

Efeitos da quitosana sobre alguns parâmetros nutricionais e bioquímicos em ratos

Effects of chitosan over some nutritional and biochemical parameters in rats

ABSTRACT

BARBOSA, L. S.; PAZDZIORA, A. Z.; KOJIMA, A. S. G.; MARTINS, M. S. F.; FERREIRA, C. L. P.; MACÊDO, G. S.; LATORRACA, M. Q.; GOMES-DA-SILVA, M. H. G. Effects of chitosan over some nutritional and biochemical parameters in rats. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v. 32, n. 3, p. 1-13, dez. 2007.

The recommendation for a larger intake of food fiber has been an important strategy for the control and prevention of obesity and its comorbidities. Chitosan, an animal fiber, has been related to the reduction of fat uptake by the intestine, serum cholesterol and glucose, as well as appetite inhibition and weight loss. This study evaluated the effects of consuming powdered chitosan on some nutritional and biochemical parameters in adult female rats. Adult female Wistar rats (n=14) were divided in control group (GC): fed a diet based on casein and microcrystalline cellulose (AIN 93 G) for 10 days; and chitosan group (GQ): fed a diet based on casein and powdered chitosan (5%) substituting microcrystalline cellulose for 10 days. No differences were observed in the food intake, evolution of the body weight, liver weight, fat depots in the abdomen and in the carcass. Also, there were no differences in the glucose and total protein serum concentrations or in the lipid profile. The GQ presented smaller stomach and intestine (with contents) weights. However, these findings are insufficient to suggest any effect on satiety since no difference was observed in the food intake between the groups.

Keywords: Chitosan. Food fiber. Lipid profile. Obesity. Nutrition.

LARISSA SILVA BARBOSA^{1,2,4}; ANDRÉIA ZIMPEL PAZDZIORA^{1,2,4}; ADALGISA SOARES GUIMARÃES KOJIMA^{1,2}; MARIA SALETE FERREIRA MARTINS¹; CRISTIANE LOPES PINTO FERREIRA³; GLÁUCIA DA SILVA MACÊDO³; MÁRCIA QUEIROZ LATORRACA^{1,2,3}; MARIA HELENA GAÍVA GOMES-DA-SILVA^{1,2,3}

¹Departamento de Alimentos e Nutrição/Faculdade de Nutrição/FANUT.
²Curso de Especialização em Nutrição Humana/FANUT. ³Pós Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina/FCM, Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT;
⁴Instituto de Saúde Coletiva/ISC/UFMT, Cuiabá-MT, Brasil.

Endereço para correspondência:
Maria Helena Gaíva
Gomes-da-Silva
Departamento de Alimentos e Nutrição/
FANUT
Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT.
Avenida Fernando Corrêa da Costa, S/N, Bairro Coxipó, Cuiabá, MT, Brasil.
CEP 78060-900.
E-mail: marihele@ufmt.br

RESUMEN

El aumento de la ingestión de fibra alimentar ha sido una importante estrategia para el control de la obesidad y sus comorbidades. La quitosana, una fibra de origen animal, está siendo responsabilizada por reducir la absorción de grasas a nivel intestinal, disminución del colesterol y la glucosa séricos y también por la inhibición del apetito y reducción del peso corporal. Este estudio evaluó el efecto de la incorporación de quitosana en polvo, en dieta de ratas adultas, sobre algunos parámetros nutricionales y bioquímicos. Ratas Wistar (n=14) fueron divididas en grupo control (GC), ración AIN-93G, a base de caseína y celulosa microcristalina (5%) y grupo quitosana e (GQ), ración AIN-93G y quitosana en polvo (5%) en sustitución de la celulosa microcristalina, por 10 días. No se observaron diferencias en el consumo alimentar ni en la evolución de los pesos corporal o del hígado, de los depósitos de grasa abdominal y de la carcasa, ni tampoco en las concentraciones séricas de glucosa, proteínas totales y perfil lipídico. Sin embargo, el grupo GQ presentó menores pesos de estómago e intestino delgado (con su contenido). No obstante, estos resultados son insuficientes para deducir algún efecto en la saciedad considerando que no se observó diferencia en el consumo de ración de los grupos.

Palabras clave: Quitosana. Fibra dietética. Perfil lipídico. Obesidad. Nutrición.

RESUMO

O maior consumo de fibra alimentar tem sido uma das importantes estratégias para o controle e prevenção da obesidade e suas co-morbidades. A quitosana, fibra de origem animal, vem sendo relacionada à redução da absorção de gorduras em nível intestinal, do colesterol e glicose séricos e, também, com inibição do apetite e redução de peso corporal. Este estudo avaliou os efeitos do uso de quitosana em pó, na ração de ratas adultas, sobre alguns parâmetros nutricionais e bioquímicos. Ratas Wistar adultas (n=14) foram divididas em grupo controle (GC): ração AIN-93G, à base de caseína e celulose microcristalina (5%) e grupo quitosana (GQ): dieta AIN-93G e quitosana em pó (5%), em substituição à celulose microcristalina, por 10 dias. Não se observaram diferenças no consumo alimentar, na evolução do peso corporal, do fígado, dos depósitos de gordura abdominal e da carcaça, e, nem tampouco nas concentrações séricas de glicose, proteínas totais e no perfil lipídico. O GQ apresentou menor peso do estômago e do intestino delgado (com conteúdo) sendo, entretanto esses resultados, insuficientes para inferir sobre algum efeito na saciedade, tendo em vista que não foi observada diferença no consumo de ração entre os grupos.

Palavras-chave: Quitosana. Fibra alimentar. Perfil lipídico. Obesidade. Nutrição.

INTRODUÇÃO

O processo de transição nutricional ocorrido a partir do final do século XX direcionou os hábitos alimentares para o consumo de dietas mais ocidentalizadas que, aliado à redução progressiva na atividade física, convergiu para o incremento da obesidade no mundo, mesmo nos países que ainda apresentam elevadas taxas de desnutrição (FRANCISCHI; PEREIRA; FREITAS, 2000; HOFFMAN, 2004; ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE/ ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2003).

Além das doenças cardiovasculares e do diabetes Mellitus tipo 2, a obesidade é prevalente na população adulta de países em desenvolvimento, independente da classe social. No Brasil, os estudos têm revelado esse aumento epidêmico, principalmente em mulheres provenientes de extratos socioeconômicos desfavoráveis (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2005; MCIVOR et al., 1989; MUZZARELLI, 1996). Segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) aproximadamente, 41% da população adulta apresenta algum grau de excesso de peso (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2005). Embora a melhoria das condições econômicas em algumas famílias possa explicar tais tendências, em parte, é possível que outros fatores também sejam importantes (CRAVEIRO; ALENCAR; PESSOA, 1999).

O consumo aumentado de alimentos refinados e industrializados com grande percentual de açúcares e gorduras reduziu ainda mais o consumo de alimentos integrais, ricos em fibras, favorecendo o aumento da prevalência de enfermidades crônicas (BRENNAN, 2005; HALL et al., 2005).

As fibras podem atuar no controle da absorção dos carboidratos e da glicemia, na modulação do perfil de triacilgliceróis e colesterol sanguíneos e, ainda, como substratos para a síntese de ácidos graxos de cadeia curta, importantes fontes de nutrientes para os colonócitos, na regeneração e adaptação do intestino remanescente após ressecção maciça intestinal (CATALINI et al., 2003; LOBO et al., 2007). A elevação do peso fecal também pode estar relacionada com o aumento da massa bacteriana como consequência da fermentação das fibras alimentares (MCIVOR et al., 1989).

Além dos efeitos benéficos sobre o trato gastrointestinal, as fibras têm a função de regular a ingestão de energia, sendo essa função relacionada às suas propriedades físicas e químicas que interferem nas fases cefálica, gástrica e intestinal dos processos de ingestão, digestão e absorção dos nutrientes (BURTON-FREEMAN, 2000). A adição de fibras à dieta aumenta o volume da refeição e diminui a densidade energética. As fibras que formam géis, quando hidratadas, afetam múltiplos aspectos da função gastrointestinal como o esvaziamento gástrico, o tempo de trânsito intestinal, a digestão e a absorção de nutrientes, particularmente carboidratos e gorduras (VAHOUNY et al., 1988).

Assim, entre as estratégias para o controle e prevenção dos riscos relacionados com a obesidade, é recomendado o aumento no consumo de fibras, presentes principalmente em alimentos de origem vegetal.

A quitosana, uma fibra alimentar de origem animal, extraída do exoesqueleto de crustáceos e com estrutura química semelhante à celulose pode atuar como um alimento funcional, reduzindo a absorção das gorduras no intestino e promovendo a redução da concentração de colesterol sérico (HOSSAIN et al., 2007; CHIANG; YAO, 2002; CHIANG; YAO; CHEN, 2000; FUKADA; KIMURA; AYAKI, 1991). Este tipo de fibra ainda apresentaria outras aplicações, como modular a função imune do sistema gastrointestinal (LIM et al., 1997), proteger a mucosa gástrica e inibir o apetite (KAATS; MICHALEK; PREUSS, 2006), regenerar a estrutura óssea aumentando a absorção de cálcio (COPPINI et al., 2002), normalizar as concentrações de ácido úrico, promover a perda de massa corporal (CRAVEIRO; ALENCAR; PESSOA, 1999) e apresentar atividade antitumoral (SEO et al., 2000).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de uma ração acrescida de quitosana ou celulose sobre alguns parâmetros relacionados à saciedade, ao peso corporal, aos depósitos de gordura abdominal e ao perfil de lipídios séricos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo seguiu as recomendações do Comitê Brasileiro para Cuidados com Animais de Experimentação (2005), adotado pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil e foi desenvolvido no Laboratório de Avaliação Biológica de Alimentos (LABA), do Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Nutrição (FANUT) da UFMT. Foram avaliadas ratas Wistar adultas (n=14), 90 dias de idade, peso médio de 290g, provenientes do biotério central, divididas em: grupo quitosana (GQ, n=7) e grupo controle (GC, n=7). Aos animais do grupo controle foi oferecido ração para roedores, à base de caseína, preparada segundo as normas do Instituto Americano de Nutrição (AIN-93G) (REEVES; NIELSEN; FAHEY, 1993). A ração teste foi elaborada, seguindo as normas da AIN-93G, sendo um percentual de 5% da ração correspondente à fibra (celulose microcristalina) substituído por quitosana pura em pó, proveniente de um laboratório farmacêutico (Tabela 1). Os animais foram acomodados solitariamente sob condições experimentais, em gaiolas individuais com comedouro e bebedouro, ambos de livre acesso para a alimentação. A água e a ração foram oferecidas *ad libitum* durante todo o período de tratamento (10 dias). A alternância da iluminação claro/escuro foi controlada por um *timer*, sendo mantidas as luzes acesas das 6:00 às 18:00 horas. As condições de temperatura foram controladas entre 21-23 °C e a umidade relativa de 55±15%, sendo verificadas diariamente. Avaliou-se em gramas (g): o peso corporal, o consumo alimentar e o peso das fezes excretadas, com intervalo de dois dias a partir do primeiro dia de tratamento. O sacrifício das ratas ocorreu após 12 horas de jejum, por decapitação na região troncular. Coletou-se o sangue para o procedimento das análises bioquímicas, separando-se o soro em alíquotas, para determinações de glicose (TRINDER, 1969), proteínas totais (WOLFSON et al., 1948) e albumina (DOUMAS; WATSON; BIGGS, 1971). Para as dosagens de triacilglicerol, colesterol total, LDL-colesterol e HDL-colesterol, utilizaram-se *kits* padronizados e comercialmente disponíveis (LABTEST, 1999). Determinou-se o peso fresco (g) da carcaça, do fígado, dos depósitos de gordura abdominal: retroperitoneal (RET), gonadal (GON) e peri-renal (PR), do estômago, do intestino delgado e do cólon (com e sem conteúdo). O peso da carcaça foi composto pela pele, cabeça, tecido muscular e ossos, após a retirada das vísceras do animal.

Tabela 1 – Composição das rações à base de caseína acrescidas de celulose ou quitosana (AIN, 93)¹

Componente	(g/100g)	Composição					
		Ptn (g)	Gli (g)	Lip (g)	Fibras (g)	Min (mg)	Vit (mg)
Amido de milho*	38,62	0,58	34,83	0,03	-	-	-
Caseína	21,12	17,00	0,53	1,48	-	-	-
Amido de milho dextrinizado*	13,20	0,20	11,90	0,01	-	-	-
Sacarose	10,00	-	10,00	-	-	-	-
Óleo de soja	7,00	-	-	7,00	-	-	-
Fibra (celulose ou quitosana**)	5,00	-	-	-	5,00	-	-
Mistura de minerais	3,50	-	0,77	-	-	2,73	-
Mistura de vitaminas	1,00	-	0,97	-	-	-	0,02
L-cistina	0,30	-	-	-	-	-	-
Bitartarato de colina	0,25	0,30	-	-	-	0,25	-
TOTAL (g)	100,00	18,80	59,00	8,52	5,00	2,98	0,02
KCAL	387,88	75,20	236,00	76,68	-	-	-

¹Para composição detalhada, Reeves; Nielsen; Fahey (1993).

*Fornecidos por Corn Products of Brazil. **Laboratório Farmacêutico Caresse Ltda, Araçatuba, SP.

Legenda: Ptn - proteínas; Gli - glicídeos; Lip - lipídios; Min - minerais; Vit - vitaminas.

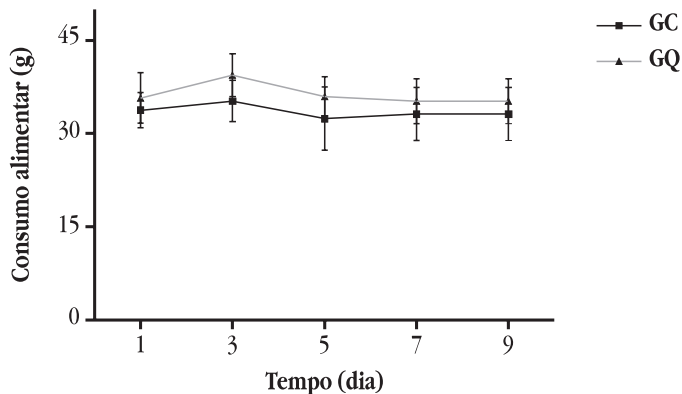
Os resultados obtidos nas avaliações foram expressos em média \pm desvio padrão. Aplicou-se o teste de Levene para verificar a homogeneidade das variâncias; o teste t de Student para amostras independentes ou o teste de Mann-Whitney, para comparação entre os grupos. Utilizou-se o programa Statistic for Windows, versão 4.3, 1993 (Statsoft, Tulsa, OK, USA), adotando-se o nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Não foram observadas diferenças significativas no consumo alimentar e no peso corporal ao final do período experimental (Figuras 1 e 2). O peso corporal variou em ambos os grupos durante o tratamento, com redução acentuada nos primeiros dias, seguido de recuperação ao final do período experimental (Figura 2).

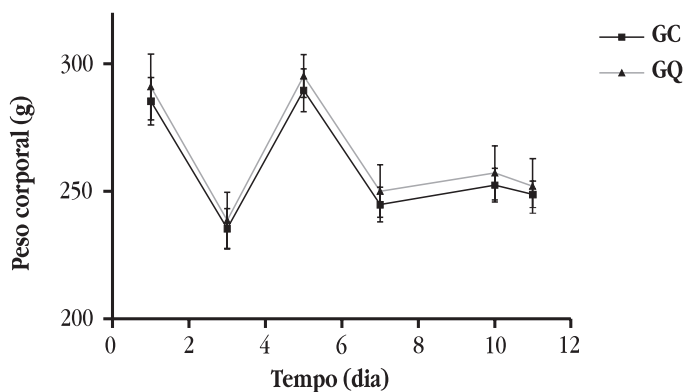
Embora as concentrações séricas de glicose e proteínas totais tenham se mantido estáveis, a albuminemia foi significativamente aumentada no grupo que consumiu ração acrescida de quitosana. O perfil de lipídios séricos, assim como os depósitos de gordura abdominal e os pesos do fígado e carcaça foram semelhantes em ambos os grupos (Tabelas 2 e 3).

As ratas que consumiram ração acrescida de quitosana apresentaram menor peso do estômago e do intestino delgado (com conteúdo), comparadas às do grupo controle. Porém,



Valores expressos em média \pm desvio padrão (n=7) (p=0,05).

Figura 1 – Evolução do consumo alimentar (g) de ratos dos grupos quitosana (GQ) e controle (GC) durante o período experimental



Valores expressos em média \pm desvio padrão (n=7).

Figura 2 – Evolução do peso corporal de ratos dos grupos quitosana (GQ) e controle (GC) durante o período experimental

isso não se repetiu ao avaliar o peso desses segmentos sem conteúdo. Não se observou alteração nos pesos do cólon (com e sem conteúdo) e no peso das fezes úmidas excretadas pelas ratas (Tabela 4).

DISCUSSÃO

O incentivo para o consumo mais elevado de fibras alimentares na dieta humana foi marcante a partir da década de 70, devido principalmente, aos seus benefícios para a saúde

Tabela 2 – Glicemia, proteínas totais, albumina e perfil de lipídios séricos de ratas adultas dos grupos quitosana (GQ) e controle (GC) durante o período experimental

VARIÁVEIS	GRUPOS		P
	GC	GQ	
Glicemia (mg/dL)	92,52 ± 21,07	115,36 ± 27,86	0,109205
Albumina (g/mL)	3,29 ± 0,43	3,76 ± 0,34*	0,044362
Prot. Totais (g/mL)	6,89 ± 1,01	7,69 ± 2,84	0,227000
Triacilglicerol (mg/dL)	156,33 ± 61,64	105,33 ± 24,04	0,117494
Colesterol (mg/dL)	142,00 ± 36,60	118,25 ± 31,15	0,281852
HDL-colesterol (mg/dL)	70,28 ± 14,74	69,44 ± 20,94	0,939440
LDL-colesterol (mg/dL)	40,46 ± 28,91	27,74 ± 15,74	0,403487

Valores expressos em média ± desvio padrão (n=7).

* p < 0,05 difere significativamente do controle.

Tabela 3 – Peso total do fígado (g), depósito adiposo abdominal (g): retroperitoneal (RET), gonadal (GON) e peri-renal (PR) e peso da carcaça (g) de ratas adultas dos grupos quitosana (GQ) e controle (GC) durante o período experimental

VARIÁVEIS	GRUPOS		P
	GC	GQ	
Fígado (g)	7,16 ± 0,39	6,86 ± 0,29	0,131710
RET (g)	3,59 ± 0,65	4,31 ± 0,86	0,883501
GON (g)	6,01 ± 1,20	5,93 ± 0,88	0,102039
PR (g)	4,99 ± 1,80	4,95 ± 2,17	0,966474
Carcaça (g)	193,92 ± 4,06	195,80 ± 6,07	0,507750

Valores expressos em média ± desvio padrão (n=7).

(RAUPP et al., 2002). Assim, a quitosana, uma fibra de origem animal, por apresentar muitas propriedades semelhantes às da celulose segundo relatos na literatura, passou a ser utilizada para substituir a fibra de origem vegetal.

Este estudo não mostrou diferença estatisticamente significativa no peso corporal final de ratas tratadas com quitosana (GQ), quando comparadas ao grupo que recebeu celulose (GC). Em ambos os grupos, ocorreu declínio no peso corporal, na primeira fase de tratamento (3 dias), seguido de ganho e manutenção do peso até o final do estudo, aos níveis observados no início, configurando um estado de estabilidade de peso após dez dias de consumo de

Tabela 4 – Peso (com e sem conteúdo) do estômago, intestino delgado e cólon (g) e peso das fezes excretadas (g) de ratas adultas dos grupos controle (GC) e quitosana (GQ) durante o período experimental

VARIÁVEIS	GRUPOS		P
	GC	GQ	
Estômago com conteúdo (g)	2,06 ± 0,36	1,49 ± 0,22*	0,003906
Estômago sem conteúdo (g)	1,17 ± 0,13	1,16 ± 0,12	0,885433
Intestino delgado com fezes (g)	6,70 ± 0,43	6,02 ± 0,51*	0,019508
Intestino delgado sem fezes (g)	5,17 ± 0,43	4,78 ± 0,45	0,117973
Cólon com fezes (g)	2,53 ± 0,41	2,21 ± 0,50	0,210440
Cólon sem fezes (g)	1,43 ± 0,09	1,40 ± 0,15	0,663419
Peso de fezes excretadas (g)	2,05 ± 0,35	2,11 ± 0,37	0,773499

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).

* p < 0,05 difere significativamente do controle.

fibra associada à ração isocalórica e isonitrogenada. Também não se observaram diferenças nos depósitos de gordura abdominal, nas carcaças e tampouco no peso total do fígado, em ambos os grupos. O consumo de ração também não variou entre os grupos.

No entanto, verificou-se no grupo quitosana menor peso do estômago e do intestino delgado (com conteúdo alimentar), podendo indicar um processo de esvaziamento gastrointestinal mais acelerado, com menor permanência do conteúdo alimentar nesses segmentos. Contudo, os resultados obtidos não são suficientes para inferir sobre algum efeito na saciedade, tendo em vista que não foi observada diferença no consumo de ração entre os grupos.

Em estudo descrito por Ventura (1996), em pacientes obesos, houve redução no peso corporal após a administração de dieta acrescida de quitosana por quatro semanas. No mesmo período, Kondo e Osada (1996), avaliaram a influência da quitosana e de outras fibras dietéticas (celulose, ágar-ágar, pectina e quitina) em ratos e, também observaram menor ingestão alimentar e conseqüente redução do peso corporal no grupo quitosana.

Resultados semelhantes foram encontrados por Colombo e Sciotto (1996), avaliando os aspectos nutricionais da adição de quitosana à dieta hipocalórica. E, por Egger, Cameron-Smith e Stanton (1999) e Zahorska-Markiewicz et al. (2002), cujos resultados reforçaram a idéia de que a efetividade da quitosana em modificar o peso corporal só poderia ser verificada pela associação dessa fibra com dieta hipocalórica e ou, com a prática de atividade física.

Entretanto, em estudos com mulheres obesas, Wuolijoki, Hirvela e Ylitalo (1999) observaram durante 4, 6 e 8 semanas, que o peso corporal não se alterou no grupo

alimentado com dieta à base dessa fibra. E, também Pittler et al. (1999), em estudo randomizado, duplo cego, com voluntários adultos, associando dieta normocalórica ao uso diário de quitosana em cápsulas, não verificaram alteração significativa no peso corporal e no índice de massa corporal (IMC) dos indivíduos avaliados.

Já em pesquisa recente desenvolvida em humanos por Kaats, Michalek e Preuss (2006), verificou-se que o grupo que recebeu dieta à base de quitosana apresentou maior perda de peso corporal total, massa gordurosa, percentual de gordura corporal e melhora da composição corporal, comparado a um grupo placebo, evidenciando o efeito da quitosana em facilitar o processo de depleção de gordura corporal adicional.

Em outro estudo realizado durante 8 semanas, com ratos normocolesterolêmicos (NC) e hipercolesterolêmicos (HC), usando dieta acrescida de 2 e 4% de quitosana, evidenciou-se redução do peso corporal somente no grupo de ratos HC que consumiram dieta acrescida de 4% de quitosana (HOSSAIN et al., 2007).

Com relação à capacidade da quitosana em controlar o tempo de esvaziamento gastrointestinal, Torrado et al. (2004) demonstraram que esta fibra, quando conjugada com outras substâncias que formam géis, pode retardar o tempo médio de esvaziamento gástrico.

As fibras alimentares facilitam as funções do intestino grosso por meio da redução do tempo de trânsito, aumento da superfície de absorção, do peso das fezes e da frequência das evacuações, na diluição do conteúdo do intestino e no fornecimento de substrato fermentável à microbiota, normalmente presente no intestino grosso (COLLI; SARDINHA; FILISETTI, 2002; LOBO et al., 2007).

Parece existir uma correlação entre o peso das fezes excretadas e a ingestão de fibra alimentar. A massa formada a partir da presença física da fibra ou pelo aumento de massa microbiana por ela produzida, é necessária para proporcionar uma excreção normal de fezes. As fibras alimentares são o principal componente da dieta que provocam um aumento do peso das fezes em indivíduos saudáveis (COLLI; SARDINHA; FILISETTI, 2002).

O presente estudo mostrou valores similares, no peso do cólon e das fezes, entre os grupos. Outros relatos envolvendo estudos tanto em ratos como em humanos, demonstraram que dietas hiperlipídicas associadas com quitosana, não promoveram qualquer mudança significativa no peso fecal (GADES; STERN, 2002; SUGANO et al., 1980).

Embora a albuminemia tenha apresentado um aumento significativo no grupo quitosana, o conteúdo de proteínas totais e a glicemia apresentaram-se similares em ambos os grupos, mostrando que a oferta de energia e proteínas na dieta foi adequada para as reações de síntese em ambos os grupos.

Apesar de vários relatos demonstrarem maior efetividade da quitosana em modular o perfil de lipídios séricos, o presente estudo não mostrou diferenças nas concentrações de triacilglicerol, colesterol total e frações. Macchi (1996) demonstrou que o efeito da quitosana no tratamento da obesidade é útil por reduzir a absorção de gorduras e por

atuar normalizando as concentrações de colesterol e triacilglicerol séricos, com possível aumento da fração HDL, sugerindo que o efeito anti-obesidade promovido pela quitosana pode ser atribuído à inibição da absorção intestinal da gordura dietética. Conseqüentemente, esta fibra poderia diminuir o risco de esteatose hepática e hiperlipidemia em camundongos submetidos à dieta rica em gordura (HAN; KIMURA; OKUDA, 1999; SHIGEMATSU et al., 2001). Entretanto, tais efeitos são também atribuídos a outras fibras vegetais, como a celulose.

Chiang, Yao e Chen (2000) verificaram em ratos que dietas acrescidas de quitosana sob diferentes viscosidades promoveram redução significativa nas concentrações séricas de colesterol total, LDL e VLDL-colesterol.

Na década de 80, alguns estudos mostraram redução significativa de colesterol total e de triacilglicerol séricos e de colesterol hepático em roedores, com o uso de quitosana, sugerindo que a combinação de gordura dietética com este tipo de fibra é importante para induzir um efeito benéfico sobre a absorção de lipídios (IKEDA; TOMARI; SUGANO, 1989; SUGANO et al., 1980). Em outro estudo em ratos, a efetividade da quitosana em manter a normalidade do colesterol sérico mostrou eficiência na concentração de 7,5% do total da dieta, quando comparado à concentração de 5%, mesmo com ingestão elevada de colesterol (LEHOUX; GRONDIM, 1993).

Estudo recente descrito por Xu et al. (2007), mostrou que a quitosana melhorou o metabolismo lipídico em ratos, regulando as concentrações séricas de colesterol total e LDL-colesterol e aumentando a excreção fecal de ácidos biliares. Porém, mantiveram-se inalteradas as concentrações de triacilglicerol e HDL-colesterol. E, também Hossain et al. (2007), sugeriram que a ração suplementada com quitosana em concentrações de 2 e 4% pode reduzir o perfil lipídico em ratos normocolesterolêmicos (NC) e hipercolesterolêmicos (HC), com tratamento durante 8 semanas.

É possível que o tempo de tratamento adotado no protocolo do presente estudo (10 dias) não tenha sido suficiente para a obtenção de resultados mais satisfatórios em relação a estes parâmetros.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem inferir que a utilização de quitosana na dieta apresenta resultados semelhantes aos da celulose no que concerne ao consumo alimentar, no controle da saciedade, nos depósitos de gordura abdominal, na modulação do perfil lipídico, assim como na manutenção do peso corporal. Estudos mais detalhados são recomendados para avaliar a importância do uso desse tipo de fibra na dieta humana em substituição e/ou, em associação a outras fontes de fibras de origem vegetal.

REFERÊNCIAS/REFERENCES

- BRENNAN, C. S. Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes. *Mol. Nutr. Food. Res.*, v. 49, n. 7, p. 716, 2005.
- BURTON-FREEMAN, B. Dietary fiber and energy regulation. *J. Nutr.*, v. 30, p. 272-275, 2000. Supplement 2.
- CATALANI, L. A.; KANG, E. M. S.; DIAS, M. C. G.; MACULEVICIUS, J. Fibras Alimentares. *Rev. Bras. Nutr. Clin.*, v. 18, n. 4, p. 178-182, 2003.
- CHIANG, M. T.; YAO, H. T.; CHEN, H. C. Effect of dietary chitosans with different viscosity on plasma lipids and lipid peroxidation in rats fed on a diet enriched with cholesterol. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, v. 64, n. 5, p. 965-971, 2000.
- CHIANG, M. T.; YAO, H. T. Plasm lipoprotein cholesterol in rats fed a diet enriched in chitosan and cholesterol. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, v. 48, n. 5, p. 379-383, 2002.
- COLLI, C.; SARDINHA, F.; FILISETTI, T. M. C. C. Alimentos Funcionais. In: CUPPARI, L. *Guia de nutrição – nutrição clínica no adulto*. São Paulo: Manole, 2002. p. 55-70.
- COLOMBO, P.; SCIUTTO, A. M. Aspectos Nutricionais da adição de quitosana em uma dieta hipocalórica. *Acta Toxicol. Ther.*, v. 17, n. 4, p. 287-302, 1996.
- COMITÊ BRASILEIRO PARA CUIDADOS COM ANIMAIS DE EXPERIMENTAÇÃO. *Princípios Éticos e Práticos do Uso de Animais de Experimentação* [on line]. Disponível em: <<http://www.cobea.org.br/principios.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2005.
- COPPINI, L. Z.; WAITZBERG, D. L.; CAMPOS, F. G.; HABR-GAMA, A. Fibras Alimentares e Ácidos Graxos de Cadeia Curta. In: WAITZBERG, D. L. *Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica*. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2002. p. 79-94.
- CRAVEIRO, A. A.; ALENCAR, J. W.; PESSOA, J. C. *Quitosana: a fibra do futuro*. Ceará: Eletrônica-Padtec, 1999.
- DOUMAS, B. T.; WATSON, W. A.; BIGGS, H. G. Albumin standards and the measurement of serum albumin with bromcresol green. *Clin. Chim. Acta*, v. 31, n. 1, p. 87-96, 1971.
- EGGER, G.; CAMERON-SMITH, D.; STANTON, R. The effectiveness of popular, non-prescription weight loss supplements. *Med. J. Aust.*, v. 71, n. 11-12, p. 604-608, 1999.
- FRANCISCHI, R. P. P.; PEREIRA, L. O.; FREITAS, C. S. Obesidade: atualização sobre sua etiologia, morbidade e tratamento. *Nutr. Rev.*, v. 13, n. 1, p. 17-28, 2000.
- FUKADA, Y.; KIMURA, K.; AYAKI, Y. Efeito da Ingestão de Quitosana no metabolismo dos Ácidos Biliares em Ratos. *Lipids*, v. 26, n. 5, p. 395-399, 1991.
- GADES, M. D.; STERN, J. S. Chitosan supplementation does not affect fat absorption in healthy males fed a high-fat diet, a pilot study. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, v. 26, n. 1, p. 119-122, 2002.
- HALL, R. S.; JOHNSON, S. K.; BAXTER, A. L.; BALL, M. J. Lupin kernel fibre-enriched foods beneficially modify serum lipids in men. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v. 59, n. 3, p. 325-333, 2005.
- HAN, L. K.; KIMURA, Y.; OKUDA, H. Reduction in fat storage during chitin – chitosan treatment in mice fed a high – fat diet. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, v. 23, n. 2, p. 174-179, 1999.
- HOFFMAN, D.J. Upper limits in developing countries: warning against too much in lands of too little. *J. Amer. Coll. Nutr.*, v. 23, n. 6, p. 610S-615, 2004.
- HOSSAIN, S.; RAHMAN, A.; KABIR, Y.; SHAMS, A. A.; AFROS, F.; HASHIMOTO, M. Effects of shrimp (macrobracium rosenbergii)-derived chitosan on plasma lipid profile and liver lipid peroxide levels in normo- and hypercholesterolaemic rats. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, v. 34, n. 3, p. 170-176, 2007.

- IKEDA, I.; TOMARI, Y.; SUGANO, M. Interrelated effects of dietary fiber and fat on lymphatic cholesterol and triglyceride absorption in rats. *Am. Inst. Nutr.*, v. 119, n. 10, p. 1383-1387, 1989.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Estatísticas de obesidade* [on line]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 abr. 2005.
- KONDO, H.; OSADA, A. Influence of dietary fiber on the bioavailability of zinc in rats. *Biomed. Environ. Sci.*, v. 9, n. 2-3, p. 204-208, 1996.
- KRAATS, G. R.; MICHALEK, J. E.; PREUSS, H. G. Evaluating efficacy of a chitosan product using a double-blinded, placebo-controlled protocol. *J. Am. Coll. Nutr.*, v. 25, n. 5, p. 389-394, 2006.
- LEHOUX, J. G.; GRONDIM, F. Some effects of chitosan on liver function in the rat. *Endocr.*, v. 132, n. 3, p. 1078-1084, 1993.
- LIM, B. O.; YAMADA, K.; NONAKA, M.; KURAMOTO, Y.; HUNG, P.; SUGANO, M. Dietary fibers modulate indices of intestinal immune function in rats. *J. Nutr.*, v. 127, n. 5, p. 663-667, 1997.
- LOBO, A. R.; COLLI, C.; ALVARES, E. P.; FILISETTI, T. M. Effects of fructans-containing yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp and Endl.) flour on caecum mucosal morphometry, calcium and magnesium balance, and bone calcium retention in growing rats. *Br. J. Nutr.*, v. 97, n. 4, p. 776-785, 2007.
- MACCHI, G. Um novo recurso para o tratamento da obesidade: os efeitos da quitosana na redução do peso corporal e nos níveis de colesterol plasmático. *Acta Toxicol. Ther.*, v. 17, n. 4, p. 303-320, 1996.
- MCIVOR, A. C.; MEGUID, M. M.; CURTAS, S.; WARREN, J.; KAPLAN, D. S. Intestinal obstruction from cecal bezoar. A complication of fiber- containing tube feedings. *Nutr.*, v. 6, n. 1, p. 115-117, 1990.
- MUZZARELLI, R. A. A. Chitosan-based Dietary Foods. *Carbohydr. Polym.*, v. 29, n. 4, p. 309-316, 1996.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE / ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. *Doenças crônico-degenerativas e obesidade: estratégia mundial sobre alimentação saudável, atividade física e saúde*. Brasília: OPS/OMS, 2003. p. 28-34.
- PITTLER, M. H.; ABBOT, N. C.; HARKNESS, E. F.; ERNST, E. Randomized, double – blind trial of chitosan for body weight reduction. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v. 53, n. 5, p. 379-381, 1999.
- RAUPP, D. S.; MARQUES, S. H. P.; ROSA, D. A.; CALDI, C. M.; CREMASCO, A. C. V.; BANZATTO, D. A. Arraste via fecal de nutrientes da ingestão produzido por bagaço de mandioca hidrolisado. *Sci. Agric.*, v. 59, n. 2, p. 235-242, 2002.
- REEVES, P. J.; NIELSEN, F. H.; FAHEY JR, G. C. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition and hoc writing Committee on the reformulation of the AIN-76 rodents diet. *J. Nutr.*, v. 123, n. 11, p. 1939-1951, 1993.
- SEO, W. G.; PAE, H. O.; KIM, N. Y.; OH, G. S.; PARK, I. S.; KIM, Y. H.; KIM, Y. M.; LEE, Y. H.; JUN, C. D.; CHUNG, H. T. Synergistic cooperation between water-soluble chitosan oligomers and interferon-gamma for induction of nitric oxide synthesis and tumoricidal activity in murine peritoneal macrophages. *Cancer Lett.*, v. 159, n. 2, p. 189-195, 2000.
- SHIGEMATSU, N.; ASANO, R.; SHIMOSAKA, M.; OKAZAKI, M. Effect of long term-administration with *Gymnema sylvestre* R. BR on plasma and liver lipid in rats. *Pharm. Bull.*, v. 24, n. 6, p. 643-649, 2001.
- SUGANO, M.; FUJIKAWA, T.; HIRATSUJI, Y.; MAKASHIMA, K.; FUKUDA, N.; HASEGAWA, Y. A novel use of chitosan as a hypocholesterolemic agent in rats. *Am. J. Clin. Nutrition*, v. 33, n. 4, p. 787-793, 1980.
- TORRADO, S.; PRADA, P.; DE LA TORRE, P. M.; TORRADO, S. Chitosan-poly (acrylic) acid polionic complex: in vivo study to demonstrate prolonged gastric retention. *Biomaterials*, v. 25, n. 5, p. 917-923, 2004.

TRINDER, P. Determination of blood glucose using na oxidase–peroxidase system with a non–carininogenic chromogem. *J. Clin. Path.*, v. 22, n. 2, p. 158-161, 1969.

VAHOUNY, G. V.; SATCHITHANANDAM, S.; CHEN, I.; TEPPER, S. A.; KRITCHEVSKY, D.; LIGHTFOOT, F. G.; CASSIDY, M. M. Dietary fiber and intestinal adaptation: effects on lipid absorption and lymphatic transport in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 47, n. 2, p. 201-206, 1988.

VENTURA, P. Atividade Redutora de Lipídeos da Quitosana, um Novo Integrador Dietético. *Cbitin. Enzymol.*, v. 2, p. 55-62, 1996.

WOLFSON, W. Q.; HUDLESTON, B.; LEVINE, R. Studies in serum proteins. 5. A rapid procedure for the estimation of total protein, true albumin, total globulin, alpha globulin, and gamma globulin in 1.0 ml of serum. *Am. J. Clinn. Path.*, v. 18, p. 723-730, 1948.

WUOLIJOKI, E.; HIRVELA, T.; YLITALO, P. Decrease in serum LDL cholesterol with microcrystalline chitosan. *Methods Find Exp. Clin. Pharmacol.*, v. 21, n. 5, p. 357-361, 1999.

XU, G.; HUANG, X.; OIU, L.; WU, J.; HU, Y. Mechanism study of chitosan on lipid in hyperlipidemic rats. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, v. 16, p. 313-317, 2007. Supplement.

ZAHORSKA-MARKIEWICZ, B.; KROTKIEWSKI, M.; OLSZANECKA-GLINIANOWICZ, M.; ZURAKOWSKI, A. Effect of chitosan in complex management of obesity. *Pol. Mercuriuz. Lek.*, v. 13, n. 74, p. 129-132, 2002.

Recebido para publicação em 04/06/07.

Aprovado em 09/11/07.