



# ESTUDOS DE **NUTRIGENÉTICA E NUTRIGENÔMICA** E AS RELAÇÕES COM FRUTAS E HORTALIÇAS

Autores: José Mario Angler Franco<sup>1</sup>, Danieli Ludwig<sup>2</sup>, Éder Klaic<sup>3</sup>, Márcio Reinaldo Schaedler<sup>4</sup>, Joseana Severo<sup>5</sup>, Melissa dos Santos Oliveira<sup>6</sup>

---

1 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | josemarioanglerfranco@gmail.com  
2 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | danieliludwig4@gmail.com  
3 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | eklaic@hotmail.com  
4 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | marcioschaedler@gmail.com  
5 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | joseana.severo@iffarroupilha.edu.br  
6 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | melissa.oliveira@iffarroupilha.edu.br



# ESTUDOS DE **NUTRIGENÉTICA E NUTRIGENÔMICA** E AS RELAÇÕES COM FRUTAS E HORTALIÇAS

*José Mario Angler Franco,  
Danieli Ludwig, Éder Klaic,  
Márcio Reinaldo Schaedler,  
Joseana Severo,  
Melissa dos Santos Oliveira*

## **RESUMO**

A personalização da dieta vem sendo discutida como abordagem relevante. A nutrigenética caracteriza o perfil genético, fazendo com que cada indivíduo responda diferentemente ao alimento. As doenças epidêmicas atuais como o câncer, a obesidade e as cardiovasculares são multifatoriais e causadas muitas vezes pelos diferentes hábitos de vida, perfil genético e modificações nutricionais que contribuem para agravamento deste quadro. Neste sentido, a dieta pode ser fator determinante no prognóstico destas doenças e, compostos bioativos presentes em alimentos de origem vegetal como frutas e hortaliças, atenuam o surgimento dessas doenças. Estudos em nutrigenética são complexos e, ainda, pouco explorados, o que torna desconhecidas as interações genéticas de muitos dos compostos presentes nos alimentos, especialmente em frutas e hortaliças.

**Palavras-chave:** Nutrigenética. Frutas. Hortaliças.

## **1 INTRODUÇÃO**

A prevenção de doenças e manutenção da saúde apresenta-se como tema central e principal foco da nutrição moderna. Entender como os diferentes meios de interação entre genes e dieta podem contribuir para alcançarmos este objetivo torna-se importante. Os benefícios e malefícios da ingestão dos alimentos não são iguais para todas as pessoas, pois o grau de influência da dieta na saúde pode depender da constituição genética.

A escolha dos alimentos e o apetite certamente são influenciados pela constituição genética. Sabe-se, de fato, que as necessidades de alimentos, nutrientes e compostos bioativos variam de um indivíduo para o outro e influenciam o risco individual de doenças ao longo da vida. Neste contexto, frutas e hortaliças são a contribuição para a promoção da alimentação saudável, além de fornecer grande aporte de minerais e vitaminas, a presença de compostos bioativos disponíveis nestes alimentos mitigam o surgimento de doenças. O modo como a constituição genética de uma pessoa afeta sua resposta à dieta é o que de fato estuda a nutrigenética.

Diante do exposto, este trabalho pretende apontar alguns conceitos e estudos relevantes no campo da nutrigenética e, como complemento, associar a presença de frutas e hortaliças na dieta baseado nas propriedades destes alimentos e na presença de compostos que influenciam diretamente na resposta benéfica do tipo de genética das células e dos indivíduos.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada nesta revisão de literatura foi baseada em levantamento de artigos científicos através de pesquisa no Scielo, Google Acadêmico e Pubmed utilizando as palavras-chaves nutrigenética, frutas e hortaliças, com trabalhos publicados entre os anos de 2004 a 2018, através de pesquisa bibliográfica exploratória. Após consulta sobre os temas, selecionou-se alguns artigos relevantes ao tema proposto para elaboração do artigo. Destes artigos, os temas tratados estão relacionados a: Nutrigenética e perfil de doenças; Diferenças entre Nutrigenética e Nutrigenômica; Dietas personalizadas e estudo metabolômico.

Baseado nas buscas bibliográficas, será apresentada a conceitualização e diferenciação de Nutrigenética e Nutrigenômica e posteriormente uma abordagem sobre Nutrigenética em frutas e hortaliças.

## 3 REVISÃO TEÓRICA

### 3.1 Conceitualização

O termo nutrigenética refere-se às interações entre hábitos dietéticos e o perfil genético de cada indivíduo. Assim, pode-se afirmar que a nutrigenética é baseada na observação das respostas individuais a determinada modificação na dieta e também em hipóteses que as diferentes respostas sejam associadas a ter ou não marcadores biológicos específicos, possivelmente polimorfismos genéticos que poderiam prever a resposta individual à dieta. Almeja-se, com isso, a prescrição de uma dieta personalizada de acordo com a genética do paciente (ORDOVAS, 2004).

Já o termo nutrigenômica, refere-se às influências de fatores dietéticos sobre o genoma humano. Assim, o foco principal é a investigação de como os nutrientes modificam a expressão gênica nas células e nos tecidos de interesse (SCHUCH, 2010).

A Nutrigenética pode identificar subgrupos de população que são menos eficientes em manejar a ingestão de alimentos e as vias metabólicas específicas para estas de tal forma que se podem sugerir recomendações de nutrientes de acordo com seu perfil genético (CORONADO *et al.*, 2011).

O funcionamento do genoma é modulado pelos nutrientes e compostos bioativos dos alimentos e, da mesma forma, características do genoma influenciam a resposta à alimentação, necessidade de nutrientes e risco para doenças crônicas não transmissíveis. Maior compreensão dessa interação entre genoma e alimentação contribuirá para a promoção da saúde. Através de dietas personalizadas busca-se a promoção da saúde e a redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis (VALENTE *et al.*, 2014).

As doenças que alcançam proporções epidêmicas no mundo ocidental, como o câncer, a obesidade, a diabetes e as doenças cardiovasculares, são doenças multifatoriais, ou seja, sua etiologia está relacionada tanto a fatores ambientais quanto genéticos, sendo estes últimos em grande número. Assim, a análise de um único fator, seja este genético ou ambiental, não fornece indicativos suficientes que se associem ao risco de desenvolvimento da doença e, portanto, possam ser utilizados para a prevenção da mesma. É necessário considerar para estas enfermidades não somente os hábitos de vida de um indivíduo, mas também o perfil genético específico e como este responde aos desafios ambientais, dentre estes, as modificações nutricionais (SCHUCH *et al.*, 2010).

### **3.1.1. Obesidade**

A obesidade é uma doença ocasionada por vários fatores e é resultante de um balanço energético positivo crônico determinado pela interação entre quesitos genéticos e ambientais (BACKHED, 2009 apud VALENTE *et al.*, 2014).

Os parâmetros indicados pelo Ministério da Saúde para avaliação do estado nutricional de pessoas entre 20 e 59 anos é Índice de Massa Corporal (IMC) que é representado pela seguinte equação:  $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Altura}^2$ . Sendo que é considerado obeso quem atingir o índice igual ou acima de 30. O resultado do cálculo do IMC deve ser analisado de acordo com a classificação definida pela Organização Mundial de Saúde (OMS), válida somente para pessoas adultas e estima-se que no Brasil 18,9% da população é obesa (BRASIL, 2017).

Em questões nutricionais na regulação da expressão de genes, os ácidos graxos atuam através do fator nuclear kappa de células B. O ácido eicosapentaenoico modula a gota de gordura nos adipócitos, o que acelera a mobilização de triglicérides. Os carboidratos modulam genes através dos elementos de resposta de carboidratos que são direcionados pelo fígado pela via glicolítica, ou modulam a expressão de enzimas da lipogênese. A proteína da dieta não exerce controle direto sobre os genes, mas os aminoácidos livres podem regular a expressão do gene. A baixa ingestão de aminoácidos essenciais provoca uma diminuição na síntese de noradrenalina e na molécula de adesão celular vascular, alterando a síntese de proteínas (VALENTE *et al.*, 2014).

Com relação à obesidade, a necessidade de ingestão alimentar tem seu controle profundamente afetado por polimorfismos em genes codificadores de receptores ou de peptídeos sinalizadores periféricos (como por exemplo a insulina, a leptina e a adiponectina), e com a homeostasia energética (como o gene PLIN e os genes UCP's) e conseqüentemente, o consumo dietético total e a saciedade para diversos alimentos podem ser influenciados pelos efeitos destes genes (FERGUSON, 2006).

### **3.1.2. Doenças cardiovasculares**

As principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo estão relacionadas às doenças cardiovasculares, sendo realizada intensa busca para a compreensão dos mecanismos envolvidos no desenvolvimento e na evolução dessas desordens. Pesquisas vêm destacando, nos últimos anos, o papel essencial das interações entre genes e nutriente nesses processos, apontando para nutrientes e compostos bioativos naturais como promissores agentes na prevenção ou mitigação dessas doenças. Ademais, o metabolismo lipídico e suas alterações ganharam recentemente grande interesse, pois está diretamente associado às desordens car-

diovasculares permitindo identificar e relacionar a expressão de genes específicos com essas doenças. Os nutrientes e compostos bioativos são importantes fatores modificáveis determinantes de doenças crônicas, como as doenças cardiovasculares. Dentre estes nutrientes e compostos moduladores do metabolismo lipídico destacam-se os ácidos graxos essenciais e os polifenóis (DAIMEL, VARGAS, MOLINA, 2012 apud VALENTE *et al.*, 2014).

Muitas pesquisas têm mostrado a ação do ácido graxo linolênico ( $\omega$ -3) na redução de triglicerídeos, modulando a expressão gênica e protéica de ácido graxo translocase. Este ácido graxo (AG) codifica uma subclasse de receptores para LDL (Lipoproteína de Baixa Densidade), do inglês low density lipoprotein-cholesterol, que tem sido associado ao desenvolvimento da aterosclerose e da resistência à insulina. Ácidos graxos  $\omega$ 3 demonstraram modular a expressão de ácido graxo translocase que resultou na redução da concentração de triglicerídeos e consequente doença aterogênica (MAX *et al.*, 2004 apud VALENTE *et. al.*, 2014).

Os ácidos graxos  $\omega$ 3 são considerados essenciais na dieta humana, pois nosso corpo não consegue sintetizá-los diretamente. A mais abundante maneira de se encontrar  $\omega$ 3 na alimentação é na forma de ALA (ácido alfa linolênico), encontrado em alimentos como a linhaça, chia, soja, nozes, vegetais folhosos verdes escuros, entre outros. O ALA, através de processos bioquímicos e enzimáticos (elongases e dessaturases), é convertido em nosso corpo em ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA), ácidos graxos que reconhecidamente são importantes para nossa saúde neurológica e celular, além de, com controvérsias, para a saúde cardiovascular. Os animais, especialmente os peixes gordurosos de águas frias e profundas, são fontes alimentares diretas de EPA e DHA, pois estes se alimentam de microalgas que os sintetizam ou secundariamente de zooplânctons que se alimentam de algas. Ao consumir esses peixes, recebemos o aporte direto de EPA e DHA. Porém, como nosso corpo é capaz de sintetizar esses ácidos graxos a partir do ALA, encontrado nos alimentos de origem vegetal, não há necessidade de se consumir o  $\omega$ 3 de origem animal. Essencial para nós é consumir o ALA, independente da origem (ESCOLHAVEG, 2018).

A oxidação dos lipídeos pode ser causada pelo estresse oxidativo favorecendo um aumento de doenças cardiovasculares. Os componentes bioativos podem prevenir a oxidação lipídica e, além do seu poder antioxidante, foi recentemente demonstrado que o consumo de polifenóis modula a expressão de genes relacionados ao metabolismo lipídico e alterações metabólicas, sugerindo um envolvimento essencial na prevenção do desenvolvimento de desordens cardiovasculares (AZORÍN-ORTUÑO *et al.*, 2012).

### 3.1.3. Diabetes

Ao longo dos anos, estudos apontam o Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2) como umas das patologias relacionadas à Síndrome Metabólica e torna-se imprescindível o entendimento da mesma no campo da nutrigenômica. Segundo dados epidemiológicos, a DMT2 já é considerada uma epidemia mundial e estima-se que a sua prevalência aumente de 2,8% para mais de 4,4% até 2030 (WILD et al., 2004 apud VALENTE *et al.*, 2014).

Para melhor entendimento, se faz necessário o conhecimento dos vários fatores moleculares (polimorfismo genético, alterações epigenéticas) e como estes podem influenciar a resposta do organismo ao ambiente, seja entre as relações entre as vias metabólicas e também como essas alterações são refletidas no dia a dia do indivíduo. Além disso, também deverão ser previstas interações dessas variações genéticas com a alimentação. A via que liga a obesidade e resistência à insulina com a síndrome metabólica e DMT2 representa um fenótipo progressivo, sendo que também o tecido adiposo excedente gera estresse metabólico excessivo (ácidos graxos não esterificados) e adipocitocinas pró-inflamatórias impedem a capacidade de resposta sistêmica de insulina, resultando na ação da insulina prejudicada, hiperinsulinemia compensatória e intolerância à glicose (ROCHE, *et al.*, 2005).

No que se refere à alimentação e DMT2, vários trabalhos na literatura vêm destacando a importância da dieta mediterrânea como um importante fator de redução na incidência desta anomalia (VALENTE et al., 2014). A dieta mediterrânea é baseada no alto consumo de frutas e hortaliças verdes e amarelas, cereais, leguminosas (grão-de-bico, lentilha), oleaginosas (amêndoas, azeitonas, nozes), peixes, leites e derivados, vinho e azeite de oliva. Há um baixo consumo de carnes vermelhas, gorduras de origem animal, produtos industrializados e doces. Essa dieta é pobre em ácidos graxos saturados, rica em carboidratos complexos e fibras, além de ter alta concentração de ácidos graxos monoinsaturados (SALEN; LORGERIL, 1997). Estudos vêm mostrando que aproximadamente 30% dos infartos e doenças do coração podem ser evitados em pessoas com alto risco, se elas mudarem para a dieta mediterrânea. Isso porque, como alguns dos alimentos têm antioxidantes, podem melhorar a circulação do sangue e proteger o paciente de problemas maiores (BEM ESTAR, 2013).

Do ponto de vista nutrigenômico, quatro nutrientes têm sido bastante estudados em relação à sua participação na modulação epigenética em indivíduos portadores de DMT2: o zinco, a taurina, o ácido lipóico e o vanádio (CAMPOLINA *et al.*, 2013).

O zinco, além de ajudar na regulação da ação da insulina, participa da formação de substâncias que protegem as células contra os radicais livres, moléculas que

também favorecem o DMT2. Esse mineral pode ser encontrado em alimentos como trigo, ostra, amêndoas, castanha-do-pará e carne bovina (CAMPOLINA *et al.*, 2013).

A taurina é um aminoácido não essencial que atua como componente de inúmeras atividades metabólicas em muitos tecidos, e sua deficiência vem sendo associada a degenerações cardíacas e da retina. Seu efeito antidiabético vem sendo relatado há anos e, recentemente, diversos estudos mostram que a administração de taurina é capaz de reduzir a peroxidação lipídica e prevenir o estresse oxidativo induzido pelo DMT2 (CAMPOLINA *et al.*, 2013). Esse aminoácido pode ser encontrado em alimentos ricos em proteínas, como: peixes, frutos do mar (mariscos e ostras), aves (como carne escura de frango e peru), carne bovina, e alguns alimentos de origem vegetal como beterraba, nozes, feijão porém em menor quantidade. As principais funções da taurina é ajudar no desenvolvimento do sistema nervoso, desintoxicar o organismo facilitando a excreção de substâncias pelo fígado que não são mais importantes ao corpo, fortalecer e aumentar a força das contrações cardíacas, e proteger as células do coração. Além disso, possui ação antioxidante, combatendo os radicais livres que danificam as membranas celulares (TUA SAÚDE, 2018).

O Ácido Lipóico (AL) é um ácido graxo sintetizado pelo organismo em pequenas quantidades que atua como cofator de diversos complexos mitocondriais responsáveis pela oxidação da glicose, metabolismo de aminoácidos e produção energética. O AL auxilia no tratamento da neuropatia periférica induzida pelo DMT2, demonstrando melhora na sensibilidade à insulina e no metabolismo glicídico desses pacientes (CAMPOLINA *et al.*, 2013).

O vanádio é um mineral encontrado em peixes, crustáceos, nozes, frutas e legumes que emergiu como um agente extremamente potente com propriedades similares à insulina. Essas propriedades foram demonstradas em estudos experimentais com células isoladas, a partir dos quais se observou que o consumo desse mineral leva ao aumento do transporte de glicose, aumento da síntese de glicogênio e glicólise. Estudos realizados em pacientes portadores de DMT2 em tratamento insulinoterápico mostraram que a suplementação de vanádio diminuiu a necessidade do uso de insulina para melhor controle glicêmico (PASCHOAL *et al.*, 2008 apud CAMPOLINA *et al.*, 2013).

Com altos teores de antocianinas, proantocianidinas e elagitaninos, fenólicos associados com diversos benefícios à saúde, a jabuticaba-sabará (*Plinia jaboticaba*) favorece no controle da Diabete Mellitus tipo 2. Estes compostos atuam no metabolismo da glicose e dos lipídios, atenuando no controle da glicemia, melhorando os níveis de insulina plasmática, colesterol total e triacilgliceróis hepático. Os extratos ricos em compostos fenólicos desta fruta são eficientes na prevenção

de diabetes mellitus tipo 2, além de evitar o crescimento excessivo dos tecidos adiposos (MOURA, M.H.C., 2016).

### **3.1.4. Câncer**

Câncer é uma doença de natureza multifatorial e complexa. Pesquisas sobre os efeitos dos componentes alimentares sobre o câncer tem mostrado que estes podem potencialmente fornecer proteção em várias fases durante o desenvolvimento do câncer (ARDEKANI; JABBARI, 2009; DAVIS, 2007). Alguns nutrientes como cálcio, zinco, selênio, ácido fólico, ácidos graxos essenciais, vitaminas (C, D e E) e compostos bioativos (carotenóides, flavonóides, indóis, compostos de enxofre), podem influenciar o metabolismo cancerígeno, a sinalização celular, o controle do ciclo celular, a apoptose, o equilíbrio hormonal e a angiogênese (SURH, 2003).

Estudos de prevenção do câncer têm mostrado que todas as principais vias de sinalização desreguladas em diferentes tipos de câncer são afetadas por nutrientes. As vias estudadas incluem: metabolismo carcinogênico, reparo de DNA, proliferação celular/apoptose, diferenciação, inflamação, desequilíbrio da razão oxidante/antioxidante e angiogênese (DAVIS; MILNER, 2006).

Até o momento, mais de 1000 diferentes tipos de fitoquímicos foram identificados com atividades de prevenção de câncer (SURH, 2003). Com base em estudos epidemiológicos, as dietas ricas em frutas e vegetais podem oferecer proteção contra o desenvolvimento de câncer (BÜCHNER *et al.*, 2010; STEEVEN *et al.*, 2011). Componentes bioativos presentes nestes alimentos podem prevenir a carcinogênese por vários mecanismos, tais como bloqueio de ativação metabólica e do aumento de desintoxicação (VALENTE *et al.*, 2014).

Recentemente, foi proposto que o efeito positivo do consumo de frutas sobre a saúde é parcialmente mediado pela supressão de danos ao DNA e um aumento simultâneo da capacidade de reparo do DNA (SLYSKOVA *et al.*, 2014). Alguns dos componentes alimentares que regulam a proliferação celular incluem compostos fenólicos, tais como genisteína (grãos de soja e nos seus derivados, feijão, grão-de-bico e ervilha), e epigallocatequina-3-galato (chá verde), que provocam a interrupção do ciclo celular (AGARWAL, 2000).

### **3.1.5. Doença celíaca**

Doença celíaca é uma doença inflamatória do intestino delgado, autoimune, desencadeada pela presença de glúten na dieta de indivíduos com predisposição genética (STOJILJKOVICZ *et al.*, 2012; VIEIRA *et al.*, 2013;). O processo inflamatório observado na doença é a resposta imune natural e adaptativa do organismo

quando em contato com o antígeno, o glúten (FERRETTI *et al.*, 2012).

Avanços nos campos da nutrigenômica e nutrigenética têm auxiliado na elucidação das interações entre nutrientes e genes. Pesquisas com ácidos graxos da série  $\omega$ -3, polifenóis e carotenóides vêm demonstrando efeitos modulatórios do estresse oxidativo, da expressão gênica e da produção dos mediadores inflamatórios. Portanto, a utilização destes componentes pode preservar a integridade da mucosa intestinal e ter efeito protetor contra os peptídios tóxicos da gliadina, podendo, assim, ser utilizados na terapia nutricional da doença celíaca (FERRETTI *et al.*, 2012).

Para utilizar a nutrigenômica como suporte para terapia nutricional, se faz necessárias mais pesquisas básicas, estudos epidemiológicos e de intervenção para investigar a capacidade dos nutrientes e bioativos de modular “*in vivo*” o processo inflamatório observado na doença celíaca (FERRETTI *et al.*, 2012).

### **3.2 Nutrigenética e a relação com frutas e hortaliças**

Uma dieta balanceada fornece as condições ideais para a manutenção da saúde, pois além de nutrir o organismo, o alimento se torna uma fonte de compostos bioativos, as quais atuam em etapas específicas do processo de transcrição. Visto isso, a dieta é um dos fatores determinantes no prognóstico de doenças, onde, atualmente, pode-se afirmar que compostos bioativos da dieta como a curcumina, genisteína, resveratrol, ácido ursólico, licopeno, capsaisina, silimarina, catequinas, isoflavonas, indol-3-carbinol, saponinas, fitoesteróis, luteína, vitamina C, folato, betacaroteno, vitamina E, flavonoides, selênio e as fibras dietéticas atuam como agentes protetores contra o câncer (AGGARWAL; SHISHODIA, 2006).

A dieta pode alterar os riscos de doenças cardiovasculares tanto para mais quanto para menos, um exemplo disso é a relação entre um polimorfismo presente no gene da adiponectina e resistência à insulina (ORDOVAS, 2007). O conhecimento da variabilidade dos genes relacionados com as doenças cardiovasculares é fundamental para explicar as diferentes respostas entre os indivíduos perante a dieta (CORELLA; ORDOVAS, 2007).

Grande número de alimentos de origem vegetal contém diversos compostos bioativos, como compostos fenólicos, dos quais muitos apresentam efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes. Tanto o estresse oxidativo quanto a inflamação tem papel importante na reprogramação epigenética da expressão de citocinas, oncogenes, e genes supressores de tumor, criando um campo para o estudo de doenças inflamatórias crônicas e da carcinogênese. No que se refere a inflamação, estudos mostram que alguns nutrientes e compostos bioativos podem atenuar a

resposta inflamatória, e parte desse efeito pode ser decorrente de mecanismos epigenéticos (VALENTE *et al.*, 2014).

Estudos reportam que o resveratrol, composto polifenólico encontrado principalmente nas uvas vermelhas e no vinho tinto, possui propriedades antioxidantes e anticarcinogênicas, atuando na proteção cardiovascular, na imunomodulação e na redução da perda óssea observada em quadros de osteoporose e artrite reumatóide. Também pode atuar como potente ativador de uma histona desacetilase de classe III, chamada SIRT1, que promove a retirada dos grupos acetil de trechos como acetil-lisina nas histonas e em fatores de transcrição. Quando as histonas estão desacetiladas, elas se unem novamente à cromatina, impossibilitando a transcrição gênica. O resveratrol pode bloquear a atividade da histona acetiltransferase p300, o que indiretamente inibe a ativação do fator de transcrição nuclear kappa B, e assim, diminui a expressão de genes que codificam proteínas pró-inflamatórias (JACOB *et al.*, 2013).

O brócolis possui um importante papel na prevenção do câncer. Esta hortaliça além de possuir em sua composição, altas concentrações de vitaminas, minerais, polifenóis, e em especial, um grupo de fitoquímico chamado de glucosinolatos. Estudos epidemiológicos mostraram que o brócolis tem efeitos benéficos, incluindo a prevenção ou reversão do câncer. Os efeitos positivos à saúde com o consumo de brócolis estão relacionados ao seu alto conteúdo de glucosinolatos. Quando frescos os brócolis são triturados, picados ou mastigados e os glucosinolatos são hidrolisados e convertidos em sulforafano (WU, YUANFEND *et al.*, 2018).

Outro nutriente de importância é o ácido fólico, que atua como cofator na biossíntese de purinas auxilia na remetilação da homocisteína em metionina, que pode ser adenosilada e formar SAM (S-adenosilmetionina), atuando em diversas reações celulares de metilação, processo que ocorre nas citosinas do DNA, em regiões específicas, chamadas CpG (JACOB *et al.*, 2013).

A taxa de síntese, de reparação e de estabilidade do DNA pode ser prejudicada quando a biodisponibilidade de alguns nutrientes estiver comprometida. Entre eles, destacam-se os doadores de grupos metil ( $\text{CH}_3$ ), como folato, metionina, betaína e colina, além de outros nutrientes que, mesmo direta e indiretamente, contribuem para a biossíntese, como vitaminas A, cianocobalamina, pirimidina, riboflavina, e niacina, e como os minerais, zinco, cobalto e ferro (JACOB *et al.*, 2013).

O consumo de frutas e verduras e a pouca quantidade de doces inibem o aumento dos níveis de triglicerídeos. Mas a resposta à intervenção dietética não ocorre nas pessoas da mesma forma, devido a um grande número de fatores. O gene da apolipoproteína AV produz uma proteína importante no metabolismo de trigli-

cerídeos, onde existem vários polimorfismos (SCHUCH *et al.*, 2010). Lucatelli *et al.* (2006) estudaram a existência de alguma interação entre os diferentes alelos deste polimorfismo e o consumo de frutas, verduras e doces, sobre os níveis de triglicerídeos. Foi observado que os níveis de triglicerídeos aumentaram em todas as mulheres que não ingeriam frutas e verduras mais de 1 vez ao dia, mas principalmente naquelas portadoras do alelo 19W.

Iniciativas como o programa “5 ao Dia” têm se mostrado uma ótima ferramenta que tem como objetivo aumentar o consumo de frutas e verduras para 5 porções ao dia, sendo pelo menos uma porção pertencente a cada grupo das cinco cores. Cada cor é responsável por possuir, na sua composição, antioxidantes, vitaminas e minerais distintos. As cores e as substâncias que as compõem são: vermelha, laranja/amarela, roxa, verde e branca (IBRA, 2018).

O consumo de frutas e verduras regularmente garante um aporte adequado de antioxidantes ao organismo, que são substâncias capazes de inibir a formação de radicais livres. Estes radicais estão presentes no corpo por forma endógena ou exógena e são espécies reativas ao oxigênio, podendo causar danos ao DNA. Um aumento na sua produção pode levar a um estresse oxidativo, estando relacionado ao desenvolvimento de muitas doenças (PEREIRA; VIDAL; CONSTANT, 2009; FERREIRA; FERNANDES; FONTES, 2010).

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A nutrigenômica e nutrigenética são dois campos com muito potencial, apresentando abordagens distintas que elucidam a interação entre dieta e genes, buscando otimizar a saúde através da personalização da dieta.

Frutas e hortaliças tem um enorme potencial a ser explorado na possibilidade de prescrição e elaboração de dietas baseadas na diferente genética molecular das pessoas, muito devido aos seus compostos bioativos e antioxidantes componentes de suas estruturas.

O campo de nutrigenética é bastante amplo e complexo, e os estudos na área ainda são poucos e de baixa amplitude. Se faz necessário um avanço nas pesquisas para haver um melhor e maior entendimento, bem como validação e tradução dos resultados.

## REFERÊNCIAS

AGARWAL, R. Cell signaling and regulators of cell cycle as molecular targets for prostate cancer prevention by dietary agents. **Biochemical Pharmacology**, New York, v. 60, n. 8, p.1051-1059, 2000.

AGGARWAL, B. B.; SHISHODIA, S. Molecular targets of dietary agents for prevention and therapy of cancer. **Biochem. Phar macol.**, v. 71, n. 10, p. 1397-1421, 2006.

ARDEKANI, A. M.; JABBARI, S. Nutrigenomics and cancer. **Avicenna Journal of Medical Biotechnology**, Tehran, v. 1, n. 1, p. 9, 2009.

AZORÍN-ORTUÑO, M. *et al.* Effects of long-term consumption of low doses of resveratrol on diet-induced mild hypercholesterolemia in pigs: a transcriptomic approach to disease prevention. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 23, n. 7, p. 829-837, 2012.

BRASIL, 2017. Ministério da Saúde. **IMC em Adultos**. Disponível em: <<http://portals.saude.gov.br/component/content/article/804-imc/40509-imc-em-adultos>>. Acesso em: 24 dez. 2018.

BEM ESTAR. **Dieta mediterrânea faz bem à saúde e reduz o risco de doenças do coração**. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2013/04/dieta-mediterranea-faz-bem-saude-e-reduz-o-risco-de-doencas-do-coracao.html>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

BÜCHNER, F. L. *et al.* Fruits and vegetables consumption and the risk of histological subtypes of lung cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). **Cancer Causes Control**, Boston, v. 21, p. 357-371, 2010.

CAMPOLINA, A. G. *et al.* Multimorbidade e expressão gênica: perspectivas nutrognômicas e nutrognéticas para a abordagem das doenças crônicas. **Kur'yt'yba**, v. 4, n. 1, p. 19-42, 2013. Disponível em: <<http://revistacientifica.cmc.eb.mil.br/revista/index.php/revista/article/download/36/35>>. Acesso em: 09 dez. 2018.

CORELLA, D.; ORDOVAS, J. M. Genes, dieta y enfermedades cardiovasculares. **Investigación y Ciencia**, n. 374, p. 74-83, 2007.

CORONADO, M. H. *et al.* 2011. Nutrigenética Aplicada: Dieta personalizada y formación académica para la práctica profesional. **Revista Chil. Nutr.** v. 38, n. 4, 2011.

DAVIS, C. D; MILNER, J. A. **Diet and cancer prevention**. In: TEMPLE, N. J. *et al.* Nutritional Health: Strategies for disease prevention. Totowa: Humana Press, New York, p. 151-171, 2006.

DAVIS, C. D. Nutritional Interactions: Credentialing of molecular targets for cancer

prevention. **Experimental Biology and Medicine**, Shanghai, v. 232, n. 2, p.176-183, 2007.

ESCOLHAVEG. Óleo de peixe e ômega 3: dá para confiar nessa relação?. Disponível em: <<https://escolhaveg.com.br/blog/omega-3-2/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

FERGUSON, L. R. Nutrigenomics: integrating genomics approaches into nutrition research. **Molecular Diagnosis and Therapy**. USA, v. 10, p. 101-108, 2006.

FERREIRA, R. M. A. *et al.* Antioxidantes e sua importância na alimentação. **Rev. verde**. 2010; v. 5, n. 5, p. 26-30.

FERRETTI, G. *et al.* Celiac disease, inflammation and oxidative damage: a nutrigenetic approach. **Nutrients**, Basel, v. 4, p. 243-257, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ORIENTAÇÃO ALIMENTAR (IBRA). **Promoção do consumo de frutas, legumes e verduras: o programa “5 ao Dia”**. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/10041-36438-2-PB.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2018.

JACOB, P. S. *et al.* **Nutrigenômica e Nutrigenética**. In: **Nutrição: fundamentos e aspectos atuais** [S.l: s.n.], 2013.

LUCATELLI, J. F. *et al.* Interação entre o consumo de frutas, verduras e doces e a variação do gene da apolipoproteína AV: a nutrigenética e os níveis de triglicerídeos. **Salão de iniciação Científica (18.: 2006: Porto Alegre, RS). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2006.**

LORGERIL, M. *et al.* Control of Bias in Dietary Trial to Prevent Coronary Recurrences: The Lyon diet heart study. **European Journal of Clinical Nutrition**. v. 51, 1997, p. 116-122.

MOURA, M. H. C. **Avaliação do efeito de extratos ricos em compostos fenólicos da jaboticaba-sabará (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg) na prevenção da obesidade e do diabetes mellitus tipo 2**. Dissertação Mestrado Faculdade de Ciências Farmacêutica USP, 2016. Disponível em: file:///C:/Users/USER/Downloads/Marcio\_Hercules\_Caldas\_Moura\_ME\_simplificada.pdf.

ORDOVAS, J. M. 2004. Symposium on “New sights into variability in lipid requirement” The quest for cardiovascular health in the genomic era: nutrigenetics and plasma lipoproteins. **Proceedings of Nutrition Society**, 63: 145-152.

ORDOVAS, J. M. Diet/ Genetic Interactions and Their Effects on Inflammatory Markers. **Nutr. Rev.**, v. 65, n. 12, p. S203-S207, 2007.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr.** 2009; v. 34, n. 3, p. 231-247.

ROCHE, H. M.; PHILLIPS, C.; GIBNEY, M. J. The metabolic syndrome: the cross-roads of diet and genetics. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 64, n. 3, p. 371-377, 2005.

SCHUCH, J. B. 2010. Nutrigenética: A Interação Entre Hábitos Alimentares e o Perfil Genético Individual. **Revista Brasileira de Biociências**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1332>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

SLYSKOVA, J. *et al.* Both genetic and dietary factors underlie individual differences in DNA damage levels and DNA repair capacity. **DNA Repair**, Amsterdam, v. 16C, p. 66-73., 2014.

STEEVENS, J. *et al.* Vegetables and fruits consumption and risk of esophageal and gastric cancer subtypes in the Netherlands cohort study. **International Journal of Cancer**, Germany, v. 129, n. 11, p. 2681-93, 2011.

STOJILJKOVIC, V. *et al.* Glutathione redox cycle in small intestinal mucosa and peripheral blood of pediatric celiac disease patients. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 1, p. 175-184, 2012.

SURH, Y.J. Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals. **Nature Reviews Cancer**, London, v. 3, n. 10, p. 768-780, 2003.

TUA SAÚDE. **Alimentos ricos em taurina**. 2018. Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/alimentos-ricos-em-aurina/>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

VALENTE, M. A. S. *et al.* Nutrigenômica/nutrigenética na elucidação das doenças crônicas. **HU Revista**, v. 40, n. 3 e 4, 2014.

VIEIRA, C. *et al.* Prevalence of celiac disease in children with epilepsy. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 50, n. 4, p. 290-296, 2013.

WU, YUANFEND, *et al.* **Hidrolisis before Stir-Frying Increases the Isothiocyanate Content of Broccoli**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 66, p. 1509-1515, 2018.