

Participação da fibra solúvel no controle glicêmico de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2

Soluble fiber participation in the glycemic control of subjects with type 2 diabetes mellitus

ABSTRACT

SÁ, J. M.; MOTA, C. S.; LIMA, G. C. F.; MARREIRO, D. N.; POLTRONIERI, F. Soluble fiber participation in the glycemic control of subjects with type 2 diabetes mellitus. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 34, n. 2, p. 229-243, ago. 2009.

Type 2 diabetes mellitus is characterized by glucose intolerance and fasting hyperglycemia, having as main physiopathologic alteration the peripheral resistance to the action of insulin. Its prevalence has been increasing mainly in the developing countries, becoming a public health problem. Although this type of diabetes presents unknown etiology, it is proven that genetic and environmental factors such as obesity, sedentarism and diets rich in fats and poor in fiber, contribute to its development. Epidemiological data indicate that low fiber intake correlates to high prevalence of diabetes mellitus. The aim of this paper is to evaluate, by means of a bibliographical review (1998-2008), the effect of soluble fiber ingestion on blood glucose in people with type 2 diabetes mellitus. Several studies have proven the beneficial role of soluble fiber consumption in reducing the risk of diabetes mellitus development. Soluble fiber delays the gastric emptying by means of its viscosity, increases the satiety and acts by reducing the speed of glucose absorption, thus favoring glycemic response.

**Keywords: Dietary fiber.
Soluble fiber. Type 2 diabetes mellitus.
Blood glucose.**

**JULIANA DE MELO SÁ¹;
CAMILA SOUZA MOTA²;
GLEICE CRISTINA
FREITAS LIMA³; DILINA
DO NASCIMENTO
MARREIRO⁴; FABIANA
POLTRONIERI⁵**

¹Nutricionista graduada pelo Centro Universitário São Camilo, SP

²Nutricionista graduada pelo Centro Universitário São Camilo, SP

³Nutricionista graduada pelo Centro Universitário São Camilo, SP

⁴Professora Doutora da Universidade Federal do Piauí

⁵Professora Doutora do Centro Universitário São Camilo, SP

Endereço para correspondência:
Juliana de Melo Sá
Rua Frei Fidelis Mota, 489
Bairro Parque Cruzeiro do Sul – São Paulo - SP
E-mail: julimelo_nutri@yahoo.com.br

Agradecimentos:
agradecemos a Professora Vilma Moreira Ferreira pela revisão ortográfica.

RESUMEN

La diabetes mellitus tipo 2 se caracteriza por intolerancia a la glucosa e hiperglucemia de ayuno y su principal modificación fisiopatológica es la resistencia periférica a la acción de la insulina. Su prevalencia está aumentando especialmente en los países en desarrollo y se ha convertido en un problema de salud pública. Aunque este tipo de diabetes presenta etiología desconocida, existe evidencia que factores genéticos y ambientales como la obesidad, estilo sedentario de vida y una dieta rica en grasas y baja en fibras, contribuyen a su apareamiento. Los datos epidemiológicos indican que el bajo consumo de fibras se correlaciona con una elevada prevalencia de diabetes mellitus. Este trabajo evaluó por medio de una revisión de la literatura científica (periodo: 1998-2008) el efecto de la ingestión de fibras solubles en el nivel de glucosa sanguínea de pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Los estudios analizados muestran el papel benéfico del consumo de fibras solubles, el cual disminuye el riesgo de apareamiento de diabetes. Las fibra soluble retardan el tránsito intestinal debido al aumento de viscosidad que provocan, lo que contribuye también para aumentar la saciedad. Esto lleva a una reducción de la tasa de absorción de glucosa y, por ende, de la respuesta glucémica.

Palabras clave: Fibra dietética.

Fibra soluble. Diabetes mellitus tipo 2.

Glucosa.

RESUMO

O diabetes mellitus tipo 2 caracteriza-se pela intolerância à glicose e hiperglicemia de jejum, tendo como principal alteração fisiopatológica a resistência periférica à ação da insulina. Sua prevalência vem aumentando principalmente nos países em desenvolvimento, tornando-se um problema de saúde pública. Embora este tipo de diabetes apresente etiologia desconhecida, está comprovado que fatores genéticos e ambientais como: obesidade, sedentarismo e dietas ricas em gorduras e pobres em fibra, contribuem para o seu desenvolvimento. Dados epidemiológicos indicam que a baixa ingestão de fibras correlaciona-se com alta prevalência de diabetes mellitus. O presente trabalho avaliou, por meio de revisão bibliográfica (período 1998-2008), o efeito da ingestão de fibra solúvel na glicemia de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2. Diversos estudos comprovaram o papel benéfico do consumo de fibras solúveis, na diminuição do risco de desenvolvimento do diabetes mellitus. As fibras solúveis retardam o esvaziamento gástrico por meio de sua viscosidade, aumentam a saciedade e atuam reduzindo a velocidade de absorção da glicose, e a resposta glicêmica.

Palavras-chave: Fibra alimentar.

Fibra solúvel. Diabetes mellitus tipo 2.

Glicemia.

INTRODUÇÃO

As tendências na morbidade e na mortalidade da população brasileira sofreram profundas transformações no século XX. Dentre as quais, a redução da mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias e o aumento das causas crônico-degenerativas (CARMO; BARRETO; SILVA Jr., 2003). É oportuno destacar que a adoção de padrões alimentares inadequados, como o baixo consumo de alimentos ricos em fibras, o aumento do consumo de gorduras saturadas e de açúcares da dieta, associadas ao sedentarismo, compõem um dos principais fatores etiológicos do diabetes tipo 2, da obesidade e de outras Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT), como hipertensão arterial sistêmica, hipercolesterolemia, aterosclerose, osteoporose, e câncer (JOINT WHO/FAO EXPERT CONSULTATION, 2003; SARTORELLI; FRANCO; CARDOSO, 2006).

O diabetes mellitus, em particular, merece bastante atenção, pois sua incidência e prevalência estão aumentando exponencialmente, adquirindo proporções epidêmicas em diversos países (MOKDAD et al., 2001; SARTORELLI; FRANCO, 2003; ZIMMET; ALBERTI; SHAW, 2001). Trata-se de uma síndrome de etiologia múltipla, decorrente da falta de insulina e/ou da incapacidade deste hormônio em exercer adequadamente seus efeitos. Esta doença caracteriza-se por um estado crônico de hiperglicemia e, frequentemente, é acompanhada por alterações no perfil lipídico, hipertensão arterial e disfunção endotelial (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2005).

O tratamento do paciente diabético deve atender as seguintes estratégias: educação, modificações no estilo de vida, como por exemplo, suspensão do tabagismo, redução do consumo de bebidas alcoólicas, prática de atividade física, reeducação alimentar, além do uso de medicamentos (hipoglicemiantes orais e/ou insulina) (BIRAL; CARDOSO; GRUNSPAN, 2005; CAMOLESI; OLIVEIRA; TAPIA, 2005).

Nesse contexto, a alimentação adequada é imprescindível para um bom controle metabólico, e a terapia nutricional torna-se um dos pontos fundamentais, tanto na prevenção, quanto no tratamento do diabetes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2005).

Dentre os nutrientes que auxiliam no controle glicêmico, destacam-se as fibras alimentares, sobretudo, as solúveis, pois proporcionam a redução dos níveis séricos de lipídios e controlam a glicemia por meio do aumento da sensibilidade periférica à ação da insulina (CHANDALIA et al., 2000), além de serem importantes constituintes de uma dieta saudável (BRASIL, 2005; TIMM; SLAVIN, 2008).

Considerando a relevância do tema, bem como a existência de discordâncias nos resultados obtidos por meio de diversos estudos, esta revisão visa trazer informações atualizadas sobre os aspectos relacionados ao efeito da ingestão da fibra solúvel no controle glicêmico de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2.

O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados Pubmed, Scielo, Lilacs e capítulos de livros, publicados no período de 1998 a 2008, em português, espanhol e inglês. O presente estudo incluiu artigos originais e de revisão.

FIBRAS ALIMENTARES

As fibras podem ser definidas tanto por seus atributos fisiológicos, quanto pela sua composição química. De fato, a definição exata de fibra alimentar não foi ainda adequadamente estabelecida, sendo que a *American Association of Cereal Chemists* (AACC), propôs a seguinte definição: “A fibra da dieta é a parte comestível das plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos com fermentação incompleta ou parcial no intestino grosso. A fibra da dieta inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina, e substâncias associadas às plantas. A fibra da dieta promove efeitos fisiológicos benéficos, incluindo laxação, e/ou atenuação do colesterol do sangue e/ou atenuação da glicose do sangue” (FILISSETTI, 2006).

Originalmente, por se apresentarem resistentes à digestão, as fibras alimentares eram consideradas sem valor nutricional. Contudo, o seu consumo já era preconizado em 500 a.C., por Hipócrates, em decorrência da propriedade laxativa do farelo de trigo utilizado na prevenção e tratamento de constipações intestinais (COSTA; SILVA; MAGNONI, 1997; FILISSETTI, 2006).

Atualmente, sabe-se que as fibras alimentares apresentam efeitos benéficos na prevenção e no tratamento de várias doenças, tais como o diabetes mellitus, câncer de cólon, síndrome do intestino curto, doença diverticular dos cólons, aterosclerose, além de auxiliarem na redução da pressão arterial e no controle do peso e, por isso, são consideradas como um alimento funcional (ANDERSON et al., 2009; LLANO; FERRER, 2006).

Quando degradadas no cólon, as fibras alimentares sofrem fermentação de bactérias colônicas anaeróbicas, o que resulta na formação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), como os ácidos acético, butírico e propiônico, além de gases (hidrogênio, metano e dióxido de carbono) sendo que estes produtos podem apresentar efeitos tanto em nível local, quanto sistêmico (ANDERSON et al., 2009; GRAY, 2006; TIMM; SLAVIN, 2008). Cada 20g de fibras são capazes de produzir 100mMol de ácidos graxos de cadeia curta, na seguinte distribuição: 62% de acetato, 25% de propionato e 16% de butirato (COPPINI, 1997).

O metabolismo das fibras também gera energia, que é utilizada pelas bactérias para o seu crescimento e manutenção. De acordo com a sua solubilidade em água as fibras são classificadas em: solúveis e insolúveis, as quais apresentam características físicas e químicas distintas, o que leva à produção de efeitos fisiológicos diferentes (CAVALCANTI, 1997; CUMMINGS, 2001; GRAY, 2006).

As fibras solúveis apresentam efeito metabólico sobre o trato gastrointestinal, sendo suas principais funções: diminuir o tempo de trânsito intestinal, a absorção de glicose, a glicemia pós-prandial e o colesterol sérico, além de retardar o esvaziamento gástrico e alterar a composição da microbiota intestinal e o metabolismo por meio da produção de ácidos graxos de cadeia curta (TIMM; SLAVIN, 2008).

Celulose, lignina e hemiceluloses fazem parte das fibras insolúveis, que apresentam efeito mecânico no trato gastrointestinal, como aumento do bolo fecal e aceleração

do tempo de trânsito intestinal devido à absorção de água. Além disso, elas são pouco fermentáveis e também reduzem significativamente o risco da manifestação do diabetes mellitus tipo 2 (MEYER et al., 2000).

Ambos os tipos de fibras, embora por mecanismos diferentes, determinam um aumento do peso fecal que ocorre na proporção de 15 vezes para cada grama de fibra ingerida (CUMMINGS, 2001; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 1997). As fibras insolúveis resistem à digestão pela microbiota colônica e, por isso, há menor reabsorção de água, propiciando grande volume fecal. Em contrapartida, as fibras solúveis sofrem fermentação, liberando a água retida o que, por conseguinte, diminui a água contida nas fezes e o seu volume (MAFFEI, 2004).

DIABETES MELLITUS TIPO 2

O diabetes mellitus tipo 2 caracteriza-se pela intolerância à glicose e hiperglicemia de jejum, sendo sua principal alteração fisiopatológica a resistência periférica à ação da insulina no fígado, nos adipócitos e nos músculos esqueléticos, associada a uma deficiência relativa na secreção de insulina e a uma produção hepática excessiva de glicose, que levam à hiperglicemia (FARRET, 2005).

A etiologia deste tipo de diabetes é desconhecida, entretanto, sabe-se que fatores genéticos (predisposição genética) e ambientais (obesidade, sedentarismo e dietas ricas em gorduras e pobres em fibra) contribuem para o seu desenvolvimento (TIMM; SLAVIN, 2008).

Os sintomas do diabetes mellitus são, muitas vezes, de difícil detecção, com a doença aparecendo somente em estágios mais avançados (ALONSO et al., 2005), visto que essa é uma doença de início insidioso e alguns indivíduos podem não apresentar os sintomas clássicos, que são: poliúria, polidipsia, polifagia e emagrecimento (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2005). Aproximadamente 50% dos pacientes desconhecem serem diabéticos, dessa forma, sua identificação precoce é um elemento fundamental para o sucesso do tratamento (ALONSO et al., 2005).

A terapia nutricional é fundamental para o tratamento do diabético, visto que práticas alimentares apropriadas diminuem os riscos e complicações associadas à doença e são capazes de restaurar a normal expectativa de vida. Ressalta-se a importância de ser individualizada, considerando o estilo de vida, hábitos alimentares e socioculturais do indivíduo (CAMOLESI; OLIVEIRA; TAPIA, 2005).

A fibra alimentar é indispensável para o tratamento do diabetes, em especial, as solúveis, capazes de reduzirem os níveis de glicose no sangue (SLAVIN et al., 1999; TIMM; SLAVIN, 2008), inibindo sua absorção no intestino curto (SACHS, 2006). Dados epidemiológicos indicam que a baixa ingestão de fibras correlaciona-se com alta prevalência de diabetes mellitus (SALMERÓN et al., 1997). Neste sentido, a American Dietetic Association (ADA) recomenda que o consumo deva ser em torno de 25 a

30g por dia, de ambos os tipos, solúvel e insolúvel (ADA, 2007). De acordo com as DRIs (Dietary Reference Intakes), a ingestão adequada de fibras alimentares para indivíduos adultos, é de 25g para mulheres e 38g para homens, ou 14g de fibra alimentar por 1000Kcal (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005).

EFEITO DA INGESTÃO DE FIBRAS ALIMENTARES SOLÚVEIS NO DIABETES MELLITUS TIPO 2

Estudos prospectivos demonstraram que o consumo de dietas ricas em fibras está associado a um menor risco de desenvolvimento e mortalidade por doenças crônicas (LIU, 2002; McKEOWN et al., 2002).

Sahyoun et al. (2006) sugerem que para a obtenção deste benefício deve-se estimular o consumo de 3 ou mais porções/dia de alimentos integrais.

Os indivíduos cujas dietas têm elevadas concentrações de fibra são menos propensos a desenvolverem diabetes do que aqueles que ingerem dietas com baixa quantidade de fibra. O consumo a longo prazo de dietas com elevada concentração de fibra contribui para o controle glicêmico de indivíduos com diabetes tipo 1 e 2. Estudo realizado com pacientes diabéticos tipo 1, verificou redução significativa nos valores médios de glicose plasmática e hemoglobina glicosilada, quando comparado com o grupo controle, após a ingestão de 39g de fibras/dia (GIACCO, 2000).

Uma das primeiras publicações sobre a atuação das fibras no tratamento do diabetes foi realizado por Anderson e Ward (1979). Nesse estudo, foi avaliado o efeito do consumo de dietas com altos teores de fibras em 20 pacientes diabéticos. Os autores observaram menores valores de glicose pós-prandial e de jejum no grupo de pacientes que recebeu a dieta rica em fibras, quando comparados ao grupo controle. Além disso, 11 destes pacientes suspenderam o uso da insulina, indicando que esta dieta poderia funcionar como alternativa para o seu tratamento.

No mesmo período, Jenkins et al. (1978), avaliando o consumo de alimentos com a adição de fibra solúvel (goma guar, pectina, goma tragacanto e metilcelulose) e insolúvel (farelo de trigo), em onze voluntários, verificaram que o consumo de fibra solúvel ocasionou melhora no perfil glicêmico. Além disso, quanto maior a viscosidade da fibra melhor os resultados da glicemia de jejum.

Sabe-se que o alto consumo de pão branco aumenta em 37% o risco para o desenvolvimento de diabetes mellitus, enquanto que a ingestão de fibra alimentar está relacionada a um menor risco para o desenvolvimento da mesma (HODGE et al., 2004). Este fato tem sido demonstrado em indivíduos que relatam maior ingestão de fibras alimentares ou grãos integrais e reduzidas concentrações de insulina em jejum. Não obstante, o maior consumo de grãos integrais resulta em maior sensibilidade à ação insulínica (SANTOS et al., 2006).

Um estudo prospectivo foi realizado com o objetivo de avaliar a relação entre a ingestão de grãos integrais e o risco de diabetes mellitus em 75.521 mulheres americanas com idade entre 38 a 63 anos, sem diagnóstico prévio de diabetes ou de doenças cardiovasculares. Durante os 10 anos de seguimento do estudo, observou-se que as mulheres que consumiram grandes quantidades de grãos refinados apresentaram aumento de 57% na incidência de diabetes mellitus, quando comparadas com àquelas que consumiram quantidades maiores de cereais integrais (LIU et al., 2000).

Os efeitos benéficos da ingestão de fibras alimentares solúveis no controle do diabetes se devem, principalmente, à presença de beta-glucanas (PANAHI et al., 2007; TIMM; SLAVIN, 2008), com alto peso molecular capazes de aumentar a viscosidade no lúmen intestinal devido à sua presença (WOOD; BEER; BUTLER, 2000). De acordo com Wursch e Pi-Sunyer (1997), o consumo de cereais com concentração mínima de 10% deste componente é capaz de promover redução de 50% no pico glicêmico.

Pesquisas têm sido realizadas na perspectiva de identificar os efeitos dos grãos integrais sobre o controle do diabetes. As evidências epidemiológicas dos efeitos desses grãos são baseadas, principalmente, em dados fornecidos por meio de estudos realizados em indivíduos do gênero feminino (MONTONEN et al., 2003).

Um ponto a ser destacado é o fato de que o consumo de fibras presentes em cereais, principalmente nos grãos integrais, proporciona efeitos positivos à saúde de indivíduos com resistência à insulina, enquanto que o consumo de fibras contidas em frutas, vegetais e legumes não apresentam esse mesmo efeito (McKEOWN et al., 2004), pois o baixo índice glicêmico dos cereais integrais, contribuem para o controle glicêmico e o perfil lipídico e, conseqüentemente, na sensibilidade à ação da insulina (JENKINS et al., 2002, JENKINS et al., 2008).

Entretanto, a pesquisa realizada por Ramos e Pereira (2004) identificou que a utilização de extrato seco de *Passiflora sp* (farinha da casca de maracujá) é uma alternativa eficaz na redução da glicemia em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. A responsável por este mecanismo é a presença, na casca desta fruta, de elevado teor de pectina, um tipo de fibra solúvel.

Com o intuito de verificar a melhora da sensibilidade à insulina por meio do consumo de grãos integrais, foi realizado um estudo randomizado cruzado, do qual participaram onze pacientes com sobrepeso, hiperinsulinêmicos, com idade entre 25 e 56 anos. Neste estudo, Pereira et al. (2002) avaliaram a sensibilidade à insulina em relação às dietas oferecidas, uma delas, baseada em alimentos refinados; outra, contendo de 6-10 porções de alimentos integrais. Durante o consumo da dieta com grãos integrais a insulina em jejum foi 10% mais baixa; a área abaixo da curva de insulina tendeu a ser mais baixa e a velocidade de infusão de glicose foi maior. Dessa forma, este trabalho mostrou que a melhora da sensibilidade da insulina por meio do consumo de alimentos integrais, reduz o risco do diabetes mellitus tipo 2 e das doenças coronarianas.

Liese et al. (2005) estudando a relação entre a ingestão de fibra e a sensibilidade à insulina, em 323 pacientes com intolerância à glicose, observaram efeitos benéficos em

relação à sensibilidade à insulina e também na função pancreática. Recentemente, este achado foi confirmado por Weickert e Pfeiffer (2008), quando demonstraram a contribuição do consumo de fibras para a melhoria da sensibilidade à insulina, modulação da secreção de determinados hormônios do intestino, e efeito nos vários marcadores metabólicos e inflamatórios que são associados com a síndrome metabólica.

Com o objetivo de verificar os efeitos da ingestão de aveia, um cereal rico em fibra solúvel, na composição corporal, Saltzman et al. (2001), avaliaram 41 homens e mulheres não diabéticos. Os pacientes que receberam a dieta com altas concentrações de aveia relataram sentir menos fome entre as refeições quando comparados ao grupo controle, demonstrando o possível efeito da fibra solúvel na saciedade.

O mesmo pôde ser observado no estudo de Pereira et al. (2002), no qual os pacientes com uma dieta baseada em grãos integrais tendiam a apresentar maior saciedade entre as refeições.

Panahi et al. (2007), em estudo randomizado duplo cego, com 11 indivíduos saudáveis, compararam o efeito de dois diferentes métodos de processamento na concentração de beta-glucana da aveia. A aveia submetida ao método de processamento enzimático apresentou maior viscosidade, sendo assim, os pacientes que a consumiram apresentaram melhor resposta nos níveis sanguíneos de glicose pós-prandial e, conseqüentemente, melhora do controle glicêmico.

Em investigação realizada com parentes de pacientes diabéticos tipo 2, para se verificar o efeito da ingestão de fibra no metabolismo da glicose, foi observado que o consumo de fibras foi inversamente associado com a resistência à insulina e, que a ingestão da pectina, uma fração da fibra solúvel, foi inversamente associada com o aumento da curva glicêmica (YLÖNEN et al., 2003).

Os mesmos benefícios foram demonstrados por Fukagawa et al. (1990), que estudando o efeito da ingestão de dietas ricas em fibras em 12 indivíduos saudáveis, dos quais nove apresentavam histórico familiar de diabetes mellitus, constataram que o consumo destas dietas pode melhorar a absorção de carboidratos por evidenciarem a sensibilidade periférica à insulina.

Na Finlândia, Juntunen et al. (2003) realizaram um estudo randomizado cruzado, em mulheres saudáveis, com idade média de 59 anos, no qual se avaliou o efeito, a longo prazo, da ingestão do pão de centeio. Os autores concluíram que a inserção do centeio na dieta destas mulheres não alterou a sensibilidade à insulina, porém aumentou a secreção deste hormônio, indicando uma possível melhora na função das células beta-pancreática.

Montonen et al. (2003) avaliaram 2286 homens e 2030 mulheres, com idade entre 40 e 69 anos, inicialmente não diabéticos, a fim de investigar se as dietas à base de fibras de grãos integrais prognosticavam a incidência de diabetes mellitus 2. Durante o acompanhamento por 10 anos, foram identificados 54 casos de diabetes mellitus tipo 2 entre os homens e 102 casos entre as mulheres. E concluíram que há uma relação inversa entre o consumo de grãos integrais e o desenvolvimento deste distúrbio metabólico.

Um estudo de coorte prospectivo foi realizado em Boston, com profissionais da saúde, do gênero masculino (n = 42.898), com idade entre 40 e 75 anos, buscando relacionar a ingestão de fibras e grãos refinados com o risco de diabetes mellitus tipo 2. Nesse estudo, foi constatado que os homens que consumiram uma dieta com elevada concentração de grãos integrais apresentaram menor risco de desenvolver a doença (FUNG et al., 2002).

Sartorelli et al. (2005) avaliaram a relação entre o consumo de fibra alimentar e o risco de alterações glicêmicas, por meio de análise de consumo alimentar (questionário de frequência alimentar) e teste de tolerância à glicose. A pesquisa foi realizada em uma população de brasileiros de origem japonesa, com idade média de 55 anos, que não apresentavam glicemia de jejum alterada, intolerância à glicose ou diabetes. A partir desse estudo notou-se que tanto a quantidade, quanto a qualidade da fibra alimentar presente na dieta, interferiram no metabolismo da glicose, e que o maior consumo de alimentos refinados, sucos de fruta e frutas poderiam elevar o risco de distúrbios do metabolismo da glicose.

A atuação da fibra solúvel na resposta glicêmica se dá principalmente no diabetes mellitus tipo 2, pois indivíduos que apresentam este tipo de diabetes possuem um mecanismo de esvaziamento gástrico mais rápido e este efeito está associado a baixo nível de colecistoquinina (CCK). Quando há a ingestão de fibra solúvel, ocorre aumento da resposta da colecistoquinina durante a refeição e este aumento tem sido associado a um melhor controle glicêmico em pacientes com diabetes mellitus tipo 2 (SACHS, 2006).

Além disso, o efeito das fibras solúveis na redução da velocidade de absorção da glicose pode ser explicado tanto pelo fato destas promoverem retardo do esvaziamento gástrico, quanto pela absorção e interação com os nutrientes. Este efeito resulta em menor superfície de contato com a mucosa do intestino delgado, que é decorrente da viscosidade que as fibras conferem ao bolo alimentar (LLANO; FERRER, 2006; WURSCH; PI-SUNYER, 1997).

Outros mecanismos que podem explicar o efeito da fibra solúvel na redução da concentração sérica pós-prandial de glicose e insulina, tanto em indivíduos saudáveis, quanto em diabéticos, são: complexação da glicose com a fibra solúvel, diminuindo sua disponibilidade para a absorção e a inibição da alfa-amilase sobre a digestão do amido (LLANO; FERRER, 2006).

Em estudo randomizado com 13 pacientes com diabetes mellitus tipo 2, Chandalia et al. (2000) verificaram que dietas contendo altas quantidades de fibras (50g de fibras totais: 25g de solúvel e 25g de insolúvel) exerceram efeitos benéficos à saúde, pois auxiliaram na melhora do controle da glicemia e propiciaram redução da hiperinsulinemia e da concentração dos lipídios séricos (colesterol, triglicérides e VLDL- colesterol).

Em trabalho de coorte prospectivo, com 35.988 mulheres adultas e idosas (com idade variando entre 55 e 69 anos), foi avaliada a relação entre o consumo de carboidratos, fibras alimentares, magnésio, alimentos ricos em carboidratos e índice glicêmico, com a incidência de diabetes (MEYER et al., 2000). Os autores observaram que a ingestão de grãos, particularmente os integrais, fibras provenientes de cereais e magnésio, apresentaram papel

protetor contra o desenvolvimento do diabetes em mulheres mais velhas. Além disso, as mulheres incluídas no maior quintil do consumo de fibras (26,50g) tiveram um risco 22% menor de desenvolverem diabetes do que as mulheres cuja média de ingestão se enquadrava no menor quintil (13,27g). Schulze et al. (2007) também evidenciaram a importância de uma maior ingestão de magnésio e fibras de cereais na prevenção do diabetes.

Vale ressaltar, que o magnésio participa da homeostase da glicose regulando a secreção de insulina, modulando a sua ação em tecidos alvo. Dessa forma, a redução do transporte deste cátion para as células pode levar a implicações no mecanismo de resistência à insulina (REIS; VELLOSO; REYES, 2002).

Alam et al. (1998) afirmaram que somente a goma guar nativa é capaz de alterar a camada da mucosa intestinal e reduzir a absorção de glicose, sendo esta propriedade perdida com a hidrólise parcial desta goma.

Por outro lado, Guertzenstein (2004), estudando os efeitos da ingestão de fibras solúveis em 50 diabéticos tipo 2, constatou redução significativa da glicemia pós-prandial destes indivíduos após o consumo de iogurte natural desnatado adicionado de fibras solúveis, mesmo naqueles que ingeriram iogurte adicionado de goma guar hidrolisada.

É sabido que no diabetes tipo 2 ocorre declínio progressivo da função das células beta-pancreáticas. Turner et al. (1999) relataram que recursos adicionais na terapêutica do diabetes, como a utilização de fibras solúveis, ajudam a postergar a necessidade de mais agentes farmacológicos, retardando até mesmo a eventual necessidade de insulina exógena.

Os efeitos das fibras solúveis sobre o controle glicêmico são de longa duração, sendo comprovados pela diminuição dos níveis de hemoglobina glicada, dos episódios hipoglicêmicos e melhora do perfil cardíaco (GIACCO; CLEMENTE; RICCARDI, 2002).

Em estudo randomizado, duplo-cego, realizado por Flammang et al. (2006), com 60 indivíduos adultos com diabetes tipo 2, o consumo de uma barra de cereal com fibras solúveis diminuiu significativamente a glicemia pós-prandial, quando comparado à resposta glicêmica induzida pelo consumo de duas barras de cereais comerciais.

As dietas ricas em fibras alimentares podem ter vantagens especiais para indivíduos diabéticos obesos, pois auxiliam na redução de peso, diminuindo a necessidade do uso de insulina ou agentes hipoglicemiantes orais, além de reduzirem rapidamente a glicemia e os lipídios séricos. Diante destes benefícios, torna-se evidente que dietas pobres em gorduras, com altas concentrações de carboidratos complexos, e ricas em fibras, parecem ser adequadas para indivíduos diabéticos obesos (ANDERSON; SMITH; GUSTAFSON, 1994).

Tuomilehto et al. (2001) avaliaram 522 pessoas (172 homens e 350 mulheres), com idade média de 55 anos, todos com tolerância à glicose diminuída e excesso de peso. Os participantes do estudo foram distribuídos em grupo controle e grupo intervenção, sendo que neste último os indivíduos receberam orientações quanto à redução de peso, prática de atividade física e mudanças nos hábitos alimentares, como redução do consumo de gorduras, sobretudo saturadas, e aumento da ingestão de fibras. Durante o período da

análise (3,2 anos) o risco para o desenvolvimento de diabetes apresentou redução de 58% no grupo intervenção, evidenciando assim, que mudanças no estilo de vida são fatores essenciais para a sua prevenção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diabetes mellitus, em especial o do tipo 2, é uma das principais doenças crônicas não-transmissíveis que afetam a população atualmente. São inúmeros os fatores que podem contribuir para o seu aparecimento, sendo o hábito alimentar inadequado da população, o principal deles.

Se mal controlado, o diabetes mellitus pode acarretar em diversas complicações à saúde. A alimentação é uma das bases do seu tratamento, para isso, mudanças no estilo de vida, por meio da adoção de hábitos alimentares saudáveis, como aumento da ingestão de fibras, são fundamentais para uma adequação metabólica.

Sabe-se que o tipo e a quantidade das fibras alimentares atuam de forma diversa no controle do diabetes, contudo, evidências epidemiológicas atestam que os efeitos benéficos são decorrentes, sobretudo, do consumo de fibras solúveis.

Apesar dos mecanismos e efeitos das fibras solúveis no controle glicêmico não serem completamente esclarecidos, diversos estudos mostram que dietas ricas nesse tipo de fibra podem auxiliar na redução e na manutenção da glicemia em níveis adequados, auxiliando no controle do diabetes mellitus tipo 2.

Dessa forma, conclui-se que a atuação do profissional nutricionista é fundamental na conscientização do paciente sobre a importância de uma alimentação adequada. Esta ação deve incluir um estímulo contínuo ao consumo de alimentos fontes de fibras solúveis, por propiciarem efeitos benéficos no controle glicêmico, e por sua vez, uma melhor qualidade de vida a estes pacientes.

REFERÊNCIAS/REFERENCES

- ADA. Clinical practice recommendations 2007. Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, v. 3, p. S4-S34, 2007. Supplement 1.
- ALAM, N. H.; MEIER, R.; RAUSCH, T.; MEYER-WYSS, B.; HILDEBRAND, P.; SCHNEIDER, H.; BACHMANN, C.; MINDER, E.; FOWLER, B.; GYR, K. Effects of a partially hydrolysed guar gum on intestinal absorption of carbohydrate, protein and fat: a double-blind controlled study in volunteers. *Clin. Nutr.*, v. 17, n. 3, p. 125-129, 1998.
- ALONSO, C. M. C.; SARPI, B.; VIVO, M. C. R.; WATANABE, M. M.; SOBRAL, P. C. C. Plano de ação multiprofissional de atenção aos pacientes com diabetes mellitus recém-diagnosticados em uma Unidade Básica de Saúde de São Paulo. *Diabetes Clin.*, São Paulo, v. 9, n. 5, p. 353-356, 2005.
- ANDERSON, J. W.; BAIR, P.; DAVIS, R. H. JR; FERRERI, S.; KNUDTSON, M.; KORAYM, A.; WATERS, V.; WILLIAMS, C. L. Health benefits of dietary fiber. *Nutr. Rev.*, v. 67, n. 4, p. 188-205, 2009.

- ANDERSON, J. W.; SMITH, B. M.; GUSTAFSON, N. J. Health benefits and practical aspects of high-fiber diets. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 59, n. 5, p. 1242-1247, 1994. Supplement.
- ANDERSON, J. W.; WARD, K. High-carbohydrate, high-fiber diets for insulin-treated men with diabetes mellitus. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 32, n. 11, p. 2312-2321, 1979.
- BIRAL, A. M.; CARDOSO, P. M.; GRUNSPAN, S. A importância do educador em diabetes mellitus. *Diabetes Clin.*, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 205-211, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. *Guia alimentar para a população brasileira*. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- CAMOLESI, F.; OLIVEIRA, F. M. L. de; TAPIA, C. E. V. Automonitorização glicêmica no portador de diabetes. *Diabetes Clin.*, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 65-69, 2005.
- CARMO, E. H.; BARRETO, M. L.; SILVA JR, J. B. Mudanças nos padrões de morbimortalidade da população brasileira: os desafios para um novo século. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 12, n. 2, p. 63-75, 2003.
- CAVALCANTI, M. L. F. Fibras alimentares: definição e classificação. *Rev. Bras. Nutr. Clin.*, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 147-149, 1997.
- CHANDALIA, M.; GARG, A.; LUTJOHANN, D.; VON BERGMANN, K.; GRUNDY, S. M. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. *N. Engl. J. Med.*, v. 342, n. 19, p. 1392-1398, 2000.
- COPPINI, L. Z. Fibras e nutrição enteral. *Rev. Bras. Nutr. Clin.*, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 165-169, 1997.
- COSTA, R. S.; SILVA, C. C. da; MAGNONI, C. D. Importância das fibras na prevenção de doenças cardiovasculares. *Rev. Bras. Nutr. Clin.*, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 151-154, 1997.
- CUMMINGS, J. H. The effect of dietary fiber on fecal weight and composition. In: SPILLER, G. A. (Ed.). *CRC Handbook of dietary fiber in human nutrition*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. p.183-252.
- FARRET, J. F. *Nutrição e doenças cardiovasculares: prevenção primária e secundária*. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 266 p.
- FILISSETTI, T. M. C. C. Fibra alimentar: definição e métodos analíticos. In: LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. *Carboidratos em alimentos regionais Iberoamericanos*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p. 257-286.
- FLAMMANG, A. M.; KENDALL, D. M.; BAUMGARTNER, C. J.; SLAGLE, T. D.; CHOE, Y. S. Effect of a viscous fiber bar on postprandial glycemia in subjects with type 2 diabetes. *J. Am. Coll. Nutr.*, v. 25, n. 5, p. 409-414, 2006.
- FUKAGAWA, N. K.; ANDERSON, J. W.; HAGEMAN, G.; YOUNG, V. R.; MINAKER, K. L. High-carbohydrate, high-fiber diets increase peripheral insulin sensitivity in healthy young and old adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 52, n. 3, p. 524-528, 1990.
- FUNG, T. T.; HU, F. B.; PEREIRA, M. A.; LIU, S.; STAMPFER, M. J.; COLDITZ, G. A.; WILLETT, W. C. Whole-grain intake and the risk of type 2 diabetes: a prospective study in men. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 76, n. 3, p. 535-540, 2002.
- GIACCO, R. Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglycemic events in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care*, v. 23, n. 10, p. 1461-1466, 2000.
- GIACCO, R.; CLEMENTE, G.; RICCARDI, G. Dietary fibre in treatment of diabetes: myth or reality?. *Dig Liver Dis.*, v. 34, n. 2 Suppl, p. 140-144, 2002.
- GRAY, J. *Dietary fibre: definition, analysis, physiology and health*. São Paulo: [s.n.], 2006, 36 p. (ILSI Europe Consise Monograph Series).

- GUERTZENSTEIN, S. M. J. *Efeitos de fibras solúveis sobre a glicemia de diabéticos tipo 2*. 2004. 100 f. Tese (Doutorado) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2004.
- HODGE, A. M.; ENGLISH, D. R.; O'DEA, K.; GILES, G. G. Glycemic index and dietary fiber and the risk for type 2 diabetes. *Diabetes Care*, v. 27, n. 11, p. 2701-2706, 2004.
- INSTITUTE OF MEDICINE. Dietary, functional, and total fiber. In: _____. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, DC: National Academies Press, 2005. p. 339-421.
- JENKINS, D. J.; KENDALL, C. W.; MCKEOWN-EYSEN, G.; JOSSE, R. G.; SILVERBERG, J.; BOOTH, G. L.; VIDGEN, E.; JOSSE, A. R.; NQUYEN, T. H.; CORRIGAN, S.; BANACH, M. S.; ARES, S.; MITCHELL, S.; EMAM, A.; AUGUSTIN, L. S.; PARKER, T. L.; LEITER, L. A. Effect of a low-glycemic index or a high-cereal fiber diet on type 2 diabetes: a randomized trial. *JAMA*. v. 300, n. 23, p. 2742-2753, 2008.
- JENKINS, D. J. A.; KENDALL, C. W.; AUGUSTIN, L. S.; MARTINI, M. C.; AXELSEN, M.; FAULKNER, D.; VIDGEN, E.; PARKER, T.; LAU, H.; CONNELLY, P. W.; TEITEL, J.; SINGER, W.; VANDENBROUCKE, A. C.; LEITER, L. A.; JOSSE, R. G. Effect of wheat bran on glycemic control and risk factors for cardiovascular disease in type 2 diabetes. *Diabetes Care*, v. 25, n. 9, p. 1522-1528, 2002.
- JENKINS, D. J. A.; WOLEVER, T. M.; LEEDS, A. R.; GASSULL, M. A.; HAISMAN, P.; DILAWARI, J.; GOFF, D. V.; METZ, G. L.; ALBERTI, K. G. Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance: importance of viscosity. *Br. Med. J.*, v. 1, n. 6124, p. 1392-194, 1978.
- JOINT WHO/FAO Expert Consultation. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. Geneva: World Health Organization/ Food and Agriculture Organization, 2003.
- JUNTUNEN, K. S.; LAAKSONEN, D. E.; POUTANEN, K. S.; NISKANEN, L. K.; MYKKÄNEN, H. M. High-fiber rye bread and insulin secretion and sensitivity in healthy postmenopausal women. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 77, n. 2, p. 385-391, 2003.
- LIESE, A. D.; SCHULZ, M.; FANG, F.; WOLEVER, T. M.; D'AGOSTINO, R. B. JR; SPARKS, K. C.; MAYER-DAVIES, E. J. Dietary glycemic index and glycemic load, carbohydrate and fiber intake, and measures of insulin sensitivity, secretion, and adiposity in the insulin resistance atherosclerosis study. *Diabetes Care*, v. 28, n. 12, p. 2832-2838, 2005.
- LIU, S. Intake of refined carbohydrates and whole grain foods in relation to risk of type 2 diabetes mellitus and coronary heart disease. *J. Am. Coll. Nutr.*, v. 21, n. 4, p. 298-306, 2002.
- LIU, S.; MANSON, J. E.; STAMPFER, M. J.; HU, F. B.; GIOVANNOCCHI, E.; COLDITZ, G. A.; HENNEKENS, C. H.; WILLETT, W. C. A prospective study of whole grain intake and risk of diabetes mellitus in US women. *Am. J. Public Health*, v. 90, n. 9, p. 1409-1415, 2000.
- LLANO, J. L. C.; FERRER, M. C. Importância de la fibra dietética para la nutrición humana. *Rev. Cubana Salud Publica*, Ciudad de la Habana, v. 32. n. 4, out/dez. 2006.
- MAFFEI, H. V. L. Constipação crônica funcional. Com que fibra suplementar? *J. Pediatr.*, v. 80, n. 3, p. 167-168, 2004.
- McKEOWN, N. M.; MEIGS, J. B.; LIU, S.; SALTZMAN, E.; WILSON, P. W.; JACQUES, P. F. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort. *Diabetes Care*, v. 27, n. 2, p. 538-546, 2004.
- McKEOWN, N. M.; MEIGS, J. B.; LIU, S.; WILSON, P. W.; JACQUES, P. F. Whole-grain intake is favorably associated with metabolic risk factors for type 2 diabetes and cardiovascular disease in the Framingham Offspring Study. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 76, n. 2, p. 390-398, 2002.

- MEYER, K. A.; KUSHI, L. H.; JACOBS, D. R. JR; SLAVIN, J.; SELLERS, T. A.; FOLSOM, A. R. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 71, n. 4, p. 921-930, 2000.
- MOKDAD, A. H.; FORD, E. S.; BOWMAN, B. A.; NELSON, D. E.; ENGELGAU, M. M.; VINICOR, F.; MARKS, J. S. The continuing increase of diabetes in the US [Letter]. *Diabetes Care*, v. 24, n. 2, p. 412, 2001.
- MONTONEN, J.; KNEKT, P.; JÄRVINEN, R.; AROMPA, A.; REUNANEN, A. Whole-grain and fiber intake the incidence of type 2 diabetes. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 77, n. 3, p. 622-629, 2003.
- PANAHI, S.; EZATAGHA, A.; TEMELLI, F.; VASANTHAN, T.; VUKSAN, V. β -Glucan from two sources of oat concentrates affect postprandial glycemia in relation to the level of viscosity. *J. Am. Coll. Nutr.*, v. 26, n. 6, p. 639-644, 2007.
- PEREIRA, M. A.; JACOBS, D. R. JR; PINS, J. J.; RAATZ, S. K.; GROSS, M. D.; SLAVIN, J. L.; SERQUIST E. R. Effect of whole grains on insulin sensitivity in overweight hyperinsulinemic adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 75, n. 5, p. 848-855, 2002.
- RAMOS, E. R. F.; PEREIRA, J. G. *O uso de Passiflora sp. no controle do diabetes mellitus: estudo qualitativo preliminar*. 2004. 55 f. (Trabalho de Conclusão de Curso). Maringá: Centro Universitário de Maringá, 2004.
- REIS, M. A. B.; VELLOSO, L. A.; REYES, F. G. R. Alterações do metabolismo da glicose na deficiência de magnésio. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 15, n. 3, p. 333-340, 2002.
- SACHS, A. Diabetes Mellitus. In: CUPPARI, L. *Guias de medicina ambulatorial e hospitalar*. Nutrição clínica no adulto. 2. ed. São Paulo: Manole, 2006. p. 171-188.
- SAHYOUN, N. R.; JACQUES, P. F.; ZHANG, X. L.; JUAN, W.; MCKEOWN, N. M. Whole-grain intake is inversely associated with the metabolic syndrome and mortality in older adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 83, n. 1, p. 124-131, 2006.
- SALMERON, J.; ASCHERIO, A.; RIMM, E. B.; COLDITZ, G. A.; SPIEGELMAN, D.; JENKING, D. J.; STAMPFER, M. J.; WING, A. L.; WILLETT, W. C. Dietary fiber, glycemic load and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care*, v. 20, n. 4, p. 545-550, 1997.
- SALTZMAN, E.; MORIGUTI, J. C.; DAS, S. K.; CORSALES, A.; FUSS, P.; GREENBERG, A. S.; ROBERTS, S. B. Effects of a cereal rich in soluble fiber on body composition and dietary compliance during consumption of a hypocaloric diet. *J. Am. Coll. Nutr.*, v. 20, n. 1, p. 50-57, 2001.
- SANTOS, C. R. B.; PORTELLA, E. S.; AVILA, S. S.; ABREU, E. Fatores dietéticos na prevenção e tratamento de comorbidades associadas à síndrome metabólica. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 19, n. 3, p. 389-401, 2006.
- SARTORELLI, D. S.; FRANCO, L. J. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 19, p. 29-36, 2003. Suplemento 1.
- SARTORELLI, D. S.; FRANCO, L. J.; CARDOSO, M. A. Intervenção nutricional e prevenção primária do diabetes mellitus tipo 2: uma revisão sistemática. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 7-18, 2006.
- SARTORELLI, D. S.; FREIRE, R. D.; FERREIRA, S. R.; CARDOSO, M. A.; JAPANESE-BRAZILIAN DIABETES STUDY GROUP. Dietary fiber and glucose tolerance in japanese brazilians. *Diabetes Care*, v. 28, n. 29, p. 2240-2242, 2005.
- SCHULZE, M. B.; SCHULZ, M.; HEIDEMANN, C.; SCHIENKIEWITZ, A.; HOFFMANN, K.; BOEING, H. Fiber and magnesium intake and incidence of type 2 diabetes: A prospective study and meta-analysis. *Arch. Intern. Med.*, v. 167, n. 9, p. 956-965, 2007.

- SLAVIN, J. L.; MARTINI, M. C.; JACOBS, D. R. JR; MARQUART, L. Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 70, n. 3, p. 459S-463S, 1999. Supplement.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. *Atualização brasileira sobre diabetes*. Rio de Janeiro: Diagraphic, 2005. 140 p.
- TEIXEIRA, M. G.; TEIXEIRA, W. G. J. Fibras e doenças intestinais. *Rev. Bras. Nutr. Clín.*, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 155-160, 1997.
- TIMM, D. A.; SLAVIN, J. L. Dietary fiber and the relationship to chronic diseases. *Am. J. Life Med.*, v. 28, n. 30, p. 233-240, 2008.
- TUOMILEHTO, J.; LINDSTRÖM, J.; ERIKSSON, J. G.; VALLE, T. T.; HÄMÄLÄINEN, H.; ILANNE-PARIKKA, P.; KEINÄNEN-KIUKAANNIEMI, S.; LAAKSO, M.; LAUHERANTA, A.; RASTAS, M.; SALMINEN, V.; UUSITUPA, M.; FINNISH DIABETES PREVENTION STUDY GROUP. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N. Engl. J. Med.*, v. 344, n. 18, p. 1343-1350, 2001.
- TURNER, R. C.; CULL, C. A.; FRIGHI, V.; HOLMAN, R. R. Glycemic control with diet, sulfonylurea, metformin, or insulin in patients with type 2 diabetes mellitus: progressive requirement for multiple therapies (UKPDS 49). UK Prospective diabetes study (UKDS) group. *JAMA*, v. 281, n. 21, p. 2005-2012, 1999.
- YLÖNEN, K.; SALORANTA, C.; KRONBERG-KIPPILÄ, C.; GROOP, L.; ARO, A.; VIRTANEN, S. M.; BOTNIA DIETARY STUDY. Associations of dietary fiber with glucose metabolism in nondiabetic relatives of subjects with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, v. 26, n. 7, p. 1979-1985, 2003.
- WEICKERT, M. O.; PFEIFFER, A. F. H. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. *J. Nutr.*, v. 139, n. 3, p. 439-442, 2008.
- WOOD, P. J.; BEER, M. U.; BUTLER, G. Evaluation of role of concentration and molecular weight of oat beta-glucan in determining the effect of viscosity on plasma glucose and insulin following an oral glucose load. *Br. J. Nutr.*, v. 84, n. 1, p. 19-23, 2000.
- WURSCH, P.; PI-SUNYER, E. X. The role of viscous soluble fiber in the metabolic control of diabetes. *Diabetes Care*, v. 20, n. 11, p. 1774-1789, 1997.
- ZIMMET, P.; ALBERTI, K. G. M. M.; SHAW, J. Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature*, v. 414, n. 6865, p. 782-787, dec. 2001.

Recebido para publicação em 11/11/08.

Aprovado em 24/04/09.