

CARACTERIZAÇÃO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO ISOLADO
PROTÉICO DE SEMENTES DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora (SW)*
D.C.)

JOSÉ BARROS DA SILVA *
PUSHKAR SINGH BORA **
VICENTE QUEIROGA NETO ***

O isolado protéico foi obtido da farinha desengordurada de sementes de algaroba (*Prosopis juliflora (SW)* D.C.) por meio da extração alcalina (pH 10) e posterior precipitação com ácido clorídrico a pH 5. No processo de obtenção, 75,7% das proteínas da amostra inicial foram extraídas e 62,3% foram recuperadas pela precipitação. Caracterizou-se as propriedades funcionais do isolado protéico em termos de solubilidade, absorção de água e de óleo, propriedades emulsificantes e propriedades espumantes em pH diferentes (3, 5, 7 e 8). O isolado apresentou alta solubilidade em pH ácido e básico, com exceção da faixa de pH 4 ao pH 6. A absorção de água e de óleo, possivelmente, foi influenciada pela textura compacta do isolado. A capacidade emulsificante foi maior em pH 3 e menor em pH 5. A atividade emulsificante e a estabilidade de emulsão apresentaram pequenas variações, exceto em pH 5. As propriedades espumantes dependeram diretamente da solubilidade das proteínas. A presença de cloreto de sódio melhorou a solubilidade, a capacidade emulsificante e as propriedades espumantes em pH 5.

1 INTRODUÇÃO

As proteínas de origem animal são formadas por aminoácidos em proporção e qualidade ótimas para a nutrição humana, enquanto que as proteínas de origem vegetal nunca são completas em sua composição. Entretanto, tais proteínas possuem propriedades que as tornam importantes pelos efeitos estruturais em produtos alimentícios, inclusive naqueles à base de carne (7).

* Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Secretaria de Indústria e Comércio, Divisão Agroindústria, Natal/RN.

** Professor do Departamento de Tecnologia Química e de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa/PB.

*** Professor do Departamento de Medicina Veterinária, UFPB, Patos/PB.

Embora a maior parte dos concentrados e isolados protéicos seja tradicionalmente produzida de oleaginosas como soja, amendoim e girassol, proteínas de leguminosas não oleaginosas, também têm sido usadas na indústria de alimentos em virtude das suas propriedades funcionais (19). Pesquisas foram publicadas sobre propriedades funcionais de proteínas de feijão *phaseolus* (11,19), lupin (20), feijão guandu (28), ervilha (22), feijão vigna (25, 1), fava (31), e ervilha de pássaro (26).

A algaroba (*Prosopis spp*) é uma planta leguminosa, não oleaginosa, que se desenvolve em áreas desertas e semi-desertas situadas nas Américas, África e Ásia (10). No Nordeste brasileiro a espécie (*Prosopis juliflora* (SW) D.C.) foi inicialmente explorada com a finalidade de alimentar animais e de reflorestar áreas secas, hoje aparece como fonte protéica de potencial significativo para utilização em alimentos processados, destinados ao consumo humano. Esta espécie (*Prosopis juliflora* (SW) D.C.) recebeu incentivos fiscais através do IBDF/FISET em projetos de florestamentos/ reflorestamentos no polígono das secas (27).

A caracterização químico-nutricional das sementes de algaroba (13, 10, 4, 23) mostrou alto teor protéico (31,7 - 37,2%) e teores superiores em relação aos aminoácidos essenciais, com exceção dos sulfurados, pelo padrão da FAO/WHO. Essa característica confere possibilidade de aplicações mais diversificadas desta fonte protéica, inclusive aquelas relacionadas com as propriedades funcionais. Conforme SOSULKI (30), propriedades funcionais podem ser definidas como propriedades físico-químicas e organolépticas de uma suspensão coloidal de proteína, as quais afetam a estrutura, textura, flavor e cor na formulação de produtos alimentícios.

O presente trabalho teve como objetivo obter isolado protéico de sementes de algaroba (*P. juliflora* (SW) D.C.) por precipitação isoelettrica e caracterizar suas propriedades funcionais em pH diferentes, quanto a solubilidade, absorção de água e de óleo, propriedades emulsificantes e propriedades espumantes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA-PRIMA

As sementes de algaroba (*P. juliflora* (SW) D.C.) foram colhidas no Município de Carnaúba dos Dantas, Rio Grande do Norte. As sementes foram quebradas em moinho de disco (Arbel) e posteriormente moídas em moinho doméstico.

A farinha obtida foi peneirada em malha de 0,42 mm e desengordurada com éter de petróleo em aparelho Soxhlet.

2.2 OBTENÇÃO DO ISOLADO PROTÉICO

O processo de obtenção do isolado protéico foi conduzido de acordo com o método de BETSCHART e SAUNDERS (5) modificado. Adicionou-se à farinha desengordurada água destilada na proporção de 1:10. A dispersão foi agitada durante 30 minutos e ajustada ocasionalmente para pH 10 com NaOH 1N. O extrato foi centrifugado por 20 minutos a 7.040 x g em centrifuga refrigerada. O resíduo foi extraído por mais duas vezes nas mesmas condições. Em todas as extrações foram determinados os volumes dos sobrenadantes e as respectivas concentrações protéicas. Os três sobrenadantes foram combinados, medindo-se o volume total e a concentração de proteína. Sob agitação ajustou-se o pH a 5 com HCl, provocando, dessa maneira, a precipitação das proteínas. O precipitado foi coletado após centrifugação refrigerada por 20 minutos a 7.040 x g, lavado em água destilada, centrifugado novamente, tamisado em malha de 1,00 mm, secado sob refrigeração (5°C), pulverizado em moinho manual (Geska Qualitat - DR), tamisado a 0,43 mm e estocado em frascos de vidro a 5 °C até posterior utilização. O fluxograma de obtenção do isolado protéico de sementes de algaroba está representado na Figura 1.

2.3 MÉTODOS ANALÍTICOS

A composição centesimal das sementes de algaroba foi determinada conforme metodologia da A.O.A.C (2). Na quantificação do teor proteíco da matéria-prima da farinha desengordurada e do isolado, utilizou-se o método Kjeldahl (2). As proteínas solúveis dos extratos obtidos foram quantificadas pelo método do biureto (16), usando-se como padrão a albumina bovina (*Sigma chemical*).

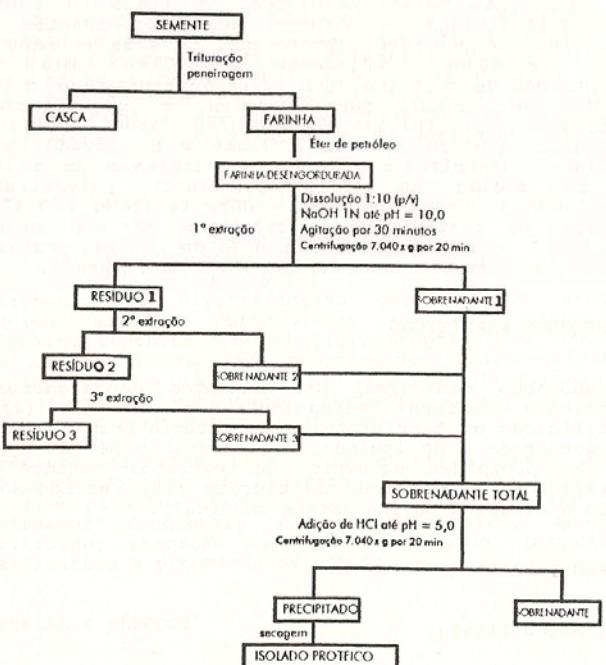
2.4 PROPRIEDADES FUNCIONAIS

2.4.1 Solubilidade

Dois métodos distintos foram empregados para testar a solubilidade do isolado protéico. Conforme FRANZEN e KINSELLA (15), suspensões equivalentes a 0,5% (p/v) de proteína foram ajustadas a pH 12 com NaOH e HCl 1N e agitadas durante 60 minutos. Volumes iguais a 20 mL foram retirados destas suspensões e tiveram o pH ajustado individualmente numa variação de 2 a 10 com NaOH 1N. As amostras, posteriormente, foram centrifugadas (4.450 x g) por 15 minutos. Separou-se o sobrenadante para a

determinação da concentração de proteína pelo método do biureto (16). A percentagem de solubilidade foi definida como a relação entre a concentração de proteína presente em cada sobrenadante e a solubilidade do sobrenadante em pH 12, o qual foi considerado como tendo 100% de proteína solúvel conforme descrição do método.

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DE OBTENÇÃO DO ISOLADO PROTÉICO DE SEMENTES DE ALGAROBA CONFORME MODIFICAÇÕES DE BETSCHART E SAUNDERS (5)



De acordo com o método KING et al. (20), suspensões equivalentes a 0,5% (p/v) de proteína foram preparadas e ajustadas individualmente com NaOH ou HCl 1N, num intervalo de pH de 2 a 10. As amostras foram agitadas por 60 minutos e centrifugadas (4.450 x g) por 15 minutos. Separou-se o

sobrenadante para a determinação da concentração de proteína pelo método do biureto (16). A percentagem de solubilidade foi definida como a relação percentual entre as concentrações de proteína presente no sobrenadante e na amostra original. O efeito de cloreto de sódio foi testado nas concentrações de 0,20; 0,50; 0,75 e 1,00 M na solubilidade em pH 5.

2.4.2 Absorção de água e de óleo

A absorção de água e de óleo foi determinada de acordo com PAREDES-LÓPEZ et al. (26). Amostras equivalentes a 0,25 g de proteína em pH de precipitação (pH 5) foram misturadas individualmente em tubos centrifuga com 5 mL de água destilada ou de óleo refinado de soja (Violeta-Olvebra) e agitadas por um minuto. Após a agitação, as amostras permaneceram em repouso por 30 minutos a temperatura ambiente (28 °C) e em seguida centrifugadas (1.700 x g) por 25 minutos. O excesso de líquido foi decantado e os tubos foram pesados. A massa de líquido retida nas amostras foi dividida pela massa das amostras originais e a absorção de água e óleo foi expressa como grama de água ou de óleo retida por grama de proteína.

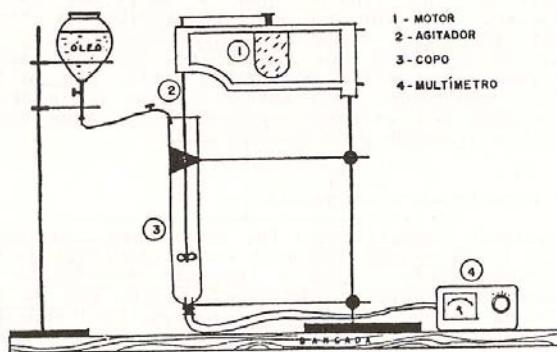
2.4.3 Propriedades emulsificantes

A capacidade emulsificante foi determinada conforme método de WEBB et al. (35). Tomou-se como parâmetro o aumento da resistência elétrica até a inversão da emulsão original óleo/água em água/óleo, detectada por um par de eletrodos imersos na emulsão e conectados a um multímetro. Suspensões equivalentes a 0,1% (p/v) de proteína foram preparadas em água destilada a diferentes valores de pH (3, 5, 7 e 8), ajustados com NaOH ou HCl 1N. Volumes iguais a 50 mL de cada suspensão foram colocados em copo (22,0 cm de altura x 4,5 de diâmetro) e agitados a velocidade de 10.000 rpm (Figura 2) a temperatura ambiente (28°C), sendo adicionado óleo refinado de soja (Violeta-Olvebra) continuamente ao fluxo de 26 mL/minuto, até o registro da resistência infinita do meio pelo multímetro (Figura 2). Da mesma maneira, o efeito de cloreto de sódio (0,20; 0,50; 0,75 e 1,00 M) foi testado na capacidade emulsificante em pH 5 (ponto isoeletroico).

A atividade emulsificante e estabilidade de emulsão foram avaliadas com modificação de YASUMATSU et al. (36) sugeridas por DESHPANDE et al. (11). Suspensões equivalentes a 0,1% (p/v) de proteína foram preparadas a diferentes valores de pH (3, 5, 7 e 8), ajustados com NaOH e HCl 1N. Volumes iguais a 20 mL de cada suspensão foram misturados com 20 mL de óleo refinado de soja (Violeta-Olvebra), fazendo-se uso do mesmo equipamento utilizado na avaliação da capacidade emulsificante (Figura 2), sendo mantida velocidade de 10.000 rpm por 1 minuto. A emulsão formada foi dividida em tubos centrífuga (10 mL) e

centrifugados ($1.800 \times g$) por 5 minutos. A altura da camada emulsionada foi medida e a atividade de emulsão determinada como sendo o percentual da mistura que permaneceu emulsionado. A estabilidade de emulsão foi avaliada, após aquecimento a 80°C por 30 minutos em banho-maria, resfriamento e recentrifugação dos tubos que continham a emulsão formada na avaliação da atividade emulsificante.

FIGURA 2 -ESQUEMA DO EQUIPAMENTO UTILIZADO NA PREPARAÇÃO DE EMULSÃO



Desse modo, a estabilidade da emulsão foi definida como sendo o percentual da atividade emulsificante que permaneceu emulsionado após sofrer tratamento térmico. O efeito de cloreto de sódio (0,20; 0,50; 0,75 e 1,00 M) também foi avaliado na atividade emulsificante e na estabilidade de emulsão em pH 5.

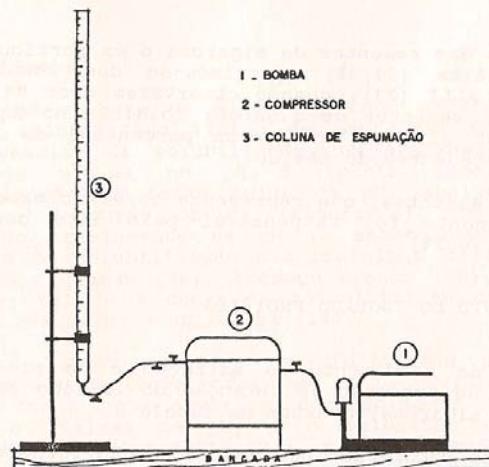
2.4.4 Propriedades espumantes

As características espumantes do isolado protéico foram avaliadas pelo método desenvolvido por WANISKA e KINSELLA (34) e modificado por KOYORO (22). O principal componente da aparelhagem utilizada para produção de espuma foi uma coluna de vidro (100 cm de altura x 0,98 cm de diâmetro interno) de parede dupla, graduada em mililitros (Figura 3). O espaço entre as paredes da coluna foi preenchido com água a temperatura ambiente (28°C). O ar procedente de um compressor (Figura 3), penetrou na coluna por meio de disco

poroso de vidro, localizado internamente na parte inferior da coluna. O fluxo de ar (mL/min) foi calibrado com o deslocamento de bolhas de sabão em tubo apropriado. Suspensões equivalentes a 0,5% de proteína foram preparadas a diferentes valores de pH (3, 5, 7 e 8). Volumes iguais a 15 mL foram injetados na coluna por meio de pipeta volumétrica. O ar foi insuflado por 1 minuto num fluxo de 60 mL/min. O volume de espuma formado no final do período (1 minuto) de insuflamento de ar representou a capacidade espumante. O tempo necessário para que a metade do volume do líquido na espuma fosse drenado foi utilizado para medição de estabilidade da espuma. A expansão da espuma foi calculada de acordo com a equação abaixo sugerida por BRITTON e LAVOIE (8):

$$\text{Expansão de espuma} = \frac{\text{Capacidade espumante} \times 100}{\text{volume líquido inicial}}$$

FIGURA 3 - ESQUEMA DO EQUIPAMENTO UTILIZADO NA PREPARAÇÃO DE ESPUMA



O efeito de cloreto de sódio (0,20; 0,50; 0,75 e 1,00 M) também foi avaliado nas propriedades espumantes em pH 5.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO DAS SEMENTES

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise centesimal das sementes de algaroba, originárias da região árida do Estado do Rio Grande do Norte.

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS SEMENTES DE ALGAROBA

COMPONENTE	g/100 g DE SEMENTE
Umidade	11,4 ± 0,12
Lipídios	4,2 ± 0,13
Proteína	34,5 ± 0,42
Fibra bruta	6,2 ± 0,28
Cinzas	3,3 ± 0,03
Carboidratos (calculado por diferença)	40,4

A composição das sementes de algaroba e em particular a sua fração protéica (34,5%) aproximou-se dos resultados de MARANGONI e ALLI (23), quando observaram teor de 35,0% de proteínas em sementes de algaroba colhidas no Equador. Já DEL VALLE et al. (10) obtiveram percentual de 37,2% com sementes procedentes do México.

A casca das sementes, que representa 15,0% do material seco (14), certamente foi responsável pelo alto conteúdo de fibra bruta (6,2%).

3.2 RENDIMENTO DO ISOLADO PROTÉICO

Os índices de rendimento na extração e na precipitação, verificados no processo de obtenção do isolado protéico de sementes de algaroba, constam da Tabela 2.

O precipitado recuperado por centrifugação forneceu isolado com teor médio de 94,3% de proteínas em base seca. Esses resultados foram superiores aos índices de 44,9% (da extração), 64,0% (na precipitação) e 91,8% (de proteína no isolado), obtidos por BAIÃO et al. (14).

TABELA 2 - EXTRAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE PROTEÍNAS EM 100 g DA FARINHA DESENGORDURADA DE SEMENTES DE ALGAROBA

	PROTEÍNA	
	VALORES g/100 g	%
Proteína total na farinha desengordurada	57,85 ± 1,53	100,00
Extração a pH 10	43,81 ± 2,25	75,73
Precipitação isoelétrica	36,56 ± 2,11	63,20
Sobrenadante da precipitação isoelétrica	7,25	12,53
Proteína não extraída	14,04	24,27
Rendimento do isolado protéico com referência a semente integral		21,80

3.3 SOLUBILIDADE

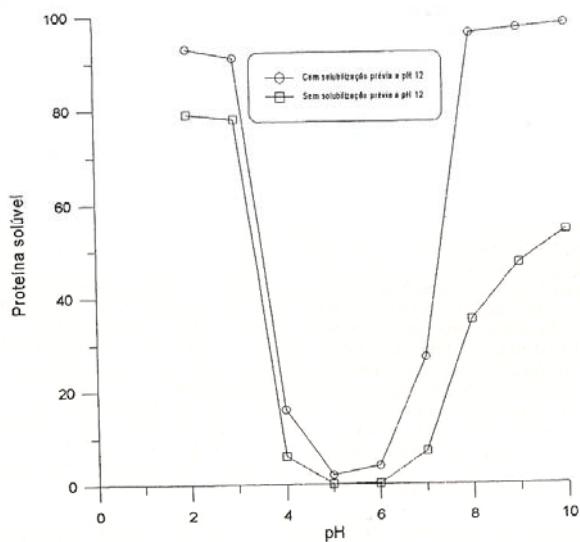
O isolado de semente de algaroba, como esperado, exibiu perfil de solubilidade típico de proteínas vegetais, ou seja, decréscimo da solubilidade com abaixamento do pH, solubilidade mínima no pH 5 (ponto isoelétrico) e ressolubilização na faixa ácida do pH, abaixo do ponto isoelétrico. A curva obtida (Figura 4) com o isolado solubilizado previamente em pH 12 assemelhou-se àquelas verificadas na solubilização das proteínas de sementes de girassol (5), guandu (28), tremoço branco (20), ervilha e feijão fava (31) e à curva de solubilização da globulina isolada de *Phaseolus acutifolius* (19).

A Figura 4 também registra a solubilidade protéica do isolado sem a dissolução prévia em pH 12. Evidencia-se, em comparação com à curva anterior, decréscimo na solubilidade em todas as faixas de pH, principalmente acima de 6. Segundo TENUTA FILHO e ZUCAS (32), a diferença do índice de solubilidade em favor da amostra solubilizada previamente em pH 12 atribuiu-se à hidrólise parcial das proteínas.

O efeito do cloreto de sódio na solubilidade protéica no ponto isoelétrico (pH 5) encontra-se na Figura 5. Verificou-se que a solubilidade aumentou progressivamente com a concentração do sal, a partir de 0,20 M e atingiu o máximo (20,2%) de proteínas solúveis a 0,75 M, para diminuir ligeiramente na concentração de 1 M. Acima de

certo valor de concentração iônica de cloreto de sódio, ocorreu decréscimo da solubilidade da proteína, provavelmente, em função da competição entre íons e as moléculas protéicas pela água de solvatação. CHANG e SOSULKI (9) também relataram o aumento da solubilidade de proteínas da aveia silvestre, de 9% para 41%, em baixa concentração (0,25 M) de cloreto de sódio a pH 5.

FIGURA 4 - SOLUBILIDADE DO ISOLADO PROTEÍCO DE SEMENTES DE ALGAROBA EM FUNÇÃO DO pH



O isolado de sementes de algaroba apresentou potencialidades de utilização na produção industrial de bebidas carbonatadas, as quais exigem alta solubilidade em meio ácido das proteínas adicionadas na sua produção.

3.4 ABSORÇÃO DE ÁGUA E DE ÓLEO

O isolado de algaroba adquire textura compacta no processo de secagem, o que pode ter influenciado negativamente sua capacidade de absorção. Mesmo assim, a capacidade de absorção de água (1,89 g/g proteína) apresentada na Tabela 3, superou os índices de 1,17 g/g obtidos por BETSCHART et al. (5) com isolado de semente de açafrão e de 1,45 g/g, citado por DEVI e VENKATARAMAN (12) com proteínas vegetais extraídas da alga *Spirulina platensis*. No entanto, mostrou-se inferior aos valores de 2,65 g/g amostra e 2,40 g/g de proteína apresentados respectivamente pelos isolados protéicos de soja (31) e de ervilha de pássaro (26).

FIGURA 5 - SOLUBILIDADE DO ISOLADO PROTÉICO DE SEMENTES DE ALGAROBA NA PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO EM pH 5

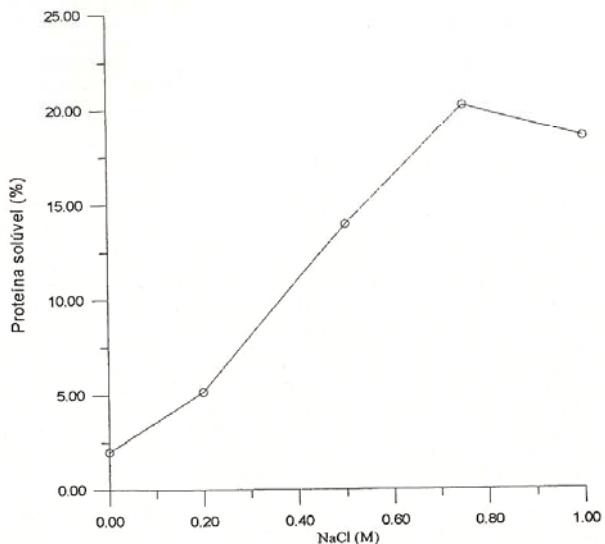


TABELA 3 - CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E DE ÓLEO DO ISOLADO PROTÉICO DE SEMENTES DE ALGAROBA

LÍQUIDO ABSORVÍVEL	ABSORÇÃO (g/g PROTEÍNA)
Água	1,95 ± 0,06
Óleo	1,06 ± 0,04

ARAÚJO (3) verificou diferenças significativas da capacidade de absorção de água entre isolados protéicos de soja, obtidos em diferentes condições de processamento. O uso de proteínas vegetais, conforme o produto em elaboração, tanto pode promover como prevenir o excesso de absorção de óleo no processamento de produção.

A absorção de óleo verificada no isolado protéico de sementes de algaroba (Tabela 3) foi equivalente aos resultados obtidos por HUTTON e CAMPBELL (17) e SOSULKI e MCCURDY (31) com isolados comerciais de soja. OKEZIE e BELLO (24) registraram extraordinária capacidade de absorção de óleo (9,65 mL/g amostra) com isolado de feijão alado.

3.5 PROPRIEDADES EMULSIFICANTES

Pode-se observar variações não muito acentuadas no volume do óleo emulsionado (Tabela 4) em pH diferentes (3, 5, 7 e 8), o qual revelou maior valor (90,62 mL óleo/100 mg proteínas) em pH 3 e menor (81,56 mL óleo/100 mg proteína) em pH 5. VOLKER e KLEIN (33) igualmente observaram pouca influência do pH no perfil da curva de emulsificação do isolado protéico de soja, na faixa de pH 3 a 7,5. Esse comportamento, entretanto, diverge das observações de KOYORO (22), quando constatou ausência da formação de emulsão com globulina de ervilha em pH 5 e 6 e dos resultados de KING et al. (20), os quais indicaram aumentos significativos da capacidade emulsificante (100 a 210 mL óleo/100 mg proteína) do isolado de tremoço branco, nas faixas ácida e básica de pH, em relação ao pH 5.

O volume máximo de óleo emulsificado (90,62 mL óleo/100 mg proteína) pelo isolado de sementes de algaroba superou a capacidade emulsificante obtida em pH 7 com proteínas de outras leguminosas, tais como feijão macassar (35 mL óleo/g proteína) conforme PADMASHREE et al. (25), soja (433 mL óleo/g proteína) segundo SHEEN (29) e *Phaseolus acutifolius* (32,5 mL óleo/100 mg de proteína) de acordo com IDOURAINE et al. (19).

TABELA 4 - PROPRIEDADES EMULSIFICANTES DO ISOLADO PROTÉICO DE SEMENTES DE ALGAROBA

pH	CAPACIDADE EMULSIFICANTE*	ATIVIDADE EMULSIFICANTE (%)	ESTABILIDADE DE EMULSÃO (%)
3	90,62 \pm 1,02	55,38 \pm 2,57	93,85 \pm 3,01
5	81,56 \pm 0,95	-.-	-.-
7	88,67 \pm 1,87	54,91 \pm 1,98	95,58 \pm 2,95
8	89,85 \pm 1,53	53,87 \pm 2,24	96,51 \pm 2,74

* mL de óleo/100 mg de proteína.

-. - Alguns traços de emulsão.

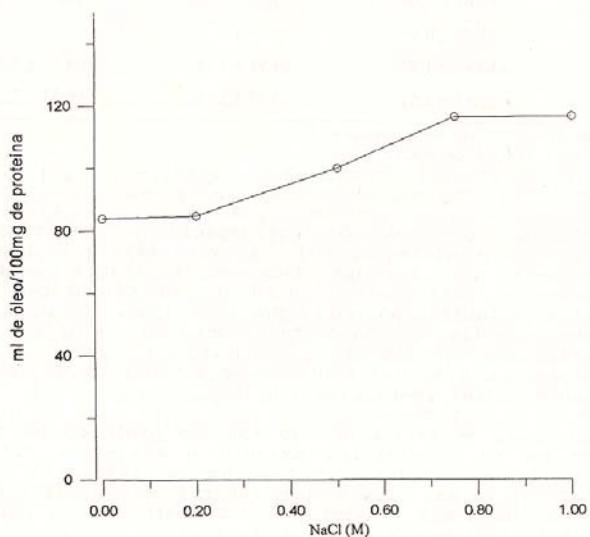
O efeito do cloreto de sódio na capacidade emulsificante em pH 5 (ponto isoelettrico) pode ser visualizado na Figura 6. Observou-se que a capacidade emulsificante manteve-se praticamente inalterada a 0,20 M, em comparação com a proteína solubilizada em água destilada. A 0,50 M de cloreto de sódio, constatou-se aumento de 19% na capacidade emulsificante, atingindo o máximo (38,58%) de óleo emulsionado a 0,75 M e mantendo-se estável na concentração de 1,00 M do sal em relação a 0,75 M.

A capacidade emulsificante do isolado protéico de tremoço branco no pH isoelettrico atingiu o máximo a 0,5 M de cloreto de sódio (20). Conforme os resultados de CHANG e SOSULKI (9), o sal favoreceu a capacidade emulsificante das proteínas de aveia silvestre (*Avena fatua L.*) a partir de 0,2 M e atingiu o máximo a 0,4 M.

A atividade emulsificante do isolado protéico apresentou variação de 50,87% (pH 8) a 53,38% (pH 5) e a estabilidade de emulsão de 96,85% (pH 8) a 95,51% (pH 5). No pH 5, tanto a atividade emulsificante quanto a estabilidade de emulsão apresentaram apenas alguns traços de emulsão formada inicialmente. BETSCHART et al. (5) obtiveram 63,0 e 62,0% para atividade e estabilidade de emulsão, respectivamente, com isolado de soja em pH 7. A estabilidade de emulsão de diferentes isolados comerciais de soja, obtida por ARAÚJO (3), após o repouso da emulsão por 24 h, revelaram índices de 37 a 47% numa variação de pH de 3 a 7, ao passo que, PAREDES-LOPEZ et al. (26) observaram atividade emulsificante igual a 50,8% e estabilidade de 99,7%, com isolado comercial de soja versus 63,7% e 94,3% para o isolado protéico de ervilha de pássaro (*Cicer arietinum*).

A presença de cloreto de sódio nas concentrações de 0,20; 0,50; 0,75 e 1,00 M em pH 5 não manifestou efeito positivo na atividade emulsificante e consequentemente na estabilidade de emulsão.

FIGURA 6 - CAPACIDADE EMULSIFICANTE DO ISOLADO PROTÉICO DE SEMENTES DE ALGAROBA NA PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO EM pH 5



3.6 PROPRIEDADES ESPUMANTE

O perfil da curva da capacidade espumante (Tabela 5) assemelhou-se ao da curva de solubilidade protéica, particularmente nas faixas de pH 3, 5, 7 e 8 comuns a estas duas propriedades. A capacidade espumante exprimiu valor máximo (27,77 mL) em pH 3, atingiu o valor zero em pH 5 (ponto isoelétrico) e cresceu progressivamente em pH 7 e 8. No pH 5, aconteceu rápida drenagem do líquido constituinte da espuma, imediatamente após a interrupção do borbulhamento do ar na coluna de espumação e portanto, não permitindo avaliação numérica de qualquer uma das propriedades espumantes em estudo.

TABELA 5 - PROPRIEDADES ESPUMANTE DO ISOLADO PROTÉICO DE SEMENTES DE ALGAROBA EM FUNÇÃO DO pH

pH	CAPACIDADE ESPUMANTE (mL)	ESTABILIDADE DE ESPUMA *	EXPANSÃO DE ESPUMA **
3	27,23 \pm 1,31	120,74 \pm 3,41	140,75 \pm 4,90
5
7	16,54 \pm 0,76	46,81 \pm 2,03	98,44 \pm 4,02
8	25,45 \pm 1,25	94,28 \pm 3,77	161,15 \pm 7,14

* Tempo (segundos) em que metade do volume do líquido na espuma foi drenado.

** Expressa como: $\frac{\text{volume de espuma} \times 100}{\text{volume líquido inicial}}$

... Não houve formação de espuma.

A estabilidade da espuma com máximo (140,75'') em pH 3 e mínimo (0,0'') em pH 5 (Tabela 5) obedeceu ao comportamento da capacidade espumante nos diferentes valores de pH (3, 5, 7 e 8). DEVI e VENKATARAMAN (12) observaram mínimo de capacidade espumante do concentrado protéico da alga *Spirulina platensis* no ponto isoelettrico e aumentos expressivos tanto acima quanto abaixo desta faixa de pH. Em vista desses resultados, os autores sugeriram que a capacidade espumante, além de outros fatores, depende da solubilidade protéica. KOYORO (22) obteve com globulina de ervilha capacidade espumante igual a 35,42 mL em pH 3 e uma estabilidade de espuma igual a 62,33'', valores que ficaram acima e abaixo, respectivamente, dos melhores resultados obtidos com o isolado de sementes de algaroba em pH 3.

Pode-se observar em pH 8, o maior índice de expansão (161,15%) da espuma formada e o menor índice (0,0%) em pH 5, (Tabela 5), sendo portanto esse comportamento semelhante ao observado na capacidade espumante e na estabilidade de espuma.

As propriedades espumantes testadas na presença de cloreto de sódio (0,20; 0,50; 0,75 e 1,00 M) em pH 5 estão apresentadas na Tabela 6. Pode-se observar que as propriedades testadas, com exceção da estabilidade de espuma, atingiram o máximo a 0,75 M, decrescendo na concentração de 1,00 M. A capacidade espumante também está representada graficamente na Figura 7. Observou-se pequeno decréscimo do volume de espuma formada entre 0,75 e 1,00 M de cloreto de sódio.

TABELA 6 - PROPRIEDADES ESPUMANTES DO ISOLADO PROTÉICO DE SEMENTES DE ALGAROBA NA PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO EM pH 5

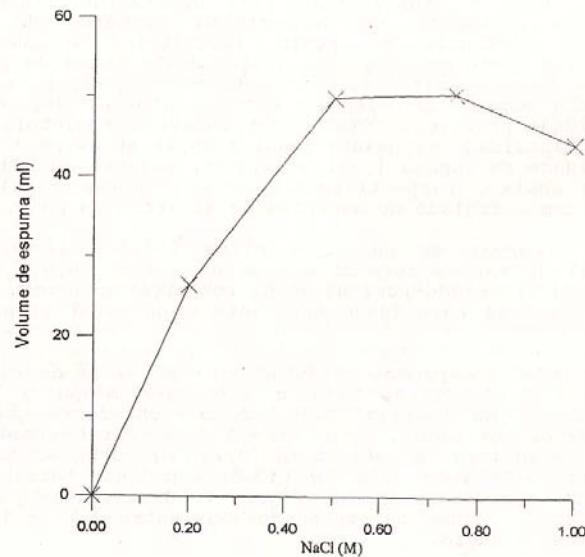
MOLARIDADE (NaCl)	CAPACIDADE ESPUMANTE*	ESTABILIDADE DE ESPUMA**	EXPANSÃO DE ESPUMA***
0,00	—,—	—,—	—,—
0,20	26,37 \pm 0,83	28,00 \pm 1,41	175,80 \pm 4,65
0,50	49,76 \pm 1,24	41,33 \pm 2,03	331,73 \pm 12,03
0,75	50,38 \pm 3,14	52,67 \pm 2,11	335,13 \pm 15,83
1,00	44,12 \pm 2,09	43,60 \pm 2,57	294,13 \pm 11,57

* Tempo (segundos) em que metade do volume do líquido na espuma foi drenado.

** Expressa como $\frac{\text{volume de espuma} \times 100}{\text{volume líquido inicial}}$

—,— Não houve formação de espuma.

FIGURA 7 - CAPACIDADE ESPUMANTE DO ISOLADO PROTÉICO DE SEMENTES DE ALGAROBA NA PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO EM pH 5



4 CONCLUSÃO

O isolado protéico de sementes de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) D.C.) apresentou potencial de utilização como ingrediente em alimentos elaborados, inclusive em produtos que exijam alta solubilidade dos ingredientes e em produtos com alta performance de emulsificação de óleo. Entretanto, estudos posteriores são necessários, no sentido de relacionar essa funcionalidade com o desempenho em sistemas de alimentos.

Abstract

Protein isolate was prepared from defatted seed of mesquite beans (*Prosopis juliflora* (SW) D.C.) by alkaline extraction (pH 10) and precipitation with hydrochloric acid. In the extraction of proteins from initial sample, 75,0% was extracted and 62,3% was recovered through precipitation. Functional characteristics of protein isolate was studied in terms of solubility water and fat absorption, emulsifying and foaming properties. Protein isolate presented high solubility at acidic and basic pH, except in the pH range between 4 and 6. The water and fat absorption was possibly influenced by the compact structure of the isolate. The emulsifying capacity was higher at pH 3 and lower at pH 5. The emulsifying activity and emulsion stability presented small variations, except at pH 5. The foaming properties depended directly on solubility of proteins. The presence of sodium chloride improved the protein solubility, emulsifying capacity and foaming properties at pH 5.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ABBEY, B.W., IBEH, G.O. Functional properties of raw and heat processed cowpea (*Vigna unguiculata*, Walp) flour. *J. Food Sci.*, v. 53, n. 6, p. 1775-91, 1988.
- 2 A.O.A.C. Official method of analysis. 14. ed. Washington, 1984. 1141 p.
- 3 ARAÚJO, M.F. Caracterização funcional de isolados e de um concentrado protéico de soja produzidos no Brasil. Viçosa, UFV, 1984. 60 p. Dissertação de Mestrado
- 4 BAIÃO, V.B., GOMES, J.C., SANTANA, R., CRUZ, R. Características químicas das sementes de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) D.C.) e composição aminoacídica do concentrado e de um isolado protéico. *Arq. Biol. Tecnol.*, v. 30, n. 2, p. 275-286, jun. 1987.
- 5 BETSCHART, A.A., FONG, R.Y., HANAMOTO, M.M. Sunflower protein isolates: functional properties in simple systems and breads. *J. Food Sci.*, v. 44, p. 1022-1035, 1979.

- 6 BETSCHART, A.A., SAUNDERS, R.M. Sunflower protein isolate: influence of recovery conditions upon composition, yield and protein quality. *J. Food Sci.*, v. 43, p. 964-968, 1978.
- 7 BOBBIO, P.A., BOBBIO, F.O. *Química do processamento de alimentos*. Campinas : UNICAMP, 1984. p. 139-141
- 8 BRITTON, M., LAVOIE, L. Foaming properties of proteins as affected by concentration. *J. Food Sci.*, v. 57, n. 5, p. 1219-1241, 1992.
- 9 CHANG, P.R., SOSULKI, F.W. Functional properties of dry milled fractions from wild oats (*Avena fatua L.*). *J. Food Sci.*, v. 50, p. 1143-1147, 1985.
- 10 DEL VALLE, F.R., ESCOBEDO, M., MUÑOZ, M.J. et al. Chemical and nutritional studies on mesquite beans (*Prosopis juliflora*). *J. Food Sci.*, v. 48, p. 914-919, 1983.
- 11 DESHPANDE, S.S., SATHE, S.K., CORNFORTH, D., SALUNKHE, D.K. Effects of dehulling on functional and properties of dry bean (*Phaseolus vulgaris L.*) flours. *Cereal Chem.*, v. 59, n. 5, p. 396-401, 1982.
- 12 DEVI, M.A., VENKATARAMAN, L.V. Functional properties of protein products of mass cultivated blue-green alga *spirulina platensis*. *J. Food Sci.*, v. 49, p. 24-27, 1984.
- 13 FIGUEIREDO, A.A. Estudo químico alimentar das vagens da algarobeira (*Prosopis juliflora DC*). *Rev. Bras. Farm.*, v. 60, p. 91-96, 1979.
- 14 FIGUEIREDO, A.A. Óleo e sementes de algaroba - *Prosopis juliflora DC*. *Rev. Bras. Farm.*, v. 61, p. 65-67, 1980.
- 15 FRANZEN, K.L., KINSELLA, J.E. Functional properties of succinylated and acetylated leaf protein. *J. Agric. Food Chem.*, v. 24, n. 5, 1976.
- 16 GORNAL, A.G., BARDAWILL, C.J., DAVID, M.M. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. Biol. Chem.*, v. 177, p. 751-766, 1949.
- 17 HUTTON, C.W., CAMPBELL, A.M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems and in a food system. *J. Food Sci.*, v. 42, n. 2, p. 457-460, 1977.
- 18 IBGE. *Tabelas de composição de alimentos*. 3. ed. Rio de Janeiro, 1985. 213 p.

- 19 IDOURAINE, A., YENSEN, S.B., WEBER C.W. Tertiary bean flour, albumin and globulin fractions functional properties compared with soy protein isolate. *J. Food Sci.*, v. 56, n. 5, 1991.
- 20 KING, J., AGUIRRE, C., PABLO, S. Functional properties of lupin protein isolate (*Lucinus albus cv multilupa*). *J. Food Sci.*, v. 50, p. 82-87, 1985.
- 21 KINSELLA, J.E. Functional properties of proteins in foods: a survey. *Crit. Rev. Food Sci. and Nutr.*, v. 7, n. 4, p. 219-280, 1976.
- 22 KOYORO, H. Functional properties of pea globulins. Washington, 1985. 53 p. Dissertação (Mestrado), Washington State University.
- 23 MARANGONI, A., ALLI, I. Composition and properties of seeds and pods of the tree legume *Proposis juliflora* (DC). *J. Sci. Food Agric.*, v. 44, p. 99-110, 1988.
- 24 OKEZIE, B.O., BELLO, A.B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. *J. Food Sci.*, v. 53, n. 2, p. 450-454, 1988.
- 25 PADMASHREE, T.S., VIJAYLAKSHMI, L., PUTTARAJ, S. Effect of traditional processing on the functional properties of cowpea (*Vigna catjang*) flour. *J. Food Sci. Technol.*, v. 24, p. 221-225, 1987.
- 26 PAREDES-LÓPEZ, O., ORDORICA-FALOMIR, C., OLIVARES-VAZQUEZ. Chickpea protein isolates: physico-chemical functional and nutritional characterization. *J. Food Sci.*, v. 56, n. 3, 1991.
- 27 REIS, M.S. Política de reflorestamento para o Nordeste: participação da algaroba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1982, Natal. *Trabalhos...* Natal: EMPARN, 1982. p.14-27
- 28 SANT'ANNA FILHO, R., VILELA, E.R., GOMES, J.C. Obtenção, caracterização e propriedades funcionais de isolados protéicos de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp.). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 5, n. 2, p. 94-110, 1985.
- 29 SHEEN, S.J. Comparison of chemical and functional properties of soluble leaf proteins from four plant species. *J. Agric. Food Chem.*, v. 39, p. 681-685, 1991.
- 30 SOSULKI, F. Concentrated seed proteins. In: FOOD Colloids. Westport : Avi, 1977. p.152-206

- 31 SOSULKI, F.W., MCCURDY, A.R. Functionality of flours, protein fractions and isolates from field peas and faba bean. *J. Food Sci.*, v. 52, n. 4, p. 1010-1014, 1987.
- 32 TENUTA FILHO, A., ZUCAS, S.M. Cefalotórax de camarão-rosa: Caracterização nutricional e funcional da proteína recuperada. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 5, n. 2, p. 86-93, 1985.
- 33 VOLKERT, M.A., KLEIN, B.P. Protein dispersibility and emulsion characteristics of four soy products. *J. Food Sci.*, v. 44, n. 1, p. 93-96, 1979.
- 34 WANNISKA, R.D., KINSELLA, J.E. Foaming properties of proteins: evaluation of a column aeration apparatus using ovalbumin. *J. Food Sci.*, v. 44, p. 1398-1411, 1979.
- 35 WEBB, N.B., IVEY, F.J., CRIC, H.B. et al. The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. *J. Food Sci.*, v. 35, p. 501-504, 1970.
- 36 YASUMATSU, K., SAWADA, K., MORITAKA, S. et al. Whipping and emulsifying properties of soy bean products. *Agric. Biol. Chem.*, v. 36, n. 5, p. 719-727, 1972.