

EFEITO DA β -GLUCANA DA AVEIA SOBRE O PERFIL LÍPIDICO IN VIVO

Fabírcia Rehbein Nörnberg¹, Rafaela Liberali²
 Vanessa Fernandes Coutinho³

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste trabalho foi demonstrar efeitos do consumo de β -glucana presente na aveia sobre o perfil lipídico sérico *in vivo*. **Materiais e Métodos:** Revisão sistemática em publicações dos últimos dezoito anos, das bases de Google Acadêmico, ScienceDirect, Pubmed, Scielo. Foram analisados 13 estudos relacionados com β -glucana. **Resultados:** Os estudos totalizaram 13 amostras, dez foram desenvolvidos com humanos, totalizando 1242 participantes, dentre os quais, 52,5% eram mulheres (n=652) e 47,5% homens (n= 590). Entre esses, um estudo⁴⁹ foi realizado somente com homens, o que corresponde a 10%. Três estudos foram desenvolvidos com total de 72 ratos Wistar e 70 hamsters. Dos treze estudos analisados, nove apresentaram redução significativa do colesterol total, doze apresentaram redução do LDL, quatro apresentaram aumento do HDL, apenas um estudo não apresentou nenhum resultado positivo com a oferta de β -glucana. As β -glucana que sofreram modificação química apresentaram melhores resultados. **Conclusão:** De acordo com os resultados apresentados neste estudo, β -glucana proveniente da aveia, é eficaz para a melhora do perfil lipídico em humanos e em modelos biológicos.

Palavras-chave: Fibra dietética, doenças cardiovasculares, dislipidemia, colesterol.

1-Nutricionista, Especialista em Nutrição Clínica: metabolismo, prática e terapia nutricional da Universidade Gama Filho, Mestranda no Programa de Pós Graduação em Nutrição e Alimentos da Universidade Federal de Pelotas - Pelotas/RS.

2-Professora do programa de Pós Graduação Lato Sensu em Nutrição Clínica: Fundamentos Metabólicos, Educadora Física e Mestre em Engenharia de Produção pela UFSC.

3-Nutricionista, Doutora em Ciências dos Alimentos, Coordenadora de curso de Nutrição Clínica da Universidade Gama Filho.

ABSTRACT

Effect of β -glucan from oats on lipid profile *in vivo*

Objective: The objective of this study was to demonstrate the effects of β -glucan present in oats on serum lipid profile *in vivo*. **Methodology:** A systematic review published in the last eighteen years, the foundations of Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, Scielo. We analyzed 13 studies related to β -glucan. **Results:** The studies totaled 13 samples, ten were developed with humans, totaling 1242 participants, among which 52.5% were women (n = 652) and 47.5% men (n = 590). Among these, only one estudo⁴⁹ was performed with male, which corresponds to 10%. Three studies were developed with a total of 72 rats and 70 hamsters. Of the thirteen studies examined, nine showed a significant reduction in total cholesterol, twelve showed a reduction in LDL, four showed an increase in HDL, only one study did not show any positive results with the offer of β -glucan. The β -glucan that suffered chemical modification showed better results. **Conclusion:** According to the results presented in this study, β -glucan from oats, is effective in improving lipid profile in humans and biological models.

Key words: Dietary Fiber, cardiovascular disease, dyslipidemia, cholesterol.

E-mail:

fabircia.rehbein@gmail.com

rafaelametodologia@gmail.com

vanessafcoutinho@hotmail.com

Endereço para correspondência:

Fabírcia Rehbein Nörnberg:

Endereço: Rua Santos Dumont, nº164, apto 502, Bairro: Centro - Pelotas/RS - CEP: 96020-380.

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) são consideradas atualmente a principal causa de morte em todo o mundo (WHO, 2011).

Segundo WHO (2011), estima-se que 17,3 milhões de pessoas morreram de DCV em 2008 sendo que mais de 80% dessas mortes ocorreram em países de baixa e média renda e, em 2030, aproximadamente 23,6 milhões de pessoas morrerão em decorrência de DCV.

No Brasil, em 2007, as DCV foram responsáveis por quase um terço dos óbitos totais e 65% do total de mortes na faixa etária de 30 a 69 anos de idade, atingindo a população adulta em plena fase produtiva, indicando um problema de saúde pública da população.

Os principais fatores de risco para DCV são hipertensão arterial sistêmica, tabagismo, dislipidemias, obesidade, sedentarismo e *diabetes mellitus* (Cervato colaboradores, 1997; Wilson e colaboradores, 1998; Grundy e colaboradores, 1999; Castro e colaboradores, 2004).

Em vista desse grave problema de saúde pública, 12, a cada ano são intensificadas as pesquisas acerca de alimentos que auxiliem na prevenção e tratamento das DCV (Freitas e Navarro, 2007).

O consumo de grãos integrais está associado com a diminuição do risco de várias doenças crônicas, incluindo câncer, diabetes tipo 2 e as DCV (Chen e colaboradores, 2007), confirmando a importância das fibras alimentares na prevenção e controle das doenças crônicas (Liu colaboradores, 1999; Krauss colaboradores, 2000).

As fibras alimentares têm sido implicadas na redução do risco de DCV, visto que importantes estudos epidemiológicos como o Nurses Health Study (Liu colaboradores, 1999) e o Scottish Heart Health Study (Todd colaboradores, 1999), demonstraram um risco reduzido de doenças coronárias nos homens e nas mulheres que consomem maiores quantidades de fibras. As fibras solúveis, em particular, são as que exercem um papel preventivo contra essas doenças (Delaney colaboradores, 2003).

A β -glucana, fibra solúvel presente na aveia, tem recebido grande atenção da comunidade científica Brennan e Cleary, (2005), principalmente devido a seus efeitos

benéficos à saúde, incluindo a redução do colesterol total, da lipoproteína de baixa densidade (LDL) (Davidson colaboradores, 1991; Mira, Graf e Cândido, 2009) no aumento da lipoproteína de alta densidade (HDL), na manutenção da glicemia pós-prandial (Casiraghi colaboradores, 2006; Mira, Graf e Cândido, 2009) e na maior saciedade após as refeições (Huang colaboradores, 2011).

Devido a essas propriedades e outros benefícios, a Food and Drug Administration (FDA, 2001) outorgou a aveia como o primeiro alimento específico com alegação de promoção de saúde.

A redução dos níveis de colesterol sanguíneo já foi consagrada como uma intervenção eficaz para reduzir as taxas de morbidade e mortalidade por DCV. Alguns estudos clínicos demonstraram uma forte relação entre a redução dos níveis de colesterol total, LDL e a redução de DCV (IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e prevenção da aterosclerose, 2007).

A FDA (2006) e a Agência de Vigilância Sanitária - ANVISA - (2008) recomendam que, juntamente com uma dieta com baixos níveis de colesterol e gordura saturada, é necessário o consumo diário de, no mínimo, 3 gramas de β -glucana por dia para reduzir o risco de desenvolver DCV.

Levando em consideração o exposto, o objetivo desse estudo foi realizar uma revisão sistemática sobre os efeitos do consumo de β -glucana presente na aveia sobre o perfil lipídico sérico *in vivo*.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada foi a revisão sistemática, que se baseia em estudos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas consideradas relevantes, também contribuem como suporte teórico-prático para a análise da pesquisa bibliográfica classificatória (Liberali, 2008).

Foi realizada uma revisão de artigos nacionais (2) e internacionais (27) dos últimos dezoito anos e referências de sites de órgãos públicos (7) - Ministério de Saúde do Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Food and Drug Administration, National Cholesterol Education Program e World Health Organization. Os descritores usados para a busca foram: β -glucana/ β -glucan, aveia/oats, colesterol/cholesterol, Lipoproteína de Baixa

Densidade/ Low Density Lipoprotein, LDL, Lipoproteína de Alta Densidade/High Density Lipoprotein, HDL, Lipoproteína de Muito Baixa Densidade/Very Low Density Lipoprotein, VLDL, Triglicerídeos/triglicerydeos, Dislipidemia/dyslipidemia.

Nas bases de dados: Google Acadêmico (scholar.google.com.br), ScienceDirect (http://www.sciencedirect.com), Pubmed (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed), Scielo (www.scielo.br).

Foram coletados artigos científicos encontrados nas revistas: The American Journal of Clinical Nutrition (6), American Heart Association (2), Arquivos Brasileiros de Cardiologia (1), Hypertension (1), Food

Chemistry (2), Cereal Chemistry (1), Food Hydrocolloids (1), Journal of Cereal Science (2), American Journal Cardiology (1), Journal Nutrition Biochemistry (1), New Biotechnology (1), Nutrition Journal (4), Journal of the American Dietetic Association (1), Annals of Nutrition and Metabolism (1), European Journal of Clinical Nutrition (2), American Journal of Therapeutics (1), Journal of Agricultural and Food Chemistry (1).

Os critérios de inclusão dos artigos foram estudos relacionados com o efeito da β -glucana e perfil lipídico sérico em humanos e animais.

RESULTADOS

Tabela 1 - Estudos de campo.

Autor	Objetivo/ Amostra (n, sexo e idade)	Duração e intervenção/ o que mediu	Resultado
Wolever e colaboradores (2011)	Objetivo – Avaliar o efeito da β -glucana da aveia sobre o colesterol LDL em diferentes etnias. Amostra – 366 indivíduos saudáveis, desses 296 participantes caucasianos e 70 não-caucasianos, do total, 56% são mulheres e 44% homens, com idade de 35 a 70 anos.	Intervenção – Os grupos foram divididos em grupo controle, que recebeu farelo de trigo, e os grupos que receberam β -glucana com baixo, médio e alto peso molecular, a dose variaram de 3-4g por dia durante 4 semanas. Mediu – CT, HDL, LDL e TAG.	Os indivíduos que receberam dieta β -glucana reduziu significativamente o LDL quanto comparado ao grupo controle. Não houve diferença significativa entre caucasianos e não-caucasianos.
Bae e colaboradores (2010)	Objetivo – Avaliar o efeito hipocolesterolêmico da β -glucana hidrolisada e comparar com a β -glucana nativa em ratos com dieta hipercolesterolêmica por 4 semanas. Amostra - 40 ratos adultos machos com 4 semanas.	Intervenção – Os animais foram divididos em 4 grupos (n=10), eles receberam dieta normal, dieta hipercolesterolêmica, dieta hipercolesterolêmica contendo 4,98g de β -glucana nativa e dieta hipercolesterolêmica contendo 4,98g de β -glucana hidrolisada. Mediu – TAG e CT, LDL, HDL, VLDL.	As dietas contendo β -glucana reduziram significativamente o teor de LDL aumentaram o HDL quando comparado às dietas sem acréscimo da fibra. A dieta acrescida com β -glucana hidrolisada reduziu os níveis de VLDL e TG. Não afetaram o valor de CT.
Wolever colaboradores (2010)	Objetivo - Determinar se o consumo de 3 g de β -glucana de alto peso molecular da aveia por dia irá reduzir o colesterol LDL e se a redução do colesterol LDL foi relacionada com o peso molecular da β -glucana e a solubilidade no intestino. Amostra – 367 indivíduos, sendo 44% do sexo feminino e 56% do sexo masculino.	Intervenção - foram aleatoriamente designados para receber cereal contendo fibra de trigo ou β -glucana de diferentes doses e peso molecular: 3 g de alta peso molecular, 4 g de médio peso molecular, 3 g de médio peso molecular, ou 4 g de baixo peso molecular por dia por 4 semanas. Mediu – CT, LDL, HDL, TAG, relação CT/HDL e a relação com a dose e peso molecular da β -glucana.	LDL foi significativamente menor com 3 g de alto peso molecular, 4g médio peso molecular, e 3 g de médio peso molecular de β -glucana nos cereais quando comparado com o cereal de trigo. 4g de β glucana de baixo peso molecular não diferiu significativamente do grupo que recebeu cereal com trigo, indicando que a redução do colesterol pela β -glucana está relacionada com o peso molecular e solubilidade. Não houve alteração do CT, TAG, relação CT/HDL.
Biörklun e colaboradores (2010)	Objetivos – Investigar os efeitos sobre as lipoproteínas no soro de bebidas enriquecidas com 5 ou 10 g de β -glucana de aveia ou de cevada. Amostra – 89 indivíduos levemente hipercolesterolêmicos, sendo 50,5% do sexo feminino e 49,5% do sexo masculino, com idade entre 18 e 70 anos.	Intervenção - Durante 5 semanas seguintes quatro grupos receberam uma bebida com 5 ou 10 g de β -glucana de aveia ou de cevada e um grupo recebeu uma bebida controle. Mediu – CT, LDL, HDL, TAG,	Em comparação com o grupo controle, 5 g de β -glucana de aveia reduziu significativamente CT e LDL. A bebida com 10 g de β -glucana da aveia aumentou significativamente o HDL em comparação com o controle. Não foram observados efeitos estatisticamente significantes das bebidas com β -glucana da cevada em relação ao controle.

<p>Park e colaboradores (2009)</p>	<p>Objetivo – Avaliar o efeito da β-Glucana da aveia submetida a em ratos hipercolesterolêmicos e relacionar com a sua capacidade in vitro de ligação com ácido biliar.</p> <p>Amostra – 32 ratos adultos machos.</p>	<p>Intervenção – os animais foram divididos em 4 grupos, o grupo controle recebeu dieta hipercolesterolêmica, e os grupos experimentais receberam dieta hipercolesterolêmica contendo β-glucana nativa, oxidada e sua mistura.</p> <p>Mediu – TAG, CT, LDL, HDL, VLDL <i>in vivo</i>, capacidade <i>in vitro</i> de ligação com sais biliares.</p>	<p>1. Os ratos hipercolesterolêmicos com dietas contendo β-glucana oxidada apresentaram redução significativa dos TAG, CT, LDL e VLDL quando comparados ao grupo controle e β-glucana nativo.</p> <p>2. Não aumentou os níveis de HDL.</p> <p>3. A β-glucana oxidada apresentou melhor capacidade in vitro de ligação aos sais biliares que a nativa, o que pode explicar seu maior potencial.</p>
<p>Biörklund e colaboradores (2008)</p>	<p>Objetivo – investigar se o consumo de 4 g de β-glucana da aveia reduz os níveis séricos de colesterol total e colesterol – LDL em indivíduos hipercolesterolêmicos.</p> <p>Amostra – 43 indivíduos hipercolesterolêmicos de ambos os sexos, sendo 44% homens e 56% mulheres com idade entre 35 e 72 anos.</p>	<p>Intervenção – Os sujeitos foram divididos em dois grupos, o controle consumiu diariamente por 3 semanas uma sopa hipocalórica, pobre em gorduras e rica em fibras, o outro grupo recebeu a mesma sopa com suplementada com 4g de β-glucana</p> <p>Mediu – CT e colesterol LDL, HDL e TAG.</p>	<p>A dose diária de 4g de β-glucana incorporada a uma sopa saudável não reduziu significativamente o CT, LDL e TAG quando comparado ao grupo que recebeu a sopa sem β-glucana. Não houve alteração no HDL.</p>
<p>Reyna-Villasmil e colaboradores (2007)</p>	<p>Objetivo - Investigar o efeito de pão formulado com 6 g de β-glucana da aveia sobre os lipídios em indivíduos com moderada hipercolesterolemia.</p> <p>Amostra- 38 homens com media de idade de $59.8 \pm 0,6$ anos.</p>	<p>Intervenção – Os participantes foram divididos em 2 grupos: grupo A, foram mantidos com uma dieta incluindo o pão de trigo integral, e grupo B, que foram mantidos com pão contendo 6 g de β-glucana, além disso, os dois grupos foram recomendados a caminhar por 30 min/dia durante 8 semanas.</p> <p>Mediu – CT, HDL e LDL.</p>	<p>A dieta com β-glucana comparada ao grupo A:</p> <p>Reduziu significativamente CT e LDL sérico.</p> <p>Aumentou de forma significativa o nível de HDL sérico.</p>
<p>Queenan e colaboradores (2007)</p>	<p>Objetivo – Investigar os feitos fisiológicos da β-glucana da aveia na doença cardiovascular (DCV) em humanos.</p> <p>Amostra – 75 indivíduos (33% homens e 67% mulheres) hipercolesterolêmicos com idade entre 22 e 65 anos.</p>	<p>Intervenção – Os indivíduos foram divididos em 2 grupos, um recebeu 6g/dia de concentrado de β-glucana da aveia e o controle 6g/dia de dextrose.</p> <p>Mediu – CT, HDL, LDL e TAG.</p>	<p>Reduziu significativamente os níveis de CT e LDL.</p> <p>Não alterou significativamente os níveis de HDL e triglicérides quando comparado ao grupo controle.</p>
<p>Naumann e colaboradores (2006)</p>	<p>Objetivo – examinar os efeitos de um suco de fruta enriquecido com β-glucana sobre o colesterol total e LDL.</p> <p>Amostra – 47 indivíduos saudáveis (18 homens e 29 mulheres) com a idade entre 18-70.</p>	<p>Intervenção - indivíduos saudáveis consumiram diariamente uma bebida de fruta proporcionando 5g de amido de arroz ou 5g de β-Glucana de aveia durante 5 semanas.</p> <p>Mediu – CT, LDL, HDL, TAG e relação CT/HDL.</p>	<p>β-Glucana reduziu as concentrações séricas de CT e o LDL.</p> <p>Não promoveu alteração no HDL, TAG e na relação CT/HDL.</p>
<p>Karmally e colaboradores (2005)</p>	<p>Objetivo – Avaliar a capacidade de um cereal contendo β-glucana comparado a um cereal sem fibra solúvel de reduzir o colesterol em Americanos Hispânicos.</p> <p>Amostra – 150 indivíduos saudáveis de ambos os sexos, 33% homens e 67% mulheres com idade entre 30 e 70 anos.</p>	<p>Intervenção – Os participantes foram divididos em dois grupos, o grupo controle recebeu diariamente por 6 semanas 90g de cereal sem fibra solúvel e o outro grupo recebeu cereal com 3g de β glucana.</p> <p>Mediu – CT, LDL, HDL e TAG.</p>	<p>O consumo de cereal contendo 3g de β-glucana reduziu significativamente os níveis plasmáticos de CT e LDL quando comparado ao grupo controle.</p> <p>Não houve alteração nos níveis de TAG e HDL.</p>

<p>Kerckhoffs e colaboradores (2003)</p>	<p>Objetivo – Investigar os efeitos da β-Glucana da aveia adicionados ao pão e a biscoitos (estudo 1) e em suco de laranja (estudo 2) em lipoproteínas séricas em indivíduos moderadamente hipercolesterolêmicos.</p> <p>Amostra - 48 indivíduos, sendo 44% homens e 56% mulheres.</p>	<p>Intervenção - No estudo 1, 48 indivíduos receberam durante 3 semanas pão e biscoitos ricos em fibra do trigo. Para os próximos 4 semanas, 23 indivíduos continuaram a consumir o produto controle, e 25 receberam pão e biscoitos ricos em β-glucana (5,9g). No estudo 2, por 2 semanas, 25 dos originais 48 indivíduos foram aleatoriamente designados para consumir suco de laranja contendo trigo ou 5g β-glucana de farelo de aveia.</p> <p>Mediu – CT, LDL, HDL, TAG, Relação CT/HDL.</p>	<p>No estudo 1, não houve alteração do perfil lipídico comparado ao grupo controle.</p> <p>No estudo 2, a bebida rica em β-Glucana reduziu significativamente o LDL e a relação CT/HDL em comparação bebida controle.</p> <p>Não houve alteração significativa de HDL e TAG.</p>
<p>Delaney e colaboradores (2003)</p>	<p>Objetivo – Avaliar as propriedades antiaterogênicas de concentrados de β-glucana da aveia e cevada em hamsters sírios dourados com dieta hipercolesterolêmica</p> <p>Amostra – 70 hamster sírios dourados machos.</p>	<p>Intervenção – Hamsters do grupo controle foram alimentados com a dieta hipercolesterolêmica, enquanto que os hamsters dos grupos experimentais recebiam dieta hipercolesterolêmica formulada para incluir concentrado de β-glucana (2, 4 ou 8 g/100 g) da aveia ou cevada em substituição à celulose, durante 9 semanas.</p> <p>Mediu – CT, LDL e HDL.</p>	<p>Os grupos que receberam β-glucana da aveia e cevada, em todas as doses reduziram significativamente o LDL e o CT da aorta comparado ao grupo controle, o resultado foi dose-dependente.</p> <p>Aumento significativo de HDL-C observado no grupo 2 g de β-glucana de aveia, em comparação com grupo controle e cevada.</p> <p>Redução dos níveis de HDL nos grupos que receberam 8g de β-glucana de aveia e cevada.</p>
<p>Braaten e colaboradores (1994)</p>	<p>Objetivo – Testar a hipótese de que o consumo de β-glucana reduz o colesterol.</p> <p>Amostra – 19 indivíduos (homens e mulheres) hipercolesterolêmicos.</p>	<p>Intervenção – indivíduos consumiam goma de aveia rica em β-glucana (2,9 g β-glucana), ou placebo maltodextrina, duas vezes por dia durante 4 semanas.</p> <p>Mediu – CT, HDL e LDL.</p>	<p>Reduziu significativamente os níveis de CT e LDL.</p> <p>Não alterou o HDL.</p>

Abreviaturas: CT=Colesterol Total, LDL=Lipoproteína de baixa densidade, VLDL= Lipoproteína de muito baixa densidade, HDL=Lipoproteína de alta densidade, TAG=Triglicerídeos.

Características do estudo

Foram analisados 13 artigos apresentados na Tabela 1 envolvendo a β -glucana com lipoproteínas plasmáticas. Desses estudos, dez (Braaten e colaboradores, 1994; Nauman e colaboradores, 2006; Kerckhoffs, Hornstra e Mensink, 2003; Karmally e colaboradores, 2005; Queenan colaboradores, 2007; Reyna-Villasmil e colaboradores, 2007; Biörklun e colaboradores, 2008; Biörklund e colaboradores, 2010; Wolever e colaboradores, 2010; Wolever e colaboradores, 2011) foram desenvolvidos com humanos, totalizando 1242 participantes, dentre os quais, 52,5% eram mulheres (n=652) e 47,5% homens (n= 590).

Entre esses, um estudo (Reyna-Villasmil e colaboradores, 2007) foi realizado somente com homens, o que corresponde a 10% e nove com homens e mulheres, totalizando 90%.

Três estudos (Delaney e colaboradores, 2003; Bae e colaboradores, 2009; Park e colaboradores, 2009) foram desenvolvidos com total de 72 ratos Wistar e 70 hamsters Sírios dourados, adultos machos.

Os estudos tiveram como objetivo investigar o efeito do consumo de β -glucana extraído da aveia e adicionado à dieta sobre o perfil lipídico, tanto de indivíduos saudáveis e hipercolesterolêmicos como em modelos biológicos induzidos a hipercolesterolemia.

Avaliaram se a dose ofertada de β -glucana seria capaz de influenciar nos níveis de colesterol total (CT), lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteína de alta densidade (HDL), relação entre colesterol total e HDL e triglicerídeos (TAG) quando comparado ao grupo controle.

Além disso, alguns estudos modificaram a β -glucana em processo de hidrólise e de oxidação, o que altera seu peso molecular e sua solubilidade objetivando

verificar se apresentam atividade diferenciada quando comparados a β -glucana nativa.

Efeito da β -glucana sobre a dislipidemia

Os resultados dos estudos que investigaram os efeitos da β -glucana presente na aveia sobre o perfil lipídico, estão descritos abaixo e sintetizados na tabela 1.

Dos treze estudos analisados, nove apresentaram redução significativa do colesterol total (Braaten e colaboradores, 1994; Delaney e colaboradores, 2003; Kerckhoffs e colaboradores, 2003; Karmally e colaboradores, 2005; Naumann e colaboradores, 2006; Queenan e colaboradores, 2007; Reyna-Villasmil e colaboradores, 2007; Park e colaboradores, 2009; Biörklund e colaboradores, 2010), doze apresentaram redução significativa do colesterol LDL (Braaten e colaboradores, 1994; Kerckhoffs e colaboradores, 2003; Delaney e colaboradores, 2003; Karmally e colaboradores, 2005; Naumann e colaboradores, 2006; Queenan e colaboradores, 2007; Reyna-Villasmil e colaboradores, 2007; Bae e colaboradores, 2009; Park e colaboradores, 2009; Biörklund e colaboradores, 2010; Wolever e colaboradores, 2010; Wolever e colaboradores, 2011) quatro apresentaram aumento do significativa colesterol HDL (Kerckhoffs e colaboradores, 2003; Reyna-Villasmil e colaboradores, 2007; Bae e colaboradores, 2009; Biörklund e colaboradores, 2010;) um apresentou redução significativa dos níveis de HDL (Delaney e colaboradores, 2003), dois apresentaram redução significativa dos TAG (Kerckhoffs e colaboradores, 2003; Park e colaboradores, 2009) dois apresentaram redução significativa do colesterol VLDL (Bae e colaboradores, 2009; Park e colaboradores, 2009) e um apresentou melhora na relação de colesterol total/HDL (Kerckhoffs e colaboradores, 2003), apenas um estudo não apresentou nenhuma alteração (Biörklund, Holm e Onning, 2008) com a oferta de β -glucana. As doses de β -glucana ofertada variavam entre 2 e 10g/dia.

Dos 4 estudos que apresentaram melhora do perfil de HDL, 3 foram desenvolvidos com animais, da mesma forma nos estudos que reduziram os níveis de triglicerídeos (Bae e colaboradores, 2009; Park e colaboradores, 2009) e de colesterol

VLDL (Bae e colaboradores, 2009; Park e colaboradores, 2009).

A β -glucana possui efeito protetor contra as doenças cardiovasculares, pela diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo (Wood, 2007).

Os mecanismos da β -glucana na diminuição do colesterol estão relacionados com sua propriedade de formação de gel (Anderson, 1987), como a diminuição da absorção do colesterol (Braaten e colaboradores, 1994; Karmally e colaboradores, 2005; Lazaridou e Biliaderis, 2007; Queenan e colaboradores, 2007; Naumann e colaboradores, 2011; Wolever e colaboradores, 2011) promovendo o aumento da excreção de gordura nas fezes, impede também a reabsorção e de ácidos biliares sendo necessário remover colesterol do sangue para síntese hepática e pela ação dos ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato), produzidos na fermentação bacteriana, sobre a síntese hepática de colesterol (Anderson, 1995; Pereira e Gibson, 2002; Delaney e colaboradores, 2003; Queenan e colaboradores, 2007; Bae e colaboradores, 2009; Naumann e colaboradores, 2011; Wolever e colaboradores, 2011).

A recomendação da ANVISA (2008) no Brasil é de que os alimentos contêm 3 gramas de β -glucana na porção do alimento sólido pronto para o consumo, ou de 1,5 gramas no alimento líquido. Com essas quantidades de β -glucana de aveia o alimento pode conter a alegação "A β glucana (fibra alimentar) auxilia na redução da absorção de colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis".

A FDA (2006) recomenda que, juntamente com uma dieta com baixos níveis de colesterol e gordura saturada, é necessário o consumo diário de, no mínimo, 3 gramas de β -glucana por dia, proveniente de aveia ou cevada para reduzir o risco de desenvolver doenças cardiovasculares.

Alternativamente, concentrados de β -glucana são preparados a partir de aveia, podendo ser introduzidos nos alimentos e melhorar as suas propriedades funcionais e assim permitir o consumo oral dessa fibra em quantidades susceptíveis de ser associado aos benefícios para à saúde, reduzindo assim, a necessidade de consumir grandes

quantidades de aveia (Delaney e colaboradores, 2003).

A β -glucana forma um gel de alta viscosidade com propriedades específicas, razão pela qual têm sido realizados estudos para modificar as suas propriedades reológicas, através de hidrólises ácidas e enzimáticas, que alterem a viscosidade do gel para melhor adequá-la a produtos alimentícios e para melhorar suas propriedades fisiológicas (Moura e colaboradores, 2011).

Dois estudos (Delaney e colaboradores, 2003; Bae e colaboradores, 2009) ofertaram β -glucana modificada, um hidrolisada e outro oxidada, ambos apresentaram melhor resultados no perfil lipídico quando comparada a β -glucana nativa e ao grupo controle.

No estudo que ofertou β -glucana hidrolisado (Bae e colaboradores, 2009), foram observadas diferenças no peso, no perfil lipídico e de sais biliares nas fezes secas em comparação com o grupo controle e o grupo que recebeu β -glucana nativa. Houve maior eliminação de ácidos biliares e gordura nas fezes dos ratos que foram alimentados com o β -glucana hidrolisado do que os alimentos com a β -glucana nativa. Estes resultados indicam que alguns fatores, incluindo estrutural e propriedades físico-químicas como a viscosidade, podem influenciar na capacidade de ligação de fibra solúvel com o ácido biliar e a gordura.

No estudo que ofertou β -glucana oxidada (Park e colaboradores, 2009) os resultados mostraram que a oxidação aumentou a solubilidade da fibra em água. Além disso, os ratos alimentados com a dieta contendo as amostras oxidadas apresentaram melhor perfil lipídico sérico e no fígado, que foram favoravelmente correlacionadas com uma maior excreção fecal de gorduras.

Delaney e colaboradores, (2003) em seu estudo administrou dietas contendo 2, 4 ou 8 gramas de β -glucana de aveia ou cevada/100 gramas de dieta para hamsters. Verificaram que o consumo de β -glucana promoveu diminuição da absorção de colesterol no intestino, evidenciado pelo aumento da sua excreção fecal, refletindo numa diminuição do colesterol total e LDL dos animais, os resultados foram dose-dependente. Em relação ao colesterol HDL, a dose de 2g de β -glucana da aveia promoveu aumento nos níveis, já a dose de 8g de β -

glucana, tanto da aveia como da cevada, reduziram a concentração sérica de HDL, resultado não encontrado nos demais estudos.

O estudo de Drozdowski colaboradores, (2010) demonstrou que a β -glucana inibe in vitro a absorção dos ácidos graxos de cadeia longa e a absorção de colesterol também foi reduzida. Além disso, houve redução na expressão de genes intestinal relacionados à síntese e transporte de ácidos graxos e colesterol, o que também pode explicar o mecanismo pelo qual a β -glucana da aveia melhora o perfil lipídico sérico in vivo.

Propriedades funcionais da β -glucana da aveia no perfil lipídico sérico – Importância para controle das Doenças Cardiovasculares

As transições demográfica, nutricional e epidemiológica ocorridas no século passado determinaram um perfil de patologias na população, em que doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como diabetes, hipertensão, dislipidemia e a obesidade assumiram um papel crescente e preocupante, levando a um maior risco de complicações cardiovasculares (DCV) (Francischi e colaboradores, 2000; Pasca e Pasca, 2011).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2011), estima-se que 17,3 milhões de pessoas morreram de DCV em 2008 sendo que mais de 80% dessas mortes ocorreram em países de baixa e média renda. Em 2030, quase 23,6 milhões de pessoas morrerão DCV.

No Brasil, dados do Ministério da Saúde demonstram que as DCV são responsáveis pela maior parte da mortalidade, correspondendo a 31% do total, sendo proporcionalmente maior nas mulheres em relação aos homens. Quando considerada a faixa etária de 40 anos ou mais, este total corresponde quase à soma das três causas seguintes (neoplasia, respiratória e causas externas).

De acordo com o estudo de Grundy e colaboradores, (1999), a obesidade e a inatividade física foram positivamente associadas com o risco de desenvolver DCV, constituindo-se os fatores de risco mais significativos. Da mesma forma, o National Cholesterol Education Program (1998), a American Heart Association (2000) e a

Sociedade Brasileira de Cardiologia (2001) têm assinalado a fundamental implicação da obesidade, da dislipidemia, da dieta e da inatividade física no risco cardiovascular.

Dentre os principais fatores de risco cardiovasculares destacam-se as dislipidemias. Segundo a IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia (2001), as dislipidemias são alterações metabólicas decorrentes de distúrbios em qualquer fase do metabolismo lipídico, que ocasionem repercussão nos níveis séricos das lipoproteínas, levando a obstrução do fluxo de sangue nos vasos sanguíneos em virtude da formação de placas gordurosas que, à medida que aumentam de tamanho, reduzem o fluxo até que, em caso extremo, chegam a obstruí-lo por completo.

O consumo de alimentos ricos em fibras traz diversos benefícios à saúde, tais como perda de peso, melhora do perfil lipídico sanguíneo e diminuição dos níveis de glicose sanguínea (Melo e Aaksonen, 2009).

Dentre as fibras dietéticas, as solúveis têm recebido mais atenção devido à capacidade de formar gel viscoso, que auxilia no controle de peso pelo aumento da sensação de saciedade. Além disso, o consumo de fibras solúveis promove diminuição dos picos glicêmicos pós-prandiais e melhora do perfil lipídico sanguíneo, pela diminuição da absorção de gorduras, sais biliares e colesterol no trato gastrointestinal (Burke e colaboradores, 2001; Jenkins e colaboradores, 2002; Moura e colaboradores, 2011).

Segundo o Ministério da Saúde (2008) entre os alimentos recomendados pelas principais diretrizes das políticas públicas nacionais e internacionais no combate às DCNT, encontra-se a aveia, que é classificada como um alimento de propriedade funcional por apresentar, além das funções nutricionais básicas, outros componentes com atividades fisiológicas e biológicas, que ao serem consumidos na dieta saudável, de forma habitual, produzem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos que favorecem a saúde humana. Os efeitos benéficos de produtos de aveia sobre o perfil de lipoproteínas é atribuída à sua fibra solúvel, β -glucana (Wood, Weisz e Febec, 2001; Kerckhoffs Hornstra e Mensink, 1991).

A β -glucana é um polissacarídeo não ramificado e está localizada no endosperma da semente, constituindo uma cadeia linear de β -D-glicopiranosil, formadas de ligações glicosídicas β (1 \rightarrow 4 e 1 \rightarrow 3). As ligações β -1,4 (aproximadamente 70%) ocorrem em grupos, enquanto as ligações β -1,3 ocorrem isoladas (aproximadamente 30%) e tem se mostrado eficaz para melhora do perfil lipídico sérico e assim atuar na prevenção das DCV (Wood, Weisz e Febec, 1991).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados nesse estudo, a β -glucana proveniente da aveia, é eficaz para a melhora do perfil lipídico em humanos e em modelos biológicos, sendo potencializado com modificações químicas que aumentam sua solubilidade.

A melhora do perfil lipídico se deve principalmente pela redução do colesterol total e lipoproteína de baixa densidade (LDL), visto que a maioria dos estudos atingiram esses resultados.

Em relação ao aumento na lipoproteína de alta densidade (HDL) e na redução de triglicerídeos, é necessário maior pesquisa na literatura, visto que, poucos estudos encontraram esses benefícios e os que encontraram foram desenvolvidos com animais.

Diante da alta incidência e prevalência das doenças cardiovasculares e compreendendo a importância da prevenção e tratamento dos seus fatores de risco, a β -glucana parece apresentar propriedades funcionais como a atuação na prevenção de hipercolesterolemia e, desta maneira, contribuir para a saúde da população em geral.

REFERÊNCIAS

- 1-Anderson, J.W. Dietary Fiber, lipids and Atherosclerosis. American Journal of Cardiology. Vol. 80, p.176-226, 1987.
- 2-Anderson, J.W. Dietary fibre, complex carbohydrate and coronary heart disease. Can. American Journal of Cardiology. Vol.11, p.55G- 62G, 1995.

3-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos IX - Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. 2008. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/teco_lista_alega.htm. Acesso em: 08/03/2012.

4-Bae, I. Y.; Lee, S.; Kim, S. M.; Lee, H. G. Effect of partially hydrolyzed oat β -glucan on the weight gain and lipid profile of mice. *Food Hydrocolloids*. Vol. 23, p. 2016-2021, 2009.

5-Biörklund, M.; Holm, J.; Onning, G. Serum Lipids and Postprandial Glucose and Insulin Levels in Hyperlipidemic Subjects after Consumption of an Oat β -Glucan-Containing Ready Meal. *Annal Nutrition Metabolism*. Vol. 52, p. 83-90, 2008.

6-Biörklund, M.; Rees, A.V.; Mensink, R.P.; Onning, G. Changes in serum lipids and postprandial glucose and insulin concentrations after consumption of beverages with β -glucans from oats or barley: a randomised dose-controlled trial. *American Journal Clinical of Nutrition*. Vol. 92, p. 723-32, 2010.

7-Braaten, J.T.; Wood, P.J.; Scott, F.W.; Wolynetz, M.S.; Lowe, M.K.; Bradley-White, P.; Collins, M.W. Oat β -glucan reduces blood cholesterol concentration in hypercholesterolemic subjects. *European Journal Clinical Nutrition*. Vol. 48, Núm.7, p. 465-74, 1994.

8-Brennana, C.S.; Cleary, L.J. The potential use of cereal (1/3,1/4)- β -D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science* Vol. 42, p 1-13, 2005.

9-IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. Vol. 88, Suplemento I, 2007.

10-Burke, V.; Hodgson, J.M.; Beilin, L.J.; Giangulioi, N.; Rogers, P.; Puddey, I.B. Dietary protein and soluble fiber reduce ambulatory blood pressure in treated

hypertensives. *Hypertension*. Vol. 38, p. 821-6, 2001.

11-Casiraghi, M.C.; Garsetti, M.; Testolin, G.; Brighenti, F. Post-Prandial Responses to Cereal Products Enriched with Barley β -Glucan. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 25, Núm. 4, p 313-320, 2006.

12-Castro, L.C.V.; Franceschini, S.C.C.; Priore, S.E.; Pelúzio, M.C.G. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos. *Revista Nutrição*, vol.17. Núm.3, 2004.

13-Cervato, A.M.; Mazzilli, R.N.; Martins, I.S.; Maruci, M.F.N. Dieta habitual e fatores de risco para doenças cardiovasculares. *Revista Saúde Pública*, Vol. 31, Núm.3, p.227-35, 1997.

14-Chen, O.; Milbury, P.E.; Collins, F.W.; Blumberg, J.B. Avenanthramides Are Bioavailable and Have Antioxidant Activity in Humans after Acute Consumption of an Enriched Mixture from Oats. *The Journal of Nutrition*. Vol. 22, p.3166/07, 2007.

15-Davidson, M.H.; Dugan, L.D.; Burns, J.H.; Bova, J.; Story, K.; Drennan, K.B. The Hypocholesterolemic Effects of β -Glucanin Oatmeal and Oat Bran. *Journal of the American Medical Association*. Vol. 265, Núm14, 1991.

16-Delaney, B.; Nicolosi, R. J.; Wilson, T. A.; Carlson, T.; Fraser, S.; Zheng, G.; Hess, R.; Ostergren, K.; Haworth, J.; Knutson, N. β -glucan fractions from barley and oats are similarly antiatherogenic in hypercholesterolemic syrian golden hamsters. *Journal of Nutrition*. Vol. 133, p. 468-495, 2003.

17-Drodowski, L. A.; Reimer, R. A.; Temelli, F.; Bell, R. C.; Vasathan, T.; Thonson, A. B. β -Glucan extracts inhibit the in vitro intestinal uptake of long chain fatty acids and cholesterol and down-regulate genes involved in lipogenesis and lipid transport in rats. *United States, Journal of Nutritional Biochemistry*. Vol. 21, p.695-701, 2010.

18-Food and Drug Administration - FDA. Health Claims: Soluble fiber from certain foods and risk of heart diseases. Code of Federal Regulations, Vol.21, p.101-181, 2001.

19-Food and Drug Administration - FDA. Office of Nutritional Products, Labeling and Dietary Supplements (hfs-800). 5100 Paint Branch Parkway, College Park, MD 20740. Petition for health claim: Barley β fiber and coronary heart disease. January 27, 2006. Disponível em: <http://www.fda.gov/ohrms/dockets/dockets/06p0393/06p-0393-cp00001-002-vol1.pdf>. Acesso em: 08/03/2012.

20-Francischi, R.P.P.; Pereira, L.O.; Freitas, C.S.; Kloper, M.; Santos R.C.; Vieira, P.; Lancha, A.H. Obesity: updated information about its etiology, morbidity and treatment. *Revista Nutrição*. Vol.13, Núm.1, 2000.

21-Freitas, H.; Navarro, F. Chá verde induz o emagrecimento e auxilia no tratamento da obesidade e suas comorbidades. São Paulo. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*. Vol. 1, Núm. 2, p.16-23, 2007. Disponível em: <http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/articloe/view/14/12>

22-Grundy, S.M.; Pasternak, R.; Greenland, P.; Smith, S.; Fuster, V. Assessment of Cardiovascular Risk by Use of Multiple-Risk-Factor Assessment, Equations: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. *American Heart Association*. Dallas. Vol. 100, p. 1481-1492, 1999.

23-Huang, X. F.; Yu, Y.; Beck, E. J.; South, T.; Li, Y.; Batterham, M. J.; Tapsell, L. C.; Chen, J. Diet high in oat β -glucan activates the gut-hypothalamic (PYY3-36-NPY) axis and increases satiety in diet-induced obesity in mice. *Molecular Nutrition Food Research*. Vol. 55, p. 1118-1121, 2011.

24-IBGE. Síntese de Indicadores Sociais 2002. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/12062003indic2002.shtm>. Acesso em: 23/04/2012.

25-Jenkins, D.J.; Kendall, C.W.; Vuksan, V.; Vidgen, E.; Parker, A.T.; Faulkner, A.A.D.; Mehling, C.C.; Garsetti, M.; Testolin, T.;

Cunnane, S.C.; Ryan, M.A.; Corey, P.N. Soluble fiber intake at a dose approved by the US Food and Drug Administration for a claim of health benefits: serum lipid risk factors for cardiovascular disease assessed in a randomized controlled crossover trial. *American Journal Clinical Nutrition*. Vol.75, p. 834-839, 2002.

26-Karmally, W.R.D.; Motez, M.G.; Pamas, W.; Martinez, W.; Branstetter, A.; Ramakrisnan, R.; Holleran, S.; Haffner, S.M.; Ginsberg, H. Cholesterol-Lowering Benefits of Oat-Containing Cereal in Hispanic Americans. *Journal of American Diet Association*. Vol. 105, p. 967-970, 2005.

27-Kerckhoffs, D.A.J.M.; Hornstra, G.; Mensink, R.P. Cholesterol-lowering effect of β -glucan from oat bran in mildly hypercholesterolemic subjects may decrease when β -glucan is incorporated into bread and cookies¹⁻³. *American Journal Clinical Nutrition*. Vol. 78, p. 221-7, 2003.

28-Krauss, R.M.; Eckel, R.H.; Howard, B.; Appel, L.J.; Daniels, S.R.; Deckebaum, R.J.; Erdman, J.W.; Etherton, J.P.K.; Goldberg, I.J.; Kotchen, T.A.; Lichtenstein, A.H.; Mitche, W.E.; Mullis, R.; Robinson, K.; Wylie-Rosett, J.; Jeor, S.S.; Suttie, J.; Tribble, D.L.; Bazzarre, T.L. AHA Dietary Guidelines: Revision 2000: A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. *American Heart Association*. Dallas. Vol. 102, p. 2284-2299, 2000.

29-Lazaridou, A.; Biliaderis, C. G. Molecular aspects of cereal β -glucan functionality: Physical properties, technological applications and physiological effects. *Journal of Cereal Science*. Vol. 46, p.101-118, 2007.

30-Liberali, R. Metodologia Científica Prática: um saber-fazer competente da saúde à educação. Florianópolis: (s.n.), 2008.

31-Liu, S.; Stampfer, M.J.; Hu, F.B.; Giovannucci, E.; Rimm, E.; Manson, J.E.; Henkens, C.H.; Willett, W.C. Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. *American Journal Clinical Nutrition*. Vol. 70, Nº3, p 412-9, 1999.

32-Melo, V.D.; Aaksonen, D.E. Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no Diabetes melito tipo 2. *Revista Brasileira Endocrinologia e Metabologia*. Vol.53, Núm.5, 2009.

33-Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de atenção à Saúde. Diretrizes e recomendações para o cuidado integral de doenças crônicas não transmissíveis: promoção da saúde, vigilância, prevenção e assistência. Brasília: O Ministério; 2008. (Série B. Textos Básicos de Saúde; Série Pactos pela Saúde 2006, v. 8.).

34-Ministério da Saúde. Datasus: informações de saúde. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2007/c04.def>. Acesso em 15/05/2012.

35-Mira, G.S.; Graf, H.; Cândido, L.M.B. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em β -glucanas no tratamento do diabetes. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. Vol. 45, Núm. 1, 2009.

36-Moura, F.A.; Pereira, J.M.; Silva, D.O.; Zavareze, E.R.; Moreira, A.S.; Halbig, E; Dias, A.R.G.D. Effects of oxidative treatment on the physicochemical, rheological and functional properties of oat β -glucan. *Food Chemistry*. Vol.128, p. 982-98, 2011.

37-National Institutes of Health. Clinical Guidelines On The Identification, Evaluation, And Treatment Of Overweight And Obesity In Adults. NIH Publication, Núm.98-4083, 1998.

38-Naumann, E.; Rees, A.; O' Nning, G.; Wydra, M.; Mensink, R.P. β -Glucan incorporated into a fruit drink effectively lowers serum LDL-cholesterol concentrations. *American Journal Clinical Nutrition*. Vol. 83, p. 601-5, 2006.

39-Pasca, A.J.; Pasca, L. Transición nutricional, demográfica y epidemiológica Determinantes subyacentes de las enfermedades cardiovasculares. Insuficiencia cardíaca. Buenos Aires. Vol.6, Núm.1, 2011.

40-Park, S.Y.; Bae, Y.; Lee, S.; Lee, H.G. Physicochemical and Hypocholesterolemic Characterization of Oxidized Oat β -Glucan.

Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 57, p. 439-443. 2009.

41-Pereira, D.I.A.; Gibson, G.R. Effects of consumption of probiotics and prebiotics on serum lipid levels in humans. *Critical Reviews Biochemistry and Molecular Biology*. Vol.37, Núm.4, p.259-281, 2002.

42-Queenan, K. M.; Stewart, M. L.; Smith, K. N.; Thomas, W.; Fulcher, R. G.; Slavin, J. L. Concentrated oat β -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutrition Journal*. Vo.6, Núm.6, 2007.

43-Reyna-Villasmill, N.; Bermúdez-Pirela, V.; Mengual-Moreno, E.; Arias, N.; Cano-Ponce, C.; Leal-Gonzales, E.; Souki, A.; Inglett, G.E.; Israili, Z.H.; Hernadez -Hernadez, R.; Valasco, M.; Arraiz, N. Oat-derived [β]-Glucan Significantly Improves HDLC and Diminishes LDLC and Non-HDL Cholesterol in Overweight Individuals With Mild Hypercholesterolemia. *American Journal of Therapeutics*. Vol. 14, Núm. 2, p. 203-212, 2007.

44-Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes brasileiras sobre dislipidemias e diretriz de prevenção de aterosclerose. Departamento de Aterosclerose da SBC. Arquivos Brasileiros Cardiologia. Vol. 77, Supl 3, p. S1-S48, 2001.

45-Tood, S.; Woodwar, M.; Tunstal-Pedoe, H.; Bolton-Smith, C. Dietary antioxidant vitamins and fiber in the etiology of cardiovascular disease and all-causes mortality: results from the Scottish heart health study. *American Journal Epidemiology*. Vol. 150, Núm.10, p. 1073-1080, 1999.

46-Wilson, P.W.F.; D'agostino, R.B.; Levy, D.; Belaguer, A.M.; Silbershatz, H.; Kannel, W.B. Prediction of Coronary Heart Disease Using Risk Factor Categories. *American Heart Association*. Dallas, Vol. 97, p. 1837-1847. 1998.

47-Wolever, T.M.S.; Tosh, S.M.; Gibbs, A.L.; Miller, J.B.; Duncan, A.M.; Hart, V.; Lamarche, B.; Thonson, B.A.; Duss, R.S.; Wood, P.J. Physicochemical properties of oat β -glucan influence its ability to reduce serum LDL

cholesterol in humans: a randomized clinical trial. American Journal Clinical Nutrition. Vol. 92, p.723-32, 2010.

48-Wolever, T.M.S.; Gibbs, A.L.; Miller, J.B.; Duncan, A.M.; Hart, V.; Lamarche, B.; Tosch, D.M.; Duss, R. Bioactive oat β -glucan reduces LDL cholesterol in Caucasians and non-Caucasians. Nutrition Journal. Vol. 10, p.130, 2011.

49-Wood, P. J.; Weisz, J.; Febec, P. Potencial for β -glucan enrichment in brans derived from Oat (*Avena sativa* L.) cultivars of different (1-3),(1-4)- β -D-glucan concentrations. Cereal Chemistry. Vol. 68, Núm.1, p. 48-51, 1991.

50-Wood, P.J. Cereal β -glucans in diet and health. Journal of Cereal Science. Vol. 46, p. 230-238, 2007.

51-WHO. The 10 leading causes of death by broad income group (2004). Outubro de 2008. Disponível em:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/index.html>. Acesso em: 26/04/2012.

52-WHO. Global atlas on cardiovascular disease prevention and control, 2011. Disponível em:
http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/. Acesso em: 12/07/2012.

Recebido para publicação em 24/05/2013
Aceito em 10/07/2013