCIMENTO, K. O. et al. Propriedades de pasta de farinhas de trigo-soja pré-cozidas por extrusão. **Alim. Nutr.**, v. 18, p. 387-395, 2007.
14. NATH, J. P.; RAO, M. S. N. Functional properties of guar proteins. **J. Food Sci.**, v. 46, p. 1255-1259, 1981.
15. PHAM, C. B.; DEL ROSARIO, R. R. Studies on the development of texturized vegetable products by the extrusion process. **J. Food Technol.**, v. 19, p. 535-547, 1984.
16. PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 1991. 468 p.
17. SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos proteicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.
18. SOSULSKI, F. W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chem.**, v. 39, p. 344-350, 1962.
19. VOUTSINAS, L. P.; CHEUNG, E.; NAKAI, S. Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. **J. Food Sci.**, v. 48, p. 26-32, 1983.
20. WAGNER, J. R.; AÑON, M. C. Influence of denaturation, hydrophobicity and sulphhydryl content on solubility and water absorbing capacity of soy protein isolates. **J. Food Sci.**, v. 55, p. 765-770, 1990.
21. WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; CABRAL, L. C. Solubilidade de nitrogênio, dispersibilidade de proteína e propriedades emulsificantes dos extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 20, p. 12-17, 2000.
22. YASUMATSU, K. et al. Effect of addition of soybean products on dough properties. **Agric. Biol. Chem.**, v. 36, p. 729-735, 1972.
23. ZHU, S.; RIAZ, M.N.; LUSAS, E.W. Effect of different extrusion temperatures and moisture content on lipoxigenase inactivation and protein solubility in soybeans. **J. Agric. Food Chem.**, v. 44, p. 3315-3318, 1996.