

# O impacto da dieta vegetariana na prevenção da *diabetes mellitus* tipo 2

## The impact of vegetarian diet in the prevention of type 2 diabetes mellitus

Angélica Cotta Lobo Leite Carneiro<sup>1</sup>  
Aline Sabina Resende<sup>1</sup>  
Elândia Aparecida Santos<sup>1</sup>  
Gislaine Martins de Oliveira Silva<sup>1</sup>  
Priscila Flávia Maciel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Faculdade de Nutrição. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas). Belo Horizonte-MG, Brasil.

Correspondência /Correspondence  
Angélica Cotta Lobo Leite Carneiro  
E-mail: [angelicacotta@yahoo.com.br](mailto:angelicacotta@yahoo.com.br)

### Resumo

Artigo de revisão cujo objetivo é investigar os possíveis mecanismos relacionados à dieta vegetariana e *diabetes mellitus* tipo 2 (DMT2). Para tanto, realizou-se extensa revisão de literatura dos anos 2000 a 2012. Dentre os possíveis mecanismos que relacionam a doença com a dieta vegetariana, destacam-se a forma como o gene humano interage com os nutrientes, mecanismo este explicado pela ciência da nutrigenética, a qual é capaz de prevenir o aumento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como a DMT2. Outro mecanismo relacionado é o de proteção dos antioxidantes no metabolismo oxidativo, no sentido de impedir alterações favoráveis ao estresse oxidativo, importante desencadeador de morbidades crônicas. Este estudo possibilita o conhecimento de tais mecanismos, bem como expõe uma comparação entre a dieta dos vegetarianos e dos não vegetarianos (onívoros), podendo ser útil para profissionais da área de nutrição no entendimento de como a dieta vegetariana pode beneficiar a prevenção da DMT2.

**Palavras-chaves:** Dieta Vegetariana. Doença Crônica. Diabetes Mellitus Tipo 2. Antioxidantes. Nutrigenômica.

## Abstract

Review article aimed at investigating the possible mechanisms related to the vegetarian diet and type 2 diabetes mellitus. To do so, we conducted a comprehensive literature review from year 2000 to 2012. Among the possible mechanisms linking the disease with vegetarian diet, we highlight how human genes interact with nutrients, mechanism explained by nutrigenetics science, which is able to prevent the rise of chronic diseases such as type 2 diabetes mellitus. Another related mechanism is the protection of antioxidants in oxidative metabolism, to prevent changes favorable to oxidative stress, an important trigger of chronic morbidities. This study enables the understanding of such mechanisms and exposes a comparison between the diet of vegetarians and non-vegetarians (omnivores), and can be useful for nutrition professionals in understanding how a vegetarian diet can benefit the prevention of type 2 diabetes mellitus.

**Key words:** Diet. Vegetarian. Chronic Disease. Diabetes Mellitus Type 2. Antioxidants. Nutrigenomics.

## Introdução

A incidência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) vem crescendo de forma alarmante nos últimos anos em países em desenvolvimento. Tal aumento é atribuído aos hábitos alimentares associados ao sedentarismo. Dentre essas doenças, destaca-se a *diabetes mellitus* (DM), que é classificada em tipo 1 (DMT1) e tipo 2 (DMT2).<sup>1,2</sup>

A DMT1 se caracteriza pela falta de secreção de insulina, sendo responsável por cerca de 5,0% de todos os casos de diabetes nos EUA, enquanto que a DMT2 responde por 90,0% dos casos. Nesta, a secreção de insulina acontece normalmente ou até em níveis elevados, mas as células-alvo da insulina são menos sensíveis que o normal a este hormônio.<sup>2,3</sup>

A doença pode se manifestar em qualquer idade: a DMT1 é mais prevalente em crianças, enquanto que a DMT2 surge mais normalmente na vida adulta, sendo sua incidência associada a fatores externos, nos quais se incluem estilo de vida, e fatores endógenos, como a determinação genética.<sup>2</sup>

Diferentemente da DMT1, em que há dependência permanente de administração de insulina, a DMT2 pode ser controlada com a redução de peso e alimentação saudável, com reversão completa dos sintomas.<sup>2,3</sup> Vários estudos têm demonstrado a importância de alguns nutrientes e compostos presentes nos alimentos na prevenção de DCNTs, incluindo a DM. Dentre esses estudos, há relatos do benefício de dietas vegetarianas, principalmente entre os veganos, na diminuição da ocorrência da doença.<sup>2-6</sup> O termo “vegetarianismo” denomina um amplo espectro de práticas dietéticas que podem ter diferentes implicações na saúde.<sup>3</sup>

Em estudo do *Adventist Health Study*, os vegetarianos apresentam taxas menores de DM quando comparados aos onívoros. É possível que vários fatores encontrados no vegetarianismo protejam contra a doença, entre eles o peso corporal mais baixo, os níveis de colesterol diminuídos e a menor ingestão de carboidratos simples, além do consumo aumentado de fibras e carboidratos complexos e a não ingestão de proteínas e gorduras de origem animal.<sup>3</sup>

Comparando-se a dieta dos vegetarianos, fica clara a associação desses estudos, uma vez que a incidência do DMT2 está intimamente relacionada a fatores ambientais, dentre os quais se podem destacar a dieta hiperlipídica, hiperproteica, sedentarismo e hiperfagia, podendo favorecer isolada ou conjuntamente a permanência da doença.<sup>3</sup>

Historicamente, as dietas vegetarianas estavam associadas a determinadas práticas religiosas, mas atualmente a saúde parece ser a principal razão para a adoção da dieta em países orientais.<sup>3</sup> Um grande número de indivíduos em todo o mundo segue dietas vegetarianas, porém na maioria desses países os vegetarianos compreendem uma pequena parcela da população, sendo exceção a Índia, em que cerca de 35,0% dos habitantes segue uma dieta vegetariana tradicional, tendo esse hábito por várias gerações.<sup>7</sup>

Vegetarianos são definidos como pessoas que não consomem alimentos de origem animal e são divididos em subgrupos assim definidos: ovolactovegetarianos, lactovegetarianos (sendo esses o maior grupo) que excluem da dieta carnes vermelhas, aves, peixes e outros frutos do mar, mas incluem produtos lácteos e/ou ovos e o grupo mais estrito, que é o vegano, em que qualquer produto animal é excluído do consumo, incluindo mel e produtos animais como lã e couro.<sup>3,7</sup>

Com base nos resultados do estudo do *Adventist Health Study-2*, conclui-se que a alimentação vegetariana apresenta elevado potencial protetor contra a DMT2, mesmo após ajustes para idade, gênero, etnia, escolaridade, definição social, estilo de vida e

índice de massa corpórea (IMC), enquanto que as alimentações pesco-vegetariana (que inclui peixe) e semivegetariana (que inclui peixe e pequenas quantidades de carne) conferem proteção intermediária. Em veganos, os pesquisadores encontraram prevalência de DMT2 78,0% menor, o que faz aumentar as possibilidades de novos estudos que concretizem a relação da dieta vegetariana com a menor incidência da doença.<sup>8</sup>

O presente trabalho tem por objetivo estudar a dieta vegetariana e a incidência da DMT2.

## Metodologia

Foi realizado extenso levantamento bibliográfico com artigos rastreados nas bases de dados eletrônicos de confiabilidade científica PubMed, Medline, Science Direct, Bireme, LILACS, livros e revistas especializados no assunto. As buscas foram realizadas nos idiomas português, inglês e espanhol, através das seguintes expressões: vegetarianismo e doenças crônicas não transmissíveis, estresse oxidativo e doenças crônicas não transmissíveis, vegetarianism and type 2 diabetes, vegetarianism and veganism, vegetarianism and diseases chronics, nutrigenomics and antioxidants. O período de pesquisa foi de fevereiro a maio de 2013, considerando-se artigos publicados a partir do ano 2000 referentes ao tema pesquisado.

## Síntese dos dados

*Nada beneficiará mais a saúde da humanidade e aumentará as chances de sobrevivência da vida na Terra quanto a dieta vegetariana.*

Albert Einstein

## *Diabetes mellitus*

A DM é a mais comum de todas as desordens endócrinas, enquadrando-se entre as DCNTs mais comuns na atualidade. Os sintomas agudos da doença são atribuíveis à ação inadequada da insulina, que é um hormônio com capacidade única de redução de níveis de glicose no sangue. O elevado nível de glicose no sangue – a hiperglicemia – é uma das mais proeminentes características da DM.<sup>2</sup>

Os portadores de DMT2 secretam insulina, mas exibem resistência ao hormônio. Dentre os fatores que parecem estar diretamente ligados ao desenvolvimento da doença, os genéticos e o estilo de vida são os de maior importância, incluindo-se a obesidade como frequente comorbidade, com percentual de 90,0% de diabéticos tipo 2 obesos.<sup>2</sup>

A causa básica da DMT2 ainda é pouco precisa; existem diversos estudos sobre o assunto que apontam várias causas, dentre as quais a obesidade e a resistência à insulina. Essa teoria defende que o tecido adiposo secreta um hormônio chamado resistina que promove a resistência à insulina, interferindo, portanto, em sua ação. Também o hormônio adiponectina (que tem o efeito de aumentar a sensibilidade à insulina) é pouco produzido em indivíduos obesos.<sup>2</sup>

Mahan et al.<sup>9</sup> descrevem, entre os fatores de risco para a DMT2, os fatores genéticos e ambientais, além de história familiar de diabetes e o envelhecimento. Os autores afirmam que a adiposidade e a obesidade crônica constituem potentes fatores de risco para a doença, ainda que pequenas reduções no peso corporal possam contribuir de forma significativa para a normalização da glicemia em indivíduos com pré-diabetes.<sup>9</sup>

A resistência à insulina é inicialmente observada nos tecidos-alvo, principalmente nas células musculares, hepáticas e adiposas. Em estágios iniciais, a hiperglicemia surge como um aumento nos níveis sanguíneos de glicose pós-prandial, causados por resistência à insulina em nível celular, seguida por elevação nas concentrações de glicose em jejum. À medida que a secreção de insulina diminui, a produção hepática de glicose aumenta, acarretando aumento nos níveis sanguíneos de glicose pré-prandial ou jejum. Intensificando o problema está o efeito deletério da hiperglicemia – a glicotoxicidade, que afeta a sensibilidade e a secreção de insulina. Essa resistência no nível do adipócito desencadeia a lipólise, com elevação dos ácidos graxos livres circulantes, contribuindo adicionalmente para a hiperglicemia.<sup>9</sup>

### *Diagnóstico da diabetes mellitus tipo 2*

Os sintomas clássicos da DM incluem a polidipsia, a poliúria e a perda rápida de peso, associados à grande elevação da glicose sanguínea (<sup>3</sup> 200 mg/dl ou 11,1 mmol/L).<sup>3</sup>

A DM pode ser diagnosticada por meio de três formas, que são a glicemia plasmática em jejum >126 mg/dl, glicemia aumentada ao acaso (> 200 mg/dl), na presença de sintomas e prova de tolerância à glicose oral. A mais recente recomendação da *American Diabetes Association (ADA)* é manter os valores de hemoglobina glicosilada (Hb A1c) < 7,0%.<sup>10</sup>

Fatores metabólicos e outros afetam as principais complicações da DM, nos quais se incluem a retinopatia, a nefropatia e a neuropatia. A aterosclerose é a complicação mais comum da doença.<sup>3</sup>

### *Tratamento nutricional para diabetes mellitus tipo 2*

As recomendações atuais para a população diabética não diferem muito em relação ao recomendado aos não diabéticos, quando se refere ao aporte calórico e de macronutrientes, sendo a recomendação proteica de origem animal e vegetal de 15,0% a 20,0% do VCT, ou mais recentemente, 0,8g a 1g de proteína/Kg de peso corporal. Com relação à gordura total, a recomendação é de ingestão máxima de 30,0% do VCT, limitando a gordura saturada a menos de 7,0% do VCT; os ácidos graxos poli-insaturados até 10% do VCT e os monoinsaturados completando de forma individualizada; e o colesterol com ingestão menor que 200 mg/dia. O teor de carboidratos é definido pela diferença, após o estabelecimento dos teores proteicos e lipídicos. A recomendação do consumo diário varia de 45,0% a 60,0% do VCT, sendo sacarose até 10,0%, frutose não adicionada aos alimentos e fibra alimentar de no mínimo 20g/dia ou 14g/1.000 kcal.<sup>10,11</sup>

A prioridade no tratamento nutricional é adotar intervenções no estilo de vida que melhorem as possíveis alterações na glicemia, dislipidemia e hipertensão.<sup>3</sup>

Dentre as mudanças no estilo de vida, inclui-se o consumo adequado de frutas e vegetais como fontes de fibras alimentares, vitaminas e minerais. Dentre os minerais, o zinco tem destaque, sendo de grande importância para os diabéticos. Há estudos que o associam à regulação da produção de insulina e a utilização da glicose pelo músculo esquelético e células adiposas. Esse papel é associado ao fato de o zinco estar envolvido na síntese, armazenamento e liberação da insulina.<sup>12-14</sup>

### *Vegetarianismo: origem e diretrizes*

O vegetarianismo surgiu há cerca de cinco milhões de anos, período em que a alimentação era à base de frutas e vegetais. Na Era Paleolítica Média, o ancestral mais recente o *Homo neanderthalensis* introduziu o consumo de carnes com a caça de animais. Posteriormente, as populações humanas tornaram-se sedentárias e incluíram a carne de animais em sua dieta. Por volta de 3.200 a.C, o vegetarianismo foi adaptado no Egito por grupos religiosos que acreditavam que a abstinência de carne criava um

poder cármico que facilitava a reencarnação. Mais tarde, aproximadamente nos anos de 155 a 255 d.C., o vegetarianismo foi praticado como forma de purificação da alma no Cristianismo.<sup>15</sup> Em 1847, foi criada a primeira associação vegetariana na Inglaterra, seguida da fundação da primeira sociedade vegetariana alemã e pela criação da Sociedade Americana Vegetariana em Nova Iorque, em 1850.<sup>16</sup> Sylvester Graham deu impulso ao vegetarianismo nos EUA e ficou conhecido por sua luta pelo uso da farinha integral “Graham” na confecção de pães.<sup>17</sup>

A adequação de uma dieta contendo pouca ou nenhuma carne foi avaliada no período das Guerras Mundiais, na Dinamarca (Primeira Guerra Mundial), e na Noruega (1940 a 1945). O efeito favorável da restrição alimentar foi comprovado pela diminuição da taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares. Esse período é referido como a era de ouro do vegetarianismo. Durante essa época, o vegetarianismo perdeu muito do seu estigma de “ocultismo” e avançou com base mais científica.<sup>16</sup> Desde os anos 1980, a consciência popular tem maior preocupação com um estilo de vida mais saudável, associando a não violência e o respeito aos animais. Desde então, organizações de defesa animal e promoção do vegetarianismo ou veganismo começaram a ganhar cada vez mais força e a desenvolver ações mundiais.<sup>15</sup>

Na Nutrição, atualmente, os profissionais da área já não veem os vegetarianos como “subnutridos em potencial” e, além disso, as dietas vegetarianas vêm sendo utilizadas na prática clínica, com sucesso, no tratamento de DCNTs.<sup>14</sup>

A *American Dietetic Association* define o vegetarianismo como uma prática que consiste em exclusão parcial ou total de produtos de origem animal na alimentação, sendo uma prática dietética de vegetarianos, que correspondem a indivíduos que incluem total ou principalmente na sua dieta alimentos vegetais e que a princípio excluem qualquer forma de alimento animal.<sup>18</sup>

Messina et al.<sup>19</sup> e Sabaté<sup>20</sup> alegam que existem várias razões para se adotar uma dieta vegetariana, dentre as quais se incluem questões éticas, ambientais, religiosas e principalmente a preocupação com a saúde.

A razão ética se baseia na redução da destruição do meio ambiente, uma vez que a criação industrial de animais traz profundos impactos ambientais e risco de fome, sendo relatado que a cada quilograma de carne produzida são necessários cinco de grãos.<sup>19,20</sup> Outro fator é o religioso, que se baseia na crença de que matar é estritamente errado. Ligada ao fator saúde, está a relação do regime alimentar baseado em práticas de estilo de vida mais saudável.<sup>19,20</sup>

*Ingestão dietética dos vegetarianos com seus benefícios e riscos*

Leitzmann<sup>21</sup> afirma que a dieta vegana baseada exclusivamente no consumo de vegetais apresenta vantagens e desvantagens em relação à dieta onívora. Ao relacionarmos a ingestão dietética dos vegetarianos com os onívoros, consideram-se os primeiros como mais saudáveis. Isso se explica pelo fato de que esse grupo tem menor tendência ao consumo de conteúdo de gorduras totais, gordura saturada e colesterol, e maior quantidade de fibras. Os vegetarianos consomem mais grãos, legumes, vegetais, frutas, bem como maior quantidade de soja, nutrientes como vitaminas C, E, ácido fólico e o mineral magnésio. Apesar disso, os autores questionam a pouca ingestão de outras vitaminas e minerais como o zinco, vitamina B<sub>12</sub>, vitamina A, vitamina D e cálcio.<sup>3</sup>

O efeito benéfico da dieta vegetariana sobre DCNTs pode decorrer da presença de vitaminas antioxidantes, como vitamina E, vitamina C, b-caroteno e flavonoide, assim como ácido fólico, ácido linolênico e fibras presentes em frutas e vegetais. Como a oxidação do LDL colesterol é importante passo na patogênese da aterosclerose, a vitamina E, vitamina C, b-caroteno e flavonoides previnem essa oxidação.<sup>14</sup>

Rauma & Mykkänen<sup>22</sup> demonstraram que os vegetarianos exibem níveis de antioxidantes teciduais mais elevados quando comparados aos onívoros, avaliados pelo estado de vitaminas antioxidantes no plasma ou no soro (vitamina C, vitamina E, b-caroteno). De acordo com esses autores, o bom estado de vitaminas antioxidantes é explicado pelo consumo elevado de frutas, vegetais e nozes. É provável que os efeitos benéficos à saúde das frutas e vegetais sejam mediados por meio de muitos componentes dietéticos e vários mecanismos protetores, incluindo a defesa antioxidante.

Além dos hábitos alimentares, outros fatores do estilo de vida, como atividade física, abstinência de álcool e fumo, exercem efeitos sobre o estado antioxidante. De acordo com Rauma & Mykkänen,<sup>22</sup> para avaliar o potencial antioxidante de uma dieta vegetariana *versus* o de uma dieta onívora, são necessários mais estudos, para avaliação da capacidade antioxidante total e não somente a determinação do estado isolado de um único antioxidante.

Para Key et al.,<sup>23</sup> a dieta habitual vegetariana, especialmente a vegana, está relacionada com o menor risco de ocorrência de doenças como DMT2, obesidade, câncer e doenças cardiovasculares, que vêm apresentando crescimento considerável entre os onívoros, provavelmente pelo consumo de carnes, com conteúdo aumentado de gorduras saturadas e colesterol. Os autores afirmam, no entanto, que devido à exclusão de alguns nutrientes no padrão alimentar dos veganos, torna-se necessário um planejamento alimentar satisfatório em termos de suas necessidades nutricionais.

O aporte de vitaminas e minerais dos vegetarianos, essencialmente os veganos, é ponto de controvérsia de modo geral. Quando se avalia a ingestão do zinco, Yen et al.<sup>24</sup> e Li<sup>25</sup> afirmam que na ingestão não parece haver diferenças entre onívoros e vegetarianos, mas que a biodisponibilidade desse mineral na dieta vegetariana é menor, devido ao maior teor de ácido fítico que age como quelante. Já Key et al.<sup>7</sup> relatam que em geral a dependência severa de zinco não é observada em dietas vegetarianas ocidentais, uma vez que os grãos integrais, gérmen de trigo, castanhas, cereais, legumes e tubérculos são importantes fontes do mineral. Alerta, no entanto, que a ingestão pode estar à margem ou abaixo das recomendações que são de 11 mg/dia para homens entre 19 a 70 anos ou mais e 8 mg/dia para mulheres entre 19 a 70 anos ou mais.<sup>14</sup>

Em relação ao consumo de cálcio, alguns autores, segundo dados da *American Dietetics Association* (ADA) publicados em 2003, afirmam que a dieta vegetariana pode ter um aporte abaixo do recomendado e que, além disso, existem fatores antinutricionais, como os oxalatos, que impedem sua absorção. Mas a ADA atenta para o fato de que as fontes de origem vegetal de cálcio são diversas e que folhosos verde-escuros como brócolis, couve, agrião, dentre outros, têm baixo teor de oxalato e são capazes de proporcionar cálcio com alta biodisponibilidade (em torno de 49,0 a 61,0%) em comparação ao tofu, sucos fortificados e leite de vaca (que tem uma biodisponibilidade aproximada de 32,0%), o que torna possível suprir as necessidades diárias do mineral, já que conforme determinação do *Institute of Medicine* (IOM) a ingestão diária do mineral é de 1.000 mg/dia para homens e mulheres na faixa etária de 19 a 50 anos, 1.200 mg/dia a partir de 50 anos de idade para mulheres e 1.200 mg/dia para homens acima de 70 anos de idade.<sup>18,26</sup>

Quanto ao aporte de selênio, os vegetarianos apresentam perfil similar aos onívoros; o mineral tem como fontes os cereais, leguminosas e outros vegetais, sendo a castanha-do-brasil a fonte principal. O mineral tem ainda como fonte: ostras, crustáceos, carnes suína, bovina e aves. Estudos indicam haver riscos ao estado nutricional dos vegetarianos em relação ao selênio, devido à ingestão muito variada e inconstante desse mineral especialmente entre as mulheres, em que a ingestão é insuficiente. No entanto, essa deficiência não é muito comum, uma vez que a recomendação de acordo com o IOM é de que pessoas de ambos os gêneros a partir dos 14 anos de idade devem consumir diariamente 55 mg/dia.<sup>14,26</sup>

Com relação à ingestão de vitaminas B<sub>12</sub> e D, estudos indicam que há deficiência de B<sub>12</sub>, entre os veganos principalmente, mas os ovo-lacto-vegetarianos podem obter essa vitamina pelo consumo de ovos e produtos lácteos.<sup>14</sup> Alguns autores afirmam que não há garantia da ingestão de vitamina B<sub>12</sub> entre os veganos, sendo necessária a suplementação ou consumo de fórmulas especializadas ou alimentos fortificados.<sup>14,27</sup> Outros autores relatam que, em

relação ao aporte de ômega 3 e ômega 6, as dietas vegetarianas geralmente apresentam quantidades adequadas de ômega 6 e pouco aporte em ômega 3. A exceção se atribui quando há ingestão de peixes, ovos ou uma grande quantidade de algas.<sup>28</sup>

Alternativas para aumentar a pouca oferta de ômega 3 incluem o uso de outros alimentos fontes desse nutriente, como os ovos de galinhas alimentadas com ômega 3 (EPA e DHA), certas microalgas (fontes de DHA) e as fontes de ALA, o precursor de EPA e DHA: sementes de linhaça, nozes, óleo de canola, chia e soja.<sup>29,30</sup>

O quadro 1, ao final deste texto, apresenta um resumo dos artigos utilizados na discussão sobre os mecanismos que relacionam a DMT2 com a dieta vegetariana.

**Quadro 1.** Resumo da revisão bibliográfica com associação da dieta vegetariana e *diabetes mellitus* tipo 2. (2013)

Autores	Título	Ano	Objetivo	Resultados obtidos
MARQUES, Inês Margarida	Zinco, cromo e diabetes mellitus	2000	Revisão da relação da incidência de DM2 com a ingestão de zinco e cromo e avaliar benefícios da suplementação em diabéticos.	Zinco diminui a hiperglicemia, por aumento da atividade da insulina. Dietas vegetarianas podem ter característica quelante desse mineral, devido à presença de fatores antinutricionais.

Autores	Título	Ano	Objetivo	Resultados obtidos
VEIGA, Meirelles C.M	Dietas vegetarianas: Caracterização, implicações nutricionais e controvérsias	2001	Revisão sobre os avanços do conhecimento sobre o tema e discussão das implicações do padrão alimentar dos vegetarianos e seu estado nutricional.	Benefício da dieta vegetariana na redução da prevalência da DM2 e risco de carência em micronutrientes.
JENKINS, DJ; et al.	Type 2 diabetes and vegetarian diet	2003	Analisar os estudos sobre a incidência do DM e a prática do vegetarianismo.	Dieta vegetariana possui um portfólio de produtos naturais que podem reduzir a glicemia e melhorar o perfil lipídico. Previsão do que esse tipo de dieta produzirá.
FROST, G	Veganism and its relationship with insulin resistance and intramyocellular lipid	2004	Testar hipótese de fatores da dieta vegana na melhora da sensibilidade à insulina e melhora do perfil lipídico.	Veganos apresentam melhor perfil bioquímico e efeitos cardioprotetores, como proteção das células b-pancreáticas.

Autores	Título	Ano	Objetivo	Resultados obtidos
DE BIASE, Simone Grigoletto et al	Dieta vegetariana e níveis de colesterol e triglicérides	2005	Relacionar valores de triglicérides, colesterol total, LDLc e HDLc em vegetarianos e onívoros.	Redução significativa do perfil lipídico em vegetarianos. Riscos associados ao veganismo como anemia e hipotireoidismo congenito em bebês amamentados por mães veganas.
CAMPBELL, T.Collin	The China Study	2006	Avaliar o efeito da dieta com redução de ingestão de proteínas de origem animal.	Exclusão de aplicação exógena de insulina no grupo avaliado e redução de 30,0% nos níveis séricos de colesterol.
BARNARD, Neal D.; COHEN, Joshua	A low-fat vegan improves glycemic control and cardiovascular risk factors in a randomized clinical trial in individuals with type 2 diabetes	2006	Investigar a ingestão de baixo teor de gordura na melhora do controle glicêmico e fatores de riscos cardiovasculares em DM2.	Redução em 43,0% no uso de medicamentos em veganos, redução nos níveis de HbA1c (hemoglobina glicada), redução no peso corporal e queda de LDLc. Melhora significativa do controle glicêmico e perfil lipídico nos portadores de DM2.

Autores	Título	Ano	Objetivo	Resultados obtidos
MOLINA, Teixeira	Estado nutricional e estilo de vida em vegetarianos e onívoros	2006	Avaliação e descrição do estado nutricional e aspectos do estilo de vida em vegetarianos e onívoros.	Perfil lipídico desfavorável, maior IMC e RCQ em onívoros. Risco aumentado no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis com ingestão excessiva de proteínas e gorduras.
BARNARD, Neal	El impacto de una dieta vegana em las personas con diabetes tipo 2	2007	Comparar os efeitos da dieta vegana com as recomendações da ADA.	Redução níveis de LDLc em veganos (21,0%) e nas recomendações da ADA (9%). Redução de peso em veganos (5,8kg) e recomendações ADA (4,3kg). Redução de índices analisados maior do que a observada em pacientes em uso de medicamentos.
SABRY,M.O.D.;S Á,M.L.B.;SAMP AIO,H.A.C	A dieta do Paleolítico na prevenção de doenças crônicas	2007	Comparação do efeito da dieta do paleolítico com a dieta mediterrânea em diabéticos.	Alusão à diminuição dos riscos de DCNTs com a dieta do Paleolítico.

Autores	Título	Ano	Objetivo	Resultados obtidos
TEIXEIRA, Rita de Cássia et al	Risco cardiovascular em vegetarianos e onívoros: um estudo comparativo	2007	Descrever e analisar o risco cardiovascular em vegetarianos e onívoros residentes na Grande Vitória-ES na faixa etária de 35 a 64 anos.	Alimentação onívora desbalanceada com excesso na ingestão de proteínas e gordura animal pode desencadear as doenças crônicas não transmissíveis. Constatação do benefício da dieta vegetariana na diminuição desses riscos.
SIMÕES, Shirley Kelly dos Santos; CAMPOS, Florisbela A.C. Siqueira	Estado nutricional de indivíduos vegetarianos	2008	Avaliar a relação da ingestão de lipídios na dieta com o perfil lipídico de vegetarianos.	Dieta vegetariana como todo tipo de dieta apresenta aspectos positivos e negativos. Defesa de que hábitos alimentares saudáveis e estilo de vida influenciam diretamente na saúde.
TONSTAD, Serena; BUTLER, Terry; YAN, Ru; FRASER, Gary E	Type of vegetarian diet body weight and prevalence of type 2 diabetes	2009	Avaliar a incidência de DM2 em vegetarianos e onívoros.	Redução de metade dos riscos de DM2 em veganos e ovolactovegetarianos.

Autores	Título	Ano	Objetivo	Resultados obtidos
BARNARD ND; et al	A low-fat vegan diet and a conventional diabetes diet in the treatment of type 2 diabetes: a randomized, controlled, 74-wk clinical trial	2009	Comparar os efeitos de uma dieta vegana com baixo teor de gordura e as recomendações de dietas convencionais para diabéticos.	Redução de peso corporal e melhora do perfil lipídico em ambas as dietas. Em relação à diminuição do uso de medicação específica, a dieta vegana apresentou melhor resultado
PARENTE, Rita	Alimentação vegetariana: ingestão de nutrientes chaves durante o ciclo de vida e em atletas e prevenção de DC	2010	Análise do padrão alimentar dos vegetarianos e a influência da dieta em DCNTs.	Elevado potencial da dieta vegetariana para controle da DM2 com prevalência 78,0% menor em veganos.
PEDRO, Nelson	Dieta vegetariana: fatos e contradições	2010	Analisar as características da dieta vegetariana e suas deficiências nutricionais	Dieta vegetariana beneficia o controle de doenças como hipertensão arterial, hipercolesterolemia, DM2 e obesidade.
MARTINS, Márcia Cristina Teixeira	Nutrição vegetariana: avanços e perspectivas	2011	Editorial	Benefícios da ingestão de alimentos de origem vegetal e oleaginosos e aumento do risco de DCNTs com o consumo de carnes vermelhas.

Autores	Título	Ano	Objetivo	Resultados obtidos
TURNER-MCGRIEVEY; et al	Decreases in dietary glyce- mic index are related to weight loss among individuals following therapeutic diets for type 2 diabetes	2011	Avaliar efeitos das mudanças de índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG), a perda de peso e mudança na HbA1c na dieta convencional da ADA e vegana, no controle do DM2.	Consumo de alimentos com baixo IG parece ser fator determinante no sucesso da dieta da ADA e na dieta vegana na prevenção e tratamento do DM2.
PEREIRA, Josecleide Calixto	Vegetarianismo e obesidade sob perspectiva genética: uma revisão da literatura sobre obesidade e vegetarianismo	2012	Revisão bibliográfica para descrição da relação da obesidade com o consumo de proteína animal.	Vegetarianismo como estratégia efetiva para redução da prevalência da obesidade e de doenças crônicas não transmissíveis como DM2.
TRAPP, Caroline; LEVIN, Susan	Preparing to prescribe plant-based diets for diabetes prevention and treatment	2012	Discutir as pesquisas feitas em relação à prática do vegetarianismo, com seus benefícios e riscos.	A dieta favorece a diminuição do risco no desenvolvimento de DM2 e controle da doença por diminuição da ingestão de gordura e eficácia no controle metabólico.

Autores	Título	Ano	Objetivo	Resultados obtidos
THOMS, Tricha	Improvement in management of type 2 diabetes with a plant-based diet compared to a conventional diabetes diet	2012	Avaliar estudos da dieta vegetariana associada à prevenção de DM2 e redução de medicamentos nesse grupo.	Redução significativa no uso de hipoglicemiantes no grupo de vegetarianos e maior perda corpórea entre os vegetarianos, melhoria do índice glicêmico.

## Discussão

Dentre os vários mecanismos que se relacionam à patogênese das DCNTs, destacam-se as alterações no metabolismo oxidativo, sobre as quais parece haver associação entre a quebra da homeostasia do metabolismo oxidativo e o aumento dos riscos dessas doenças.<sup>31</sup>

Os estudos de Sabry, Sá & Sampaio<sup>32</sup> afirmam que dietas como a paleolítica (dieta baseada na ingestão de carnes magras, peixes, mariscos, frutas, legumes, raízes, ovos, castanhas e abstenção de grãos e cereais) têm benefícios na diminuição das DCNTs. Segundo Gottlieb, Morassutti & Cruz,<sup>31</sup> o padrão de doenças do paleolítico consistia principalmente em doenças parasitárias. Nesse período, a atividade física era intensa e esses fatores provavelmente conduziram a seleção de genes envolvidos na regulação do metabolismo oxidativo, sendo o genoma humano selecionado a favor de um ambiente com oscilações entre estoque de energia e intenso gasto energético.

Sabry, Sá & Sampaio<sup>32</sup> defendem que uma dieta baseada em ingestão proteica de origem animal tem melhor relação com a diminuição do risco de DCNTs do que aquelas com consumo de vegetais e grãos integrais, como a dieta mediterrânea e a vegetariana. Esses argumentos sustentam a ideia de que a dieta do paleolítico contribuiria com a redução de incidência de DM2 e outras DCNTs, e que, por outro lado, a dieta vegetariana não contribui para diminuir os riscos dessas doenças.

Simões et al.<sup>33</sup> concordam com essas afirmações e mostram-se menos defensores da dieta vegetariana, alegando que não especificamente esse tipo de dieta tenha benefícios contra as DCNTs, mas sim o fato de que hábitos alimentares saudáveis e estilo de vida

influenciam diretamente na saúde, e não somente o fato de exclusão da ingestão de fontes alimentares de origem animal.

Autores como Marques<sup>10</sup> alegam que dietas vegetarianas podem ser desvantajosas devido às deficiências de microminerais e vitaminas, destacando o zinco como fator importante. Segundo a autora, esse micromineral tem característica hipoglicemiante, por aumentar a atividade da insulina. Confirmando tal teoria, Solomons<sup>34</sup> afirmou que fatores extrínsecos diminuem a biodisponibilidade do zinco, tais como o ferro não heme presente em ovos, leite e vegetais, ácido etilenodiamina tetracético (EDTA), fibra dietética, cálcio, cobre e alimentos específicos como leite de vaca, queijo, café, ovos, limão e aipo, além do ácido fítico, presente em vários alimentos incluídos na dieta vegetariana. Todos esses fatores, segundo o autor, contribuíram para a baixa biodisponibilidade do zinco, por atuarem como quelantes desse mineral.

Ainda sobre esse assunto, De Biase et al.<sup>35</sup> sugerem que os benefícios da dieta vegetariana têm importância efetiva, como a redução significativa no perfil lipídico de seus adeptos, mas alegam que há risco proeminente no desenvolvimento de anemia nesse grupo. Atentam, ainda, para o risco elevado de bebês amamentados por mães veganas apresentarem hipotireoidismo congênito, não esclarecendo com clareza o mecanismo.

Contrários às teorias que não consideram a dieta vegetariana como benéfica na prevenção de DCNTs, Tonstad et al.<sup>36</sup> e Parente<sup>37</sup> afirmam que a redução dos riscos de DMT2 em vegetarianos é significativamente maior do que nos onívoros, indicando que houve redução de metade dos riscos da doença, especialmente entre os veganos e ovolactovegetarianos, além de elevado potencial da dieta vegetariana para controle da DMT2 com prevalência 78,0% menor entre os veganos. Pedro<sup>38</sup> também se apresentou favorável a esse argumento, baseado no fato de que seus estudos demonstraram que houve melhor controle de doenças como hipertensão arterial, hipercolesterolemia, DMT2 e obesidade em vegetarianos. Tal ideia também foi defendida por Martins,<sup>39</sup> que relatou os benefícios da ingestão de alimentos de origem vegetal e oleaginosa, alertando sobre o aumento do risco de DCNTs entre os onívoros.

Constam nos estudos opiniões favoráveis quanto aos benefícios da dieta vegetariana quando associada a DMT2, dentre os quais a de Meirelles,<sup>40</sup> que observou em seu estudo uma redução da prevalência desse tipo de DM entre vegetarianos, salientando, no entanto, os riscos na deficiência de micronutrientes. Já Jenkins et al.<sup>6</sup> alegaram que a dieta vegetariana possui um portfólio de produtos naturais que poderiam contribuir na redução da glicemia e melhora do perfil lipídico nos adeptos dessa dieta.

Houve também estudos que relataram a exclusão de medicamentos hipoglicemiantes nos pacientes. Campbell<sup>41</sup> observou exclusão da aplicação exógena de insulina em um grupo de vegetarianos analisados, os quais apresentaram 30,0% de redução dos níveis séricos de colesterol. Seguindo o mesmo raciocínio, Barnard et al.<sup>8,42</sup> e Thoms<sup>4</sup> observaram redução na utilização de medicamentos entre os vegetarianos, além de perda de massa corporal (redução de IMC) e melhora significativa do índice glicêmico no grupo, observando mais uma vez a melhora no perfil lipídico em pessoas portadoras de DMT2.

A dieta vegetariana é referenciada como uma alternativa promissora para melhora na qualidade de vida. Pereira<sup>43</sup> afirmou que o vegetarianismo poderá ser uma estratégia efetiva para a redução da prevalência de doenças como DMT2 e obesidade, benefício esse que pode ser explicado pela teoria do estudo de Trapp,<sup>44</sup> que refere que a dieta vegetariana favorece a diminuição no risco de desenvolvimento de DMT2 e controle da doença por diminuição da ingestão de gordura e eficácia no controle metabólico.

O estudo de Teixeira et al.<sup>45</sup> concorda com o de Trapp,<sup>44</sup> pois quando compararam a dieta vegetariana com a dos onívoros, observaram que esta última foi caracterizada por desbalanceamento de nutrientes associado ao excesso na ingestão proteica e gordura animal, o que pode desencadear DCNTs.

Foram feitas também comparações da dieta vegetariana com as dietas convencionais para diabéticos indicadas pela ADA. Turner et al.<sup>46</sup> constataram que tanto a dieta vegetariana quanto a recomendada pela ADA tiveram resultados satisfatórios na prevenção e tratamento de DMT2, tendo como fator determinante o consumo de alimentos com baixo índice glicêmico. Já Kahleova et al.<sup>47</sup> observaram, em tal comparação, que a dieta vegetariana tem melhor resposta à resistência à insulina diferenciada em relação à dieta convencional, sendo tal resposta potencializada quando se inclui a prática de atividade física.

Analisando-se os estudos, foi possível destacar duas vertentes que podem ser interpretadas como uma forma de explicação da associação da dieta vegetariana com a incidência da DMT2. A primeira é a teoria da *nutrigenética*, e a segunda, a teoria *dos antioxidantes*.

Partindo do princípio da nutrigenética, os estudos de Kuh et al.<sup>48</sup> e Martin e Oshima<sup>49</sup> afirmaram que as DCNTs compartilham vários fatores de riscos modificáveis relacionados à sua etiologia, como sedentarismo, dieta inadequada, tabagismo, obesidade e dislipidemia, bem como de origem genética (mutações e polimorfismos genéticos), que podem provocar aumento da suscetibilidade às doenças desse tipo.

A nutrigenética estuda os efeitos da variação genética na interação dieta-doença, o que inclui a identificação e caracterização do gene relacionado ou até mesmo responsável pelas diferentes respostas aos nutrientes. O propósito dessa ciência é criar uma recomendação que possa apresentar os riscos e benefícios do consumo de dietas específicas ou componentes dietéticos para cada indivíduo.<sup>50</sup> Além disso, a nutrigenética estuda também a influência de diversos nutrientes sobre a expressão dos genes – esse segmento da ciência possui um potencial facilitador na prevenção de DCNTs.<sup>51</sup>

O efeito de um componente do alimento sobre determinado fenótipo pode variar devido a polimorfismos genéticos. De forma mais simplificada, é uma variação genética que faz com que os nutrientes e outros compostos dos alimentos tenham interação distinta e que por isso produzem um fenótipo diferente.<sup>50</sup>

É importante considerar que a dinâmica natural da interação dos genes e nutrientes pode ocorrer durante períodos prolongados e que podem ocorrer interações por exposição prolongada a uma mesma dieta com as doenças multifatoriais.<sup>51</sup> No entanto, os mesmos autores citam que os componentes da dieta podem ter efeito modulador nos fenótipos dependentes da variação genética, podendo haver importantes associações de polimorfismos com os nutrientes.

Steemburgo, Azevedo & Martínez<sup>51</sup> preveem aumento significativo de DMT2 até 2030, bem como aumento da obesidade, fatores que induzem as mudanças no estilo de vida, caracterizada pelo alto consumo calórico e redução da atividade física. Esses fatores, associados a um forte componente genético, têm importante participação na patogênese da DMT2.

Mori et al.<sup>52</sup> relataram que o polimorfismo mais frequente descrito para a DM foi o gene *PPAR-g2*. Este é uma das isoformas do *PPAR-g*, gene responsável pela ativação de receptores que regulam diversos genes relacionados ao metabolismo dos lipídios e da glicose.

Frederikson et al.<sup>53</sup> e Mori et al.<sup>52</sup> relataram que o polimorfismo associado à melhora da sensibilidade pela ação da insulina e de proteção contra o desenvolvimento da DMT2 é a substituição de uma alanina por prolina na posição 12 (Pro12Ala). Os autores observaram que os indivíduos com polimorfismo no gene *PPAR-g2* (Pro12Ala) tiveram maior suscetibilidade de desenvolvimento de DMT2, com o consumo aumentado de gordura saturada e trans, ao passo que outro grupo analisado com o mesmo polimorfismo apresentou menos chances de desenvolver DMT2, com melhora da sensibilidade à ação da insulina após modificação da dieta com redução da gordura saturada, aumento de fibras totais e aumento da atividade física. Outro polimorfismo associado à DM é o da *ApoE* (-219G®T), que foi avaliado por Laakso et al.<sup>54</sup> quanto a sua sensibilidade à insulina.

As *Apo* são famílias de polipeptídeos que determinam o destino metabólico dos lipídios no plasma e sua captação pelos tecidos, sendo sua principal função ativar e inibir as enzimas envolvidas no metabolismo das lipoproteínas.<sup>51</sup> A *ApoE* é uma proteína integrante do HDL colesterol, da proteína de densidade muito baixa (VLDL) e dos quilomícrons; integra, ainda, remanescentes de quilomícrons e lipoproteína de densidade intermediária (IDL).<sup>51</sup>

Laakso et al.<sup>54</sup> relataram que há evidências de que a *ApoE* modifica o efeito da insulina e que o polimorfismo do gene da *ApoE* modifica as proteínas estrutural e funcionalmente. Segundos os autores, o polimorfismo mais descrito é o -219G®T, que parece ter importante relação com a resistência à insulina.

Moreno et al.<sup>55</sup> promoveram um ensaio clínico e constataram que todos os portadores do polimorfismo apresentaram menor sensibilidade à insulina, independentemente da dieta consumida, mas os portadores do gene G desse mesmo polimorfismo obtiveram melhora na sensibilidade à insulina ao consumirem uma dieta rica em gordura monoinsaturada e rica em carboidratos.

A segunda vertente que explicaria a influência da dieta dos vegetarianos na prevenção ou incidência da DMT2 é que, em pacientes diabéticos, o estresse oxidativo está aumentado devido à hiperglicemia. Quanto ao desenvolvimento da síndrome metabólica, diversos estudos relatam que nesses indivíduos há níveis diminuídos de vitamina E, retinol, vitamina C e carotenoides, que são substâncias com propriedades antioxidantes.<sup>31</sup>

Essa teoria é baseada na função dos antioxidantes dietéticos e produção de radicais livres por fontes endógenas e exógenas.<sup>31</sup> Antioxidantes são substâncias que retardam ou impedem o estresse oxidativo. Os não-enzimáticos ou exógenos são obtidos basicamente de alimentos de origem vegetal e têm papel complementar na prevenção de processos deletérios dos radicais livres no organismo, minimizando seus efeitos.<sup>31</sup>

Com a transição epidemiológica desde o Paleolítico, os alimentos com maior teor de fibras, vitaminas e compostos bioativos com potencial antioxidante foram substituídos por alimentos ricos em carboidratos simples, de fácil absorção, gorduras saturadas, sal e potássio. A oferta excessiva de alimentos associada ao sedentarismo faz com que as células funcionem em um ciclo retroalimentável, como acontece na DMT2.<sup>31</sup>

De acordo com Gottlieb, Morassutti & Cruz,<sup>31</sup> durante a evolução humana houve uma forma de adaptação para armazenamento energético para manutenção homeostática durante os períodos de escassez e alterações climáticas. Com essa adaptação genética a partir do período neolítico, iniciou-se um desbalanceamento com excesso de ingestão associada ao menor gasto calórico. Como consequência dos estoques de glicose, lipídios e

proteínas disponíveis para o ciclo do ácido cítrico em maior quantidade, promoveu-se a formação de mais doadores de  $H^+$ , aumentando o gradiente de prótons e a produção de espécies reativas de  $O_2$  (radicais livres) que causam danos às macromoléculas celulares.

Oliveira et al.,<sup>56</sup> Meyer et al.<sup>57</sup> e Urakawa et al.<sup>58</sup> demonstraram que o excesso de glicose na corrente sanguínea causa lentidão na respiração celular, não havendo ainda consumo de glicose, reproduzindo-se assim os sintomas da DMT2.

Há estudos, como o de Leonard & Robertson,<sup>59</sup> que concluíram que o sedentarismo, aliado a uma dieta hipercalórica, são fatores contribuintes para o desequilíbrio no metabolismo energético celular. Esse estudo sugere que o estresse oxidativo pode ser um evento primário e desencadeador de doenças como a DMT2.

Chalabi et al.,<sup>60</sup> em estudo de revisão sobre nutrigenética e antioxidantes, citaram que os radicais livres implicam danos celulares oxidativos e que o organismo pode se beneficiar por uma alimentação que tem como fonte complementar cofatores minerais e antioxidantes exógenos por ingestão de frutas e vegetais. Dentre os mais conhecidos, os autores citam o b-caroteno, o ácido ascórbico (vitamina C), o tocoferol (vitamina E) e polifenóis, nos quais se incluem os flavonoides, taninos e compostos fenólicos. Os autores citam ainda que a maioria das DCNTs, como DM e doenças cardiovasculares, implica interações complexas entre a dieta e vários genes.

Tanto os nutrientes quanto os demais compostos dos alimentos, da dieta e do estilo de vida constituem fatores que podem alterar a expressão gênica, resultando em modificações nas funções metabólicas.<sup>61</sup>

## Considerações finais

Neste estudo percebeu-se que existe forte indício de que a inclusão da dieta vegetariana está associada com o melhor controle da DMT2. Essa associação pode ter ligação direta com a interação gene-nutriente estudada pela nutrigenética e de proteção dos antioxidantes exógenos.

São necessários estudos complementares para uma melhor compreensão desses mecanismos na dieta vegetariana. É de grande importância que o profissional de nutrição tenha melhor embasamento sobre os princípios básicos da nutrigenética, uma vez que esta tem o potencial de esclarecer diversos mecanismos até então pouco elucidados, promovendo melhoria considerável na conduta dietoterápica do profissional.

## Referências

1. Brasil. Who World Health Organization. 2012. [Internet]. [Acesso em 13 Mar. 2013]. Disponível em: [http://www.who.int/nmh/events/un\\_ncd\\_summit2011/es/](http://www.who.int/nmh/events/un_ncd_summit2011/es/)
2. Devlin TM. Textbook of biochemistry: with clinical correlations. 7th ed. São Paulo: Blucher; 2011.
3. Shills ME, Olson JA, Shike M, Ross AC. Modern nutrition in health and disease. São Paulo: Manole; 2009.
4. Thoms T. Improved management of type 2 diabetes with a plant-based diet compared to a conventional diabetes diet [Thesis]. Forest Grove, OR: Pacific University; 2012.
5. Portal Brasil. 2014. [Internet]. [Acesso em 13 Mar. 2013]. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/saude/2012/11/levantamento-aponta-para-estabilizacao-das-internacoes-nos-casos-do-diabetes>.
6. Jenkins DK, Kendall CW, Marchie A, Jenkins AJ, Augustin LS, Ludwig DS, et al. Type 2 diabetes and vegetarian diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 2003; 78(3 Supl.):610S-616S.
7. Key TJA, Paul N, Rossell MS. Health effects of vegetarian and vegan diets. *Proc Nutr Soc.* 2006; 65(1):35-41.
8. Barnard ND, Cohen DJ, Jenkins DJ, Turner-McGrievy G, Gloede L, Jaster B, et al. A low-fat vegan diet improves glycemic control and cardiovascular risk factors in a randomized clinical trial in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2006; 29(8):1777-83.
9. Mahan LK, Escott-Stump S, Raymond Janice L. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 12th ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011.
10. Marques IMASCT. Zinco, cromo e diabetes mellitus [Tesis]. Porto: Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, Universidade do Porto; 2000.
11. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. São Paulo: SDB; 2009.
12. Agget PJ. Physiology and metabolism of essential trace elements: an outline. *Clinics in endocrinology and metabolism.* 1985; 14(3):513-43.
13. Marreiro DN, Geloneze B, Tambascia MA, Lerário AC, Halpern A, Cozzolino SMF. Participação do zinco na resistência à insulina. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* 2004; 48(2):234-9.
14. Cozzolino SMF. Biodisponibilidade de nutrientes. 4th ed. São Paulo: Manole; 2012.
15. Centro Vegetariano [Internet]. Disponível em: <http://www.centrovegetariano.org/>.
16. Hardinge MG, Crooks H. Non-flesh dietaries. *J Am Diet Assoc.* 1963; 43:550-8.
17. Whorton JC. Historical development of vegetarianism. *Am J Clin Nutr.* 1994; 59(5):1103S-1109S.
18. Academy of Nutrition and Dietetics [Internet]. [acesso em 10 abr. 2013]. Disponível em: <http://www.eatright.org/>
19. Messina VKB, Burke KI. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J. Am. Diet Assoc.* 1997; 97(11):1317-21.

20. Sabaté J. The contribution of vegetarian diets to health and disease: a paradigm shift? *Am J Clin Nutrition*. 2003; 78(3 Supl.):502S-507S.
21. Leitzmann C. Vegetarian diets: what are the advantages? *Forum Nutr*. 2005; 57:147-56.
22. Rauma AL, Mykkänen H. Antioxidant status in vegetarians versus omnivores. *Nutrition* 2000; 16(2):111-9.
23. KEY TJ. Mortality in vegetarians and nonvegetarians: detailed findings from a collaborative analysis of 5 prospective studies. *Am J Clin Nutr*. 1999; 70(3 Supl.):516S-524S.
24. Yen CE, Yen CH, Huang MC, Cheng CH, Huang YC. Dietary intake and nutritional status of vegetarian and omnivorous preschool children and their parents in Taiwan. *Nutr Res*. 2008; 28(7):430-6.
25. Li D. Chemistry behind vegetarianism. *J. Agric. Food Chemistry*. 2011; 59(3):777-84.
26. Institute of Medicine. Dietary reference intakes tables and application [Internet]. [acesso em 10 abr. 2013]. Disponível em: <http://www.iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/DRI-Tables.aspx>
27. Vitolo MR. Nutrição: da gestação ao envelhecimento. Rio de Janeiro: Rubio; 2008.
28. Koletzko B, Lien E, Agostoni C, Böhles H, Campoy C, Cetin I, et al. The roles of long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation and infancy: review of current knowledge and consensus recommendations. *J. Perinat. Med*. 2008; 36(1):5-14.
29. Williams CM, Burdge G. Long-chain n-3 PUFA: plant v. marine sources. *Proc. Nutr. Soc*. 2006; 65(1):42-50.
30. Rosell M, Appleby P, Spencer E, Key T. Weight gain over 5 years in 21, 966 meat-eating, fish-eating, vegetarian, and vegan men and women in EPIC-Oxford. *Int. J. Obesity*. 2006; 30(9):1389-96.
31. Gottlieb MG, Morassutti AL, Cruz IBM. Transição epidemiológica, estresse oxidativo e doenças crônicas não transmissíveis sob uma perspectiva evolutiva. *Scientia Medica* 2011; 21(2):69-80.
32. Sabry MOD, Sá MLB, Sampaio HAC. A dieta do paleolítico na prevenção de doenças crônicas. *Nutrire Rev Soc Bras Alim Nutr*. 2010; 35(1):111-127.
33. Simões SKS, Campos FACS. Estado nutricional de indivíduos vegetarianos. XVI Congresso de Iniciação Científica da UFPE; 03-05 nov. 2008; Recife: UFPE; 2008.
34. Solomons NW. Interacciones entre zinc y factores dietéticos. *Arch Latinoam Nutr*. 1982; 32(1):26-31.
35. De Biase SGF, Sabrina F.C.F; Gianini, Reinaldo J.; Duarte, João L.G. Dieta vegetariana e níveis de colesterol e triglicérides. *Arq. Bras. Cardiol*. 2007; 88(1):35-39.
36. Tonstad S, Butler T, Fraser GE. Type of vegetarian diet, body weight, and prevalence of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2009; 32(5):791-6.
37. Parente R. Alimentação vegetariana: ingestão de nutrientes chave durante o ciclo de vida e desportistas e prevenção de doenças crônicas [Monografia]. Porto: Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, Universidade do Porto; 2010.
38. Pedro N. Dieta vegetariana: fatos e contradições. *Medicina Interna* 2010; 17(3):173-78.

39. Martins MCT. Nutrição vegetariana: avanços e perspectivas. *Lifestyle J* 2011; 1(2):8-10.
40. Meirelles CMV, G.V.; Soares, E.A. Dietas vegetarianas: caracterização, implicações nutricionais e controvérsias. *Nutrire Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* 2001; 21:57-72.
41. Campbell TC. The China study: the most comprehensive study of nutrition ever conducted and the startling implications for diet, weight loss, and long-term health. Dallas, TX: BenBella Books; 2006.
42. Barnard N. El impacto de una dieta vegana em las personas con diabetes tipo 2. *Diabetes Voice* 2007; 52(2):12-5.
43. Pereira JC. Vegetarianismo e obesidade sob perspectiva genética: uma revisão da literatura sobre obesidade, genética e vegetarianismo [TCC]. Campina Grande: Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Estadual da Paraíba; 2012.
44. Trapp C, Levin S. Preparing to prescribe plant-based diets for diabetes prevention and treatment. *Diabetes Spectrum* 2012; 25(1):38-44.
45. Teixeira RCMA, Molina MCB, Flor DS, Zandonade E, Mill JG. Estado nutricional e estilo de vida em vegetarianos e onívoros Grande Vitória, ES. *Rev. Bras. Epidemiol.* 2006; 9(1):131-43.
46. Turner-McGrievy GM, Jenkins DJ, Barnard ND, Cohen J, Gloede L, Green AA. Decreases in dietary glycemic index are related to weight loss among individuals following therapeutic diets for type 2 diabetes. *J. Nutr.* 2011; 141(8):1469-74.
47. Kahleova H, Matoulek M, Malinska H, Oliyarnik O, Kazdova L, Neskudla T, et al. Vegetarian diet improves insulin resistance and oxidative stress markers more than conventional diet in subjects with type 2 diabetes. *Diabetic Medicine* 2011; 28(5):549-59.
48. Kuh D, Ben-Shlomo Y, Lynch J, Hallqvist J, Power C. Life course epidemiology. *J. Epidemiol. Community Health* 2003; 57(10):778-83.
49. Martin GM, Oshima J. Lessons from human progeroid syndromes. *Nature* 2000; 408(6809):263-6.
50. Ordovas JM, Corella D, Cupples LA, Demissie S, Kelleher A, Coltell O, et al. Polyunsaturated fatty acids modulate the effects of the APOA1 G-A polymorphism on HDL-cholesterol concentrations in a sex-specific manner: the Framingham Study. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 75(1):38-46.
51. Steemburgo T, Azevedo MJ, Martínez JA. Interação entre gene e nutriente e sua associação à obesidade e ao diabetes melito. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* 2009; 53(5):497-508.
52. Mori H, Ikegami H, Kawaguchi Y, Seino S, Yokoi N, Takeda J, et al. The Pro12Ala substitution in PPAR is associated with resistance to development of diabetes in the general population. Possible involvement in impairment of insulin secretion in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes* 2001; 50(4):891-4.
53. Frederiksen L, Brodback K, Fenger MJ, Jorgensen T, Borch-Johnsen K, Madsbad S, et al. Comment: studies of the Pro12Ala polymorphism of the PPAR-gamma gene in the Danish MONICA cohort: homozygosity of the Ala allele confers a decreased risk of the insulin resistance syndrome. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2002; 87(8):3989-92.
54. Laakso M, Kesäniemi A, Kervinen K, Jauhiainen M, Pyorala k. Relation of coronary heart disease and apolipoprotein E phenotype in patients with non-insulin dependent diabetes mellitus. *BMJ* 1991;

303(6811):1159-62.

55. Moreno JA, Pérez-Jiménez, Marín C, Pérez-Martínez P, Moreno R, Gómez P, et al. The apolipoproteinE gene promoter (-129G/T) polymorphism determines insulin sensitivity in response to dietary fat in healthy young adults. *J. Nutr.* 2005; 135(11):2535-40.
56. Oliveira MF, Silva WS, Puyou AG, et al. Antioxidant role of mitochondrial bound hexokinase. *Free Radic Biol Med.* 2005; 139:119-24.
57. Meyer LE, Machado LB, Santiago AP, Silva WS, Felice FG, Holub O, et al. Mitochondrial creatine kinase activity prevents reactive oxygen species generation: antioxidant role of mitochondrial kinase-dependent ADP re-cycling activity. *J. Biol. Chem.* 2006; 281(49):37361-71.
58. Urakawa H, Katsuki A, Sumida Y, Gabazza EC, Murashima S, Morioka K, et al. Oxidative stress is associated with adiposity and insulin resistance in men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2003; 88(10):4673-6.
59. Leonard WR, Robertson ML. Evolutionary perspectives on human nutrition: the influence of brain and body size on diet and metabolism. *Am J Human Biol.* 1994; 6(1):77-88.
60. Chalabi N, Bernard-Gallon DJ, Vasson MP, Bignon IJ. Nutrigenomics and antioxidants. *Future Medicine* 2008; 5(1):25-36.
61. Rist MJ, Wenzel U, Hannelore D. Nutrition and food science go genomic. *Trends Biotechnol.* 2006; 24(4):172-8.

Recebido: 15/2/2014

Revisado: 03/7/2014

Aprovado: 08/8/2014