

Santos, A.C.A. et al.



REVISÃO SISTEMÁTICA

Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: revisão sistemática*Potential antioxidant anthocyanins in food sources: systematic review**Antocianinas antioxidantes potenciales en los alimentos: revisión sistemática*Alessandro Carvalho Alves dos Santos¹, Monica Maria Pereira Marques¹, Ana Karine de Oliveira Soares¹,
Luciana Melo de Farias², Adriana Kelly Almeida Ferreira³, Moisés Lopes Carvalho⁴**RESUMO**

Este estudo tem como objetivo revisar na literatura eventuais efeitos benéficos à saúde humana em relação ao potencial antioxidante das antocianinas em fontes alimentares. Trata-se de revisão sistemática da literatura com busca de artigos em fontes secundárias nas bases de dados da biblioteca virtual Scielo, Lilacs, Bireme, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Os descritores utilizados para a busca de artigos foram: Flavonóides, Antocianinas, Nutrição e Saúde. A partir dos resultados percebeu-se que os estudos demonstram que o extrato de frutas ricas em antocianinas reduziu os níveis de LDL-c e mostrou-se positivo no aumento de HDL-c. O potencial antioxidante dessa substância previne o aparecimento de aterosclerose e doenças cardiovasculares. Em relação ao câncer alguns autores apontaram a ação antioxidante como protetora do DNA evitando assim a carcinogênese. Conclui-se que os benefícios das antocianinas na saúde humana estão relacionados ao seu efeito antioxidante, tornando-se importante na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. **Descritores:** Flavonoides. Antocianinas. Nutrição e Saúde.

ABSTRACT

This study aims to review the literature on possible beneficial effects on human health in relation to the antioxidant potential of anthocyanins in food sources. This is a systematic review of the literature search for articles on secondary sources in databases SciELO, Lilacs, BIREME, the Virtual Health Library (VHL) virtual library. The keywords used to search for articles were: Flavonoids, Anthocyanins, Nutrition and Health. From the results it was noted that studies show that the extract of fruits rich in anthocyanins reduced LDL-c and was positive in. increase in HDL-c. The antioxidant potential of this substance prevents the onset of atherosclerosis and cardiovascular diseases. In relation to cancer some authors have pointed to as a protective antioxidant action of DNA thereby preventing carcinogenesis. We conclude that the benefits of anthocyanins on human health are related to its antioxidant effect, making it important in the prevention of chronic diseases. **Descriptors:** Flavonoids. Anthocyanins. Nutrition and Health.

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo revisar la literatura sobre los posibles efectos beneficiosos sobre la salud humana en relación con el potencial antioxidante de las antocianinas en las fuentes de alimentos. Esta es una revisión sistemática de la búsqueda bibliográfica de artículos sobre las fuentes secundarias en las bases de datos SciELO, LILACS, BIREME, la Biblioteca virtual de Salud (BVS). Las palabras clave utilizadas para buscar artículos fueron: flavonoides, antocianinas, Nutrición y Salud. De los resultados se observó que los estudios muestran que el extracto de frutas ricas en antocianinas reduce LDL-c y fue positivo en. aumento de HDL-c. El potencial antioxidante de esta sustancia previene la aparición de la aterosclerosis y las enfermedades cardiovasculares. En relación con el cáncer, algunos autores han señalado como una acción antioxidante protectora del ADN impidiendo de este modo la carcinogénesis. Llegamos a la conclusión que los beneficios de antocianinas en la salud humana están relacionados con su efecto antioxidante, por lo que es importante en la prevención de enfermedades crónicas. **Descritores:** Flavonóides. Antocianinas. Nutrición y Salud.

1 - Graduandos de Nutrição do Centro Universitário UNINOVAFAPI. 2 - Nutricionista. Especialista em distúrbios metabólicos e nutrição pela universidade federal do Piauí. Docente do curso de nutrição do Centro Universitário UNINOVAFAPI. Enfermeira. 3 - Graduada em Enfermagem pela Universidade de Fortaleza - UNIFOR. Coordenadora de Enfermagem Cirúrgica e Assistencialista do Hospital Distrital Dr Fernandes Távora. E-mail: adriana_kelly_ak@hotmail.com. 4 - Graduando em enfermagem do Centro Universitário - UNINOVAFAPI. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

Santos, A.C.A. et al.

INTRODUÇÃO

A relação inversamente proporcional entre o aumento do consumo de frutas e verduras e a redução do risco de doenças cardiovasculares e de certos tipos de câncer tem despertado o interesse da comunidade científica em estudar os alimentos funcionais. Os alimentos funcionais contêm alguma substância biologicamente ativa que, ao ser incluído na dieta usual, modula processos metabólicos ou fisiológicos, resultando em redução do risco de doenças e manutenção da saúde (FAGUNDES; COSTA, 2003).

As antocianinas fazem parte da classe dos flavonóides, pigmentos naturais, que são responsáveis por uma variedade de cores atrativas das frutas, flores e folhas, que variam do vermelho ao azul. São componentes de muitas frutas vermelhas e hortaliças escuras, com grande concentração nas cascas de uvas escuras (VOLP et al., 2008). Esse pigmento encontra-se em disperso nos vacúolos celulares das células vegetais (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). Como importantes fontes de antocianinas na dieta podem ser citadas as frutas como açaí, ameixa, amora, cereja, figo, framboesa, uva, maçã, morango e acerola e os vegetais como a batata roxa, berinjela, repolho roxo e outros (EIBOND et al., 2004).

Os benefícios dos compostos fenólicos na saúde vêm sendo relacionados com o seu potencial antioxidante no combate de radicais livres no organismo, sendo que esse efeito pode proteger moléculas como o ácido desoxirribonucleico (DNA) evitando assim processos carcinogênicos (SILVA, 2010). Estudos epidemiológicos demonstram uma relação positiva em relação ao consumo de frutas e hortaliças e a proteção contra vários tipos de câncer (SOARES et al., 2005; MELO et al., 2006). Os flavonoides de modo geral apresentam atividades como anti-inflamatória, antialérgica,

R. Interd. v. 7, n. 3, p. 149-156, jul. ago. set. 2014

antimicrobiana, antitrombótica e antineoplásica (KUSKOSKI et al., 2005).

Os antioxidantes são moléculas com cargas positivas que se combinam com os radicais livres, de carga negativa, tornando-os inofensivos. As substâncias antioxidantes são formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais (antioxidantes não enzimáticos) e, ainda, por enzimas (antioxidantes enzimáticos) que combatem o efeito nocivo dos radicais livres. Tal como o nome indica, os antioxidantes impedem a oxidação de outras substâncias químicas (BARREIROS et al., 2010).

Entre os antioxidantes não enzimáticos podemos citar a vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E (tocoferol), os carotenoides e os flavonoides (KUSKOSKI et al., 2005). Estes são distribuídos largamente nos vegetais como parte da alimentação humana reduzindo os efeitos prejudiciais dos radicais livres (FERREIRA et al., 2010).

Os antioxidantes fenólicos funcionam como sequestradores de radicais e por vezes como quelantes de metais, agindo na iniciação quando na propagação do processo oxidativo. As substâncias fenólicas podem ser classificadas em: ácidos carboxílicos fenólicos e os flavonoides (CATANEO et al., 2008). Devido ao elevado poder antioxidante, esses compostos exercem atividades biológicas e funções sobre a saúde, como, a prevenção de algumas doenças crônicas, incluindo o câncer, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, aterosclerose e o diabetes (CAO; WU; PRIOR, 2002).

Diante do exposto e dos estudos acerca do potencial antioxidante dos flavonoides, o presente trabalho tem como objetivo revisar na literatura eventuais efeitos benéficos à saúde humana em relação ao potencial antioxidante das antocianinas em fontes alimentares.

Santos, A.C.A. et al.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura com busca de dados em fontes secundárias (SciELO, Lilacs, Bireme, Biblioteca Virtual em Saúde - BVS). Os descritores utilizados para a busca de artigos foram: Flavonoides, Antocianinas, Nutrição e Saúde.

Os dados foram coletados durante o mês de Agosto e Setembro de 2013. Os artigos pesquisados compreenderam 34 publicações entre 2003 e 2013, em idioma e inglês. Foram incluídos para análise minuciosa artigos originais, revisões de literatura, revisões sistemáticas, ensaios clínicos e estudos experimentais *in vitro* e *in vivo*.

Os artigos selecionados foram considerados válidos de acordo com o grau de relevância do assunto estudado e levando-se também em consideração os que apresentavam no título ou resumo algum dos descritores utilizados na busca de dados. Foram também utilizadas algumas referências anteriores ao ano 2003 pela contribuição do estudo em relação ao tema estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS

Flavonoides e antocianinas: estrutura química

As antocianinas pertencem à classe dos flavonóides, os flavonoides possuem em sua estrutura dois anéis aromáticos ligados por 3 átomos de carbono, formando um heterociclo oxigenado (MANACH et al., 2004). A classificação dos flavonoides baseia-se no estado de oxidação da cadeia heterocíclica do pirano, assim temos diferentes classes de flavonoides: antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavononas e flavonas (CHEYNIER, 2005).

A capacidade antioxidante das antocianinas esta relacionada à sua estrutura química (PRIOR, 2003). A presença de grupos hidroxilas na posição 3 e 4 do anel B conferem tal propriedade. A presença de açúcares na molécula de antocianina reduz sua capacidade antioxidante (KUSKOSKI, 2004).

São glicosídeos apresentando em sua estrutura química um resíduo de açúcar na posição 3, facilmente hidrolisado por aquecimento. Na hidrolização obtém-se um componente glicídico e a aglicona, chamadas antocianidina. As antocianinas têm o cátion 2-fenilbenzopirilium como estrutura básica, também denominado flavilium. As antocianinas nos alimentos são derivadas das agliconas pertencentes a três pigmentos básicos: pelargonidina (vermelha), cianidina (vermelho) e delphinidina (violeta) (ARSEGO, 2006).

O potencial antioxidante depende da estrutura da molécula de antocianina, do número e da posição das hidroxilas e sua conjugação, bem como da presença de elétrons doadores no anel aromático da estrutura, devido à capacidade desse anel suportar o desaparecimento de elétrons (KUSKOSKI, 2004).

Extresse oxidativo

As espécies reativas de oxigênio (EROs) são de origem endógena e exógena. As fontes exógenas incluem a luz ultravioleta, irradiações ionizantes e os agentes químicos. As EROs são consequências do metabolismo normal das células, podem ocorrer também devido a processos patológicos, como ocorre na resposta inflamatória (BERRA; MENCK; MASCIO, 2006).

ERO é um termo amplo e abrange além dos radicais de oxigênio como radical hidroxil, óxido nítrico e radical superóxido, também derivados do oxigênio que não são radicais, como peróxido de

Santos, A.C.A. et al.

hidrogênio, ácido hipocloroso, ozônio e oxigênio singlete (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

No organismo, as EROs estão envolvidas na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular, mediação da transferência de elétrons nas várias reações bioquímicas e síntese de substâncias biológicas importantes. Porém, seu excesso causa peroxidação lipídica nas membranas celulares, agressão as proteínas (tecidos e membranas), às enzimas, carboidratos e danos ao DNA (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004; EVANS, 2004). O desequilíbrio entre a produção de radicais livres e sua remoção por substâncias antioxidantes resulta em efeitos danosos a célula o que pode desencadear processos patológicos como o câncer

e outras doenças crônicas não transmissíveis (GREEN; BRAND; MURPHY, 2004).

Potencial antioxidante de antocianinas

Estudos vêm usando antioxidantes sintéticos para evitar ou atenuar os efeitos prejudiciais de espécies reativas de oxigênio tanto in vivo e in vitro. Recentemente, a atenção tem sido dirigida para os produtos naturais como fontes de antioxidantes (MAURAY et al., 2009). No quadro abaixo relacionou-se estudos utilizando-se antocianinas associadas ou isoladas a outras substâncias e seus potenciais efeitos antioxidantes sobre a saúde.

Quadro 1. Efeitos benéficos de flavonoides antocianinas na saúde

Autor/ano	Descrição do Estudo	Objetivo do Estudo	Efeitos Relacionados
VOLP et al., 2008.	Artigo de Revisão	Descrever os efeitos das antocianinas em relação à nutrição e saúde	Os benefícios das antocianinas estão associados a suas características antioxidantes, tomando-se importante para prevenção de doenças cardiovasculares, modulação da inflamação, inibição da agregação plaquetária e prevenção do câncer e sua progressão.
RIBEIRO et al., 2006.	Estudo experimental. Foram usados 24 coelhos com idade de dois meses, divididos em 4 grupos aleatórios tratados com ração, água, 10mg de antocianina e 10mg de naringenina.	Verificar a toxicidade da antocianina e naringenina em doses terapêuticas como possíveis causadores de efeitos adversos no metabolismo hepático de coelhos	Os resultados indicaram de modo geral que essas substâncias da classe dos flavonoides (antocianina e naringenina) não causaram alterações relevantes no metabolismo hepático de coelhos saudáveis em doses de 10mg testada em coelhos.
SOUZA et al., 2009.	Estudo Experimental. Utilizou-se 32 ratos Fuchel fêmeas com 9 semanas de idade divididas em 4 grupos (n=8); G1-Controle (C), G2-C+Açaí (A), G3-Hipercolesterolêmicos (H), G4- H+ açaí (HÁ)	Avaliar a suplementação com polpa de açaí a 2% pausterizada por 6 semanas em ratos para verificar ação da antocianina;	Redução do colesterol total e LDL, sem modificação no HDL e triglicerídeos, diminuição das proteínas carboniladas totais livres e nos grupos de proteínas sulfidrilas (marcadores de oxidação proteica); redução da superóxido dismutase apenas no grupo HÁ; menor atividade da enzima paraoxanasearilesterase.
MAURAY et al., 2009.	Estudo experimental com animais	Durante 16 semanas camundongos receberam dietas ricas em dois extratos de antocianinas de uvas fermentadas e não fermentadas	A suplementação na dieta com extratos de uva fermentada e não fermentada reduziu as lesões ateroscleróticas em 15% e 36% respectivamente
CARDOSO et al., 2011.	Artigo de revisão	Investigar o efeito das antocianinas no processo aterosclerótico	As antocianinas possuem grande potencial em reduzir o risco de desenvolvimento da aterosclerose. A ingestão de altas doses de substâncias antioxidantes pode exercer efeitos pró-oxidantes deletérios se utilizados por longos períodos.
QUIN et al., 2009.	Estudo com seres humanos. 120 indivíduos com dislipidemia (42 homens e 78 mulheres), idade entre 40 e 65 anos.	Observar os efeitos da ingestão de capsulas com 17 tipos de antocianinas (58% delphinidina e 33% cianidina) extraída de <i>Vaccinium myrtillus</i> (mirtillo) e <i>Ribes nigrum</i> (groselha preta).	Após o período de 12 semanas (4 capsulas por dia de 80mg), mostrou-se positivo no aumento do HDL-colesterol (13,7%), diminuição do LDL-colesterol (13,6%).
SOLOMON et al., 2010.	Estudo in vitro em fibroblastos de camundongos (NIH-3T3). Material avaliado; Cianidina-3-glicosídeo extraída de frutos do figo (<i>Ficus carica</i>)	Verificar a inibição da formação de espécies reativas de oxigênio (EROs) e atividade antioxidante.	Inibição da formação de EROs e elevação dos níveis de glutatona nos fibroblastos, de maneira dose dependente. Alta capacidade antioxidante da antocianina em comparação ao Trolox.

Santos, A.C.A. et al.

As antocianinas desempenham papel importante no mecanismo de defesa contra os radicais livres em conjunto com outros mecanismos de defesa, enzimas (superóxido dismutase, catalase, glutatiónperoxidase) e fatores não enzimáticos como ácido ascórbico e o alfa tocoferol. Esse efeito consiste em interferir em sistemas produtores diferentes de radicais livres (carreadores de radicais e óxido nítrico), mostra-se com efeito positivo quando associada aos fatores antioxidantes não enzimáticos (VOLP, et al., 2008).

Um estudo feito com a cianidina-3-glicosilrutinosídeo e a cianidina-3-rutinosídeo de cerejas relatou que a atividade antioxidante foi superior a vitamina E. Outras antocianinas também apresentaram efeitos positivos na peroxidação lipídica. Este trabalho evidencia que a forma de aglicona possui maior potencial antioxidante se comparado à forma de glicosídeo. O aumento de açúcar na posição C3 segundo o mesmo autor diminui os efeitos antioxidantes a medida que esse número de açúcar aumenta (GALVANO et al., 2004).

Banerjee et al. (2005), observaram que o extrato da casca da ameixa preta (*Syzygiumcumini*) mostrou-se poderoso na proteção contra o radical hidroxil, espécie mais reativa de oxigênio. O mesmo extrato também foi efetivo contra o radical superóxido.³¹Estudos in vitro e in vivo mostram que as antocianinas podem atenuar o estresse oxidativo envolvido no processo aterosclerótico. Vários mecanismos podem estar envolvidos nesse processo, como a capacidade das antocianinas de inibir a oxidação do LDL (CHANG et al., 2006), e reduzir a injúria oxidativa das células endotéliais vasculares (YI et al., 2010).

Kuskoski et al. (2004) estudaram a atividade antioxidante de pigmentos antociânicos em temperatura ambiente por meio do método de

descoloração do radical ABTS + (2,2-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6 sulfonato). Os resultados obtidos demonstraram que estes pigmentos apresentavam atividade antioxidante potencial, a qual varia conforme as diferentes substituições hidroxílicas e metoxílicas na molécula. Das antocianinas analisadas, agliconas com dois grupamentos OH substituídos no anel B (pelargonidina-3-glicosídeo, peonidina-3-glicosídeo e malvidina-3-glicosídeo) apresentaram maior atividade antioxidante do que aqueles com apenas um grupo OH no anel B (delfinidina e cianidina-3-glicosídeo).

Dieta, antocianinas e câncer

A qualidade de vida e a busca por uma alimentação saudável têm se tornado metas a serem alcançadas pela população em geral. Estudos que envolvem a atividade antioxidante de alimentos e substâncias fotoquímicas isoladas demonstram que o consumo de frutas, vegetais, vinhos e chás, estão associados de forma positiva à redução de risco de câncer e de doenças cardiovasculares (AJILA et al., 2007).

A dieta é o fator ambiental mais representativo associada ao desenvolvimento dos mais variados tipos de neoplasias. Porém a ingestão de frutas e hortaliças pode ser considerado como efeito protetor aos danos causados ao DNA, em virtude da presença de antioxidantes, como as vitaminas E e C, carotenoides, componentes fenólicos e não flavonoides e flavonoides (POPKIN, 2007).

A geração de espécies reativas de oxigênio (EROs) está relacionada à ativação de carcinógenos na fase de iniciação, como alterações nas atividades de promoção e progressão do câncer, acreditando-se que a inativação dessas espécies possa resultar na proteção contra carcinogênese (PAULA; PERES;

Santos, A.C.A. et al.

CARMO, 2004). A ação de flavonoides como as antocianinas podem impedir o desencadeamento do processo de carcinogênese (FINLEY, 2005). Os mecanismos antitumorais descritos para as antocianinas são frequentemente atribuídos diretamente às suas capacidades antioxidantes, contudo muitas das atividades antitumorais descritas para as antocianinas parecem estar associadas a outros mecanismos para além da sequestração de radicais (WANG; STONER, 2008).

Estudos em animais mostraram que as espécies vegetais da família crucífera, do gênero *Brassica* (brócolis, couve-flor, repolho, couve, couve de Bruxelas), fontes de antocianinas, estão associadas à prevenção do câncer quando comparadas ao consumo de outras hortaliças. Apresentando propriedades que reduzem os danos ao DNA (FIMOGNARI; HRELIA, 2007).

Um estudo *in vitro* realizado por Zhang et al. (2005), cujo objetivo era avaliar o efeito inibitório no crescimento de células cancerígenas de diferentes linhagens, usando cinco tipos de antocianidinas (formas aglicona de antocianinas: cianidina, delphinidina, pelargonidina, petunidina e malvidina) e quatro antocianinas (cianidina-3-glicose, cianidina-3-galactose, delphinidina-3-galactose e pelargonidina-3-galactose), na concentração de 200mcg/ml, a malvidina e a pelargonidina inibiram, em mais de 60%, o crescimento de células cancerígenas do estômago, cólon, pulmão e mama. A malvidina inibiu o crescimento de 40,5% de células cancerígenas do sistema nervoso central, e a pelargonidina em 34%. Na mesma concentração, a cianidina, delphinidina e petunidina inibiram o crescimento de células cancerígenas mamárias em 47, 66 e 53%, respectivamente. No mesmo estudo as antocianinas não apresentaram atividade anticancerígena. Entretanto, Berti et al. (2003), observaram efeito anticancerígeno da antocianina 3-O-beta-glicopiranosídeo, via indução de

R. Interd. v. 7, n. 3, p. 149-156, jul. ago. set. 2014

apoptose de células de duas linhagens de leucemia.

CONCLUSÃO

Os benefícios das antocianinas na saúde humana estão relacionados ao seu efeito antioxidante, tornando-se importante na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e prevenção de diversos tipos de neoplasias. A literatura evidencia que o consumo de alimentos fontes de antocianinas tem relação protetoras contra o estresse oxidativo, fato este importante na redução de danos ao DNA e outras estruturas celulares que poderiam desencadear processos inflamatórios e doenças como o câncer, porém tal mecanismo no câncer ainda não está totalmente esclarecido.

A literatura analisada mostrou-se unânime quanto aos benefícios das antocianinas na aterosclerose. Porém os estudos com antocianinas como componentes alimentares ainda são escassos na literatura, fazendo necessário novos estudos que possam aumentar as evidências desses fatos e estabelecer o mecanismo pelo qual as antocianinas poderiam de fato prevenir doenças como o câncer.

REFERÊNCIA

- AJILA, C. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *FoodChem.*, London, v. 105, n. 3, p. 982, 2007.
- ARSEGO, J. L. et al. Cinética da extração de antocianinas em frutos de framboesa (*Rubus idaeus*) e amora preta (*Rubus fruticosus*). In: XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2002, Belém. In: *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2003.
- BANERJEE, A.; DASGUPTA, N.; DE, B. In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit. *FoodChemistry*, v. 90, n. 4, p. 727-733, 2005.

Santos, A.C.A. et al.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Química Nova.*, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BERTI, F. et al. Cancer chemoprevention and anthocyanins: induction of apoptosis and cell differentiation promoted by cyaniding 3-O-B-glucopiranoside in two leukaemia cell lines. *ToxicolLett*, v. 144, n. suppl1, p. 56-67, 2003.

BERRA, C. M.; MENCK, C. F. M.; MASCIO, P. D. Estresse oxidativo: lesões no genoma e processos de sinalização no controle do ciclo celular. *Química Nova.*, v. 29, n. 6, p. 1340-1344, 2006.

CAO, G.; WU, X.; PRIOR, R.L. Absorption and metabolism of anthocyanins in elderly women after consumption of elderberry or blueberry. *Journal of Nutrition*, v.132, n. suppl, p.1865-1871, 2002.

CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. *Rev. colomb. cienc. quim. farm.* Bogotá, v. 40, n.1 jan./jun. 2011.

CATANEO, C. B. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho. *Semina*, v. 29, n.1, p. 93-102, 2008.

CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. *Am J Clin Nutr*; . n. suppl1, p. 223-229, 2005.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidante de compostos fenólicos. *Visão Acadêmica*, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

EIBOND, L. S. et al., Anthocyanin antioxidants from edible fruits. *Food Chemistry.*, v. 84, n. 1, p. 23. 2004.

EVANS, M. D.; DIZDAROGLU, M.; COOKE, M. S. Oxidative DNA damage and disease: induction, repair and significance. *Mutation Research*, v. 53, n. 1, p. 110-18, 2004.

FAGUNDES, R.L. M.; COSTA, Y. R. Uso dos alimentos funcionais na alimentação. *Hig. aliment*, v. 17, n. 108, p. 42-48, mai., 2003.

Ferreira, R. M. A. et al. Antioxidantes e sua importância na alimentação. *Revista Verde*, Mossoró, v. 5, n. 5, p. 26-30., dez., 2010.

FIMOGNARI, C.; HRELIA, P. Sulforaphane as a promising molecule for fighting cancer. *Mutation research.*, v. 635, n. 2-3, p. 90-104, mai./jun. 2007.

FINLEY, J. W. Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. *Ann Bot.* Londres, v. 95, n. 7, p. 1075-1096, 2005.

GALVANO, F. et al., Cyanidins: metabolismo and biological properties. *J NutrBiochem*, v. 15, n. 1, p. 2-11, 2004.

GREEN, K.; BRAND, M. D.; MURPHY, M. P. Prevention of Mitochondrial Oxidative Damage as a Therapeutic Strategy in Diabetes. *Diabetes.*, v. 53, n. 1, p. 110-118, 2004.

KUSKOSKI, E. M. et al., Aplicação de diversos métodos químicos para determinar atividade antioxidante em polpa de frutos. *Ciênc. e Tec. Aliment.*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

KUSKOSKI, E. M. et al. Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. *CiencTecnol Aliment*, v. 24, n. 4, p. 691-693, 2004.

MAURAY, A. et al. Atheroprotective effects of bilberry extracts in Apo-E-deficient mice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, n. 23, p. 111-116, 2009.

MANACH, C. et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*, v. 79, n. 5, p. 727-747, 2004.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em sucos de uva: composição e estabilidade. *B. CEPPA*, Curitiba, v. 24, n. 1, p.59-82 jan/jun., 2006.

MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 3, 2006.

MOTA, R. V. Caracterização do suco de amora-preta elaborado em extrator caseiro. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 26, n. 2, p. 303-308, 2006.

PAULA, T. P.; PERES, W. A.F.; CARMO, M. G. T. Os carotenoides no tratamento e prevenção do câncer. *Rev Bras NutrClin.*, v. 19, n. 2, p. 100-108, 2004.

POPKIN, B. M. Understanding global nutrition dynamics as a step towards controlling cancer incidence. *Nat Rev Cancer.*, v. 7, n. 1, p. 61-67, jan. 2007.

Santos, A.C.A. et al.

PRIOR, R. L. Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. *Am J Clin Nutr*, v. 78, n. suppl, p. 570-578, 2003.

QUIN, Y. et al. Anthocyanin supplementation improves sérum LDL- and HDL- cholesterol concentrations associated with the inhibition of cholesteryl-ester transfer protein in dyslipidemic subjects, *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 90, n. 3, p. 485, 2009.

RIBEIRO, J. R. et al., Avaliação dos parâmetros sanguíneos de hepatotoxicidade em coelhos normais submetidos a tratamentos com antocianina e antocianina + naringenina. *RBAC*, v. 38, n. 1, p. 23-27, 2006.

SCHNEIDER, C. D.; OLIVEIRA, A. R. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*, v. 10, n. 4, p. 629-643, 2004.

SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SOARES, D. G. et al. Avaliação de compostos com atividade antioxidante em células da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Brasileira de Ciências e Farmacologia*, São Paulo, v. 41, n. 1, 2005.

SOLOMON, A. et al. EPR Studies of O₂, OH, and 1O₂ scavenging and prevention of Glutathione depletion in fibroblast cells by Cyanidin-3-rhamnoglucoside isolated from fig (*Ficus carica* L.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, n. 12, p. 7158, 2010.

SOUZA, M. O. S. et al. Diet supplementation with acai (*Euterpeoleracea* Mart) pulp improves biomarkes of oxidative stress and the sérum lipid profile in rats, *Nutrition*, v. 26, n. 7-8, 804. 2009.

TOUFEKTSIAN, M. C. et al. Chorinic dietary intake of plant-derived anthocyanins protects the rat heart against ischemia reperfusion injury. *Journal of Nutrition*, v.138, n. 4, p. 747, 2008.

YI, L. et al. Structural requirements of anthocyanins in relation to inhibition of endothelial injury induced by oxidized low-density lipoprotein and correlation with radical scavenging activity. *FebsLetters*, v. 3, n. suppl, p. 583-584, 2010.

VOLP, A. C. P. et al. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e

saúde. *Rev. Bras Clin.*, v.23, n. 2, p. 141-149, 2008.

WANG, L. S.; STONER, G. D. "Anthocyanins and their role in cancer prevention." *Cancer Lett.* V. 269, n. 2, p. 281-290, 2008

ZHANG, Y.; VAREED, S. K.; NAIR, M. G. Human tumor cell growth inhibition by nontoxic anthocyanidins, the pigments in fruits and vegetables. *Life Sci*, v. 76, n. 13, 1465-1472, 2005.

Submissão: 19/02/2014

Aprovação: 05/08/2014