

## CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL DE ISOLADOS E DE UM CONCENTRADO PROTÉICO DE SOJA PRODUZIDOS NO BRASIL: SOLUBILIDADE E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA<sup>1</sup>

José Carlos Gomes<sup>2</sup>  
Miriam Fontes Araújo<sup>3</sup>  
Maurilio Alves Moreira<sup>4</sup>  
Dilson Teixeira Coelho<sup>5</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

As proteínas armazenadas nos grãos de soja são heterogêneas (14), o que resulta em propriedades funcionais múltiplas, indicadoras de uma combinação das propriedades das várias frações protéicas.

Os isolados protéicos de soja constituem a classe mais nobre de seus produtos protéicos, seguidos pelos concentrados. São ingredientes que contêm, no mínimo, 90% e 70% de proteína, respectivamente.

A aceitação de um ingrediente protéico pela indústria de alimentos não está condicionada apenas às suas qualidades nutricionais: suas propriedades funcionais desempenham papel decisivo. KINSELLA (7) define propriedade funcional

---

<sup>1</sup>/ Parte do trabalho apresentado para a obtenção do título de «Magister Scientiae» em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aceito para publicação em 17-11-1986.

<sup>2</sup>/ Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV. 36570 Viçosa, MG.

<sup>3</sup>/ Bolsista do CNPq e, posteriormente, da CAPES.

<sup>4</sup>/ Departamento de Química da UFV. 36570 Viçosa, MG.

<sup>5</sup>/ Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV. 36570 Viçosa, MG.

como característica físico-química que influi no comportamento de ingredientes nos sistemas alimentícios durante a preparação, processamento, armazenamento e consumo. O conhecimento das propriedades funcionais não é importante apenas para determinar a qualidade de um produto final, mas também para delinear e otimizar processos.

A solubilidade das proteínas da soja é uma propriedade físico-química relacionada com outras, razão por que é a primeira propriedade a ser estudada numa investigação sistemática (6, 10). As características da solubilidade são a base de possíveis aplicações e, ou, restrições de determinado ingrediente protéico (2). A solubilidade propicia uma indicação do potencial de aplicações de isolados protéicos em sistemas em que a dispersão é uma característica importante. É também um indicador das condições de processamento para a obtenção desses ingredientes.

Os termos capacidade de hidratação e absorção de água são utilizados, alternadamente, para expressar a quantidade máxima de água que o material protéico pode reter durante o processamento de um alimento (11).

O potencial de aplicação de produtos da soja, como os isolados e concentrados, é imenso e o uso desses ingredientes em formulações tem crescido rapidamente em todo o mundo.

O objetivo deste trabalho foi estudar a solubilidade e a capacidade de adsorção de água de cinco isolados e de um concentrado protéico de soja produzidos no Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os cinco isolados protéicos de soja (Proteimax 90-SH, Proteimax 90-HG, Proteimax 90-NB, Proteimax 90-LV e Proteimax 90-LG) e o concentrado protéico de soja (Proteimax 70) foram fornecidos pela SANBRA (Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro).

A metodologia empregada para determinar a solubilidade foi uma modificação do método usado por TOBELMAN (13). Prepararam-se soluções de proteína a 1%, em água destilada e em solução de cloreto de sódio a 0,05, 0,1, 0,5 e 1,0 M. Transferiram-se para tubos de centrifuga 25 ml dessa solução, e o pH foi ajustado para valores de 2,0 a 9,0. Os tubos foram centrifugados a 1000 x g, durante 15 minutos, e uma alíquota do sobrenadante foi usada para determinar a concentração de proteína, utilizando-se o método de LOWRY *et alii*, ou de biureto, segundo COOPER (4).

A capacidade de absorção de água foi determinada por meio de uma combinação dos métodos utilizados por BETSCHART *et alii* (3) e TOBELMAN (13), com algumas modificações. Colocaram-se exatamente 1g de proteína e 10 ml de água destilada ou de solução de cloreto de sódio a 0,2M num tubo de centrifuga, previamente pesado, ajustando-se o pH para os valores de 4,5, 6,0 e 7,0. O tubo foi centrifugado a 1200 x g, durante 30 minutos, retirando-se o sobrenadante, para que se pudesse determinar a concentração de proteína perdida, utilizando-se o método Kjeldahl, segundo procedimento descrito por GOMES *et alii* (5). O tubo foi novamente pesado, e, por diferença de peso, obteve-se a relação ml de água/g de proteína.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis de solubilidade, considerando o pH e a força iônica, são apresentados nas Figuras 1 a 6. Observaram-se diferenças acentuadas nas curvas de solubilidade.

lidade desses produtos protéicos. Como a fonte protéica era a mesma, isto é, a soja, essas diferenças foram devidas a variações nas condições de processamento e na composição química do produto. ARAÚJO (1) verificou variações expressivas nos teores de cálcio, sódio e magnésio desses produtos.

A solubilidade mínima foi observada na faixa de pH de 4,0 a 5,0, em água e forças iônicas correspondentes a 0,05 e 0,1M de cloreto de sódio. Esse comportamento era esperado, pois nessas faixas se situa o pH isoeletroico de grande parte das proteínas presentes nos grãos de soja (15). À medida que a força iônica aumentou, observou-se também maior solubilidade no pH isoeletroico («salting in») e menor nos demais valores de pH («salting-out»), comportamento normal das globulinas dos grãos de soja. Essas alterações na solubilidade são ocasionadas pela ionização dos resíduos de aminoácidos das proteínas. O efeito de sais neutros na solubilidade de proteínas depende de sua concentração, da densidade de carga elétrica e do pH da solução (9). A Figura 3 mostra a solubilidade do isolado protéico Proteimax 90-LV. Este comportamento é típico de globulinas de leguminosas na presença de cátions divalentes (6). A solubilidade é expressiva para valores de pH menores que o pH isoeletroico, diminuindo acentuadamente para valores maiores que o pH isoeletroico. Como, nessa faixa de valores de pH, as proteínas apresentaram excesso de carga negativa, esses cátions ligaram-se a elas, reduzindo a repulsão eletrostática e, consequentemente, a solubilidade (9). O aumento de solubilidade, resultante do aumento da força iônica para valores de pH maiores que o isoeletroico, explica-se pela competição entre os cátions monovalentes ( $\text{Na}^+$ ) e divalentes ( $\text{Ca}^{++}$ ), proveniente do aumento de concentração dos primeiros. De fato, o Proteimax 90-LV apresenta teores de cálcio (0,92%) e magnésio (0,51%) elevados, quando comparados aos dos demais isolados, na faixa de 0,05 a 0,18% de cálcio e 0,02 a 0,04% de magnésio (1).

As propriedades funcionais de concentrados protéicos de soja são resultantes da combinação de características de suas globulinas e outros polímeros (polissacarídeos). A baixa solubilidade apresentada pelo Proteimax 70 (Figura 6) deve-se em parte ao tratamento utilizado na preparação desse produto e à interação de polissacarídeos e proteína (15).

A capacidade de absorção de água de produtos protéicos de soja é uma propriedade relevante em aplicações industriais. Enquanto a solubilidade é importante para utilização em bebidas carbonatadas, sopas, etc., a absorção de água é característica interessante para aplicações em produtos cárnicos, pães e bolos. Tem também grande influência na viscosidade de uma solução/suspensão (8, 12). O Quadro 1 mostra a capacidade de absorção de água desses ingredientes em água e em solução de cloreto de sódio a 0,2M. A menor absorção de água foi observada no pH isoeletroico, 4,5, da maioria das globulinas de soja. Nesse valor de pH a retenção de água pelas proteínas é mínima, visto ser nula a carga líquida. Para pH 7,0, a absorção de água aumentou expressivamente. Esse fenômeno explica-se pelo fato de 32 a 35% da proteína total desses produtos serem constituídos de resíduos de ácido glutâmico/glutamina e ácido aspártico/asparagina (1). Nessa faixa de valores de pH, os resíduos ácidos encontram-se totalmente dissociados, apresentando grande número de «sítios» para interação com as moléculas de água. O Proteimax 90-LV apresentou um comportamento diferenciado. Nesse valor de pH, a absorção de água foi baixa, quando comparado aos demais. Essa situação foi devida ao elevado teor de cálcio e magnésio desse isolado protéico, pois esses cátions competem com as moléculas de água pela proteína. Quanto ao Proteimax 70, o baixo índice de absorção de água foi devido à interação de proteínas e polissacarídeos.

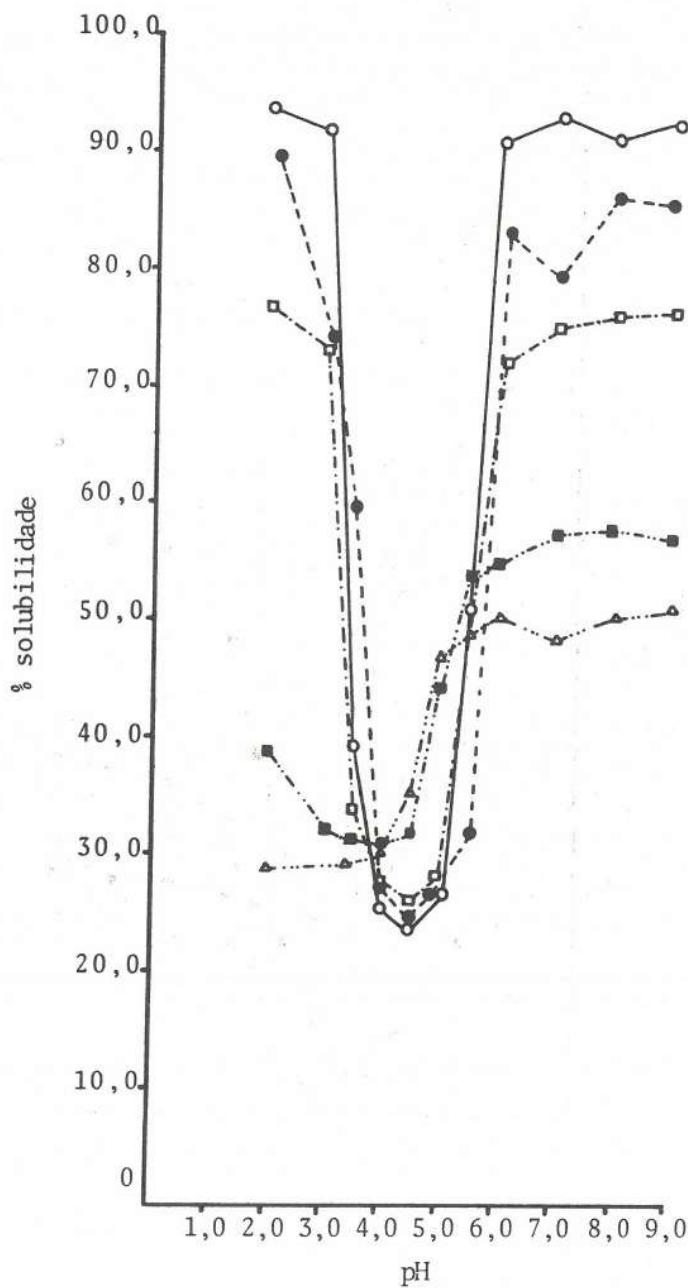


FIGURA 1 - Solubilidade do Proteimax 90-SH em  $H_2O$  (o) e em forcas iônicas correspondentes a 0,05M (●), 0,1M (□), 0,5M (■) e 1,0M (△) de cloreto de sódio.

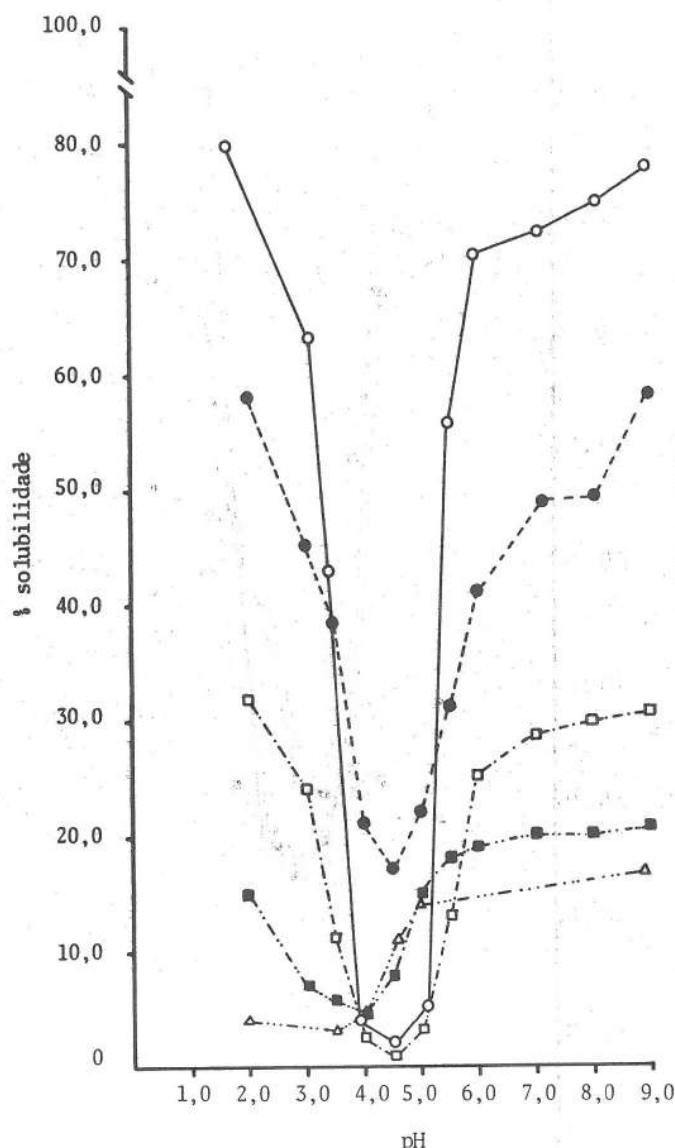


FIGURA 2 - Solubilidade do Proteimax 90-HG em H<sub>2</sub>O (○) e em forças iônicas correspondentes a 0,05M (●), 0,1M (□), 0,5M (■) e 1,0M (△) de cloreto de sódio.

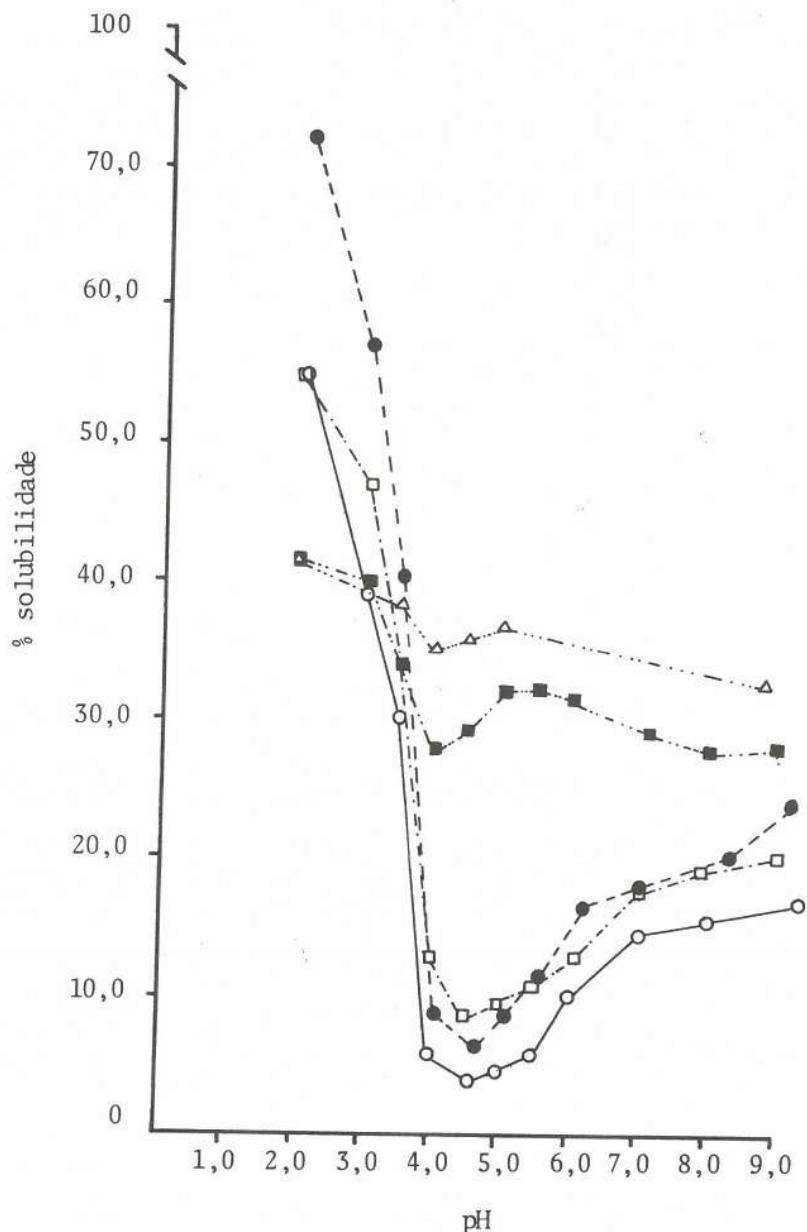


FIGURA 3 - Solubilidade do Proteimax 90-LV em  $\text{H}_2\text{O}$  (o) e em forças iônicas correspondentes a 0,05M (●), 0,1M (□), 0,5M (■) e 1,0M (△) de cloreto de sódio.

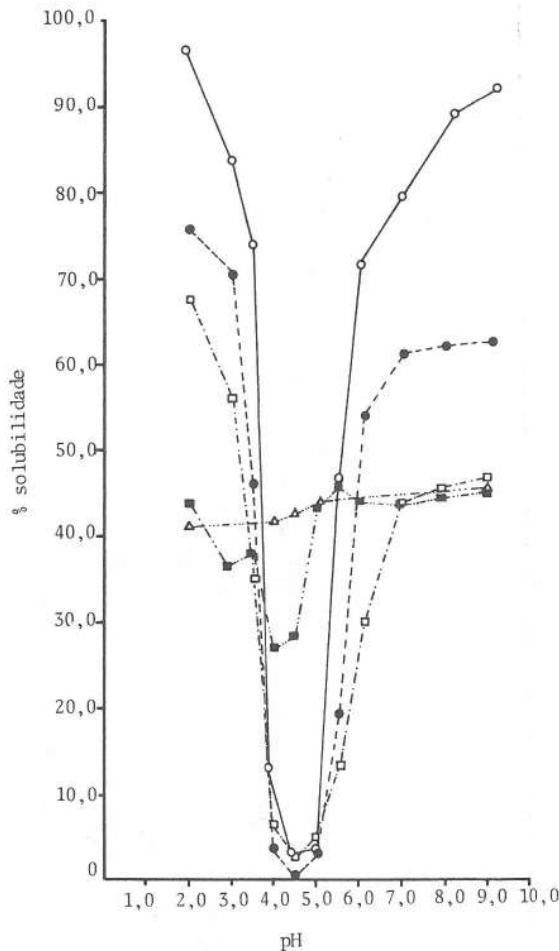


FIGURA 4 - Solubilidade do Proteimax 90-LG em H<sub>2</sub>O (○) e em forças iônicas correspondentes a 0,05M (●), 0,1M (□), 0,5M (■) e 1,0M (△) de cloreto de sódio.

QUADRO 1 - Capacidade de absorção de água dos produtos protéicos da soja, em água e em solução de cloreto de sódio a 0,2M\*

Amostras	Absorção de água (ml H <sub>2</sub> O/g proteína)					
	em água			em solução de NaCl a 0,2M		
	pH		pH		pH	
4,5	6,0	7,0		4,5	6,0	7,0
Proteimax 90-SH	4,64	6,19	12,24	5,47	5,34	5,98
Proteimax 90-HG	4,77	5,98	15,45	4,91	4,64	5,71
Proteimax 90-NB	5,33	6,65	15,50	6,14	5,56	6,73
Proteimax 90-LV	2,71	2,99	3,15	3,55	4,23	5,28
Proteimax 90-LG	2,65	5,97	15,04	2,91	4,66	5,37
Proteimax 70	5,27	6,29	7,59	5,52	5,98	6,60

\* Média de testes em duplicita.

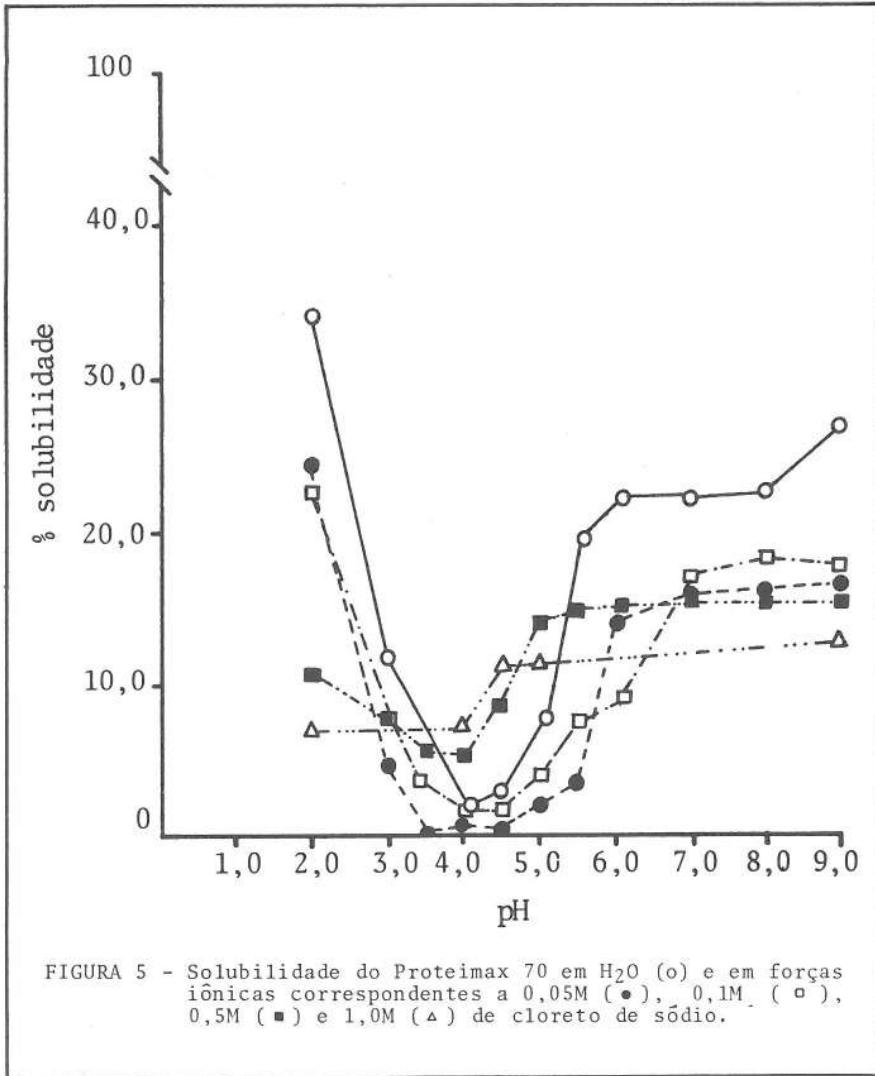


FIGURA 5 - Solubilidade do Proteimax 70 em H<sub>2</sub>O (○) e em forças iônicas correspondentes a 0,05M (●), 0,1M (□), 0,5M (■) e 1,0M (△) de cloreto de sódio.

O comportamento desses produtos em solução de cloreto de sódio a 0,2M tem pouca variação ante valores diferentes de pH. Essa situação decorre do fato de haver em forças iônicas desse valor cátions e ânions em concentração suficiente para saturar os «sítios» polares. O índice de capacidade de absorção de água é, nesse caso, resultante, em grande parte, da água de solvatação dos íons envolvidos em interação com as proteínas.

O efeito de troca iônica entre os cátions cálcio e magnésio e o sódio pode ser observado na capacidade de absorção de água do Proteimax 90-LV em água e em solução de cloreto de sódio a 0,2M. O aumento nesta foi consequência, provavelmente, da substituição dos cátions bivalentes pelo sódio, devido à grande concentração dos primeiros.

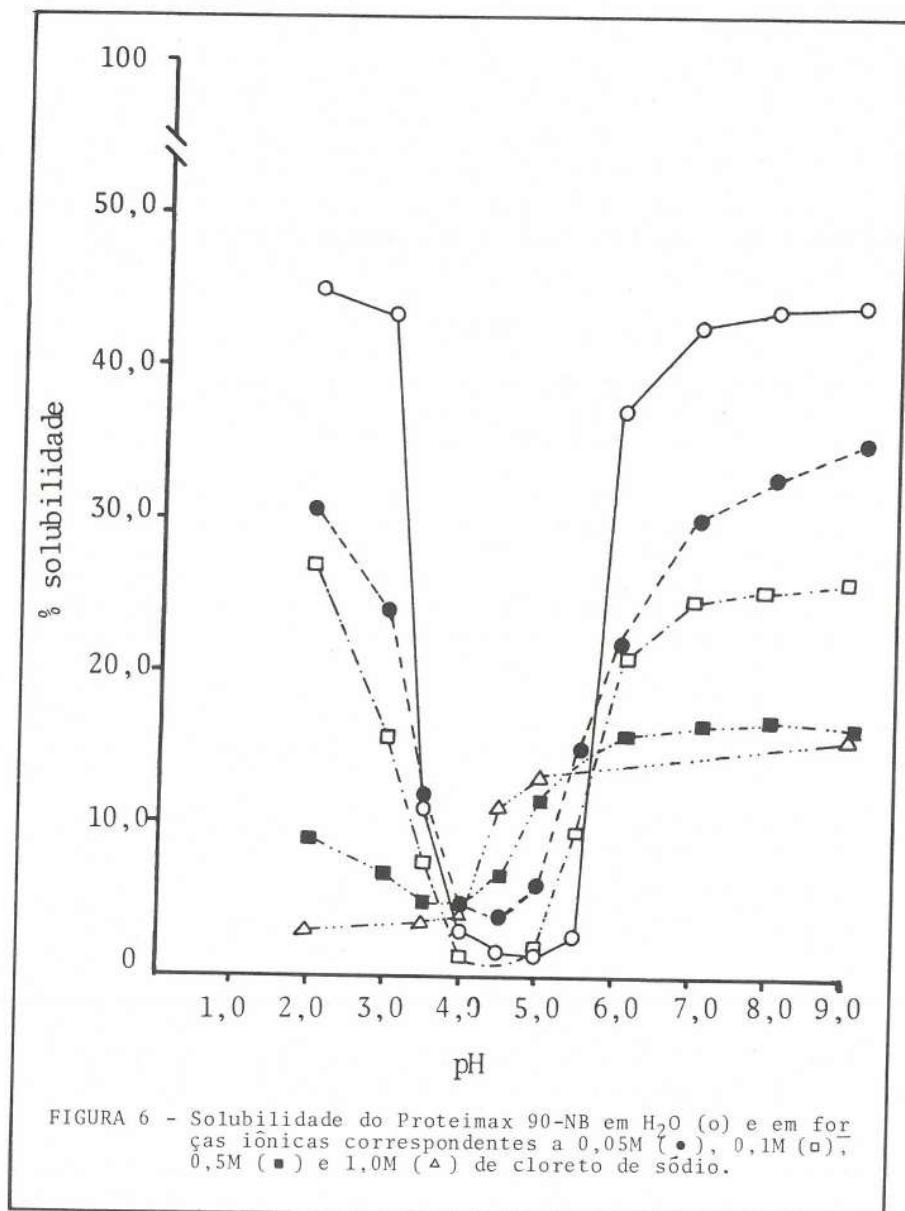


FIGURA 6 - Solubilidade do Proteimax 90-NB em H<sub>2</sub>O (○) e em forças iônicas correspondentes a 0,05M (●), 0,1M (□), 0,5M (■) e 1,0M (△) de cloreto de sódio.

#### 4. RESUMO

Cinco isolados protéicos de soja (Proteimax 90-SH, Proteimax 90-HG, Proteimax 90-NB, Proteimax 90-LV e Proteimax 90-LG) e um concentrado protéico de soja (Proteimax 70) produzidos no Brasil foram avaliados quanto à solubilidade e capacidade de absorção de água. As condições para a determinação da solubilida-

de foram: valores de pH entre 2 e 9 forças iônicas correspondentes a 0, 0,05, 0,1, 0,5 e 1,0 M de cloreto de sódio adicionado. A capacidade de absorção de água foi determinada em pH 4,5, 6,0 e 7,0, em água e em solução de 0,2M de cloreto de sódio. Houve grande variação nos perfis de solubilidade para esses produtos protéicos, notadamente para o Proteimax 90-LV e Proteimax 70. Devido ao elevado teor de cálcio e magnésio, o Proteimax 90-LV apresentou solubilidade elevada para valores de pH abaixo do pH isoeletírico e baixa solubilidade para valores mais altos.

Exceto o Proteimax 90-LV e o Proteimax 70, todos apresentaram grande capacidade de absorção de água em pH 7,0. Em solução de cloreto de sódio a 0,2M, a capacidade de absorção de água foi reduzida até 36% do valor em água, em pH 7,0.

## 5. SUMMARY

### (FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF ONE SOYBEAN PROTEIN CONCENTRATE AND FIVE SOYBEAN PROTEIN ISOLATES PRODUCED IN BRAZIL)

Five soybean protein isolates (Proteimax 90-SH, Proteimax 90-HG, Proteimax 90-NB, Proteimax 90-LV, and Proteimax 90-LG) and one soybean protein concentrate (Proteimax 70), produced in Brazil, were characterized in terms of solubility and water absorption capacity. The experimental conditions for solubility were: pH values from 2.0 to 9.0 and ionic strength corresponding to the addition of sodium chloride in a range of 0 to 1.0 M. Water retention capacity was determined at pH 4.5, 6.0, and 7.0 in water and 0.2 M sodium chloride. A large variation was observed in the solubility profiles. Due to high calcium and magnesium content, the Proteimax 90-LV isolate showed high solubility at low pHs and low solubility at pH values above its isoelectric pH.

Except for Proteimax 90-LV and Proteimax 70, all showed high water absorption capacity at pH 7,0. When water adsorption capacity was measured in a 0.2M sodium chloride solution it was reduced to 36% of its value in water at pH 7,0.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ARAÚJO, M.F. *Caracterização funcional de isolados e de um concentrado protéico de soja produzidos no Brasil*. Universidade Federal de Viçosa, 1984. 60 p. (Tese de M.S.).
2. BARTHOLOMAI, G.B. Isolados protéicos de origem vegetal: Propriedades funcionais de um isolado protéico de feijão branco (*Phaseolus vulgaris*). *Indústria Alimentar*, 4(19/20):40-46, 1979.
3. BETSCHART, A.A.; FONG, R.Y. & HANAMOTO, M.M. Safflower protein isolates: functional properties in simple systems and breads. *Journal of Food Science*, 44(5):1022-1026, 1979.
4. COOPER, T.G. Spectrophotometry. In: COOPER, T.G. (ed.). *The Tools of Biochemistry*. New York, John Wiley & Sons, 1977. p. 36-63.
5. GOMES, J.C.; KOCH, U. & BRUNNER, J.R. Isolation of a trypsin inhibitor from navy beans affinity chromatography. *Cereal Chemistry*, 56(6):525-529, 1979.

6. HERMANSSON, A.M. Methods of studying functional characteristics of vegetable proteins. *Journal of American Oil Chemists Society*, 56(3):272-278, 1979.
7. KINSELLA, A.R. Functional properties of soy proteins. *Journal of American Oil Chemists Society*, 56(3):242-258, 1979.
8. KINSELLA, J.E. & MELACHOURIS, N. Functional properties of proteins in foods: A survey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. April 1976: 219-280.
9. LEHNINGER, A.L. Proteins: Purification and characterization. In: LEHNINGER, A.L. *Biochemistry*. 2.<sup>a</sup> ed. New York, Worth Publishers, Inc., 1975. p. 157-182.
10. MATTIL, K.F. The functional requirements of proteins in foods. *Journal of American Oil Chemists Society*, 48(2):477-484, 1971.
11. QUINN, J.R. & PATON, D. A practical measurement of water hydration capacity of protein materials. *Cereal Chemistry*, 56(1):38-40, 1979.
12. SHEN, L.J. Solubility and viscosity. In: CHERRY, J.P. (ed.). *Protein Functionality in Foods*. Washington, American Chemical Society, 1981. p. 89-110. (American Chemical Society Symposium Series 147).
13. TOBELMAN, D.W. *Chemical, physical and functional properties of selected milk protein co-precipitates*. East Lausing. M.C. USA. Michigan State University, 1979. 115 p. (Tese de M.S.).
14. WOLF, W.J. Soybean proteins: Their functional, chemical e physical properties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 18(6):969-976, 1970.
15. WOLF, W.J. Legumes: seed composition and structure, processing into protein products and protein properties. In: WHITAKER, J.R. (ed.). *Food proteins*. Westport, Connecticut, Avi Publishing Co., 1977. p. 291-314.