

CAPÍTULO 14

COMPOSTOS BIOATIVOS EM ALIMENTOS FUNCIONAIS E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE: UMA REVISÃO

Luana Morais Antonini

RESUMO

Este trabalho discute alimentos saudáveis e os efeitos de seus compostos bioativos na promoção e manutenção da saúde por meio de uma revisão bibliográfica. Alimentos funcionais são aqueles que, além da nutrição básica, oferecem benefícios para a saúde (mas não medicinais) que são seguros de consumir mesmo sem recomendação médica. Os alimentos funcionais se distinguem pela presença de compostos bioativos como carotenoides, ácidos graxos poliinsaturados (ômega-3, EPA e DHA), fibras, prebióticos e probióticos e compostos fenólicos. Nesse sentido, objetivou-se com o presente estudo investigar o potencial biotivo presente em alimentos funcionais, bem como seus possíveis benefícios para a saúde humana. Foram utilizadas, principalmente, as bases de dados eletrônicas da Scielo (Scientific Electronic Library Online), ERIC (Educational Resources Information Center), Portal de Periódicos CAPS/MEC, BDTD (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia), Science.gov, Science Direct e Revista de Lancet. Como resultado, estudos têm mostrado a associação desses compostos bioativos com redução de doenças cardiovasculares, vários tipos de câncer, redução de peso, controle do balanço de açúcar, modificação da microbiota intestinal e hipocolesterolemia e efeitos de redução da pressão arterial. Este estudo apresentou as propriedades funcionais de alguns compostos bioativos e enfatizou os efeitos positivos desses componentes na saúde, enfatizando a necessidade de maior atenção ao consumo dietético desses alimentos, bem como novos estudos visando esclarecer seus padrões de consumo e doses recomendadas cada componente.

PALAVRAS-CHAVE: Compostos bioativos; Alimentos funcionais; Saúde; Nutrição.

1. INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, pesquisadores do mundo todo têm demonstrado interesse na importância da alimentação como ferramenta de manutenção da saúde e na prevenção de doenças. Devido ao aumento da expectativa de vida, torna-se aceitável a escolha de alimentos que forneçam, além dos nutrientes, vários compostos que possam exercer efeitos benéficos adicionais ao organismo.

Nesse sentido, surgem os alimentos com propriedades funcionais, os quais têm sido alvo de amplos estudos por proporcionarem diversos benefícios ao organismo como a melhoria das condições físicas e mentais, melhoria dos mecanismos de defesa biológica, aprimoramento do estado geral de saúde e retardo no processo de envelhecimento.

O incremento desses alimentos ao cotidiano torna-se, então, um importante instrumento para garantir a manutenção da saúde, modular a fisiologia do organismo, promover efeito hipocolesterolemia, estimular o sistema imune, reduzir os riscos de doenças cardiovasculares, hipotensivo, hipoglicêmico, além de apresentar ação anticancerígena, entre outros.

Embora haja uma maior busca pela melhoria de vida por meio da alimentação, mesmo com uma grande variedade de produtos naturais disponíveis no mercado, sendo muitos desses alimentos funcionais, informações mais detalhadas sobre o assunto se fazem necessárias a fim de estimular a ingestão desses itens. Por vezes, as pessoas deixam de consumir esses produtos por desinformação ou por acreditarem erroneamente que são de alto custo. Visto que o valor de alimentos processados é mais elevado, pode-se realizar a adoção do consumo de frutas e hortaliças, abundantes em território brasileiro e que proporcionam muitos efeitos benéficos ao organismo humano.

Nesse sentido, o objetivo geral desse estudo foi realizar uma revisão bibliográfica para apresentar os benefícios dos compostos bioativos presentes nos alimentos tidos como funcionais e ressaltar seus benefícios para manutenção da saúde e prevenção de doenças.

2. METODOLOGIA

O presente estudo baseia-se em desenvolver uma revisão bibliográfica, descritiva, na qual se pesquisou artigos de comparação entre corantes naturais e artificiais e seus riscos à saúde. Por ser um procedimento que possibilita o pesquisador tornar conhecido o que já foi produzido e publicado a respeito da temática proposta.

Para realização desse estudo, foram selecionados artigos publicados em periódicos indexados, principalmente, nas bases de dados Scielo (Scientific Electronic Library Online), ERIC (Educational Resources Information Center), Portal de Periódicos CAPS/MEC, BDTD (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia), Science.gov, Science Direct e Revista de Lancet. Os termos usados como palavras-chaves na pesquisa foram: alimentos funcionais; alimentos funcionais e saúde; legislações e alimentos funcionais; compostos bioativos; compostos bioativos e saúde; legislações e bioativos.

Como critério de inclusão, optou-se por pesquisar materiais publicados entre os anos de 1999 a 2021, sendo que para as legislações sobre a temática não foi estipulado datas limite, devido algumas serem antigas e não atualizadas, mas estão em vigor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Alimentos Funcionais

Os alimentos funcionais podem ser definidos como sendo alimentos que compõe a rotina alimentar normal e que, além do fornecimento de nutrientes básicos para a dieta, fornecem benefícios para o funcionamento metabólico e fisiológico, trazendo benefícios à

saúde física e mental e prevenindo doenças crônico-degenerativas (ANGELIS, 2001). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define como um alimento com propriedade funcional: “aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente e/ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e/outras funções normais do organismo humano” (BRASIL, 1999).

Para que a ação dos alimentos funcionais seja significativa é necessário que seu consumo seja regular e que esteja associado a hábitos alimentares saudáveis. Estes alimentos devem ser utilizados preferencialmente em sua forma original, inseridos dentro da alimentação, de forma que possam demonstrar o seu verdadeiro benefício, dentro de um padrão alimentar regular caracterizado pelo consumo frequente de frutas, hortaliças, fibras e alimentos integrais (VIDAL *et al.*, 2012).

Os benefícios dos alimentos funcionais provêm de diversos efeitos metabólicos e fisiológicos que contribuem para um melhor desempenho do organismo do indivíduo que os ingere. Esse acontecimento dá devido à interação de determinados compostos bioativos com componentes celulares ou teciduais gerando, assim, um efeito biológico (FERRARI; TORRES, 2002).

Dessa forma, alguns mecanismos de ação benéficos podem ser estimulados pela ingestão regular de alimentos funcionais, como atividades antioxidantes, modulação de enzimas, diminuição da agregação plaquetária, alteração no metabolismo do colesterol, controle das concentrações de hormônios, redução da pressão sanguínea, efeitos antibacterianos e antivirais, efeitos anticancerígenos, diminuição da absorção da glicose e efeito antidepressivo (VIDAL *et al.*, 2012).

3.2 Compostos bioativos dos alimentos funcionais

Compostos bioativos podem ser definidos como nutrientes e/ou não nutrientes que possuem efeitos metabólicos ou fisiológicos específicos. Essas substâncias exercem suas funções atuando como bloqueadores da atividade de toxinas virais ou antimicrobianas, antioxidantes, ativadores de enzimas, inibindo a absorção do colesterol, reduzindo a agregação plaquetária ou destruindo bactérias gastrointestinais nocivas (QUEIROZ, 2012). Manach *et al.* (2005) explicaram que esses efeitos benéficos ocorrem porque os compostos podem atuar simultaneamente em diferentes alvos celulares, levando a potenciais benefícios fisiológicos e promoção da saúde.

Dentre os compostos bioativos identificados para conferir funcionalidade aos alimentos estão os carboidratos não digeríveis (fibras solúveis e insolúveis), antioxidantes como polifenóis, carotenóides, tocoferóis, tocotrienóis, fitoesteróis, isoflavonas, compostos organossulfurados), esteroides vegetais e fitoestrógenos (CHAVES, 2015).

3.3 Carotenoides

Carotenoides são pigmentos lipofílicos, amarelos, laranjas e vermelhos, encontrados primariamente em frutas e vegetais. Os carotenoides são um grupo de mais de 600 pigmentos (não contando com seus isômeros) (MAIO, 2010). Como outros carotenóides (licopeno, luteína e zeaxantina), os carotenóides provenientes da vitamina A (β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina) têm propriedades antioxidantes devido à sua capacidade de neutralizar os radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio (como o oxigênio singlete), principalmente devido à sua estrutura de ligação dupla conjugada. Os principais carotenoides encontrados nos vegetais são: α e β -caroteno, luteína e licopeno (MEYERS, 1994).

O beta-caroteno é considerado o carotenóide mais abundante nos alimentos. É o principal carotenóide que pode ser convertido em retinol no organismo devido à presença de um anel beta-ionona em sua estrutura, o que permite ser classificado como um carotenóide pró-vitamina A (CHAVES, 2015). Piga *et al.* (2014) reiteraram a importância nutricional do β -caroteno, não apenas por seu papel como precursor da vitamina A, mas também por seu efeito antioxidante, que pode remover o oxigênio molecular singlete (um dos radicais livres mais eficazes), atenuando Danos no DNA.

Vários estudos foram conduzidos para testar o papel da ingestão/suplementação de beta-caroteno na prevenção de doenças. rua *et al.* (1994) relataram uma associação significativa entre baixas concentrações plasmáticas de β -caroteno e aumento da incidência de infarto do miocárdio. Uma dieta rica em beta-caroteno está associada a um menor risco de morte prematura por doença cardíaca coronária. Lee *et al.* 2000 conduziram um estudo relacionando a suplementação de β -caroteno com a formação de eritema induzido por raios solares UVA/UVB, evidenciando o efeito fotoprotetor desse carotenoide, embora a magnitude da proteção seja modesta.

Em estudos observacionais, a alta ingestão de frutas e vegetais ricos em betacaroteno foi associada a um risco reduzido de certos tipos de câncer, como adenomas orofaríngeo, colorretal, de bexiga e pancreático. No entanto, o principal corpo de evidências apoia os benefícios do betacaroteno para câncer de mama e esôfago (CHAVES, 2015).

O licopeno é um carotenóide com estrutura em anel, um isômero do β -caroteno, sem atividade de provitamina A, e existe em muitas frutas e vegetais. Devido à presença de um grande número de ligações dieno conjugadas, o licopeno é um dos mais eficientes absorvedores de oxigênio singleto entre os carotenóides naturais e é um antioxidante muito eficaz (SILVA *et al.*, 2010). Assim como o beta-caroteno, o licopeno é considerado um fator importante para manter a pele saudável. Darwin e outros (2008) concluíram que níveis mais altos de antioxidantes como o licopeno na pele estavam associados a menor aspereza da pele. Além disso, ele é capaz de reduzir a mutagênese e, em concentrações fisiológicas, pode inibir o crescimento de células humanas cancerígenas, especialmente em câncer de próstata, sem evidência de efeitos tóxicos ou apoptose celular (BLUM *et al.*, 2005).

A luteína e seu isômero natural zeaxantina são carotenóides encontrados na retina. São luteína produzida pelo processo de hidroxilação do alfa-caroteno e beta-caroteno, respectivamente, e possuem atividade de provitamina A. Estudos epidemiológicos e clínicos demonstraram que a baixa ingestão ou concentração plasmática desses carotenóides está associada à degeneração macular relacionada. Os benefícios desses dois carotenóides para os seres humanos vão além da saúde ocular. Estudos recentes mostraram que eles podem apoiar a saúde do coração, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares e protegendo a pele dos danos causados pela radiação UV (MARINOVA; RIBAVORA, 2007).

3.4 Ácidos graxos ômega-3 – EPA e DHA

Os ácidos graxos podem ser divididos em ácidos graxos saturados, ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos poliinsaturados de acordo com o grau de saturação das moléculas de carbono. Os ácidos graxos ômega-3 (n-3 ou ômega-3) são ácidos graxos poliinsaturados com o primeiro grau de insaturação ocorrendo no terceiro átomo de carbono a partir da extremidade com o grupo metil terminal. Os ácidos graxos da série ômega-6 possuem o primeiro grau de insaturação no carbono 6 (n-6 ou ômega-6) (CHAVES, 2015).

Estudos têm demonstrado que os ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6 têm diferentes efeitos sobre as células, sendo o primeiro associado a efeitos benéficos e o segundo a efeitos nocivos (SIMOPOULOS, 2002). Os ácidos linoléico (18:2n-6) e linolênico (ALA, 18:3n-3) são precursores dos ácidos graxos n-6 e n-3, respectivamente. A ingestão desses ácidos graxos é necessária para a síntese de seus derivados, como o ácido araquidônico (AA) (20:4 n-6) e o ácido eicosapentaenóico (EPA) (20:5 n-3) e o ácido eicosapentaenóico (20:5 n-3) e ácido dicosahexaenóico (DHA) (22:6 n-3) (MARTIN *et al.*, 2006).

Os efeitos anti-inflamatórios dos ácidos graxos ômega-3 têm sido extensivamente estudados, e estudos epidemiológicos demonstraram uma correlação inversa entre o consumo desses ácidos graxos e vários marcadores de inflamação (MOZAFFARIAN; WU, 2011). Dado que a inflamação está associada à doença cardiovascular (DCV), observou-se que os ácidos graxos n-3 têm potencial terapêutico na insuficiência cardíaca, incluindo aumento do limiar de arritmia, redução da pressão arterial, melhora da função arterial e endotelial e redução da agregação plaquetária (KROMHOUT *et al.*, 2012).

Vários estudos têm mostrado que os ácidos graxos n-3 desempenham um papel importante na redução dos triglicerídeos (TG) (SIMÉO *et al.*, 2010). Park e Harris (2003) descobriram que o EPA e o DHA tiveram efeitos semelhantes na redução de TG, reduzindo os níveis de jejum e pós-prandial. Outros estudos clínicos mostraram que a suplementação melhora os parâmetros bioquímicos do fígado e reduz a esteatose hepática (UPTON, 2006).

O uso de ácidos graxos n-3 no tratamento de transtornos psiquiátricos tem sido frequentemente estudado, mostrando uma associação significativa entre a ingestão desses ácidos graxos e o controle dos sintomas depressivos, seja em monoterapia ou em combinação com medicamentos (LESPÉRANCE *et al.*, 2011) transtorno bipolar (UPTON, 2006), esquizofrenia (ZEMDEGS *et al.*, 2010) e transtornos degenerativos (APPOLINÁRIO *et al.*, 2011).

Outra correlação documentada na literatura refere-se aos efeitos do consumo de ácidos graxos ômega-3 durante a gravidez e lactação, associando o consumo de n-3 (via alimentação e/ou suplementos) a um melhor desenvolvimento neuromotor, melhor desenvolvimento cognitivo em crianças. depressão pós-parto (CHAVES, 2015).

3.5 Fibras alimentares

Fibra é um grupo de componentes alimentares que não são facilmente digeridos e absorvidos pelo trato intestinal, mas podem ser total ou parcialmente fermentados no intestino grosso, encontrados principalmente em frutas, vegetais e grãos. O grupo de fibras inclui celulose, pectina, hemicelulose, gomas, beta-glucanas, amido resistente, oligossacarídeos e frutanos como fruto-oligossacarídeos e inulina (CUMMINGS *et al.*, 2004). As fibras alimentares podem ser classificadas como solúveis e insolúveis, ou fermentáveis e não fermentáveis, de acordo com suas funções fisiológicas (CHAVES, 2015).

Em relação à microbiota intestinal, Kasubuchi *et al.* (2015) destacou o papel da fibra alimentar, mostrando que os ácidos graxos de cadeia curta (SCFA), acetato, butirato e

propionato produzidos por meio da fermentação entérica da fibra alimentar têm efeitos benéficos no metabolismo, não apenas melhorando a saúde intestinal, mas também atuando diretamente em vários tecidos periféricos.

Além dos efeitos positivos na microbiota intestinal, muitos estudos mostram que dietas ricas em fibras podem ajudar a reduzir, controlar e tratar a obesidade (LATTIMER; HAUB, 2010; KASUBUCH *et al.*, 2015). Ainda, segundo Lattimer e Haub (2010), tanto as fibras solúveis quanto as insolúveis contribuem para o controle da obesidade, pois o aumento do consumo de fibras leva a uma diminuição da energia metabolizável dos alimentos.

A ingestão de fibras está associada à redução da doença inflamatória intestinal. O maior consumo de fibras (média de 2,3 g/dia) reduziu o risco de doença de Crohn em 0% (ANANTHAKRISHNAN *et al.*, 2013). Para Targam *et al.* (2010), uma possível razão pela qual a fibra reduz o risco de doença inflamatória intestinal é a produção secundária de butirato, um dos três importantes ácidos graxos de cadeia curta formados no cólon.

Muitos estudos epidemiológicos mostram uma relação inversa entre uma dieta rica em frutas e vegetais e a incidência de doenças cardiovasculares. Essa associação se deve aos efeitos hipocolesterolêmicos e hipotensores das fibras. Mecanismos propostos para explicar o efeito hipocolesterolêmico da fibra alimentar incluem redução da absorção de lipídios e reabsorção de colesterol e ácidos biliares, produção de lipoproteínas e ácidos graxos de cadeia curta no fígado (PALIYATH *et al.*, 2011; MOGHADASIAN; ESKIN, 2012).

O consumo de fibras insolúveis de cereais, principalmente celulose e hemicelulose, também tem sido associado à redução do risco de diabetes tipo 2 (CHAVES, 2015). Segundo o autor, a fibra tem dois mecanismos principais de ação que afetam os níveis de glicose no sangue: propriedades gelificantes e retardando a absorção de nutrientes. Um estudo de revisão de Mello e Laaksonen (2009) encontrou evidências convincentes de que alimentos à base de grãos integrais e fontes de fibras insolúveis desempenham um papel importante na prevenção do diabetes tipo 2.

3.6 Probióticos e prebióticos

Probióticos são microrganismos vivos que, administrados em quantidades suficientes, trazem benefícios à saúde do hospedeiro. Exemplos de probióticos são: *L. acidophilus*, *B. adolescentis*, *E. faecalis* e *S. cerevisiae*. Os alimentos prebióticos diferem dos probióticos porque não são digeridos no sistema digestivo humano e podem estimular o crescimento de certas espécies de bactérias que vivem nesse ambiente, trazendo alguns benefícios para o corpo.

Exemplos de prebióticos são a lactulose, a inulina e vários oligossacarídeos (PEIXOTO; SILVA, 2008).

De acordo com Isolauri *et al.* (2004), o principal objetivo do uso de probióticos é corrigir os desequilíbrios da microflora intestinal. Promovem diversos efeitos benéficos ao hospedeiro, tais como: fermentação de substratos e produção de ácidos graxos de cadeia curta (SCFA); redução do pH; redução dos níveis séricos de amônia por fermentação de proteínas; participação na produção de vitaminas B; efeito na resposta imune e redução dos níveis de triacilglicerol (BLAUT, 2002).

Denipote *et al.* (2010) destacam a capacidade dos probióticos de penetrar na mucosa intestinal, evitando que patógenos ocupem esses locais. Capriles *et al.* (2005) e Penna (2000) também destacam a capacidade imunoestimulatória desses microrganismos, que estimula a produção de imunoglobulina A (IgA) e ativa a resposta do sistema imunológico.

Stefe e outros. (2008) atribuíram um efeito hipocolesterolêmico aos probióticos por reduzirem o uso e a absorção do colesterol no intestino; aumento da secreção de sais biliares; e a produção de ácidos graxos voláteis no intestino grosso, que, quando absorvidos, inibem o metabolismo da gordura no fígado. Denipote *et al.* (2010) destacam o efeito carcinogênico dos probióticos por estimular a resposta imune; ligação e degradação de compostos cancerígenos; e produção de compostos antitumorais ou mutagênicos no cólon.

Foi demonstrado experimentalmente que o ácido láctico produzido pela bactéria *L. acidophilus* inibe o crescimento de *H. pylori* (MERINO, 2006). Estudos também investigaram a correlação entre o consumo desse probiótico e a melhora da digestão da lactose, sendo observado um resultado positivo na melhora da digestão da lactose em humanos (PENA, 2000; CAPRILES *et al.*, 2005). A produção de vitaminas também é potencializada pelos probióticos, sendo que as bifidobactérias são capazes de produzir vitaminas B1, B2, B6 e B12, além de ácido nicotínico e fólico (DENIPOTE *et al.*, 2010).

Vários estudos mostraram que a propriedade dos prebióticos promove a seleção positiva entre as bactérias resistentes no intestino. Essa fermentação seletiva de lacto e bifidobactérias se deve à presença de enzimas específicas nessas bactérias capazes de hidrolisar prebióticos. Salgado (2001) enfatizou o papel bifidogênico da inulina e dos fruto-oligossacarídeos (FOS). Segundo o autor, esses prebióticos estimulam o crescimento de bifidobactérias no intestino, que por meio de seu efeito antagônico impedem a atividade de outras bactérias putrefativas.

Outros estudos associam o consumo de prebióticos ao aumento da absorção de cálcio, pois quando são fermentados no intestino grosso pela microbiota local, principalmente bifidobactérias e bactérias, diminuem o pH da cavidade intestinal, o que causa a concentração. A ionização do mineral aumenta, resultando em aumento da solubilidade do cálcio e consequente estimulação para sua difusão passiva e ativa (CAPRILES *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2006).

Roberfroid *et al.* (2010) e Binns (2013) também atribuíram o consumo de FOS a uma redução de várias doenças humanas frequentemente associadas a altos níveis de bactérias intestinais patogênicas, como doenças autoimunes, câncer, acne, cirrose, constipação, intoxicação alimentar, diarreia relacionada a antibióticos, indigestão, alergias e intolerâncias alimentares e gases intestinais.

3.7 Compostos fenólicos – Flavonoides

Os flavonoides são uma classe de compostos fenólicos amplamente encontrados em alimentos vegetais, com quantidades significativas em frutas, vegetais, legumes e grãos. A absorção e o metabolismo dos flavonoides no trato gastrointestinal determinam suas propriedades biológicas (MANACH *et al.*, 2005). Gross *et al.* (2010) destacam que como o metabolismo dos compostos fenólicos é realizado pela microbiota intestinal, é necessário que o processo tenha propriedades favoráveis para que ocorra de forma satisfatória. Até o momento, foram descritos mais de 6.000 flavonoides diferentes, divididos em seis subclasses, sendo as mais importantes: flavonóis, flavanonas, isoflavonas e antocianinas (KOZLOWSKA; SZOSTAK-WEIGIEREK, 2014).

3.7.1 Flavonóis

Na subcategoria dos flavonóis, destacam-se os ingredientes mircetina, kaempferol e quercetina. A quercetina é o flavonoide mais abundante desse grupo, encontrado em alimentos como maçã, cebola, frutas cítricas, frutas vermelhas e brócolis. O teor de quercetina dos alimentos pode variar dependendo do solo, colheita e condições de armazenamento (NABAVI *et al.*, 2015). LARSON *et al.* (2012) observam que a biodisponibilidade da quercetina depende de fatores como sua forma de ingestão, matriz alimentar e diferenças individuais na microbiota. Todas as isoformas de quercetina são absorvidas no cólon e no intestino delgado.

Investigando as aplicações clínicas da quercetina, Larson *et al.* (2012) atribuíram efeitos hipotensores a este flavonoide. Tais efeitos podem ocorrer pela redução do estresse

oxidativo; distúrbios do sistema renina-angiotensina-aldosterona; e melhora da função vascular (LARSON *et al.*, 2012).

3.7.2 Flavanonas

A classe das flavanonas inclui o eriodictiol, a naringenina e a hesperina, sendo as duas últimas substâncias as mais abundantes, principalmente nas formas glicosiladas: hesperidina e naringina (TRIPOLI *et al.*, 2007). Manach *et al.* (2005) mostram que a atividade biológica das flavanonas depende de diversas variáveis, como taxa de absorção, produção de metabólitos intermediários e distribuição tecidual.

A hesperidina é a flavonona mais comum e tem sido considerada como tendo efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios, conforme demonstrado pelos seguintes mecanismos apresentados em estudos, especialmente *in vitro*: atividade antioxidante através da redução de espécies reativas de oxigênio (CHOI; LEE, 2010); menor adesão de monócitos às células endoteliais; supressão da expressão de citocinas pró-inflamatórias; melhora da função endotelial; e diminuição da síntese de metaloproteinases (LEE *et al.*, 2011).

A maior parte da atividade biológica da naringenina se deve à sua atividade antioxidante, mas também inibe as vias de sinalização molecular associadas à obesidade, síndrome metabólica e complicações cardiovasculares (PU *et al.*, 2012). Os efeitos antiinflamatórios da naringenina incluem: supressão da resposta inflamatória induzida; inibição da enzima pró-inflamatória COX-2; inibição de citocinas; e reduzir as citocinas pró-inflamatórias (CHAVES, 2015).

3.7.3 Isoflavonas

As isoflavonas são compostos que ocorrem naturalmente em mais de 300 espécies de plantas, e a soja e seus derivados fornecem quantidades fisiologicamente significativas desse composto. As principais funções das isoflavonas estão relacionadas ao seu efeito fitoestrógeno, pois por sua estrutura ser semelhante ao 17- β -estradiol, são capazes de se ligar e ativar os receptores de estrogênio α e β . Essa propriedade de ligação fornece a capacidade de influenciar os mecanismos de sinalização intracelular e, assim, exercer funções estrogênicas e antiestrogênicas (KO, 2014).

Estudos como os de Lagar e Levis (2014) mostram diferenças na incidência de ondas de calor, importante sintoma da mulher na menopausa. Outro aspecto clínico relacionado ao consumo de isoflavonas está relacionado à osteoporose. A osteoporose pós-menopausa é uma condição associada à diminuição da massa óssea devido ao aumento da reabsorção óssea que

ocorre após uma diminuição nos níveis de estrogênio. Dessa forma, devido à sua semelhança estrutural com o 17- β -estradiol, foi sugerido que os fitoestrógenos podem ter um efeito benéfico no risco de osteoporose pós-menopausa (LAGARI; LEVIS, 2013).

Além da ligação entre as isoflavonas e os sintomas da menopausa, González e Durán (2014) enfatizam que a maioria dos estudos em humanos tem confirmado a eficácia desses compostos na redução do risco de eventos cardiovasculares, mostrando suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e hipolipemiantes propriedades

3.7.4 Antocianinas

As antocianinas são um grupo de flavonóides responsáveis pelas cores azul, púrpura e vermelho de muitas frutas, flores e folhas. Eles são encontrados em uvas vermelhas, amoras, mirtilos, cerejas, repolho roxo e outros alimentos (WU *et al.*, 2006). No corpo humano, as antocianinas podem ser absorvidas no estômago por transportadores ativos. Entretanto, deve-se mencionar que o intestino é o principal órgão responsável pelo metabolismo dessas substâncias, pois ao atingirem a microbiota intestinal, as antocianinas são intensamente biotransformadas por enzimas do intestino delgado e cólon em seus metabólitos, os quais são absorvidos por difusão passiva e assim entram na corrente sanguínea (FANG, 2014; YOUSUF *et al.*, 2015).

Chaves (2015) destaca em sua revisão que as funções das antocianinas vão além da função de dar cor às flores, frutos e folhas. Esses pigmentos têm potenciais benefícios para a saúde como antioxidantes dietéticos. Além disso, é evidente que as antocianinas podem reduzir significativamente marcadores inflamatórios e/ou estresse oxidativo, que estão intimamente relacionados com a ocorrência de doenças como hipertensão, dislipidemia e diabetes tipo 2 (KUNTZ *et al.*, 2014).

4. CONCLUSÃO

Os compostos bioativos têm efeitos positivos na saúde e são úteis para a promoção e manutenção da saúde, inclusive na redução do risco de doenças crônico-degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares, osteoporose, inflamação e diabetes tipo 2, entre outras.

Portanto, merecem destaque na alimentação, alimentos funcionais que enriquecem a nutrição, auxiliam na melhora do metabolismo e previnem doenças ou seu agravamento. No entanto, é evidente a necessidade de maior atenção à nutrição desses alimentos, bem como novos estudos para esclarecer os padrões de consumo e as doses recomendadas de cada ingrediente, pois a literatura existente não esclarece essas questões.

REFERÊNCIAS

ANGELIS, R. C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidade degenerativas**. São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: Atheneu, 2001. 295p.

ANANTHAKRISHNAN, A. N. *et al.* A prospective study of long-term intake of dietary fiber and risk of Crohn's disease and ulcerative colitis. **Gastroenterology**. v. 145, n. 5, p. 970-977, 2013. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23912083/>>. Acesso em: Jan. 2023.

APPOLINÁRIO, P. P. Metabolismo, oxidação e implicações biológicas do ácido docosahexaenoico em doenças neurodegenerativas. **Química Nova**, v. 34, n. 8, p.1409-1416, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/mHFQzChnvkGNmbRwkwWysSG/?lang=pt>>. Acesso em: Jan. 2023.

BINNS, N. Probiotics, prebiotics and the gut microflora. **ILSI Europe**. p. 1-33, 2013. Disponível em: <<https://ils.eu/publication/probiotics-prebiotics-and-the-gut-microbiota/>>. Acesso em: Jan. 2023.

BLAUT, M. Relationship of probiotics and food to intestinal microflora. **European Journal of Nutrition**. v. 41, p.11- 6, 2002. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12420111/>>. Acesso em: Jan. 2023.

BLUM, A. *et al.* The beneficial effects of tomatoes. **European Journal of Internal Medicine**, v. 1, n. 6, p. 402- 404, 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0953620505002050>>. Acesso em: Jan. 2023.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução nº.18, de 30 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjI0OQ%2C%2C>>. Acesso em: Jan. 2023.

CAPRILES, V. D. *et al.* Prebióticos, probióticos e simbióticos: uma nova tendência no mercado de alimentos funcionais. **Nutrição Brasil**. Rio de Janeiro. v. 4, n. 6, p. 327-355, 2005. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mydownloads_01/visit.php?cid=34&lid=4279>. Acesso em: Jan. 2023.

CHAVES, D. F. S. **Compostos bioativos dos alimentos**. São Paulo. Valéria Paschoal Editora Ltda., 2015. 340p.

CHOI, E. M.; LEE, Y. S. Effects of hesperetin on the production of inflammatory mediators in IL-1beta treated human synovial cells. **Cell Immunol**. n. 264, p. 1-3, 2010. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20538267/>>. Acesso em: Jan. 2023.

CUMMINGS, J. H. *et al.* Dietary carbohydrates and health: do carbohydrates and health: do we still need the fibre concept? **Clinical Nutrition Supplements**; v. 1, p.5-17, 2004.

DARVIN, M. *et al.* Cutaneous concentration of lycopene correlates significantly with the roughness of the skin. **European Journal of Pharmaceutic and Biopharmaceutics**; v. 69, n. 3, p. 943-7, 2008. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18411044/>>. Acesso em: Jan. 2023.

DENIPOTE, F. G. *et al.* Probióticos e prebióticos na atenção primária ao câncer de colon. **Arq Gastroenterol.** v. 47, n. 1, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ag/a/JbCSsMTrLz8yZwR8y9cMWQn/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: Jan. 2023.

FANG, J. Bioavailability of anthocyanins. **Drug Metabolism Reviews.** v. 46, n. 4, p. 508-20, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25347327/>>. Acesso em: Jan. 2023.

FERRARI, C. K. B.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos funcionais: melhorando a nossa saúde. **Espaço para a Saúde.** 2002. Disponível em: <<https://run.unl.pt/bitstream/10362/100945/1/RUN%20-%20RPSP%20-%202002%20-%20v20n2a03%20-%20p31-34.pdf>>. Acesso em: Jan. 2023.

GONZÁLEZ, N. C.; DURÁN, S. A. Soya isoflavones and evidences on cardiovascular protection. **Nutrition Hospital.** v. 29, n. 6, p. 1271-82, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24972463/>>. Acesso em: Jan. 2023.

GROSS, G. *et al.* In vitro bioconversion of polyphenols from black tea and red wine/ grape juice by human instestinal microbiota displays strong interindividual variability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** v. 58, n. 18, p. 10236-46, 2010. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20726519/>>. Acesso em: Jan. 2023.

ISOLAURI, E.; SALMINEN, S.; OUWEHAND, A. C. Probiotics. **Best Practice Research Clinical Gastroenterology,** v. 18, n. 2, p. 299-313, 2004. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15123071/>>. Acesso em: Jan. 2023.

KASUBUCHI, M. *et al.* Dietary Gut Microbial Metabolites, Short-chain Fatty Acids, and HostMetabolic Regulation. **Nutrients.** v. 7, p. 2839-2849, 2015. Disponível em: <>. Acesso em: Jan. 2023. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25875123/>>. Acesso em: Jan. 2023.

KO, K. P. Isoflavones: chemistry, analysis, functions and effects on health and cancer. **Asian Pac. Journal of Cancer Preventin.** v. 15, n. 17, p. 7001-10, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25227781/>>. Acesso em: Jan. 2023.

KOZLOWSKA, A.; SZOSTAK-WEIGIEREK, D. Flavonoids – food sources and health beneficts. **Rocz Panstw Zakl Hig.** v. 65, n. 2, p. 79-85, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25272572/>>. Acesso em: Jan. 2023.

KROMHOUT, D. *et al.* Fish oil and omega-3 fatty acids in cardiovascular disease: do they really work? **European Heart Journal.** v. 33, n. 4, p. 436-43, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3279313/>>. Acesso em: Jan. 2023.

KUNTS, S. *et al.* Anthocyanins from fruit juices improve the antioxidant status of healthy young female volunteers without affecting anti-inflammatory parameters: results from the

randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over ANTHONIA (ANTHOcyanins in Nutrition Investigation Alliance) study. **British Journal of Nutrition**. v. 112, n. 6, p. 925-36, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25089359/>>. Acesso em: Jan. 2023.

LAGARI, V. S.; LEVIS, S. Phytoestrogens in the prevention of postmenopausal bone loss. **Journal of Clinical Desintometry**. v. 16, n. 4, p. 445-9, 2013. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24090647/>>. Acesso em: Jan. 2023.

LARSON, A. J. *et al.* Therapeuct potential of quercetin to decrease blood pressure: review of efficacy and mechanisms. **Advances in Nutrition**. v. 3, n. 1, p. 39-46, 2012. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22332099/>>. Acesso em: Jan. 2023.

LATTIMER, J. M.; HAUB, M. D. Effects of Dietary Fiber and Its Components on Metabolic Health. **Nutrients. National Library of Medicine**, v. 2, p. 1266-1289, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3257631/>>. Acesso em: Jan. 2023.

LEE, J. *et al.* Carotenoid supplementation reduces erythema in human skin after simulated solar radiation exposure. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 223, n. 2, p. 170-1, 2000. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10654620/>>. Acesso em: Jan. 2023.

LEE, R. Y. *et al.* Hesperidin partialy restores impaired immune and nutritional function in irradiated mice. **Journal of Medicinal Food**. n. 14, p. 475-482, 2011. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21434774/>>. Acesso em: Jan. 2023.

LESPÉRANCE, F. *et al.* The efficacy of omega-3 supplementation for major depression: a randomized controllet trial. **Journal of Clinical Psychiatry**. v. 72, p. 1054-1062, 2011. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20584525/>>. Acesso em: Jan. 2023.

MAIO, R. *et al.* Ingestão Dietética, Concentrações Séricas e Teciduais Oraais de Carotenoides em Pacientes com Carcinoma Epidermoide da Cavidade Oral e da Orofaringe. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 56, n. 1, p. 7-15, 2010. Disponível em: <<https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/1518>>. Acesso em: Jan. 2023.

MANACH, C. *et al.* Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans: I- A review of 97 bioavailability studies. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 81, p. 230S-42S, 2005. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15640486/>>. Acesso em: Jan. 2023.

MARINOVA, D.; RIBAROVA, F. HPLC determination of carotenoids in Bulgarian berries. **Journal of Food Composition and Analysis**, Davis, v. 20, n. 5, p. 370-374, 2007. Disponível em: <<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300779295>>. Acesso em: Jan. 2023.

MARTIN, C. A. *et al.* Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**. v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rn/a/RrbqXWrwYs3JHJMhRCQwJgv/>>. Acesso em: Jan. 2023.

MEYERS, P. S. Developments in world aquaculture, feed formulation and role of carotenoids. **International Union of Pure and Applied Chemistry**, Genebra, v. 66, n. 5, p.

1069-1076, 1994. Disponível em: <http://publications.iupac.org/pac/66/5/1069/cited_by/index.html>. Acesso em: Jan. 2023.

MELLO, V. D.; LAAKSONEN, D. A. Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**. v. 53, n. 5, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abem/a/TTnpFZ3BW4sFmqcRQgq4nhn/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: Jan. 2023.

MERINO, A. B. Probióticos, prebióticos y simbióticos. Definición, funciones y aplicación clínica en pediatría. **Revista Pediatría de Acción Primaria**. Madrid. v. 8, n. 1, p. 99-118, 2006. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-132794>>. Acesso em: Jan. 2023.

MOGHADASIAN, M. H.; ESKIN, M. N. A. Functional Foods and Cardiovascular Disease. 1 ed. **New York: CRC Press**, 2012. Disponível em: <<https://www.routledge.com/Functional-Foods-and-Cardiovascular-Disease/Moghadasian-Eskin/p/book/9780367381714>>. Acesso em: Jan. 2023.

MOZAFFARIAN, D. E.; WU, J. H. Y. Omega-3 fatty acids and cardiovascular diseases: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. **Journal of the American College of Cardiology**. v. 58, n.20, p. 2047- 2067, 2011. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22051327/>>. Acesso em: Jan. 2023.

NABAVI, S. F. *et al.* Role of quercetin as an alternative for obesity treatment: you are what you eat!. **Food Chemistry**. n. 179, p. 395-10, 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25722169/>>. Acesso em: Jan. 2023.

PALIYATH, G. *et al.* Functional Foods, Nutraceuticals, and Denergetive Disease Prevention. 1. ed. **Oxford: Wiley-Blackwell**, 2011. Disponível em: <<https://www.wiley.com/en-us/Functional+Foods,+Nutraceuticals,+and+Degenerative+Disease+Prevention-p-9780813824536>>. Acesso em: Jan. 2023.

PARK, Y.; HARRIS, W. S. Omega- fatty acid supplementation accelerates chylomicron triglyceride clearance. **Journal of Lipid Research**. v. 44, p. 455-463, 2003. Disponível em: <>. Acesso em: Jan. 2023. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12562865/>>. Acesso em: Jan. 2023.

PEIXOTO, L. L.; SILVA, R. P. P. E. **Os efeitos dos probióticos e prebióticos na promoção de um organismo saudável** [monografia]. Teófilo Otoni (MG): Faculdade de Educação e Estudos Sociais de Teófilo Otoni; 2008. Disponível em: <https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_ciencias_saude/article/download/2584/1730/10603>. Acesso em: Jan. 2023.

PENNA, F. J. *et al.* Bases experimentais e clínicas atuais para o emprego de probióticos. **Jornal de Pediatria**. Rio de Janeiro, v. 76, p. 209-217, 2000. Disponível em: <<https://www.jped.com.br/pt-bases-experimentais-e-clinicas-atuais-articulo-X225553600029110>>. Acesso em: Jan. 2023.

PIGA, R. *et al.* Role of Frizzled6 in the molecular mechanism of beta-carotene action in the lung. **Toxicology**. v. 320, p. 67-73, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24657404/>>. Acesso em: Jan. 2023.

PU, P. *et al.* Naringin ameliorates metabolic syndrome by activating AMP-activated protein kinase in mice fed a high-fat diet. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. n. 518, p. 61-70, 2012. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22198281/>>. Acesso em: Jan. 2023.

QUEIROZ, E. R. Frações de lichia: caracterização química e avaliação de compostos bioativos. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/810/1/DISSERTACAO_Fra%C3%A7%C3%B5es%20de%20lichia%3A%20caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%ADmica%20e%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20compostos%20bioativos.pdf>. Acesso em: Jan. 2023.

ROBERFROID, M. *et al.* Prebiotic effects: metabolic and health benefits. **British Journal of Nutrition**; 104 Suppl formula-fed term infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. n. 34, p. 291-5, 2010. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20920376/>>. Acesso em: Jan. 2023.

SALGADO, J. M. *et al.* Impacto dos alimentos funcionais para a saúde. **Nutrição em Pauta**. São Paulo. n. 48, p. 10-18, 2001. Disponível em: <https://www.nutricaoempauta.com.br/lista_artigo_.php?cod=446>. Acesso em: Jan. 2023.

SANTOS, E. F. *et al.* Alimentos Funcionais. **Revista de Pesquisas Biológicas da UNIFEV**. São Paulo, n. 1, p. 13-19, 2006. Disponível em: <<https://www.efdeportes.com/efd204/avaliacao-sensorial-e-aceitabilidade-de-iogurte.htm>>. Acesso em: Jan. 2023.

SILVA, M. L. C. *et al.* **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010. Disponível em: <<https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/6510/5926>>. Acesso em: Jan. 2023.

SIMÃO, A. N. C. Efeito dos ácidos graxos n-3 no perfil glicêmico e lipídico, no estresse oxidativo e na capacidade antioxidante total de pacientes com síndrome metabólica. v. 54, n. 5, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abem/a/9Kk6V4F9ZWvnxCZ3ZC6sCJs/?lang=pt>>. Acesso em: Jan. 2023.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in inflammatory and autoimmune diseases. **Journal of the American College of Nutrition**. v. 21, p. 495-505, 2002. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12480795/>>. Acesso em: Jan. 2023.

STEFE, C. A. *et al.* Probióticos, prebióticos e simbióticos – artigo de revisão. **Saúde e Ambiente em Revista**. Duque de Caxias. v. 3, n. 1, p. 16-33, 2008. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mydownloads_01/visit.php?cid=34&lid=4279>. Acesso em: Jan. 2023.

STREET, D. A. *et al.* Serum antioxidants and myocardial infarction. **Circulation**, Dalas, v. 90, p. 1154-1161, 1994. Disponível em: <<https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.CIR.90.3.1154>>. Acesso em: Jan. 2023.

TARGAN, S. R. *et al.* Inflammatory Bowel Disease – translating basic science into clinical practice. **Hoboken**: Wiley-Blackwell, 2010.

TRIPOLI, E. *et al.* Citrus flavonoids: molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. **Food Chemistry**. n. 104, p. 466-1479, 2007. Disponível em: <<https://europepmc.org/article/AGR/IND43919367>>. Acesso em: Jan. 2023.

UPTON, I. Ethyl eicosapentaenoic acid, in bipolar depression. **The British Journal of Psychiatry**. p. 189-191, 2006. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16880499/>>. Acesso em: Jan. 2023.

VIDAL, A. M. *et al.* A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde**. Aracaju. N.15, v. 1, p. 43-52, out. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/cadernobiologicas/article/view/284>>. Acesso em: Jan. 2023.

WU, X. *et al.* Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 54, p. 4069-4075, 2006. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16719536/>>. Acesso em: Jan. 2023.

YOUSUF, B. *et al.* Health Benefits of nthocyanins and Their Encapsulation for Potential Use in Food Systems: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25745811/>>. Acesso em: Jan. 2023.

ZEMDEGS, J. C. S. Ácidos graxos ômega 3 e tratamento da esquizofrenia. **Revista de Psiquiatria Clínica**. v. 37, n. 5, p. 223-227, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rpc/a/sRpYCYD6vBd5jPLD7MpMSDd/?lang=pt>>. Acesso em: Jan. 2023.