

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MÉDICAS:**  
**ENDOCRINOLOGIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: METABOLISMO E NUTRIÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**SÍNDROME METABÓLICA: ASPECTOS RELACIONADOS À DIETA E PAPEL**  
**DAS FIBRAS ALIMENTARES EM PACIENTES COM DIABETE MELITO TIPO 2**  
**E SÍNDROME METABÓLICA**

**THAIS STEEMBURGO**

Porto Alegre, 22 de janeiro de 2007.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MÉDICAS:  
ENDOCRINOLOGIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: METABOLISMO E NUTRIÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**SÍNDROME METABÓLICA: ASPECTOS RELACIONADOS À DIETA E PAPEL  
DAS FIBRAS ALIMENTARES EM PACIENTES COM DIABETE MELITO TIPO 2  
E SÍNDROME METABÓLICA**

**THAIS STEEMBURGO**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mirela Jobim de Azevedo.**

Porto Alegre, 22 de janeiro de 2007.

## DEDICATÓRIA

A minha mãe Maria Helena, a minha tia Maria de Lourdes e ao meu namorado Pedro.

## SUMÁRIO

<b>Agradecimentos.....</b>	<b>6</b>
<b>Formato da Dissertação de Mestrado.....</b>	<b>8</b>
<b>Lista de Abreviaturas.....</b>	<b>9</b>
<b>Listas de Quadros, Tabelas e Figura .....</b>	<b>10</b>
<b><u>Artigo 1: Fatores dietéticos e Síndrome Metabólica</u></b>	
<b>Resumo.....</b>	<b>12</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>13</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>14</b>
<b>Fatores dietéticos e componentes individuais da Síndrome Metabólica .....</b>	<b>15</b>
<b>Obesidade e dieta.....</b>	<b>16</b>
<b>Pressão arterial e dieta.....</b>	<b>17</b>
<b>Hipertrigliceridemia, HDL baixo e dieta.....</b>	<b>18</b>
<b>Hiperglicemia e dieta.....</b>	<b>18</b>
<b>Síndrome Metabólica e dieta.....</b>	<b>19</b>
<b>Dietoterapia na prevenção e no tratamento da Síndrome Metabólica: recomendações.....</b>	<b>20</b>
<b>Considerações finais.....</b>	<b>23</b>
<b>Referências .....</b>	<b>25</b>

**Artigo 2: Intake of soluble fibers and the presence of Metabolic Syndrome in patients with Type 2 Diabetes**

<b>Abstract.....</b>	<b>40</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>41</b>
<b>Research design and methods.....</b>	<b>42</b>
<b>Patients.....</b>	<b>42</b>
<b>Dietary Assessment.....</b>	<b>43</b>
<b>Anthropometric Measurements.....</b>	<b>44</b>
<b>Laboratory Measurements.....</b>	<b>44</b>
<b>Statistical Analysis.....</b>	<b>44</b>
<b>Results.....</b>	<b>45</b>
<b>Discussion.....</b>	<b>46</b>
<b>Acknowledgments.....</b>	<b>50</b>
<b>References.....</b>	<b>51</b>

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mirela Jobim de Azevedo, pela oportunidade, incentivo e carinho em mim depositados. Por ser uma excelente orientadora, pesquisadora e mestra, que sempre esteve ao meu lado e me ajudou de todas as formas que precisei. Agradeço também pela amizade e dedicação desde o início do projeto até a sua redação final. Sua disponibilidade e atenção foram indispensáveis neste meu trajeto. Faltam-me palavras para agradecer por tudo que fez por mim durante estes três anos de convívio que tivemos.

Ao Prof. Dr. Jorge Luiz Gross, por acreditar no trabalho e sempre incentivar o desenvolvimento do grupo.

À Dr<sup>a</sup> Themis Zelmamovitz por todo apoio clínico desenvolvido no decorrer do trabalho e também pelo cuidado que tem com os pacientes no ambulatório.

À Dr<sup>a</sup> Carísi Anne Polanczyk pela disponibilidade e auxílio na captação de pacientes na fase inicial deste projeto.

À Nutr. Valesca Dall'Alba, pelo companheirismo e amizade que acabamos criando no transcorrer do tempo além de sua grande contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

À Nutr. Jussara Carnevale de Almeida pelo apoio, ajuda e disponibilidade em todos os momentos necessários.

À farmacêutica Magda Susana Perassolo por todo apoio nas análises laboratoriais. Sua dedicação é imprescindível para o desenvolvimento de todos os trabalhos desenvolvidos pelo grupo.

À aluna de iniciação científica Flávia Moraes pela disponibilidade e cuidado com os pacientes além do apoio técnico no decorrer deste trabalho.

As demais colegas do grupo Endocrinologia-Nutrição pelo apoio e dedicação principalmente para com os pacientes.

Aos pacientes do ambulatório do Serviço de Endocrinologia, que foram imprescindíveis para o desenvolvimento deste trabalho.

A minha mãe Maria Helena e a minha tia Maria de Lourdes pelo carinho e amizade. Mesmo longe fisicamente sempre acreditaram em mim e sempre estiveram presentes nos momentos que mais precisei.

Ao meu namorado Pedro, pelo amor e paciência, neste tempo todo. Sempre me incentivou até nos momentos mais difíceis. Sua companhia é muito importante em todos os momentos.

Esta Dissertação de Mestrado segue o formato proposto pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Endocrinologia da UFRGS, sendo apresentada na forma de dois manuscritos sobre o tema da Dissertação:

1. Artigo de revisão geral do tema, que deverá ser submetido para publicação em periódico científico nacional;
2. Artigo original referente ao trabalho de pesquisa propriamente dito, que deverá ser submetido para publicação em periódico científico de circulação internacional.



**LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>ADA</b>	<i>American Diabetes Association</i>
<b>AHA</b>	<i>American Heart Association</i>
<b>BMI</b>	<i>Body Mass Index</i>
<b>CI</b>	Confidence Interval
<b>DASH</b>	<i>Dietary Approaches to Stop Hypertension</i>
<b>DM</b>	Diabetes Melito
<b>DM tipo 2</b>	Diabetes Melito tipo 2
<b>HDL-colesterol</b>	<i>High Density Lipoprotein Cholesterol</i>
<b>IDF</b>	<i>International Diabetes Federation</i>
<b>IG</b>	Índice glicêmico
<b>LDL-colesterol</b>	<i>Low Density Lipoprotein Cholesterol</i>
<b>MS</b>	<i>Metabolic Syndrome</i>
<b>NCEP-ATP III</b>	<i>National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III</i>
<b>OR</b>	<i>Odds Ratio</i>
<b>SBC</b>	Sociedade Brasileira de Cardiologia
<b>SBD</b>	Sociedade Brasileira de Diabetes
<b>SM</b>	Síndrome Metabólica
<b>Type 2 DM</b>	<i>Type 2 Diabetes Mellitus</i>
<b>UAE</b>	<i>Urinary Albumin Excretion</i>
<b>WHO</b>	<i>World Health Organization</i>

## LISTAS DE QUADROS, TABELAS E FIGURA

### Artigo 1

<b>Quadro 1.</b>	Definições da Síndrome Metabólica de acordo com diferentes entidades.....	32
<b>Quadro 2.</b>	Sumário dos principais estudos que avaliaram Dieta e Síndrome Metabólica.....	34
<b>Quadro 3.</b>	Recomendações alimentares para pacientes com Síndrome Metabólica.....	36

### Artigo 2

<b>Table 1.</b>	Clinical and laboratory characteristics of type 2 diabetic patients according to the presence of Metabolic Syndrome.....	55
<b>Table 2.</b>	Daily intake of nutrients of type 2 diabetic patients according to the presence of Metabolic Syndrome. ....	57
<b>Table 3.</b>	Daily intake of fibers of type 2 diabetic patients according to the presence of Metabolic Syndrome .....	59
<b>Table 4.</b>	Selected foods with high content of soluble fiber.....	60
<b>Figure 1.</b>	Multiple logistic regression analysis: Daily intakes of fibers and selected foods and their odds ratios for the presence of Metabolic Syndrome.....	61

**FATORES DIETÉTICOS E SÍNDROME METABÓLICA\*****Título abreviado:** Dieta e Síndrome MetabólicaThais Steemburgo<sup>1</sup>Valesca Dall'Alba<sup>1</sup>Jorge L. Gross<sup>1</sup>Mirela J. Azevedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Endocrinologia e Metabologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre; Serviço de Endocrinologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

**Autor correspondente:**

Mirela Jobim de Azevedo

Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Rua Ramiro Barcelos, 2350 – Prédio 12 – 4º andar. 90035-003. Porto Alegre, RS.

Fone/FAX 51 21018127/ 8777

e-mail: [mirelaazevedo@terra.com.br](mailto:mirelaazevedo@terra.com.br)**\* Artigo enviado para publicação nos Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e****Metabologia**

## Resumo

O papel da dieta na síndrome metabólica (SM) tem sido estudado em relação a cada um de seus componentes: obesidade, níveis pressóricos elevados, dislipidemia e alterações no metabolismo da glicose. Entretanto, poucos estudos avaliaram os efeitos da dieta na presença da SM como uma entidade clínica independente. O objetivo deste manuscrito foi revisar a importância dos fatores dietéticos e as recomendações dietoterápicas na SM. Estudos recentes demonstraram que o consumo de grãos integrais foi associado negativamente com a SM. Já alimentos com alto índice glicêmico foram associados positivamente com resistência à insulina e prevalência de SM. O seguimento de uma dieta mediterrânea foi capaz de reduzir o número de componentes da SM. Também a adoção da dieta DASH melhorou o perfil de todos os componentes da SM. Recomenda-se para pacientes com SM um valor energético total compatível com a obtenção e/ou manutenção do peso corporal desejável. O conteúdo de gordura, em especial o consumo de gordura saturada, e colesterol deve ser reduzido e o consumo de grãos integrais, frutas e vegetais, aumentado. Provavelmente as fibras alimentares tenham um papel importante no manejo dietoterápico da SM. Novos estudos que avaliem o papel da dieta na presença e no desenvolvimento da SM são necessários.

**Descritores:** síndrome metabólica; dietoterapia; diabetes melito

### **Abstract**

The role of diet in metabolic syndrome (MS) has been studied regarding each one of its components: obesity, high blood pressure, dyslipidemia, and abnormal glucose metabolism. However, few studies evaluated the effects of diet in the presence of MS as a unique independent disease. The aim of this manuscript was to review the role of dietary factors and dietary recommendations for MS. Recently some studies have demonstrated that intake of whole-grain foods were negatively associated with MS. Foods with high glycemic index were positively associated with insulin resistance and the prevalence of MS. Following a Mediterranean-style diet caused a reduction in the number of MS components. Also, the adoption of the DASH diet improved the profile of all MS components. A total daily energy intake to obtain and/or to maintain a desirable weight is recommended for patients with MS. The fat content, especially from saturated fat, and cholesterol, must be reduced and the intake of whole-grain foods, fruits and vegetables, must be increased. Probably, dietary fibers have an important role in the management of MS. New studies to evaluate the role of diet in the presence and development of MS are needed.

**Keywords:** metabolic syndrome, dietary therapy, diabetes mellitus

## Dieta e Síndrome Metabólica

### Introdução

A síndrome metabólica (SM) representa um conjunto de fatores de riscos de origem metabólica que promovem o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e de diabetes melito (DM) tipo 2 (1,2,3). Independente do grupo ou entidade que define a SM, os fatores de risco, ou seja, os componentes adotados para sua definição são praticamente os mesmos (4,5,6) (Quadro1). Estão incluídos os seguintes componentes: obesidade (especialmente a obesidade abdominal), níveis pressóricos elevados, distúrbios no metabolismo da glicose e hipertrigliceridemia e/ou baixos níveis de HDL colesterol. De acordo com a Organização Mundial da Saúde a presença de resistência à insulina é necessária para o diagnóstico de SM, mais a presença de dois ou mais componentes. Já para o *National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III*, o diagnóstico de SM é firmado pela presença de três quaisquer dos cinco componentes adotados. Já a obesidade abdominal, associada à presença de dois ou mais componentes, é obrigatória para firmar o diagnóstico de SM de acordo com o *International Diabetes Federation*.

Outros fatores que também têm sido relacionados à SM são: aumento do tamanho das partículas de LDL colesterol; elevação nos níveis da apolipoproteína B; alterações no estado pró-trombótico (elevações nas concentrações do fibrinogênio e aumento de inibidor-1 do ativador de plasminogênio) e no estado pró-inflamatório (aumento das citocinas: fator de necrose tumoral  $\alpha$ , interleucina-6 e aumento da proteína C-reativa) e elevação dos níveis de ácido úrico (7).

A prevalência da SM nos Estados Unidos está estimada em 24%, sendo que acima dos 60 anos de idade, este valor eleva-se para 43,5% (8). De uma maneira geral a prevalência da SM vem aumentando (9) e estes achados estão associados com a epidemia

de obesidade e DM (10,11). De fato, a SM está fortemente associada ao DM tipo 2 (2), onde cerca de 86% dos pacientes são portadores da SM (12). Estes dados foram confirmados em estudo realizado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, onde a prevalência de SM em pacientes com DM tipo 2 foi cerca de 90% (13).

O papel da SM como uma entidade clinicamente independente tem levantado muitas questões e controvérsias (14,15,16). Entretanto, a importância de identificar e tratar este conjunto de fatores de riscos cardiovasculares é indiscutível. Entre os componentes da SM, a obesidade abdominal é o fator que melhor prediz o risco cardiovascular e de DM (17). A obesidade é também o principal determinante da associação positiva dos níveis de proteína C-reativa com a SM em pacientes com DM tipo 2 (18).

Embora a patogênese da SM não esteja completamente elucidada, seus diferentes componentes possivelmente estão associados à resistência à insulina. Na SM ocorre uma provável interação entre fatores genéticos, metabólicos e ambientais, incluindo a dieta (19,20,21).

O papel dos fatores dietéticos na presença e no desenvolvimento da SM não está estabelecido de forma definitiva. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi revisar o papel da dieta como fator de risco para a SM e os aspectos relacionados ao tratamento dietoterápico da SM.

### **Fatores dietéticos e componentes individuais da Síndrome Metabólica**

Reduzir o impacto da SM na população significa, antes de tudo, reduzir a incidência da síndrome, antecipando-se ao seu desenvolvimento com medidas preventivas. Esta estratégia é especialmente importante em indivíduos de alto risco, tais como indivíduos obesos ou portadores de DM tipo 2. Em geral, as medidas preventivas relacionadas à alimentação têm sido avaliadas em relação a cada um dos componentes da SM de forma

independente. A seguir serão descritos os principais estudos que analisaram o papel dos fatores dietéticos sobre os componentes individuais da SM: obesidade, pressão arterial elevada, hipertrigliceridemia e HDL colesterol reduzido e hiperglicemia.

### **Obesidade e dieta**

A obesidade, particularmente a de distribuição abdominal, associa-se a um maior risco cardiovascular decorrente da maior incidência de DM, hipertensão arterial, dislipidemia e da própria SM (22), além de um maior risco de mortalidade em geral (23).

Atualmente, vários tipos de intervenção dietoterápica fazem parte do tratamento não farmacológico proposto para obesidade. Em pacientes com sobrepeso ou obesidade dietas hipocalóricas que variam entre 800-1500 kcal/dia reduzem aproximadamente 8% do peso corporal após um período de seis meses de tratamento dietético (24). Uma recente meta-análise demonstrou que no período de um ano uma dieta com baixo conteúdo de gordura, além de promover melhores efeitos no perfil lipídico, foi mais eficaz na redução de peso do que as dietas com baixo teor de carboidratos (25). As dietas muito restritas em calorias, cerca de <800 kcal/dia, não são recomendadas para uma perda de peso em longo prazo. A restrição energética adotada implica em inadequações nutricionais (24), além de resultar em menor redução de peso quando comparada à dieta hipocalórica tradicional (25). Como visto, as abordagens dietéticas podem variar na prescrição do valor energético total e dos macronutrientes. Entretanto, a diminuição no consumo energético diário é o determinante mais importante para uma perda efetiva de peso. Deve ser lembrado que a associação da dieta com a atividade física aumenta a perda de peso e a diminuição da gordura abdominal (24).



### **Pressão arterial e dieta**

Entre os fatores ambientais que estão relacionados aos níveis pressóricos, a dieta parece exercer um importante papel tanto em relação à prevenção quanto ao tratamento da hipertensão arterial sistêmica (1,27). Em pacientes hipertensos o seguimento de uma dieta saudável baseada nos princípios da dieta “DASH” (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*), rica em frutas, vegetais, produtos lácteos pobres em gorduras (28) e associada a um consumo restrito de sódio (<5,8 g NaCl/dia) (29), reduz a pressão arterial. O consumo dos alimentos acima descritos, além da restrição de sal, parece ser particularmente importante na redução da pressão arterial. Em 810 indivíduos pré-hipertensos (pressão arterial sistólica de 120-139 mmHg e/ou diastólica de 80-89 mmHg) ou hipertensos em estágio 1 (pressão arterial sistólica 140-159 mmHg e/ou pressão arterial diastólica 90-99 mmHg), sem uso de anti-hipertensivos, a dieta “DASH” quando comparada com uma dieta apenas com redução de sal, ambas acompanhadas de modificações no estilo de vida, promoveu após 18 meses uma redução adicional significativa da pressão arterial de cerca de 1,0 mmHg na pressão arterial sistólica e de 0,4 mmHg na pressão arterial diastólica (30).

### **Hipertrigliceridemia, HDL baixo e dieta**

A redução dos níveis dos triglicerídeos pode ser alcançada através da redução do consumo de carboidratos de rápida absorção (31). Também o consumo de ácidos graxos ômega-3 derivados de peixes de água salgada foi capaz de reduzir a hipertrigliceridemia (32). A dieta mediterrânea, caracterizada por ser rica em cereais integrais, frutas, vegetais e com elevada proporção de gordura monoinsaturada em relação às saturadas, melhora o perfil lipídico de pacientes com risco cardiovascular elevado. Nestes indivíduos o seguimento deste tipo de dieta durante um ano reduziu de forma significativa os níveis dos

triglicerídeos e aumentou os de HDL-colesterol (33). Além disto, aliado às intervenções dietoterápicas específicas, o consumo moderado de álcool, assim como o aumento da atividade física, deve fazer parte do manejo não farmacológico para a redução dos níveis dos triglicerídeos e aumento do HDL-colesterol (27).

### **Hiperglicemia e dieta**

A hiperglicemia é definida como glicose de jejum alterada, tolerância à glicose diminuída ou DM tipo 2 (6). A importância dos valores de glicose sérica como fator de risco cardiovascular independente é evidenciada já em indivíduos sem DM. Em um estudo populacional com 10232 indivíduos acompanhados por três anos, foi demonstrado que as concentrações de hemoglobina A1C associaram-se positivamente com a mortalidade por doença cardiovascular e mortalidade total (34).

Dietas que levem em consideração o índice glicêmico (IG) dos alimentos estão entre as propostas atuais para manejo da hiperglicemia, em especial para pacientes com DM. O IG quantifica a resposta glicêmica após ingestão de um alimento comparativamente a um alimento padrão (pão branco ou glicose) cujo IG é considerado como igual a 100. O valor do IG é influenciado pela quantidade e a qualidade do carboidrato do alimento que está sendo avaliado (35). O consumo de alimentos com elevado IG poderia levar a uma exaustão progressiva das células  $\beta$  pancreáticas, levando à hiperglicemia (31). Uma dieta com alimentos com baixa carga glicêmica (produto do IG de um alimento e o total de carboidratos deste alimento), associada ao elevado consumo de fibras, particularmente dos cereais integrais, é capaz de reduzir o risco de desenvolvimento de DM (36,37). A importância das fibras sobre o metabolismo da glicose também foi demonstrada em um ensaio clínico controlado realizado em pacientes com DM tipo 2. O elevado consumo de

fibras, particularmente as fibras solúveis, teve efeitos benéficos no metabolismo da glicose e dos lipídios (38).

### **Síndrome Metabólica e dieta**

A intervenção dietoterápica faz parte da terapia inicial para o manejo da SM como integrante das alterações de estilo de vida (39). Alguns estudos têm analisado o papel de fatores dietéticos relacionados à SM considerando-a como uma entidade clínica independente (Quadro 2). Em estudos transversais realizados em grupos selecionados de indivíduos foi demonstrado que o consumo de diferentes tipos de gordura e de grãos integrais foi associado à SM. No Brasil, um estudo realizado na população nipo-brasileira demonstrou que o consumo de gordura total aumentou, enquanto que o consumo do ácido graxo poliinsaturado linolêico reduziu, a chance para a presença da SM (40). Em um outro estudo realizado na população iraniana, o consumo de grãos integrais foi negativamente associado com a presença de hipertensão arterial, hipertrigliceridemia e SM (41). É possível que esta associação de SM com os grãos integrais seja devido à presença de fibras. Um estudo recente realizado em pacientes brasileiros com DM tipo 2, demonstrou que o consumo de alimentos ricos em fibras solúveis, representados pelos grãos integrais e frutas, foi um fator de proteção para a presença da SM (42). A importância da ingestão de grãos integrais como protetores para a SM foi confirmada em alguns estudos de coorte. Em indivíduos idosos a ingestão diária de mais do que três porções de alimentos ricos em grãos integrais foi associada à menor frequência da SM e a um menor risco de mortalidade por doença cardiovascular (43). No estudo *Framingham Offspring Cohort* o maior consumo de alimentos ricos em fibras (particularmente de grãos integrais de cereais) foi negativamente associado com a resistência à insulina e com a menor prevalência da SM. Uma associação positiva foi também observada em relação ao elevado consumo de carboidratos avaliado

através do IG dos alimentos (44). Apenas três ensaios clínicos avaliaram a importância da dieta como fator determinante para a SM. A dieta mediterrânea (rica em grãos integrais, legumes, frutas, vegetais, nozes, azeite de oliva e peixes) foi comparada com a dieta recomendada pela *American Heart Association* (gordura total <30% do valor energético total). Ao final de dois anos o número de componentes da SM foi menor nos pacientes que seguiram a dieta mediterrânea (45). Já em um ensaio clínico de menor duração, a dieta “DASH” foi mais efetiva na melhora do perfil de todos os componentes da SM (reduções de cintura abdominal, peso, triglicerídeos e níveis pressóricos e aumento do HDL-colesterol) quando comparada com uma dieta controle e com uma dieta hipocalórica para perda de peso (46). Além disso, a alteração na fonte de carboidratos da dieta, provavelmente independente do conteúdo de fibras, foi capaz de modificar a resposta das células beta pancreáticas à glicose (47). Uma dieta com pão de centeio e massa como principal fonte de carboidratos, comparada com uma dieta rica em pão de farinha de trigo/aveia e batata, aumentou a secreção de insulina na primeira fase após glicose via oral em pacientes com SM e com sobrepeso ou obesidade. Os autores sugeriam que este efeito sobre a homeostase da insulina possa reduzir o risco de piora da tolerância à glicose e de desenvolvimento de DM.

### **Dietoterapia na prevenção e no tratamento da Síndrome Metabólica: recomendações**

O tratamento da SM tem como objetivo melhorar a resistência à ação da insulina. Neste sentido, a perda de peso representa a base para o tratamento, pois promove melhora da sensibilidade à insulina reduzindo os riscos para complicações cardiovasculares (48).

A maioria das sociedades internacionais e nacionais não tem ainda diretrizes específicas para a SM como uma entidade clínica independente e as recomendações são em geral centradas no manejo dos fatores de risco cardiovasculares. Como exemplo, recente

publicação conjunta da *American Heart Association* (AHA) e da *American Diabetes Association* (ADA) revisa aspectos de prevenção primária de doenças cardiovasculares em pacientes com DM onde estão incluídas orientações de dieta (49). As diretrizes dietoterápicas apresentadas não diferem de forma apreciável daquelas já publicadas por estas e outras entidades onde existe referência específica à SM (27, 50, 51, 52, 54). A seguir será resumido o posicionamento em relação a dietoterapia no manejo da SM por diferentes entidades.

Segundo a AHA (27) o enfoque principal para pacientes portadores de SM é o controle dos fatores risco cardiovasculares individuais, que pode ser realizado através de modificações no estilo de vida, incluindo a intervenção dietoterápica. É recomendado um consumo calórico balanceado, que associado à atividade física, permita atingir e/ou manter o peso ideal. Além disto, evitar uma dieta aterogênica, através da redução da ingestão de gordura saturada (<7% do valor energético total), de ácidos graxos do tipo *trans* (<1% do valor energético total) e de colesterol (<300 mg/dia) o que pode contribuir de forma efetiva na redução de risco para doença cardiovascular. O aumento do consumo de frutas, vegetais, grãos integrais e peixe é também recomendado.

O *National Cholesterol Education Program -Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP III) (50) fundamenta suas recomendações dietoterápicas em relação à SM no controle dos níveis de LDL colesterol com o objetivo de redução do risco de doença cardiovascular. Em relação ao do valor energético total recomenda: consumo de 50-60% de carboidratos, 15% de proteínas e 25-35% de gorduras. A ingestão diária de gordura saturada e de colesterol total deve ser menor do que 7% e do que 200 mg, respectivamente. No NCEP-ATP III é feita uma recomendação específica para o consumo de fibras do tipo solúvel: 10-25 g/dia.

A ADA (51) ainda não apresenta diretriz nutricional específica para SM. No entanto, uma vez que gorduras saturadas elevam os níveis de colesterol e potencializam a hipercolesterolemia, é recomendado reduzir seu conteúdo dietético a menos do que 7% do valor energético total e o consumo de colesterol, a menos do que 200 mg/dia. A ingestão de gorduras totais não deve exceder 30% valor energético total. Em relação aos carboidratos, a ADA recomenda diferenciá-los quanto à qualidade, isto é quanto ao índice glicêmico, e não apenas à quantidade total ingerida. Porém enfatiza que são necessários mais estudos antes de adotar o critério de índice glicêmico como uma diretriz. A ADA também recomenda o consumo de alimentos ricos em fibras alimentares e com baixo IG (14g de fibras totais /1000 kcal/dia).

A *Sociedade Brasileira de Diabetes* (SBD) (52) em recente consenso considera as modificações no estilo de vida como redução de peso, dieta saudável, exercício regular e cessação do fumo como sendo as principais orientações terapêuticas no tratamento da SM. Não existem recomendações dietoterápicas específicas, porém a dieta mediterrânea (53) é citada como possivelmente associada a uma maior perda de peso.

A *Sociedade Brasileira de Cardiologia* (SBC) (54) já apresenta uma diretriz definida para o tratamento não-medicamentoso da SM. O plano alimentar recomendado aos pacientes portadores da SM consiste em fornecer um valor energético total compatível com a obtenção e/ou manutenção do peso corporal desejável. Além disso, o consumo diário de carboidratos, proteínas e gordura total deve ser de 50-60%, 15% e 25-35% do valor energético total, respectivamente. A ingestão de gordura saturada deve ser limitada a menos do que 10%, a de gordura monoinsaturada até 20% e de gordura poliinsaturada até 10%. O consumo de colesterol deve ser menor do que 300 mg/dia, e para pacientes com valores de LDL colesterol acima de 100 mg/dl é sugerido um consumo menor do que 200 mg/dia. É

recomendado o consumo de 20-30 g/dia de fibras totais sob a forma de grãos integrais, frutas, vegetais e leguminosas.

### **Considerações finais**

Os fatores dietéticos podem exercer um papel fundamental tanto nos componentes individuais como na prevenção e controle da SM. Dados recentes associam a presença da SM ao menor consumo de grãos integrais, frutas e vegetais. Existe uma estreita relação entre estes alimentos e as fibras alimentares e é provável que as fibras do tipo solúvel estejam mais diretamente relacionadas a estes efeitos. A importância das fibras é reforçada pela observação de que o consumo de alimentos ricos em fibras está presente em dietas associadas a uma redução de risco cardiovascular, como a dieta mediterrânea e a dieta “DASH”. Os mecanismos relacionados aos efeitos benéficos das fibras sobre os componentes da SM não estão ainda completamente esclarecidos. Os efeitos sobre o metabolismo da glicose podem ser mediados por uma mais lenta absorção e digestão de carboidratos, o que resultaria em uma menor necessidade de secreção de insulina após a alimentação (55). De fato, quando pacientes com DM tipo 2 seguem uma dieta rica em alimentos com elevado conteúdo de fibras solúveis foi demonstrado uma melhora em índices de controle glicêmicos e lipídico associada à redução de hiperinsulinemia (56). As fibras solúveis podem também ter um efeito moderado na redução da pressão arterial como demonstrado em pacientes sem DM (57).

Diferentes fontes e tipos de carboidratos e sua influência na resistência à insulina podem também representar uma alternativa de manipulação de dieta. Neste sentido, a avaliação do papel do IG e da carga glicêmica dos alimentos no contexto da dieta e não apenas de forma isolada deve ser também considerado. Ainda, a avaliação do papel de

diferentes tipos de gordura na alimentação usual deve ser analisada em diferentes populações.

O esclarecimento e confirmação de vários aspectos de dieta relacionados à SM discutidos neste manuscrito indicam a necessidade de novos estudos que avaliem a influência de diferentes fatores dietéticos na presença e no desenvolvimento da SM levando em consideração o papel preponderante da resistência à insulina associada à obesidade abdominal nestes pacientes.

Com base nas evidências existentes sobre o papel da dieta na SM e nas recomendações das principais entidades revisadas neste manuscrito os autores sugerem recomendações práticas para o manejo dietoterápico da SM (Quadro 3).



### Referências

1. American Heart Association. Diagnosis and management of the metabolic syndrome. An American Heart Association/ National Heart Lung, and Blood Institute/ Scientific Statement. **Circulation** **2005**; 112:2735-2752.
2. Wilson PWF, D'Agostino RB, Parise H, Sullivan L, Meigs JB. Metabolic Syndrome a a precursor of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. **Circulation** **2005**; 112:3066-3072.
3. Lorenzo C, Okoloise M, Williams K, Stern MP, Haffner SM. The metabolic syndrome as predictor of type 2 diabetes: The San Antonio heart Study. **Diabetes Care** **2003**; 26:3153-3159.
4. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. **Diabet Med** **1998**; 15:539-553.
5. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). **JAMA** **2001**; 285: 2486-2497.
6. Alberti KGMM, Zimmet P, Shaw J. Metabolic Syndrome - A new world-wide definition. A concensus statement from the International Diabetes Federation. **Diabet Med** **2006**; 23:469-480.
7. Eckel R, Grundy SM, Zimmet P. The metabolic syndrome. **Lancet** **2005**; 365: 1415-28.
8. Ford ES, Giles VH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults-findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. **JAMA** **2002**; 287: 356-359.

9. Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. Increasing prevalence of the metabolic syndrome among US adults. **Diabetes Care** 2004; 27:2444-2449.
10. Olshansky SJ, Passaro DJ, Hershow RC, Layden J, Carnes BA, Brody J, et al. A potential decline in life expectancy in the United States in the 21<sup>st</sup> century. **N Engl J Med** 2005; 352:1138-1145.
11. Zimmet P, Alberti KG, Shaw J. Global and societal implications of the diabetes epidemic. **Nature** 2001; 414:782-787.
12. Alexander CM, Landsman PB, Teusch SM, Haffner SM. NCEP-Defined metabolic syndrome, diabetes, and prevalence of coronary heart disease among NHANES III participants age 50 years and older. **Diabetes** 2003; 52: 1210-1214.
13. Picon PX, Zanatta C, Gerchaman F, Zelmanovitz T, Gross JL, Canani LH. Análise dos critérios de definição da síndrome metabólica em pacientes com diabetes melito tipo 2. **Arq Bras Endocrinol Metab** 2006; 50: 264-270.
14. Gale EAM. The myth of metabolic syndrome. **Diabetologia** 2005; 48: 1679-1683.
15. Eckel R, Kahn R, Robertson RM, Rizza RA. Preventing cardiovascular disease and diabetes. **Diabetes Care** 2006; 29:1697-1699.
16. Karn R, Buse J, Ferrannini E, Stern M. The metabolic syndrome: Time for a critical appraisal: Joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. **Diabetes Care** 2005; 28:2289–2304.
17. Hiller TA, Rousseau A, Lange C, Lépinay P, Cailleau M, Novak M, et al. Practical way to assess metabolic syndrome using a continuous score obtained from principal components analysis- The DESIR Cohort. **Diabetologia** 2006; 49: 1528-1535.

18. Kahn SE, Zinman B, Haffner SM, Colleen O'Neill, Kravitz BG, Yu D, et al. Obesity is a major determinant of the association of C-reactive protein levels and the metabolic syndrome in type 2 diabetes. **Diabetes** **2006**; 55:2357-2364.
19. Gropp L. Genetics of the metabolic syndrome. **Br J Nutr** **2000**; 83 (suppl.1): S39-S48.
20. Lidfeldt J, Nyberg, Nerbrand PC, Samsioe G, Scherstén B, Agardh CD. Socio-demographic and psychological factors are associated with features of the metabolic syndrome: the Women's Health in the Lund Area (WHILA) study. **Diabetes Obes Metab** **2003**; 5:106-112.
21. The National Heart, Lung, and Blood Institute (NHCBI) Family Heart Study. Familial clustering for features of the metabolic syndrome. **Diabetes Care** **2006**; 29:631-636.
22. Everson SA, Goldeberg DE, Helmrich SP, Lakka TA, Lynch JW, Kaplan GA, Salonen JT. Weight gain and the risk of developing insulin resistance syndrome. **Diabetes Care** **1998**; 21:1637-1643.
23. Bigaard J, Tjønneland A, Thomsen BL, Overvad K, Heitmann BL, Sorensen TIA. Waist circumference, BMI, smoking, and mortality in middle-aged men and women. **Obes Res** **2003**; 11:895-903.
24. Klein S, Burke LE, Bray GA, Blair S, Allison DB, Pi-Sunyer X, et al. Clinical implications of obesity with specific focus on cardiovascular disease. A Statement for professionals from the American Heart Association council nutrition, physical activity, and metabolism. **Circulation** **2004**; 110: 2952-2967.
25. Nordmann AJ, Nordmann A, Briel M, Keller U, Yancy WS, Brehm BJ. Effects of low-carbohydrate vs. low fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors. A meta-analysis of randomized controlled trials. **Arch Intern Med** **2006**; 166: 285-293.

26. Clinical Guidelines on the identification, evaluation, and the treatment of overweight and obesity adults-The Evidence Report. **Obes Res** **1998**; 6: 51S-209S.
27. American Heart Association. Diet and lifestyle recommendations Revision 2006. A Scientific Statement from the American Heart Association Nutrition Committee. **Circulation** **2006**; 114:1-15.
28. Apple LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure: DASH Collaborative Research Group. **N Engl J Med** **1997**; 336: 1117-1124.
29. Sacks FM, Volmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D, Obarzanek E, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. **N Engl J Med** **2001**; 344: 3-10.
30. Elmer PJ, Obarzanek E, Volmer WM, Simons-Morton D, Stevens VJ, Young DR, et al. Effects of comprehensive lifestyle modification on diet, weight, physical fitness, and blood pressure control: 18-month results of a randomized trial. **Ann Intern Med** **2006**; 144:485-495.
31. Ludwig DS. The glycemic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. **JAMA** **2002**; 287:2414-2423.
32. Carmena R, Grundy SM. Management of hypertriglyceridemic patients: dietary management of hypertriglyceridemic. **Am J Cardiol** **1991**; 68:35A-37A
33. Estruch R, Martinez-Gonzalez MAM, Corella D, Salas-Salvadó J, Rutz-Gutiérrez VR, Covas MI, Flol M. Effects of a Mediterranean-style diet on cardiovascular risk factors. A Randomized Trial. **Ann Intern Med** **2006**; 145: 1-11.

34. Khaw KT, Wareham N, Bingham S, Luben R, Welch, Day N. Association of hemoglobin A1C with cardiovascular disease and mortality in adults: The European Prospective Investigation into Cancer in Norfolk. **Ann Intern Med** 2004; 141:413-420.
35. Foster-Powell K, Holt SH. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **Am J Clin Nutr** 2002; 76 (1): 5-56.
36. Willett W, Manson J, Liu S. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes. **Am J Clin Nutr** 2002; 76 (suppl): 274S-280S.
37. Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. **Am J Clin Nutr** 2004; 80:348-356.
38. Chandalia M, Garg A, Lutjohann, Bergmann KV, Grundy SM, Brinkley LJ. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. **N Engl J Med** 2000; 342:1392-1398.
39. Maki KC. Dietary factors in the prevention of diabetes mellitus and coronary artery disease associated with the metabolic syndrome. **Am J Cardiol** 2004; 93 (suppl): 12C-17C.
40. Freire RD, Cardoso MA, Gimeno SGA, Ferreira SRG. Dietary fat is associated with metabolic syndrome in Japanese Brazilians. **Diabetes Care** 2005; 28:1779-1785.
41. Esmailzadeh A, Mirmiran P, Azizi F. Whole-grain consumption and the metabolic syndrome: a favorable association in Tehranian adults. **Eur J Clin Nutr** 2005; 9: 353–362.
42. Steemburgo T, Dall’Alba V, Almeida JC, Silva FM, Zelmanovitz T, Gross JL, Azevedo MJ. Intake of fibers from fruits and whole grains has a protective role for the presence

- of metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes. **The Endocrine Society's 88th Annual Meeting** (ENDO 2006), June 24-27 in Boston, Massachusetts.
43. Sahyoun NR, Jacques PF, Zhang XL, Juan W, Mckeown MN. Whole-grain intake is inversely associated with the metabolic syndrome and mortality in older adults. **Am J Clin Nutr** 2006; 83:124-31.
44. Mckeown MN, Meigs JB, Liu S, Saltzman E, Wilson PWF, Jacques PF. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort. **Diabetes Care** 2004; 27: 538-546.
45. Esposito K, Marfella R, Ciotola M, Ciotola M, Di Palo C, Giuliano F, Giuliano G. Effect of a Mediterranean-style diet on endothelial dysfunction and markers of a vascular inflammation in the metabolic syndrome-A randomized trial. **JAMA** 2004; 292: 1440-1446.
46. Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A, Azizi T, Azizi F. Beneficial effects of a Dietary Approaches to Stop Hypertension eating plan on features of the metabolic syndrome. **Diabetes Care** 2005; 28: 2823-2831.
47. Laaksonen DE, Toppinen LK, Juntunen KS, Autio K, Liukkonen KH, Poutanen KS, Niskanen L, Mykkänen HM. Dietary carbohydrate modification enhances insulin secretion in persons with the metabolic syndrome. **Am J Clin Nutr** 2005; 82: 1218-1287.
48. Tuomiletho J. Cardiovascular risk: Prevention and treatment of the metabolic syndrome. **Diabetes Res Clin Pract** 2005; 682S: S28-S35.
49. Buse JB, Ginsberg HN, Bakris GL, Clark NG, Costa F, Eckel R, et al. Primary prevention of cardiovascular disease in people with diabetes mellitus. **Diabetes Care** 2007; 30:162-172.

50. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP). Detection. Evaluation. Treatment. Adopting healthful lifestyle habits to lower LDL Cholesterol and reduce CHD Risk. In Adults (Adult Treatment Panel III). **2005** [www.nhlbi.nih.gov/chd](http://www.nhlbi.nih.gov/chd).
51. American Diabetes Association. Nutrition recommendations and intervention for diabetes 2006. A position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care** **2006**; 29: 2140-2157.
52. Sociedade Brasileira de Diabetes. Atualização Brasileira sobre Diabetes 2006. Rio de Janeiro: Diagraphic Editora, **2005**.
53. Bielsalski HK. Diabetes preventive components in the Mediterranean diet. Review. **Eur J Clin Nutr** **2004**; 43 (suppl 1): 126-130.
54. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz Brasileira de diagnóstico e tratamento da Síndrome Metabólica. **Arq Bras Cardiol** **2005**; 84 (supl 1): 1-27.
55. Riccardi G, Rivellese AA. Effects of dietary fiber and carbohydrate on glucose and lipoprotein metabolism in diabetic patients. **Diabetes Care** **1991**; 14:1115-1125.
56. Chandalia M, Garg A, Lutjohann, Bergmann KV, Grundy SM, Brinkley LJ. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. **N Engl J Med** **2000**; 342:1392-1398.
57. He J, Streiffer RH, Muntner P, Krousel-Wood MA, Whleton PK. Effect of dietary fiber intake on blood pressure: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **J Hypertension** **2004**; 22:73-80.

**Quadro 1. Definições da Síndrome Metabólica de acordo com diferentes entidades.**

	<b>OMS, 1998 (4)</b>	<b>NCEP-ATP III 2001 (5)</b>	<b>IDF, 2006 (6)</b>
<b>Diagnóstico de SM firmado por</b>	Resistência à insulina e presença de mais 2 componentes	Presença de 3 dos 5 componentes	Circunferência abdominal alterada e presença de mais 2 componentes
<b>Componentes</b>			
<b>Resistência à insulina</b>	TDG, GJA, DM tipo 2 ou sensibilidade à insulina diminuída	-----	-----
<b>Composição Corporal</b>	Razão cintura-quadril: Homens >0,90 cm Mulheres >0,85 cm <b>e/ou</b> IMC >30 kg/m <sup>2</sup>	Circunferência abdominal: Homens ≥102 cm Mulheres ≥88 cm	Circunferência abdominal: Homens ≥94 cm Mulheres ≥80 cm
<b>Lipídeos séricos (mg/dl)</b>	Triglicerídeos ≥150 <b>e/ou</b> Homens HDL <35 Mulheres HDL <39	Triglicerídeos ≥150 <b>e/ou</b> Homens HDL <40 Mulheres HDL <50	Triglicerídeos ≥150 <b>e/ou</b> Homens HDL <40 Mulheres HDL <50 ou uso de hipolipemiantes



<b>Pressão Arterial (mmHg)</b>	$\geq 140 / 90$	$\geq 130 / 85$ <i>ou</i> <i>uso de anti-hipertensivos</i>	$\geq 130 / 85$ <i>ou</i> <i>uso de anti-hipertensivos</i>
<b>Glicose sérica (mg/dl)</b>	TDG, GJA ou DM tipo 2	>110 (incluindo DM)	>100 (incluindo DM)
<b>Outros</b>	Microalbuminúria Excreção urinária de albumina $\geq 20 \mu\text{g}/\text{min}$	-----	-----

OMS: Organização Mundial da Saúde; NCEP-ATP III: National Cholesterol Education Program - Adult Treatment Panel III; IDF: International Diabetes Federation; TDG: Tolerância diminuída à glicose; GJA: Glicemia de jejum alterada; DM: Diabetes Melito

**Quadro 2. Sumário dos principais estudos que avaliaram Dieta e Síndrome Metabólica**

<b>Estudo</b>	<b>Delineamento</b>	<b>Grupo em estudo</b>	<b>Definição</b>	<b>Intervenção</b>	<b>Duração</b>	<b>Resultados</b>
Freire et al <sup>40</sup>	Transversal	877 indivíduos nipo-brasileiros (412 homens; 465 mulheres)	NCEP	---	---	O consumo de gordura total aumentou enquanto o consumo de ácido graxo poliinsaturado linolêico reduziu a chance para a presença de SM
Esmailzadeh et al <sup>41</sup>	Transversal	827 indivíduos iranianos (357 homens; 470 mulheres)	NCEP	---	---	Consumo de grãos integrais foi associado negativamente com hipertensão arterial, hipertrigliceridemia e presença da SM.
Steemburgo et al <sup>42</sup>	Transversal	214 pacientes com DM tipo 2 (104 homens; 110 mulheres)	IDF	---	---	Consumo alimentos ricos em fibras solúveis (grãos integrais e frutas) foi associado negativamente com a presença da SM.
Sahyoun et al <sup>43</sup>	Transversal e Coorte	535 indivíduos idosos (179 homens; 356 mulheres)	NCEP	---	3 anos	O consumo elevado de grãos integrais foi associado negativamente com prevalência da SM e com redução de risco de mortalidade CV.

Mckeown et al <sup>44</sup>	Coorte	2834 indivíduos (1290 homens; 1544 mulheres)	NCEP	---	4 anos	O consumo de grãos integrais foi associado negativamente e o consumo de alimentos com alto IG associado positivamente com a resistência à insulina e a prevalência da SM.
Exposito et al <sup>45</sup>	Ensaio clínico randomizado	180 pacientes com SM (99 homens; 81 mulheres)	NCEP	Dieta mediterrânea vs. dieta AHA	2 anos	Dieta mediterrânea reduziu número de componentes da SM.
Azadbakht et al <sup>46</sup>	Ensaio clínico randomizado controlado	116 pacientes com SM (34 homens e 82 mulheres)	NCEP	Dieta DASH vs. dieta para redução de peso vs. dieta controle	6 meses	Dieta DASH melhorou acentuadamente o perfil de todos os componentes da SM (vs. dieta para redução de peso).
Laaksonen et al <sup>47</sup>	Ensaio clínico randomizado	72 pacientes com sobrepeso ou obesos (36 mulheres; 36 homens)	NCEP	Dieta com modificação de carboidratos: Pão de centeio e massa vs. Pão de trigo/aveia e batata	3 meses	Dieta com pão de centeio e massa aumentou a primeira fase de secreção de insulina.

NCEP: National Cholesterol Education Program; SM: Síndrome Metabólica; IDF: International Diabetes Federation; CV: cardiovascular; AHA: American Heart Association; DASH: Dietary Approaches to Stop Hypertension; DM: Diabetes Melito

**Quadro 3. Recomendações alimentares para pacientes com Síndrome Metabólica**

	<b>Valor diário</b>	<b>Alimentos recomendados</b>	<b>Orientação prática</b>
<b>Valor energético total (VET)</b>			
<b>IMC <math>\geq 25</math> kg/m<sup>2</sup></b>	800-1500 kcal	Dieta balanceada com ênfase no consumo de alimentos pobres em gorduras; vegetais do grupo A liberados; preferência por alimentos com baixo índice glicêmico e por carnes magras.	Perder peso é a prioridade; 3 a 4 refeições diárias; alimentos preparados no vapor, forno ou grelha sem gordura adicional; consumir alimentos integrais e ricos em fibras e eliminar álcool.
<b>IMC <math>&lt; 25</math> kg/m<sup>2</sup></b>	kcal adequadas à atividade física	Ver abaixo	Ver abaixo
<b>Nutrientes</b>			
<b>Carboidratos</b>	50-60% do VET	Preferência por cereais integrais ricos em fibras e alimentos com baixo índice glicêmico.	Ingerir diariamente: pão integral ou centeio, arroz e/ou massa integral; leguminosas e frutas de baixo índice glicêmico (goiaba, maçã e laranja) e reduzir sucos e açúcar
<b>Gorduras</b> <b>Saturadas</b> <b>Ácidos graxos trans</b>	<30 % VET <7% do VET <1% do VET	A maior parte da gordura da dieta deve ser insaturada; Preferência por carnes de peixes e aves; lácteos e derivados pobres em gordura; óleos ricos em ácidos graxos poliinsaturados e monosaturados; nozes; amêndoas, castanhas	Consumir leite e queijos magros, carne de gado magra; dar preferência a peixe e frango; azeite de canola, girassol ou milho para cocção e de oliva para temperar; margarinas “macias”; evitar biscoitos e bolos industrializados.

<b>Colesterol total</b>	<200 mg	Carnes de peixes e aves pobres em colesterol	Consumir carne de peixe e frango no mínimo 3 vezes por semana; limitar ingestão de carne de gado até 2 vezes por semana.
<b>Proteínas</b>	15% do VET	Consumir carnes magras que podem ser substituídas pelas leguminosas (feijão, lentilha, grão de bico); o consumo de peixes deve ser incentivado; leite desnatado e queijo magro.	Ingerir leite ou derivados 2 a 3 vezes ao dia; carne magra 1 vez ao dia.
<b>Sal (NaCl)</b>	3 a 6 g	-----	Usar o mínimo de sal no preparo de alimentos; não usar sal na mesa; evitar enlatados e embutidos.
<b>Fibras</b> <b>Fibras totais</b> <b>Fibras solúveis</b>	20 a 30 g >10 g	Alimentos integrais (pão centeio ou integral e aveia), frutas, vegetais do grupo B e leguminosas alimentos ricos em fibras solúveis.	Ingerir diariamente: alimentos integrais, feijão, frutas ricas em fibras solúveis (laranja, bergamota, mamão papaia, manga), vegetais do grupo B ricos em fibras solúveis (brócolis, cenoura, couve-flor).
<b>Álcool</b>	1 drinque: mulheres 2 drinques: homens	Não existe recomendação do uso de álcool, mas na presença de peso adequado, ausência de hipertrigliceridemia ou outra contra indicação médica, considerar opção do paciente.	Dar preferência a bebidas não destiladas: 1 drinque= 355 ml de cerveja, 120 ml de vinho.

**ARTIGO ORIGINAL\***

**\* Enviado para publicação na revista International Journal of Obesity**

**INTAKE OF SOLUBLE FIBERS AND THE PRESENCE OF METABOLIC  
SYNDROME IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES**

**Running title:** Fibers and Metabolic Syndrome in Diabetes

Thais Steemburgo, RD<sup>1</sup>

Valesca Dall'Alba, RD<sup>1</sup>

Jussara C. Almeida, RD<sup>1</sup>

Themis Zelmanovitz, MD, PhD<sup>1</sup>

Jorge L. Gross, MD, PhD<sup>1</sup>

Mirela J. Azevedo, MD, PhD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>From the Endocrine Division, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

**Corresponding author:**

Mirela Jobim de Azevedo, MD

Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Rua Ramiro Barcelos, 2350 – Prédio 12 – 4º andar. 90035-003. Porto Alegre, RS – Brazil.

Phone/FAX +55 51 21018127 / 8777 e-mail: [mirelaazevedo@terra.com.br](mailto:mirelaazevedo@terra.com.br)

## Abstract

**Objective** - To evaluate possible associations of usual dietary factors with the presence of Metabolic Syndrome (MS) in patients with type 2 diabetes mellitus (DM).

**Design and methods** - A cross-sectional study was conducted in 214 type 2 DM outpatients. Dietary assessment was performed by 3-day weighed-diet records, and patients underwent a clinical and laboratorial evaluation. The presence of MS was defined according to International Diabetes Federation.

**Results** - Patients with MS (n = 176) had a higher proportion of females (55.1 vs. 34.2%; P = 0.02) and microalbuminuria (35.5 vs.18.8%; P = 0.03), higher BMI ( $29.5 \pm 3.7$  vs.  $24.5 \pm 3.1$  Kg/m<sup>2</sup>; P <0.0001) and cholesterol levels ( $209.5 \pm 40.3$  vs.  $194.6 \pm 43.0$  mg/dl; P = 0.04) than patients without MS. Total energy, carbohydrates, protein and fat intakes did not differ between patients with and without MS. Patients with MS had reduced intake of total fiber ( $16.8 \pm 6.2$  vs.  $19.6 \pm 6.5$  g/day; P = 0.01), including soluble fiber ( $5.3 \pm 1.8$  vs.  $6.0 \pm 2.7$  g/day; P = 0.03). In multiple logistic regression models, adjusted for gender, duration of DM and physical activity, variables negatively associated with MS were: soluble fiber (OR 0.83; 95%CI 0.70-0.98; P = 0.02), soluble fiber from whole-grain foods (OR 0.41; 95%CI 0.24-0.70; P = 0.001) and soluble fiber from fruits (OR 0.76; 95%CI 0.60-0.94; P = 0.01).

**Conclusion**- The intake of soluble fibers, particularly from whole-grain foods and from fruits, may have a protective role for the presence of MS in patients with type 2 DM.

**Key Words:** diet, metabolic syndrome, soluble fibers, type 2 diabetes mellitus, whole-grain foods.



## **Introduction**

The metabolic syndrome (MS) refers to a cluster of interrelated risk factors of metabolic origin that is a risk factor for the development of cardiovascular disease and is strongly associated with type 2 diabetes mellitus (DM).<sup>1</sup> The main metabolic risk factors, probably linked by insulin resistance, are: obesity, especially the increase of abdominal fat, disturbed glucose homeostasis, elevated blood pressure, elevated serum triglycerides, and reduced HDL cholesterol.<sup>2,3</sup>

Although the role of MS as a unique disease has raised many questions and controversy<sup>4, 5</sup>, it is clinically useful since it can identify individuals at increase risk for cardiovascular disease. This is particularly important in type 2 DM patients, because MS is highly prevalent, more than 85% in these patients<sup>6</sup>, and the higher the number of MS components presented, the higher the frequency of coronary artery disease and microvascular chronic diabetic complications.<sup>7</sup>

The pathogenesis of MS is not clearly established, but presumably represents a complex interaction between genetic, metabolic, and environmental factors.<sup>8, 9, 10</sup> The role of usual dietary factors was evaluated in subjects with MS.<sup>11, 12, 13, 14, 15, 16, 17</sup> The intake of foods with a high glycemic index was associated with insulin resistance and a high prevalence of the MS.<sup>11</sup> A high intake of whole grains has been negatively associated with MS in healthy individuals<sup>11</sup>, older adults<sup>12</sup> and specific ethnic groups<sup>13</sup>. Total fat intake could be also positively associated with MS, as demonstrated in a population-based study of Japanese descendants living in Brazil.<sup>14</sup> Moreover, in a randomized clinical trial, a Mediterranean-style diet rich in fruits, vegetables, nuts, olive oil and whole-grain foods, was able to reduce both the prevalence of the MS and its associated cardiovascular risk in patients with MS.<sup>15</sup> Also the DASH diet produced a greater improvement in all MS

components as compared to a diet to lose weight.<sup>16</sup> Furthermore, it was demonstrated that the modification of carbohydrate intake, by consuming a rye bread and pasta-based diet, could also enhance the early insulin secretion in overweight or obese subjects with MS.<sup>17</sup>

As far as we know there are no studies that evaluate the influence of diet in MS in patients with type 2 DM. Therefore, the aim of this study was to evaluate possible associations of usual dietary factors with the presence of metabolic syndrome in patients with type 2 DM.

## **Methods**

### **Patients**

This cross-sectional study was conducted in patients with type 2 DM defined as patients over 30 years of age at onset of DM, no previous episode of ketoacidosis or documented ketonuria, and treatment with insulin only after 5 years of diagnosis.

Patients attending the outpatient clinic of the Endocrine Division of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre were selected based on the following criteria: BMI <40 kg/m<sup>2</sup>; triglyceride levels <4.53 mmol/L; serum creatinine <2.0 mg/dL; urinary albumin excretion (UAE) <200 µg/min; normal liver and thyroid function and absence of urinary tract infection, other renal disease and cardiac failure; without registered nutritionist in the previous six months. Medications in use were maintained during the study. Sitting blood pressure was measured twice to the nearest 2 mmHg, after a 10-minute rest, using a standard mercury sphygmomanometer (phases I / V Korotkoff). Physical activity was graded in four levels based on a standardized questionnaire<sup>18</sup> adapted to local habits. Patients were classified as whites or non-whites according to their own self-report. According to a random spot urine sample or 24-h timed urine collection, patients were defined as normoalbuminuric (UAE <17 mg/L or UAE <20 µg/min), or

microalbuminuric (UAE 17-174 mg/L or UAE 20-199  $\mu$ g/min). The diagnosis of microalbuminuria was always confirmed in a 24-h timed urine sample.<sup>19</sup> Diagnosis of MS was based on the International Diabetes Federation criteria: central obesity (waist circumference  $\geq$ 94 cm for men,  $\geq$ 80 cm for women) plus any two of the following: triglycerides  $\geq$ 1.695 mmol/L (150 mg/dL) and/or HDL  $<$ 1.036 mmol/L (40 mg/dL) for men and  $<$ 1.295 mmol/L (50 mg/dL) for women, blood pressure  $\geq$ 130/85 mmHg (or use of antihypertensive drugs) and raised blood glucose or DM.<sup>3</sup> The Ethics Committee approved the protocol and patients gave their written informed consent.

### **Dietary Assessment**

The patient's usual diet was assessed by 3-day weighed-diet record technique (two non consecutive week days and one-weekend days). They were issued commercial scales (1-125 g) and measuring cups (25-250 mL) and a detailed explanation and demonstration was given to each subject.

Compliance with the weight-record technique, besides an interview with the nutritionist, was assessed by comparison of protein intake estimated from the 3-day weighed-diet record and from the 24-h urinary nitrogen output, performed on the third day of the weighed-diet record period.<sup>20</sup>

Dietary nutrients from diet records were analyzed using the Nutribase 98 Clinical Nutritional Manager software v.1.0 (Cybersoft Phoenix, AZ). Nutrient data on frequently consumed foods were updated if necessary and /or complemented with data obtained from local manufacturers of specific industrialized foods.<sup>21</sup> The total, soluble and insoluble dietary fiber content was estimated according to the data provided in the CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition.<sup>22</sup>

## **Anthropometric Measurements**

The body weight and height of patients (without shoes or coats) were obtained using an anthropometric scale, with measurements recorded to the nearest 100 g for weight and to the nearest 0.1 cm for height. BMI (kg/m<sup>2</sup>) was calculated as weight (kilograms) divided by height (meters) square. Waist circumference was measured midway between the lowest rib margin and the iliac crest, near the umbilicus.

## **Laboratory Measurements**

Blood samples were obtained after a 12-h fast. Plasma glucose level was determined by a glucose oxidase method, serum and urinary creatinine level by Jaffe's reaction and the A1C test by an ion-exchange high-performance liquid chromatography procedure (Merck-Hitachi L-9100 glycated hemoglobin analyzer, reference range 4.7 – 6.0%; Merck, Darmstadt, Germany). Serum total cholesterol and triglycerides were measured by enzymatic-colorimetric methods (Merck Diagnostica, Darmstadt, Germany; Boehringer Mannheim, Buenos Aires, Argentina), HDL cholesterol by homogeneous direct method (autoanalyzer, ADVIA 1650). LDL cholesterol was calculated using the Friedewald formula. UAE was measured in sterile urine samples by immunoturbidimetry [MicroAlb Sera-Pak<sup>®</sup> immuno microalbuminuria; Bayer, Tarrytown, NY on Cobas Mira Plus (Roche<sup>®</sup>); mean intra-assay and interassay CVs of 4.5 and 7.6 %, respectively].

## **Statistical Analysis**

Unpaired Student's *t* test, Mann-Whitney's test, and  $\chi^2$  tests were used as appropriated. The mean daily intake of nutrients obtained from 3-day weighed records was used in all statistical analyses. Normally distributed data from dietary intake (g/day or mg/day) were adjusted for total energy intake through the residual method. Energy-adjusted

nutrient intakes were calculated as the residuals from the regression model, with absolute intake as the dependent variable and total energy intake as the independent variable.<sup>23</sup> Multiple logistic regression analysis was used to calculate the odds ratio (OR) and their respective 95% CIs for the presence of MS, adjusted for gender, duration of DM and physical activity. Results were expressed as means  $\pm$  SD or median (range). P values  $<0.05$  were considered to be statistically significant. Statistical analysis was performed using SPSS 14.0 (SPSS, Chicago, IL).

## **Results**

The clinical and laboratory characteristics of patients divided according to the presence of MS are described in Table 1. The female sex and the presence of microalbuminuria were more frequent in patients with MS when compared to patients without MS. Patients with MS had also higher BMI and cholesterol levels than patients without MS. The proportion of white ethnicity, current smoking, alcohol intake, physical activity and level of education did not differ. Plasma glucose, A1C test and creatinine were not different between the two groups. As expected, features used to define MS were different.

Nutrient intakes in patients with and without MS are shown in Table 2. The intake of carbohydrate was lower in patients with MS than in patients without MS, although the significance was not maintained when these values were adjusted for total energy intake. Intake of protein from vegetable source was lower in patients with MS as compared to patients without MS.

When the daily intake of fibers was evaluated (Table 3), patients with MS had a reduced ingestion of total, soluble and insoluble fibers, as well as fibers from whole-grain foods from C group (whole-wheat or rye breads, brown rice, whole-wheat pasta, oat bran,

whole-wheat crackers) and from fruits. Taken into account all consumed whole-grain foods, whole-wheat or rye breads were the most frequently (76.7%) consumed food. The intakes of fibers from legumes and beans, and fibers from vegetables did not differ between patients with and without MS.

Multiple logistic regression models were performed (Figure 1). The variables negatively associated with the presence of MS (dependent variables) were: intakes of dietary fibers, soluble fibers from whole-grain foods and soluble fibers from fruits, and selected foods such as foods from C group, particularly whole-grain foods, legumes and beans, and fruits. All regression models were adjusted for gender, duration of DM and level of physical activity. Foods from groups A and B were not associated with MS. When patients were classified for the presence or absence of MS according the National Cholesterol Education Program criteria<sup>2</sup> the results of these regression models did not change (data not shown).

The associations of soluble fibers from whole-grain foods and from fruits with each component of MS, except the presence of DM, were analyzed. Soluble fibers from whole-grain foods conferred a protection for low HDL cholesterol (OR 0.58; 95%CI 0.33-0.99; P = 0.05) and for high triglycerides levels (OR 0.58; 95%CI 0.36-0.96; P = 0.03). The protection for the presence of abdominal obesity had a borderline statistical significance (OR 0.61; 95%CI 0.34-1.11; P = 0.10), and no association with elevated blood pressure levels was observed. No individual component of MS was associated with soluble fibers from fruits.

The terciles of daily intakes of soluble fibers were: 4 g, 5 g and 6 g. The highest tercile of soluble fiber, as compared to the lowest one, was negatively associated with the

presence of MS (OR 0.44; 95%CI 0.21-0.93; P = 0.03), adjusted for gender, duration of DM and physical activity.

## **Discussion**

In the present study, it was observed that a high intake of fibers, especially soluble fibers, was negatively associated with the presence of MS. Daily intake of at least 5 g of soluble fiber was associated with a reduction of 56% for the presence of MS. The main sources of these soluble fibers were whole-grain foods, and fruits, and these types of fibers conferred a protection for MS of 59% and 24%, respectively. Whole-grain foods, fruits, legumes and beans were the foods negatively associated with the presence of MS, probably due to their content of soluble fibers.<sup>22</sup> As far as we know, no other study evaluated the influence of dietary soluble fibers in MS in patients with type 2 DM.

Mechanisms linking beneficial effects of dietary fiber intake on MS features have not been completely established. The effects of soluble fibers on glucose metabolism can be mediated through the slow absorption and digestion of carbohydrates, leading to a reduced demand for insulin.<sup>24</sup> Indeed, when type 2 DM patients followed a diet with several foods with high content of soluble fiber, improvements of glycemic and lipid control indexes were associated with a reduction of hyperinsulinemia.<sup>25</sup> The food sources of fibers may be relevant since no improvement of metabolic control indexes occurred when only wheat bran was added to the diet of type 2 DM patients.<sup>26</sup> Furthermore, fibers can also affect blood pressure levels. In patients without DM, a diet rich in soluble fiber induced a moderate blood pressure lowering effect.<sup>27</sup>

The protective role of foods rich in fibers was previously evaluated in patients with MS, but without DM. Observational studies demonstrated that diets rich in whole grain foods were negatively associated with MS.<sup>11, 12, 13</sup> Reduction of MS features was associated

with a Mediterranean-style diet, which is rich in whole grains, fruits, vegetables, legumes, walnuts, fish and olive oil.<sup>15</sup> Also, the improvement of all MS components observed when a DASH diet was compared to a weight reducing diet might be related to fibers from fruits and whole grains.<sup>16</sup> However, these studies described only the type of foods consumed, not their fiber content or type of fiber.

In the present study, when the intake of different foods was analyzed, the strongest negative association with MS was observed with whole-grain foods (OR 0.55). Although the protection for MS from fruits seemed to be lower than whole-grain foods (17% vs. 45%), this could be related to a low intake of fruits, approximately two fruits per day, by all patients [patients with MS: 201.3 (0-816.0) g/day vs. patients without MS: 189 (64.3-882) g/day; P = 0.35].

In this sample of type 2 DM patients, carbohydrate intake and glycemic load were not different in patients with and without MS, as previously demonstrated in subjects without DM.<sup>11</sup> A positive association of the fat intake with MS was observed in non-diabetic Japanese Brazilians.<sup>14</sup> In the present study, no relationship of fat intake with MS was demonstrated.

A possible limitation of this study could be related to dietary data records. The food frequency techniques, used in most observational studies, are limited due to the lack of accuracy for quantitative data. However, in the present study dietary intake was assessed by a standardized 3-day weighed-diet record technique, which includes a 24-h urinary urea measurement to confirm dietary intake estimated from records.<sup>18</sup> Furthermore, the reliability of data from food records was improved by the adjustment of the intake of macronutrients and fibers by total energy intake.<sup>23</sup>



No specific dietary recommendations have been advocated for treatment in type 2 diabetic patients with MS. The present study suggests that a high intake of foods rich in soluble fiber, such as most whole-grain foods, particularly breads, fruits, vegetables, legumes and beans could be recommended to these patients to improve the profile of MS components (Table 4), especially triglycerides and HDL cholesterol. A randomized clinical trial is needed to confirm the beneficial effects of soluble fiber on MS in patients with MS, particularly in type 2 DM patients.

In conclusion, the intake of soluble fibers, especially from whole-grain foods and from fruits, may have a protective role for the presence of MS in patients with type 2 DM.

**Acknowledgements:** This study was partially supported by Ministério de Ciência e Tecnologia, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MCT/CNPq # 502050/2005-5) and FIPE-Hospital de Clínicas de Porto Alegre. TS is a recipient of scholarships from Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), and VD is a recipient from CNPq.

## References

- 1 Wilson PWF, D'Agostino RB, Parise H, Sullivan L, Meigs JB. Metabolic Syndrome as a precursor of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. *Circulation* 2005; **112**: 3066-3072.
- 2 Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001; **285**: 2486-2497.
- 3 Alberti KGMM, Zimmet P, Shaw J. Metabolic Syndrome- A new world-wide definition. A consensus statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med* 2006; **23**: 469-480.
- 4 Gale EAM. The myth of metabolic syndrome. *Diabetologia* 2005; **48**:1679-1683.
- 5 Kahn R, Buse J, Ferrannini E, Stern M. The metabolic syndrome: Time for a critical appraisal: Joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care* 2005; **28**:2289–2304.
- 6 Alexander CM, Landsman PB, Teusch SM, Haffner SM. NCEP-Defined metabolic syndrome, diabetes, and prevalence of coronary heart disease among NHANES III Participants Age 50 years and Older. *Diabetes* 2003; **52**:1210-1214.
- 7 Costa LA, Canani LH, Lisboa HRK, Tres GS, Gross JL. Aggregation of features of the metabolic syndrome is associated with increased prevalence of chronic complications in Type 2 diabetes. *Diabet Med* 2003; **21**:252-255.
- 8 Lidfeldt J, Nyberg P, Nerbrand C, Samsiose G, Shersten B, Agardh CD. Socio-demographic and psychological factors are associated with features of the metabolic syndrome: the Women's Health in the Lund Area (WHILA) study. *Diabetes Obes Metab* 2003; **5**:106-112.

- 9 Tang W, Hong Y, Province MA, Rich SS, Hopkins PN, Arnett DK *et al.* The National Heart, Lung, and Blood Institute (NHCBI) Family Heart Study. Familial clustering for features of the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2006; **29**: 631-636.
- 10 Bosy-Westphal A, Onur S, Geisler C, Wolf A, Korth O, Pfeuffer M, Schrezenmeir J, Krawczak M, Müller MJ. Common familial influences on clustering of metabolic syndrome traits with central obesity and insulin resistance: the Kiel obesity prevention study. *Int J Obes* 2006; 1-7.
- 11 Mckeown MN, Meigs JB, Liu S, Saltzman E, Wilson PWF, Jacques PF. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort. *Diabetes Care* 2004; **27**: 538-546.
- 12 Sahyoun NR, Jacques PF, Zhang XL, Juan W, Mckeown MN. Whole-grain intake is inversely associated with the metabolic syndrome and mortality in older adults. *Am J Clin Nutr* 2006; **83**:124-131.
- 13 Esmailzadeh A, Mirmiran P, Azizi F. Whole-grain consumption and the metabolic syndrome: a favorable association in Tehranian adults. *Eur J Clin Nutr* 2005; **9**: 353-362.
- 14 Freire RD, Cardoso MA, Gimeno SGA, Ferreira SRG. Dietary fat is associated with metabolic syndrome in Japanese Brazilians. *Diabetes Care* 2005; **28**:1779-1785.
- 15 Esposito K, Marfella R, Ciotola M, Ciotola M, Di Palo C, Giuliano F *et al.* Effect of a Mediterranean-style diet on endothelial dysfunction and markers of a vascular inflammation in the metabolic syndrome-A randomized trial. *JAMA* 2004; **292**:1440-1446.
- 16 Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A, Azizi T, Azizi F. Beneficial effects of a Dietary Approaches to Stop Hypertension eating plan on features of the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2005; **28**: 2823-2831.

17 Laaksonen DE, Toppinen LK, Juntunen KS, Autio K, Liukkonen KH, Poutanen KS *et al.* Dietary carbohydrate modification enhances insulin secretion in persons with the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 2005; **82**:1218-1227.

18 Tuomilehto J, Lindstron J, Eriksson JG, Vale TT, Hämäläinen H, Ilanne-Parikka P *et al.* For the 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* 2001; **344**:1343-1350.

19 Gross JL, Azevedo MJ, Silveiro SP, Canani LH, Caramori ML, Zelmanovitz T. Diabetic Nephropathy: diagnosis, prevention, and treatment. *Diabetes Care* 2005; **28**: 164-176.

20 Moulin CC, Tiskievicz F, Zelmanovitz T, Oliveira J, Azevedo MJ, Gross JL Use of weighed diet records in the evaluation of diets with different protein contents in patients with type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 1998; **67**: 853-857.

21 USDA SR 13 Research Quality Nutrient Data: The Agricultural Research Service: Composition of Foods, Agricultural Handbook n° 8 Washington, DC, US Department of Agriculture, 1998.

22 Schakel S, Sievert YA, Buzzard IM. Dietary fiber values for common foods. In: Spiller GA. Ed. CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition. 3<sup>rd</sup> ed. Boca Raton, Fla.; CRC Press, 2001, pp. 615-648.

23 Willett W, Stampfer MJ. Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. *Am J Epidemiol* 1986; **124**:17-27.

24 Riccardi G, Rivellese AA. Effects of dietary fiber and carbohydrate on glucose and lipoprotein metabolism in diabetic patients. *Diabetes Care* 1991; **14**:1115-1125.

25 Chandalia M, Garg A, Lutjohann, Bergmann KV, Grundy SM, Brinkley LJ. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. *N Engl J Med* 2000; **342**:1392-1398.

26 Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA, Martini MC, Axelsen M, Faulkner D *et al.* Effect of wheat bran on glycemic control and risk factors for cardiovascular disease in type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002; **25**:1522-1528.

27 He J, Streiffer RH, Muntner P, Krousel-Wood MA, Whleton PK. Effect of dietary fiber intake on blood pressure: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Hypertension* 2004; **22**:73-80.

**Table 1. Clinical and laboratory characteristics of type 2 diabetic patients according to the presence of Metabolic Syndrome.**

	Without MS	With MS	P
N	38	176	-
Age (years)	60.7 ± 10.7	60 ± 10.0	0.07 <sup>1</sup>
Gender (female)	13 (34.2%)	97 (55.1%)	0.02 <sup>2</sup>
Ethnicity (white)	34 (89.5%)	156 (88.6%)	0.88 <sup>2</sup>
Duration of DM (years)	14.0 ± 7.0	11.5 ± 8.2	0.10 <sup>1</sup>
Coronary artery disease (yes)	5 (5.3 %)	30 (17.0 %)	0.06 <sup>2</sup>
Microalbuminuria (yes)	6 (17.8%)	58 (36.5%)	0.03 <sup>2</sup>
Blood pressure level ≥130/85 mmHg (yes) *	19 (50%)	167 (94.9%)	0.006 <sup>2</sup>
Current smoking (yes)	5 (13.2%)	19 (10.8%)	0.31 <sup>2</sup>
Alcohol intake (yes)	18 (47.4%)	58 (33.0%)	0.21 <sup>2</sup>
Frequency of exercise: level 1	16 (43.2%)	92 (55.1%)	0.07 <sup>2</sup>
Education ≤8 years (%)	37.8	48.3	0.25 <sup>2</sup>
Diabetes treatment (D/OA/I or I+ OA %)	0/60.5/39.5	7.4/60.8/31.8	0.40 <sup>2</sup>
Hypertension treatment (yes)	14 (36.8%)	145 (82.4%)	<0.0001 <sup>2</sup>
ACE inhibitors (yes)	10 (26.3%)	114 (64.8%)	<0.0001 <sup>2</sup>
Hypolipidemic agents (yes)	5 (13.2%)	38 (21.6%)	0.38 <sup>2</sup>
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.5 ± 3.1	29.5 ± 3.7	<0.0001 <sup>1</sup>
Waist circumference (cm) *			
Female	89 (69.5-107)	102 (80-129)	<0.0001 <sup>3</sup>
Male	91 (74.5-95)	105 (95.5-128.6)	<0.0001 <sup>3</sup>
Fasting plasma glucose (mmol/L)	7.8 ± 2.2	8.2 ± 2.9	0.57 <sup>1</sup>
A1C test (%)	7.3 ± 1.6	7.4 ± 1.6	0.76 <sup>1</sup>
Total cholesterol (mmol/L)	5.0 ± 1.1	5.4 ± 1.0	0.04 <sup>1</sup>
HDL cholesterol (mmol/L) *			

Female	1.6 ± 0.3	1.2 ± 0.3	0.001 <sup>1</sup>
Male	1.3 ± 0.3	1.0 ± 0.2	0.05 <sup>1</sup>
LDL cholesterol (mmol/L)	3.1 ± 0.9	3.3 ± 0.9	0.14 <sup>1</sup>
Triglycerides (mmol/L)*	1.2 (0.4-3.1)	1.7 (0.4-4.0)	<0.0001 <sup>3</sup>
Serum creatinine (mg/dL)	0.88 ± 0.17	0.87 ± 0.20	0.76 <sup>1</sup>
24-h UAE (µg/min)	3.6 (3.1-151.1)	7.2 (2.5-180.5)	0.15 <sup>3</sup>

---

Data are mean ± SD, median (range) or number of patients with analyzed characteristics (%); MS: Metabolic Syndrome; DM: Diabetes Mellitus; D: diet only; OA: oral antidiabetic agents; I: insulin; UAE = urinary albumin excretion; \* Components of Metabolic Syndrome according to International Diabetes Federation criteria; <sup>1</sup> Student's *t* test; <sup>2</sup> Pearson Chi-square test; <sup>3</sup> Mann-Whitney U test



**Table 2. Daily intake of nutrients of type 2 diabetic patients according to the presence of Metabolic Syndrome.**

	Without MS	With MS	P
N	38	176	
Total energy intake (kcal)	1937.0 ± 479.0	1790.0 ± 505.3	0.10 <sup>1</sup>
<b>Carbohydrate</b>			
Crude intake (g)	230.4 ± 71.1	207.2 ± 61.8	0.04 <sup>1</sup>
Total energy intake adjusted (g)	217.5 ± 40.8	210.0 ± 33.5	0.23 <sup>1</sup>
Total energy intake (%)	48.0 ± 6.4	46.6 ± 6.9	0.23 <sup>1</sup>
Glycemic load (g)	94.4 ± 26.4	92.4 ± 26.3	0.66 <sup>1</sup>
<b>Protein</b>			
Crude intake (g)	92.6 ± 28.6	86.5 ± 27.7	0.22 <sup>1</sup>
Total energy intake adjusted (g)	85.3 ± 16.3	85.6 ± 17.0	0.90 <sup>1</sup>
Animal source adjusted (g)	56.0 ± 16.6	60.3 ± 19.7	0.79 <sup>1</sup>
Vegetable source adjusted (g)	31.5 ± 9.0	28.0 ± 7.2	0.009 <sup>1</sup>
Total energy intake (%)	18.8 ± 4.5	19.5 ± 3.8	0.33 <sup>1</sup>
<b>Fat</b>			
Crude intake (g)	70.3 ± 21.5	68.4 ± 25.6	0.67 <sup>1</sup>
Total energy intake adjusted (g)	65.5 ± 15.7	69.5 ± 13.6	0.11 <sup>1</sup>
Animal source adjusted (g)	26.0 ± 10.5	29.0 ± 10.8	0.10 <sup>1</sup>
Vegetable source adjusted (g)	39.3 ± 13.0	40.0 ± 15.1	0.20 <sup>1</sup>
Total energy intake (%)	33.0 ± 6.8	34.0 ± 6.7	0.37 <sup>1</sup>
Saturated fatty acid (% energy)	9.6 ± 2.7	9.7 ± 2.5	0.96 <sup>1</sup>
Polyunsaturated fatty acid (% energy)	9.4 ± 3.5	9.6 ± 4.0	0.74 <sup>1</sup>
Monounsaturated fatty acid (% energy)	11.0 ± 2.4	11.7 ± 2.7	0.16 <sup>1</sup>
Polyunsaturated/Saturated fatty acid ratio	1.0 ± 0.4	1.0 ± 0.4	0.92 <sup>1</sup>
Trans fatty acid (% energy)	1.2 ± 0.7	1.2 ± 0.6	0.87 <sup>1</sup>
Crude cholesterol intake (mg)	215.2 ± 112.5	217.0 ± 98.5	0.94 <sup>1</sup>

Total energy adjusted cholesterol intake (g)	202.4 ± 99.4	219.8 ± 81.4	0.27 <sup>1</sup>
--	--------------	--------------	-------------------

---

Data are expressed as mean ± SD; MS: Metabolic Syndrome; <sup>1</sup> Student's *t* test

**Table 3. Daily intake of fibers of type 2 diabetic patients according to the presence of Metabolic Syndrome.**

	Without MS	With MS	P
N	38	176	
<b>Total Fiber</b>			
Crude intake (g)	20.4 ± 7.7	16.5 ± 7.0	0.003 <sup>1</sup>
Total energy intake adjusted (g)	19.6 ± 6.5	16.8 ± 6.2	0.01 <sup>1</sup>
<b>Soluble fiber</b>			
Crude intake (g)	6.3 ± 3.0	5.2 ± 2.1	0.008 <sup>1</sup>
Total energy intake adjusted (g)	6.0 ± 2.7	5.3 ± 1.8	0.03 <sup>1</sup>
<b>Insoluble Fiber</b>			
Crude intake (g)	14.1 ± 5.3	11.3 ± 4.8	0.001
Total energy intake adjusted (g)	14.1 ± 5.3	11.3 ± 4.8	0.01 <sup>1</sup>
<b>Fibers from fruits</b>			
Total Fiber (g)	4.1 (0.8-17.7)	3.3 (0-13.6)	0.01 <sup>2</sup>
Soluble Fiber (g)	1.6 (0.3-10.1)	1.3 (0-6.5)	0.02 <sup>2</sup>
<b>Fibers from whole-grain foods (C group)</b>			
Total Fiber (g)	2.5 (0-16.4)	0.0 (0-11.8)	<0.0001 <sup>2</sup>
Soluble Fiber (g)	0.5 (0-3.0)	0.0 (0-2.4)	<0.0001 <sup>2</sup>
<b>Fibers from legumes and beans</b>			
Total Fiber (g)	4.2 (0-18.1)	3.7 (0-18.1)	0.11 <sup>2</sup>
Soluble Fiber (g)	1.0 (0-4.7)	0.9 (0-4.7)	0.13 <sup>2</sup>
<b>Fibers from vegetables (A, B, C groups)</b>			
Total Fiber (g)	2.5 (0-6.5)	2.4 (0.1-17.2)	0.79 <sup>2</sup>
Soluble Fiber (g)	0.8 (0-2.0)	0.7 (0-4.4)	0.53 <sup>2</sup>

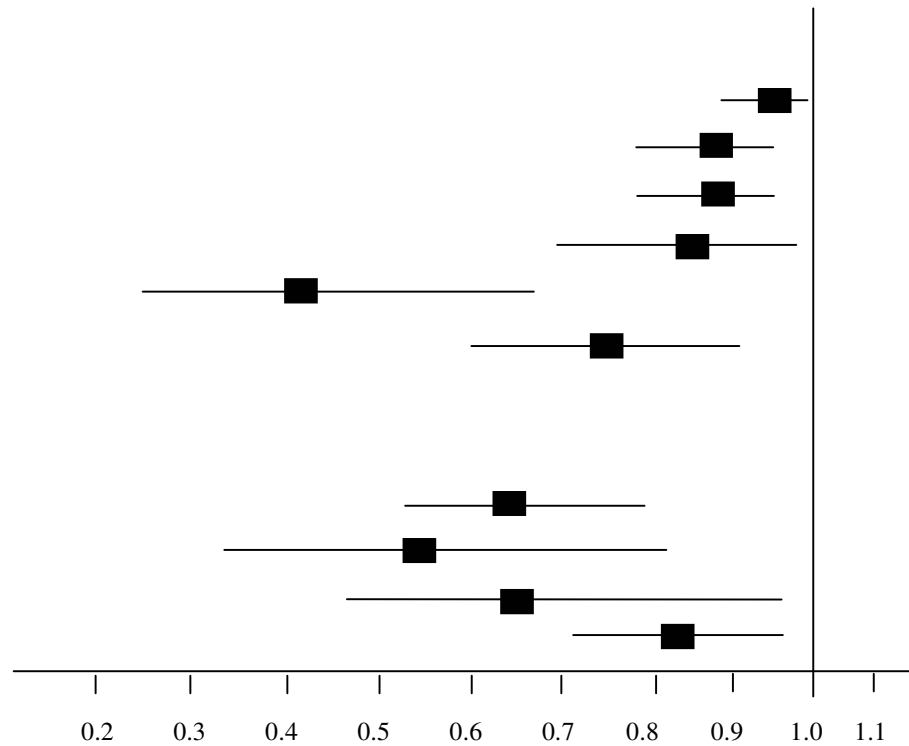
Data are mean ± SD; median (range); MS: Metabolic Syndrome; <sup>1</sup> Student's *t* test;

<sup>2</sup> Mann-Whitney U test

**Table 4. Selected foods with high content of soluble fiber**

<b>Foods</b>	<b>Portion Sizes</b>	<b>g</b>	<b>Soluble Fiber (g)</b>	<b>Calories (kcal)</b>
Whole-wheat or rye breads	3 slices	75	1.30	192
Beans (cooked)	3 spoonful	80	1.25	105
Vegetables from B group (raw or cooked): broccoli, carrots, cauliflower	4 spoonful	100	1.30	32
Oat bran	1 spoonful	25	1.30	62
Fruits: orange, papaya, mango, tangerine	1 unit	100	1.45	50

	<b>OR</b>	<b>95%CI</b>	<b>P</b>
<b>Fibers (g/day)</b>			
Total fiber*	0.94	0.89-0.99	0.02
From whole-grain foods	0.86	0.77-0.97	0.005
From fruits	0.86	0.77-0.97	0.01
Soluble fiber*	0.83	0.70-0.98	0.02
From whole-grain foods	0.41	0.24-0.70	0.001
From fruits	0.76	0.60-0.94	0.01
<b>Selected Food (g/kg weight)</b>			
A+B groups	0.86	0.67-1.11	0.25
C group	0.67	0.54-0.81	<0.0001
C group, whole-grain foods	0.55	0.37-0.83	0.004
Legumes and beans	0.67	0.47-0.96	0.03
Fruits	0.83	0.72-0.96	0.01



**Figure 1. Multiple logistic regression analysis: Daily intakes of fibers and selected foods and their odds ratios for the presence of Metabolic Syndrome.**

All regression models were adjusted for gender, duration of DM and physical activity level.

OR= odds ratio; \* Values adjusted for total energy intake.