

## Propriedades funcionais de material colagenoso de pés de frango

*Sandra Gerês Tavares Alves, Sandra Helena Prudencio-Ferreira*

Centro de Ensino Superior de Maringá-CESUMAR. Universidade Estadual de Londrina-UEL,  
Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos. Londrina, Paraná-Brasil

**RESUMO.** Material colagenoso foi obtido de peles e tendões desengordurados com éter etílico e tratados com soluções de NaCl 0,05M e NaCl 0,6M. Uma parte deste material foi seca a 35°C em estufa ventilada e a outra liofilizada. O conteúdo de colágeno no material seco a 35°C foi de 77,2g/100g e no liofilizado de 76,7g/100g. Os materiais desidratados apresentaram o mesmo comportamento de capacidade de formação de gel e retenção de água a frio. A capacidade emulsificante do material seco a 35°C foi superior a do liofilizado. O colágeno do material liofilizado apresentou maior solubilidade em água a 70°C e em ácido acético 0,5M. Força do gel, estabilidade da emulsão e retenção de água a 60°C foram maiores no material liofilizado. Os resultados indicam o potencial de uso destes materiais como ingrediente funcional em produtos cárneos.

**Palavras chave:** Propriedades funcionais, colágeno, frango.

**SUMMARY. Functional properties of collagenous material from chicken feet.** Collagenous material was obtained from chicken feet skins and tendons, defatted with ethylic ether and treated with 0.05M and 0.6M NaCl solutions. Part of the material was dried at 35°C in a forced air convection oven and another was freeze-dried. The air dried material had 77.2g/100g of collagen and the freeze-dried material 76.7g/100g. Both dehydrated materials showed the same behaviour for gel formation and cold water holding capacity. The material air dried had higher emulsifying capacity than the freeze-dried one. The collagen of freeze-dried material had higher solubility in 0.5M acetic acid and water at 70°C than air dried material. Gel strength, emulsion stability and water holding capacity at 60°C were higher for freeze-dried material. The results indicate the potential use of these materials as functional ingredients in meat products.

**Key words:** Functional properties, collagen, chicken.

### INTRODUÇÃO

Além de seu tradicional uso industrial na produção de gelatina, o colágeno é pouco usado como um ingrediente funcional. Provavelmente o maior impedimento para o uso seja sua insolubilidade, então presume-se que tenha pouca atividade funcional (1).

Tecidos ricos em colágeno são importantes para estabilizar emulsões e fornecer propriedades texturais em hambúrgueres, lingüiças, salsichas e mortadelas. A molécula de colágeno é 60% hidrofóbica e durante o processamento de produtos cárneos em temperaturas de 60 a 65°C, as fibras colagenosas começam encolher, desnaturar e gelatinizam, tornando-se capazes de encapsular a gordura (2,3).

Tecidos conjuntivos de subprodutos cárneos podem ser um potencial agente ligante de água em produtos cárneos moídos com baixo teor de gordura. A conversão de tecido conjuntivo em gelatina por aquecimento, com subsequente adição de água, forma um gel que se incorporado a esses produtos pode melhorar o rendimento, textura e palatabilidade (4,5).

O aumento de consumo de produtos processados e com valor agregado de frangos gera um grande volume de componentes de carcassa sub-utilizados tais como, pele, coração, moela, pés e carne mecanicamente separada, que são

ricos em colágeno (6).

Há pouca informação sobre a utilização de tecido conjuntivo ou de colágeno desses componentes. A conversão do colágeno de pés de frango em gelatina foi estudada por Bobis & Greser (7,8) e Tawfeek (9,10). Bonifer et al. (11) e Osburn & Mandigo (5), demonstraram o uso potencial de pele na manufatura de produtos cárneos com baixo teor de gordura como agente ligante de água e modificador de textura.

Este trabalho teve como objetivos extrair material colagenoso de peles e tendões de pés de frango e determinar as propriedades de solubilidade do colágeno a quente e em meio ácido, capacidade de retenção de água a quente e a frio, capacidade de formação e força de gel, capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão dos materiais colagenosos seco a 35°C e liofilizado.

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### Obtenção do material colagenoso

Dois lotes de amostras de pés de frango foram obtidos em um frigorífico local. Os pés foram lavados em água corrente, imersos em solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm durante uma hora e enxaguados com água destilada. A pele e os tendões foram separados dos ossos com auxílio de

um bisturi, triturados e desengordurados com éter etílico. O material foi tratado com soluções de cloreto de sódio 0,05M e 0,6M (12), lavado exaustivamente com água destilada e centrifugado durante 30 minutos a 18.000 x g. Uma parte do precipitado foi liofilizada e a outra seca em estufa ventilada a 35°C. Os materiais foram triturados em um moinho tipo faca e classificados em malha de 0,59mm.

#### Composição centesimal

Os teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas foram determinados, conforme os métodos da AOAC (13). O fator de conversão usado para proteínas foi 5,36 (14). O conteúdo de colágeno foi determinado pela análise de hidroxiprolina (15). O fator 8,0 foi usado para converter o conteúdo de hidroxiprolina em colágeno.

#### Propriedades funcionais

A solubilidade do colágeno em ácido acético 0,5M foi determinada nas concentrações de 1:40 e 1:150 (p/v, amostra/solvente) de acordo com Montero et al. (16). A medida da solubilidade em água a 70°C foi realizada na concentração de 1:150 (p/v) e seguiu o método de Montero & Borderias (17). Os resultados foram expressos como porcentagem de colágeno solúvel em relação ao conteúdo de colágeno total na amostra.

A capacidade de retenção de água foi medida a frio e após aquecimento a 60°C, na concentração de 1:30 (p/v) pelo método descrito por Montero et al. (17). O resultado foi expresso como grama de água retida por grama de resíduo seco.

A capacidade de formação de gel foi avaliada segundo o método descrito por Montero & Borderias (17). As concentrações estudadas foram 1:30, 1:50, 1:100, 1:150, 1:180, 1:200 (p/v). A formação do gel foi verificada pela inversão do tubo de ensaio. A força do gel preparado na concentração de 1:30 foi medida por meio de um texturômetro (Stevens LFRA), onde um penetrômetro tipo TA 10 a 1mm/seg foi inserido 10 mm no gel. A força do gel foi expressa em Newton.

A capacidade emulsificante do colágeno solúvel em ácido acético 0,5M na concentração de 1:40 (p/v) foi avaliada pelo método descrito por Montero & Borderias (1). O resultado foi expresso como volume de óleo gasto por miligrama de colágeno solúvel. A estabilidade foi medida em uma emulsão preparada com 80% do volume de óleo gasto na medida da capacidade emulsificante utilizando o método de Yasumatsu et al. (18). O resultado foi expresso como a porcentagem de emulsão remanescente após aquecimento e centrifugação.

#### Delineamento experimental e análise estatística

O experimento com o material "in natura" seguiu o delineamento inteiramente ao acaso. Para os experimentos

com os materiais desidratados utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, onde os processos de desidratação foram os tratamentos e os lotes foram os blocos. O esquema fatorial de tratamentos foi utilizado para as medidas de solubilidade do colágeno e capacidade de retenção de água. A significância dos resultados foi testada por análise de variância (ANOVA) por meio do teste F e aplicado o teste Tukey de comparação de médias, utilizando-se o programa estatístico SAS (19).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal de peles e tendões "in natura" dos dois lotes de amostras foi diferente quanto aos teores de proteínas, lipídeos e cinzas (Tabela 1), a obtenção manual do material pode ter causado a diferença.

TABELA 1  
Composição química do material (peles e tendões de pés de frango) "in natura" (g/100g)\*

Constituintes	Lote 1	Lote 2
Umidade	65,39a	63,52a
Proteínas** (b. s)	61,69b	64,11a
Lipídeos (b. s)	46,30a	39,78b
Cinzas (b. s)	0,71a	0,61b

\* Valores médios de três determinações.

\*\* Fator de conversão = 5,36.

b. s. = base seca.

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

O rendimento de materiais colagenosos desidratados foi de cerca de 16% em relação ao peso de peles e tendões "in natura". Obtiveram-se materiais desidratados com alto conteúdo de colágeno. O processo de liofilização foi mais eficiente para retirada de água do material e resultou num produto com maior teor de lipídeos (Tabela 2).

Durante o processo de secagem, à medida que a água evapora ocorre diminuição do diâmetro dos poros e capilares do material, e conseqüentemente há um encolhimento do mesmo. O fluxo de água do interior do produto até a sua superfície, leva consigo os solutos não voláteis que se depositam sobre a mesma prejudicando a remoção de água do material, devido à formação de camadas duras e impermeáveis em sua superfície. No processo de liofilização esses fenômenos não ocorrem e o material mantém sua forma e tamanho originais, facilitando a remoção de água (20).

A solubilidade do colágeno, nas três condições avaliadas, foi menor para a amostra seca a 35°C. A medida em meio ácido na amostra liofilizada foi superior quando determinada

na concentração de 1:40, e não houve diferença entre os valores obtidos nas duas concentrações testadas na amostra seca a 35°C. Houve um aumento significativo da solubilidade quando as amostras foram aquecidas a 70°C em meio aquoso (Tabela 3).

TABELA 2

Composição química do material colagenoso seco a 35°C e liofilizado de pés de frango\* (g/100g)

Constituintes	Material colagenoso	
	Seco a 35°C	Liofilizado
Umidade	15,06a	11,29b
Proteínas** (b. s)	86,35a	85,59a
Colágeno (b. s)	77,20a	76,68a
Lipídeos (b. s)	9,14b	9,78a
Cinzas (b. s)	0,61a	0,59a

\* Valores médios de dois lotes, com três repetições cada um.

\*\* Fator de conversão = 5,36.

b. s. = base seca.

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

TABELA 3

Solubilidade do colágeno presente no material seco a 35 °C e liofilizado de pés de frango\*

Solubilidade**	Material colagenoso	
	Seco a 35°C	Liofilizado
Meio ácido (1:40)	3,31b B	6,45a B
Meio ácido (1:150)	2,20b B	4,00a C
Meio aquoso a 70 oC (1:150)	53,64b A	66,09a A

\* Valores médios de dois lotes, com três repetições cada um.

\*\* % de colágeno solúvel em relação ao conteúdo de colágeno total na amostra.

Médias acompanhadas, por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não apresentam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

Médias acompanhadas por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

A amostra liofilizada apresentou capacidade de retenção de água superior a da amostra seca a 35°C na medida feita a 60°C. Os valores obtidos na avaliação realizada a 60°C foram superiores aos obtidos na medida a frio, tanto para o material seco a 35°C quanto para o liofilizado (Tabela 4). Estes resultados estão de acordo com os de Ranganayaki et al. (21), que observaram um aumento acentuado na hidratação do colágeno de couro bovino quando aquecido em meio aquoso.

TABELA 4

Capacidade de retenção de água do material colagenoso seco a 35 °C e liofilizado de pés de frango\*

Capacidade de retenção de água **	Material colagenoso	
	Seco a 35 °C	Liofilizado
Frio	4,06a B	4,56a B
60 °C	27,74b A	30,02a A

\* Valores médios de dois lotes, com três repetições cada um.

\*\* g de água / g de resíduo seco.

Médias acompanhadas por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não apresentam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

Médias acompanhadas por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

As diferenças na solubilidade e capacidade de retenção de água dos materiais podem ser, pelo menos em parte, o resultado de alterações sofridas na macroestrutura dos materiais durante a desidratação. As camadas duras formadas durante a desidratação pelo calor/ar são planas e não porosas prejudicando a reidratação do material. Enquanto que amostras liofilizadas apresentam estrutura tipo “caixa de abelha”, isto é, com poros abertos que facilitam a reidratação dos materiais (22).

Além dessas alterações na macroestrutura, a desidratação a 35°C pode ter provocado a desnaturação da molécula de colágeno. Com o desentrelaçamento da tripla hélice, a hidrofobicidade de superfície da molécula aumentou e favoreceu a agregação das cadeias modificadas, diminuindo a superfície de hidratação e a interação com a água e consequentemente a solubilidade. No processo de liofilização estas alterações estão minimizadas (23).

A maior porção de água retida é presa fisicamente, assim o encolhimento e possível agregação das moléculas de colágeno durante a secagem a 35°C provocou diminuição do espaçamento entre as cadeias polipeptídicas e colaborou para a menor capacidade de retenção de água.

Os materiais seco a 35°C e liofilizado apresentaram o mesmo comportamento de formação de gel até a concentração de 1:100 (Tabela 5). Quando o colágeno é aquecido em solução ocorre o encolhimento das suas fibrilas, havendo um desalinhamento das fibras e colapso do arranjo em tripla hélice das subunidades polipeptídicas na molécula de colágeno. Durante esse processo muitas ligações não covalentes, algumas ligações covalentes inter e intramoleculares (ligações cruzadas) e poucas ligações peptídicas são quebradas. Isso resulta na conversão da estrutura helicoidal do colágeno a uma forma mais amorfa, parcialmente desnaturada e mais solúvel. Ocorre o aumento da capacidade de retenção de água, que consequentemente levará à formação de gel (24).

TABELA 5

Capacidade de formação e força de gel do material colagenoso seco a 35 °C e liofilizado de pés de frango

Concentração	Material colagenoso			
	Seco a 35°C		Liofilizado	
	Formação	Força (N)*	Formação	Força (N)*
1:30	+	1,19b	+	1,32a
1:50	+	Nd	+	Nd
1:100	+	Nd	+	Nd
1:150	-		-	
1:180	-		-	
1:200	-		-	

+ = positivo para formação de gel. - = negativo para formação de gel.

\* Valores médios de dois lotes, com três repetições cada um.

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

Nd = não determinado

O gel obtido a partir do material liofilizado foi mais forte, pois esta amostra possuía colágeno mais solúvel a quente do que o colágeno do material seco a 35°C, apresentando maior concentração protéica em solução, havendo portanto a possibilidade de maior interação proteína-proteína durante o resfriamento com a formação de uma estrutura tridimensional responsável pelo gel mais resistente (Tabelas 3 e 5).

As propriedades emulsificantes foram avaliadas em relação à fração de colágeno solúvel em meio ácido. O material seco a 35°C, apresentou capacidade emulsificante maior que o material liofilizado (Tabela 6). O colágeno do material seco a 35°C por ser menos solúvel, estava presente em menor quantidade na alíquota utilizada para a medida, e provavelmente com as moléculas mais desdobradas e com poucas ligações intermoleculares, assim expondo as regiões hidrofóbicas e melhorando a capacidade emulsificante (1).

O colágeno do material colagenoso liofilizado sendo mais solúvel, estava presente em maior quantidade na alíquota usada para o teste, assim durante a formação da emulsão houve maior interação proteína-proteína resultando na formação de um filme interfacial mais coeso e viscoelástico que ofereceu maior estabilidade a emulsão (25).

Foi possível obter material colagenoso de pés de frango com elevado teor de colágeno. O material colagenoso liofilizado apresentou resultados superiores para as propriedades funcionais avaliadas com exceção das capacidades emulsificante, retenção de água a frio e de formação de gel. Os resultados indicam o potencial de material colagenoso de pés de frango como ingrediente funcional em produtos cárneos.

TABELA 6

Propriedades emulsificantes do material colagenoso seco a 35°C e liofilizado de pés de frango\*

Propriedades emulsificantes	Material colagenoso	
	Seco a 35°C	Liofilizado
Capacidade emulsificante**	69,93a	30,96b
Estabilidade da emulsão***	87,30b	88,89a

\* Valores médios de dois lotes, com três repetições cada um.

\*\* mL de óleo gasto / mg de colágeno solúvel.

\*\*\* % de emulsão remanescente em relação à quantidade total da emulsão.

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

## REFERÊNCIAS

1. Montero P, Borderias J. Emulsifying capacity of collagenous material from the muscle and skin of hake *Merluccius merluccius* L. and trout *Salmo irideus* Gibb: effect of pH and NaCl concentration. *Food Chem* 1991;41:251-67.
2. Bailey AJ, Light ND. Connective tissue in meat and meat products. London: Elsevier Applied Science, 1989.
3. Whiting RC. Contributions of collagen to the properties of comminuted and restructured meat products. In: Proceedings of the Reciprocal Meat Conference. Chicago, 1989:149-55.
4. Osburn MW, Mandigo, RW, Eskridge KM. Pork Skin connective tissue gel utilization in reduced-fat bologna. *J Food Sci* 1997;62(6):1176-82.
5. Osburn MW, Mandigo RW. Reduced-fat bologna manufactured with poultry skin connective tissue gel. *Poultry Sci* 1998;77(10):1574-84.
6. Bonifer LB, Froning GW. Chicken skin composition as affected by aqueous washing. *J Food Sci* 1996; 61(5): 895-8.
7. Bobis L, Greser E. Commercial productions of poultry gelatin III. *Hydinarskky-Priemysel* 1982;24(7/8): 292-334.
8. Bobis L, Greser E. First pilot plant equipment for processing poultry legs into edible poultry gelatin. *Hydinarskky-Priemysel* 1983;25(9/10):385-92.
9. Tawfeek MS, Khalil, MK, Safurat MM. Chemical analysis and physical properties of gelatin and glue separated from chicken legs of poultry slaughter houses. In: Proceedings of the Food Science Symposium. Alexandria, 1992:113-6.
10. Tawfeek MS, Khalil MK, Safurat MM. Separation of gelatin and glue from chicken legs. In: Proceedings of the Food Science Symposium. Alexandria, 1992:100-12.
11. Bonifer LJ, Froning GW, Mandigo RW, Cuppett SL, Meagher MM. Textural, color, and sensory properties of bologna containing various levels of washed chicken skin. *Poultry Sci* 1996; 75(8):1047-1055.
12. Borderias AJ, Montero J. Changes in fish muscle collagen during frozen storage. In: Borderias AJ, Montero J. Storage lives of chilled and frozen fish products. International Institute of Refrigeration: Aberdeen. 1985: 85-91.

- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington: AOAC,1996.
- Johnston-Banks FA. Gelatine. In: Harris P, editor. Food Gels. London: Elsevier Applied Science, 1990.
- Woessner Jr JF. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. Arch Biochem Biophys 1961;93:440-47.
- Montero P, Colmenero JF, Borderias J. Effect of pH and presence of NaCl on some hydration properties of collagenous material from trout (*Salmo irideus* Gibb) muscle and skin. J Sci Food Agric 1991;54(1):137-46.
- Montero P, Borderias J. Gelification of collagenous material from muscle and skin of hake *Merluccius merluccius* L. and trout *Salmo irideus* Gibb according to variation in pH and the presence of NaCl in the medium. Z Lebensm Unters Forsch 1990;191:11-5.
- Yasumatsu K. et al. Whipping and emulsifying properties of soybean products. J. Agric. Biol. Chem 1972;36(5):719.
- SAS Institute. SAS User's Guide:Statistic. Cary, USA: SAS INST, 1996.
20. Aguilera JM, Stanley DW. Microstructural principles of food processing and engineering. New York: Elsevier Applied Science, 1990.
21. Ranganayaki MD, Asghar A, Henrickson RL. Influence of anion and cation on the water-holding capacity of bovine hide collagen at different pH values. Effect of sodium chloride and polyphosphates on hydration. J Food Sci 1982;47(3):705-10.
22. Cohen JS, Yang TCS. Progress in food dehydration. Trends in Food Sci & Technol 1995;6:20-4.
23. Liaps AI, Bruttini R. Freeze drying. In: Mujumdar AS, Handbook of industrial drying, 2nd ed. New York: Marcel Dekker,1995:309-42.
24. Foegeding EA, Lanier,TC, Hultin, HO. Characteristics of edible muscle tissues. In: Fennema OR, Food Chemistry. 3rd ed. New York: Marcel Dekker,1996:879-942.
25. Damodaran S. Amino acids, peptides and proteins. In: Fennema OR, editor. Food Chemistry. 3rd ed. New York, Marcel Dekker, 1997:321-432.

Recibido:08-03-2001

Aceptado:05-06-2002