

Propriedades funcionais das pequenas frutas

Marcia Vizzotto¹

Resumo - As pequenas frutas possuem uma gama variada de compostos bioativos que podem trazer benefícios à saúde humana, quando consumidas regularmente. Os principais compostos bioativos encontrados nestas frutas são as antocianinas, responsáveis pela coloração, e o ácido elágico, além de vários outros compostos fenólicos e carotenoides. O consumo destas frutas está correlacionado com a prevenção de algumas doenças crônicas não transmissíveis, como câncer, doenças cardíacas e aquelas relacionadas com o envelhecimento. A prevenção destas doenças, com o consumo das pequenas frutas, está relacionada com a capacidade de os compostos bioativos nelas contidos atuarem como antioxidantes, reparadores de DNA, moduladores enzimáticos, anti-inflamatórios dentre várias outras atividades. **Palavras-chave:** Amora-preta. Mirtilo. Morango. Antocianinas. Composto bioativo. Composto fenólico. Propriedade funcional. Saúde humana.

INTRODUÇÃO

As frutas de coloração vermelho-intensa possuem diversos grupos de fitoquímicos que podem trazer benefícios à saúde, se consumidos como parte da dieta usual. Estudos evidenciam que o consumo destas frutas está correlacionado com a prevenção de algumas doenças crônicas não transmissíveis pela presença de diversos compostos bioativos como antocianinas (flavonoide) e ácido elágico (estilbeno), dentre outros.

As antocianinas, responsáveis pelas cores vermelho, azul e violeta da maioria das frutas, são cátions de O-glicosídeos de 3,5,7,3 – tetrahidroxiflavilium. As antocianinas podem ser usadas como corantes alimentares naturais e, ainda, apresentam potencial na promoção da saúde humana. Numerosos estudos têm mostrado os efeitos terapêuticos positivos das antocianinas, tais como antioxidante, anti-inflamatórios, protetor de DNA e protetor de doenças cardiovasculares. A cianidina (3,5,7,3, 4-pentahidroxiflavilium), delphinidina (3,5,7,3, 4, 5-exahidroxiflavilium), malvidina (3,5,7,4-tetra-3, 5-dimetoxiflavilium), pelargonidina (3,5, 7,4-tetrahidroxiflavilium), peo-

nidina (3,5,7,4-tetra- 3-metoxiflavilium), e petunidina (3,5,7,3, 4-pentahidroxiflavilium) são as seis agliconas (sem presença de açúcar ligado) mais comumente encontradas em frutas. No entanto, dependendo do número e do tipo de açúcar ligado à aglicona podem ser formadas mais de 600 antocianinas diferentes. Os açúcares, que normalmente encontram-se ligados às agliconas, são a glicose, a ramnose, a galactose, a xilose e a arabinose. Além disso, podem estar acilados com ácidos aromáticos ou alifáticos como *p*-cumárico, cafeico e ferúlico.

O resveratrol é sintetizado pela ação da enzima estilbeno sintase sobre *p*-cumarilica-CoA e malonil-CoA, sendo codificado por uma família multigênica. Esses genes são induzidos por estresses bióticos e abióticos, como infecção por fungos, luz ultravioleta e injúrias.

AMORA-PRETA

Compostos bioativos

Em relação aos compostos bioativos, a amora-preta apresenta uma grande variação de acordo com a cultivar analisada.

O conteúdo de compostos fenólicos pode variar desde 250 mg de equivalente ácido gálico/100 g de peso fresco até em torno de 950 mg/100 g de peso fresco (SELLAPPAN; AKOH; KREWER, 2002; HASSIMOTTO et al., 2008). Os ácidos fenólicos gálico, hidroxibenzoico, cafeico, cumárico, ferúlico e elágico (SELLAPPAN; AKOH; KREWER, 2002), gentísico, pirocatechuico, protococatechuico, salicílico, vanílico, 3,4-dimetoxicinamico, hidroxifenil-láctico (ZADERNOWSKI; NACZK; NESTEROWICZ, 2005) já foram identificados em amora-preta. Alguns flavonoides como a catequina, epicatequina, miricetina, quercetina e kaempferol (SELLAPPAN; AKOH; KREWER, 2002; HASSIMOTTO et al., 2008) também foram identificados.

A variação na concentração de antocianinas entre cultivares também é acentuada, sendo este o grupamento fitoquímico mais afetado pelo estágio de maturação das frutas. O conteúdo total de antocianinas aumenta de 74 mg/100 g de peso fresco em frutos ainda verdes para 317 mg/100 g de peso fresco em frutos sobremaduros; enquanto que, para o conteúdo de compostos fenólicos

¹Eng^a Agr^a, Pós-Doc, Pesq, EMBRAPA Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas-RS. Correio eletrônico: marcia.vizzotto@cpact.embrapa.br

totais e atividade antioxidante, a variação é mínima (SIRIWOHARN et al., 2004). As antocianinas identificadas em amora-preta são cianidina-3-glicose (majoritária, responde por mais de 80% do total de antocianinas na fruta) (SERRAINO et al., 2003), cianidina-3-arabinose, cianidina-3-galactose, malvidina-3-glicose, pelargonidina-3-glicose, cianidina-3-xilose, cianidina-3-rutinoso, cianidina-(malonoil)-glicose (DUGO et al., 2001), cianidina-dioxaloilglicose, peonidina-3-glicose (SEERAM et al., 2006a) e malvidina-acetilglicose (REYES-CARMONA et al., 2005). Tendo como base os valores encontrados na literatura para antocianinas em amora-preta e a grande variação entre as cultivares, há um grande potencial na produção de amora-preta visando a sua utilização como corante natural e como composto funcional na indústria alimentícia e de medicamentos. A variação nos teores de compostos bioativos em amora-preta também pode-se dar pelos diferentes métodos de extração adotados (VIZZOTTO; PEREIRA, 2011).

A concentração de carotenoides em amora-preta é superior à de várias outras pequenas frutas como o morango, a framboesa, o mirtilo e o cassis, tendo sido identificado e quantificado a luteína (270,1 µg/100 g), a zeaxantina (29,0 µg/100 g), a β-cryptoxantina (30,1 µg/100 g), o α-carotene (9,2 µg/100 g) e o β-carotene (101,4 µg/100 g) (MARINOVA; RIBAROVA, 2007).

Propriedades funcionais

O suco extraído da amora-preta apresenta atividade antioxidante contra os radicais superóxido ($O_2^{\cdot-}$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), hidroxila (OH^{\cdot}), oxigênio singlete ($^{\cdot}O_2$), sendo esta mais elevada do que o mirtilo, a uva-do-monte (ou oxicoço), a framboesa e o morango (WANG; JIAO, 2000). Os valores para atividade antioxidante pelo método capacidade antioxidante equivalente ao trolox – trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) variam de 8,11 a 38,29 µM/g de amostra, sendo que existe uma correlação positiva entre atividade antioxidante e polifenóis

(SELLAPPAN; AKOH; KREWER, 2002). Utilizando células do endotélio – human umbilical vein endothelial cells (HUVEC), extratos de amora-preta apresentaram efeito antioxidante como raptos do radical peroxinitrito, protegendo estas células de disfunções e falhas vasculares induzidas por este radical (SERRAINO et al., 2003). Apesar de alguns estudos mostrarem correlação positiva entre atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos totais, alguns resultados sugerem que as antocianinas, mais especificamente a cianidina-3-glicosídeo é uma das principais contribuintes para capacidade de suprimir o radical peroxil quimicamente induzido e, também, a oxidação intracelular (ELISIA et al., 2007). A atividade antioxidante da amora-preta foi observada por meio da ingestão de suco composto por diversas frutas (30% uvas brancas, 25% cassis, 15% sabugueiro, 10% cereja, 10% amora-preta e 10% aronia). Duas horas após a ingestão do suco, constatou-se aumento da capacidade antioxidante do plasma, em torno de 30%. Considerando que 79% do ácido ascórbico e 0,06% das antocianinas ingeridas foram excretadas, atribui-se às antocianinas esta capacidade (NETZEL et al., 2002).

Os extratos de amora-preta apresentam um grande potencial na prevenção e combate ao câncer, doença crônica não transmissível. A amora-preta apresenta supressão significativa da mutagênese induzida por ultravioleta-C (UV-C) em *Salmonella typhimurium* TA100. Interessante observar que de oito cultivares testadas apenas duas apresentaram efeito significativo, mostrando que apenas algumas cultivares contêm as substâncias que podem inibir o dano ao DNA (TATE et al., 2006). Vários outros estudos foram realizados para testar a atividade anticarcinogênica da amora-preta. Em pesquisas utilizando linhagens de células cancerígenas humanas, a amora-preta apresentou valores de IC50 (em µg/mL) bastante promissores, como 110,80 (CAL-27 câncer oral), 98,04 (KB câncer oral), 64,60 (HT-29 câncer de cólon), 65,00 (HCT116 câncer de cólon), 122,00 (MCF-7 câncer de mama), 49,61 (LNCaP câncer de

próstata) (SEERAM et al., 2006a; DAI PA-TEL; MUMPER, 2007). Em estudos com células JB6 (células da epiderme de ratos) pré-tratadas com cianidina-3-glicosídeo, proveniente da amora-preta, houve inibição da ativação e expressão de diversas enzimas (como as enzimas kinases) e fatores envolvidos no processo de formação do câncer de pele pela ação de raios UV-B. O mesmo composto também inibiu a proliferação celular da linhagem A549 de câncer de pulmão (DING et al., 2006); no entanto não inibiu o crescimento nem induziu a apoptose em linhagens de células cancerígenas de útero (HeLa S3) e cólon (CaCo-2) (LAZZÈ et al., 2004). O extrato aquoso de amora-preta inibe a atividade de enzimas metaloproteínases, podendo, assim, interferir na etapa de progressão do câncer, haja vista que a expressão anômala destas enzimas contribui para metástase de câncer, servindo como um mecanismo para invasão. Quanto aos estudos da atividade anticarcinogênica in vivo, observou-se que a antocianina cianidina-3-glicosídeo, proveniente da amora-preta, reduziu o número de tumores malignos e não malignos na pele de ratos, que foram previamente tratados para desenvolver este tipo de tumor. Este composto também reduziu o tamanho de tumores, inibindo metástase em ratos desprovidos de pelos, inibindo a migração e invasão do câncer (DING et al., 2006).

Acredita-se que o processo inflamatório crônico está envolvido diretamente no desenvolvimento de muitas doenças crônicas não transmissíveis. Antocianinas provenientes de extratos concentrados de amora-preta apresentaram inibição de enzimas ciclo-oxigenases, como COX-I (38,5%) e COX-II (45,7%). Estas enzimas estão envolvidas no processo inflamatório, sendo que a ação do extrato de amora-preta foi superior ao de outras frutas como mirtilo e morango, e comparável a drogas anti-inflamatórias como o ibuprofen (SEERAM et al., 2001). Algumas frações do extrato de amora-preta têm a capacidade de inibir a enzima hialuronidase e, quando comparadas com aspirina, demonstram efeitos anti-inflamatórios mais pronun-

ciados (MARQUINA et al., 2002). A atividade anti-inflamatória da amora-preta pode ser em parte explicada pela supressão na produção de NO (óxido nítrico) pela cianidina-3-glicosídeo, que é a principal antocianina presente no extrato, sendo que o mecanismo utilizado para esta ação está relacionado com a expressão/atividade de enzimas kinase (PERGOLA et al., 2006).

A ingestão de amora-preta pode atenuar processos cerebrais degenerativos. Os metabólitos da digestão da amora-preta protegem células neuroblásticas da morte induzida por H_2O_2 em níveis baixos e não tóxico, próximos das concentrações séricas normalmente encontradas (TAVARES et al., 2012).

MORANGO

Compostos bioativos

Alguns compostos fenólicos foram identificados em morangos, sendo que existe um interesse muito particular em relação ao ácido elágico, por causa de suas propriedades como antioxidante e na prevenção e combate a determinadas doenças. Este composto existe nas plantas em diferentes formas e solubilidade variada, no entanto, a maior parte do ácido elágico encontrado em morangos está na forma de elagitaninos esterificados e glicosados. O conteúdo de ácido elágico varia com a cultivar analisada e, em média, para ácido elágico na forma livre encontra-se em torno de 1,6 mg/100 g de peso fresco. Ainda, outros compostos fenólicos como elagitaninos, galotaninos, antocianinas (cianidina e pelargonidina com seus glicosídeos), flavonóis (quercetina rutinosídeo, quercetina glicosídeo e quercetina glucoronídeo, kaempferol glucoronídeo, kaempferol coumaroil-glucoronídeo), flavanois (catequina) e derivados do ácido cinâmico (*p*-coumaroyl e seus glicosídeos e esteres) foram identificados em morangos (HÄKKINEN; TÖRRÖNEN, 2000; SEERAM et al., 2006b; CRESPO et al., 2010).

O morango é referenciado pelo seu alto teor de vitamina C. O conteúdo médio de

vitamina C nesta fruta varia de acordo com a cultivar sendo em média de 82 mg/100 g do peso fresco, o que a classifica como uma das frutas mais ricas em ácido ascórbico, apesar de existir outras como as frutas cítricas, o caju e a acerola (PINTO; LAJOLO; GENOVESE, 2008). Existe variação no teor de vitamina C, conforme a cultivar analisada (ROCHA et al., 2008) e o estágio de maturação da fruta (PINELI et al., 2011).

O conteúdo de carotenoides em morango não é muito elevado, quando comparado com outras frutas vermelhas como a groselha, a amora-preta e o mirtilo. Já foram identificados em morango a xantofila luteína e o caroteno β -caroteno (MARINOVA; RIBAROVA, 2007).

Propriedades funcionais

Uma das principais atividades estudadas do extrato de morangos é a sua capacidade antioxidante. Vários estudos *in vitro*, utilizando diferentes metodologias, reportam que o extrato de morango está dentre aqueles com maior atividade antioxidante. Em estudo piloto realizado com indivíduos saudáveis que ingeriram 500 g/dia de morangos ricos em antioxidantes, foi observado um aumento nos níveis de vitamina C e na atividade antioxidante sérica durante o período da suplementação (TULIPANI et al., 2011).

Extratos de morango, dentre outras frutas, têm a capacidade de inibir a proliferação de células de câncer de fígado (HepG2) (SUN et al., 2002), e este efeito depende da dose e da cultivar utilizada (MEYERS et al., 2003). Apesar de muitos autores tentarem correlacionar a atividade antiproliferativa dos extratos de morango com a atividade antioxidante ou com o teor de compostos fenólicos totais, muitas vezes não existe esta correlação (MEYERS et al., 2003; SUN et al., 2002). Outros estudos demonstram a atividade antiproliferativa de extratos de morango em linhagens cancerígenas como a HT29 (câncer de cólon) e MCF-7 (câncer de mama), sendo que morangos produzidos organicamente apresentam esta atividade mais acentuada,

provavelmente por biossintetizarem mais compostos secundários com atividade anticarcinogênica, do que os morangos produzidos convencionalmente (OLSSON et al., 2006).

O morango mostrou-se mais eficiente em proteger contra déficit espacial do que o mirtilo, já que animais tratados com extratos de morango conseguiram reter melhor as informações referentes à localização (SHUKITT-HALE et al., 2007). Ainda, extratos de diferentes cultivares de morango demonstraram habilidades variadas de ligação com enzimas relacionadas com a diabetes tipo 2, mostrando que esta fruta tem potencial para ser utilizada na dieta de portadores desta doença, assim como em hipertensos (CHEPLICK et al., 2010).

O morango, além de ser antioxidante, pode reduzir fatores de risco cardiovascular, tais como pressão arterial elevada, hiperglicemia, dislipidemia e inflamação. Em ratos, com síndrome metabólica, alimentados com suco de morango foi observado redução no colesterol total e no LDL, diminuindo os níveis circulantes de células de adesão vascular. No entanto, a glicemia, triglicérides, HDL, pressão e circunferência da cintura não foram afetados (BASU et al., 2010).

MIRTILO

Compostos bioativos

Vários compostos fenólicos já foram identificados em mirtilo como os derivados do ácido hidroxibenzoico (gentísico, gálico, o-pirocatechuico, protocatechuico, salicílico, siringico, vanílico, verátrico); derivados do ácido hidroxicinâmico (cafeico, m-cumárico, o-cumárico, *p*-cumárico, 3,4-dimetoxicinâmico, ferúlico, hidroxicafeico, sinápico); outros fenólicos ácidos (*p*-hidroxifenil-acético e *p*-hidroxifenil-lático) (ZADERNOWSKI; NACZK; NESTEROWICZ, 2005). Resveratrol é encontrado tanto nos mirtilos do grupo *highbush* (1.074 ng de resveratrol/g de amostra seca), como nos mirtilos do grupo *rabbiteye* (1.691 ng de resveratrol/g de

amostra seca). Os compostos pterostilbeno e piceatanol também são encontrados em pequenas frutas vermelhas e apresentam propriedades benéficas à saúde humana. O pterostilbeno foi detectado apenas em cultivares do grupo *rabbiteye*, enquanto que o piceatanol foi encontrado somente em cultivares do grupo *highbush* (RIMANDO et al., 2004).

Quinze antocianinas, sendo todas as combinações possíveis das cinco antocianidinas (cianidina, delphinidina, malvidina, peonidina e petunidina) e de três açúcares (galactose, glicose e arabinose) foram caracterizadas em mirtilos do tipo *highbush* (TIAN et al., 2005).

Propriedades funcionais

Compostos bioativos encontrados em mirtilo, como as antocianinas e os ácidos hidroxicinâmicos, apresentam atividade antioxidante tanto *in vitro* como *in vivo* (YOUDIM et al., 2000), conseguindo proteger células do endotélio do estresse oxidativo e inflamação induzida (YOUDIM et al., 2002).

Dietas suplementadas com mirtilos em ratos estão sendo amplamente utilizadas em vários estudos, para observação do potencial funcional desta fruta. Em ratos alimentados com mirtilo foi observado que o consumo desta fruta protege os neurônios de derrame induzido, evitando danos isquêmicos (SWEENEY et al., 2002). O mirtilo tem capacidade de retardar e até reverter déficits cognitivos e motor no envelhecimento induzido por irradiação, influenciando especialmente a aprendizagem espacial e a memória, melhorando o aprendizado (SHUKITT-HALE et al., 2007). Em ratos alimentados com 3,2 mg de antocianinas/kg animal/dia por um período de 30 dias foi observado que o mirtilo reforça a memória de curto prazo, mas não a de longo prazo (RAMIREZ et al., 2005). O consumo desta fruta previne algumas sequelas bioquímicas e eletrofisiológicas associadas ao envelhecimento, mesmo quando a mudança na alimentação acontece em idade avançada (COULTRAP; BICKFORD; BROWNING, 2008). Também em dietas ricas em mirtilo

fornecidas a ratos, mostraram um aumento da sobrevivência neuronal e desenvolvimento dos enxertos de tecido neural transplantados (WILLIS et al., 2008), o que é importante pela baixa taxa de sobrevivência dos neurônios enxertados.

Ratos que consumiram mirtilo em suas dietas reduziram o consumo de alimento e o ganho de peso, mostrando que esta fruta induz à saciedade, podendo atuar como modulador no controle do peso (MOLAN; LILA; MAWSON, 2008). Em adição, dietas enriquecidas com mirtilo podem mostrar atividade cardioprotetora que protege o coração dos danos causados por enfarto induzido e atenua a possibilidade de ocorrer novas falhas cardíacas (AHMET et al., 2009); além de atuar na redução da pressão alta (hipertensão) (SHAUGHNESSY et al., 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pequenas frutas contêm componentes importantes para a dieta humana e que estão relacionados com a manutenção da saúde do consumidor como os compostos bioativos representados principalmente pelas antocianinas e o ácido elágico.

Estudos que correlacionam o consumo das pequenas frutas e seus benefícios para a saúde estão-se intensificando consideravelmente nos últimos anos.

Muitos dos benefícios relatados com o consumo das pequenas frutas somente são observados na fruta inteira. Quando os compostos bioativos são purificados, sua atividade é reduzida, por causa do efeito sinérgico existente entre os compostos químicos constituintes da fruta.

REFERÊNCIAS

- AHMET, I. et al. Blueberry-enriched diet protects rat heart from ischemic damage. *PLoS ONE*, v. 4, n. 6, p. e5954, 2009.
- BASU, A. et al. Strawberries decrease atherosclerotic markers in subjects with metabolic syndrome. *Nutrition Research*, New York, v.30, n.7, p.462-469, July 2010.
- CHEPLICK, S. et al. Phenolic-linked variation in strawberry cultivars for potential dietary management of hyperglycemia and

related complications of hypertension. *Bio-resource Technology*, Chicago, v.101, n.1, p.404-413, Jan.2010.

COULTRAP, S.J.; BICKFORD, P.C.; BROWNING, M.D. Blueberry-enriched diet ameliorates age-related declines in NMDA receptor-dependent LTP. *Age*, v.30, p.263-272, 2008.

CRESPO, P. et al. Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. *Food Chemistry*, Amsterdam, v.122, n.1, p.16-24, Sept. 2010.

DAI, J.; PATEL, J.D.; MUMPER, R.J. Characterization of blackberry extract and its antiproliferative and anti-inflammatory properties. *Journal of Medicinal Food*, Korea, v.10, n.2, p.258-265, June 2007.

DING, M. et al. Cyanidin-3-glucoside, a natural product derived from blackberry, exhibits chemopreventive and chemotherapeutic activity. *The Journal of Biological Chemistry*, Maryland, v.281, n.25, p.17359-17368, June 2006.

DUGO, P. et al. Identification of anthocyanins in berries by narrow-bore high-performance liquid chromatography with electrospray ionization detection. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, v.49, n.8, p.3987-3992, Aug. 2001.

ELISIA, I. et al. Antioxidant assessment of an anthocyanin-enriched blackberry extract. *Food Chemistry*, Amsterdam, v.101, n.4, p.1052-1058, Oct. 2007.

HÄKKINEN, S.H.; TÖRRÖNEN, A.R. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Research International*, Washington, v.33, n.6, p.517-524, July 2000.

HASSIMOTTO, N.M.A. et al. Physico-chemical characterization and bioactive compounds in blackberry fruits (*Rubus* sp.) growing in Brazil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.28, n.3, p.702-708, July/Sept.2008.

LAZZÈ, M.C. et al. Anthocyanins induce cell cycle perturbations and apoptosis in different human cell lines. *Carcinogenesis*, Oxford, v.25, n.8, p.1427-1433, Aug. 2004.

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, Aug. 2007.

MARQUINA, M.A. et al. Hyaluronidase in-

- hibitory activity from the polyphenols in the fruit of blackberry (*Rubus fruticosus* B.). Short report. **Fitoterapia**, Amsterdam, v.73, p.727-729, 2002.
- MEYERS, K.J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.51, n.23, p.6887-6892, Nov. 2003.
- MOLAN, A.L.; LILA, M.A.; MAWSON, J. Satiety in rats following blueberry extract consumption induced by appetite-suppressing mechanisms unrelated to in vitro or in vivo antioxidant capacity. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.107, n.3, p.1039-1044, Apr. 2008.
- NETZEL, M. et al. In vivo antioxidative capacity of a composite berry juice. **Food Research International**, v.35, n.2/3 p.213-216, 2002.
- OLSSON, M.E. et al. Antioxidant levels and inhibition of cancer cell proliferation in vitro by extracts from organically and conventionally cultivated strawberries. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.54, n.4 p.1248-1255, Feb. 2006.
- PERGOLA, C. et al. Inhibition of nitric oxide biosynthesis by anthocyanin fraction of blackberry extract. **Nitric Oxide**, Amsterdam, v.15, p.30-39, 2006.
- PINELI, L. de L. de O. et al. Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, n.1, p.11-16, Feb. 2011.
- PINTO, M. da S.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.) **Food Chemistry**, Amsterdam, v.107, n.4, p.1629-1635, Apr. 2008.
- REYES-CARMONA, J. et al. Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. **Journal of Food Science**, Chicago, v.70, n.7, p. s497-s503, Sept. 2005.
- RIMANDO, A.M. et al. Resveratrol, pterostilbene, and piceatannol in *Vaccinium* berries. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.52, n.15, p.4713-4719, July 2004.
- ROCHA, D.A. et al. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.1124-1128, dez. 2008.
- SEERAM, N.P. et al. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.54, n.25, p.9329-9339, Dec. 2006a.
- SEERAM, N.P. et al. Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries. **Phytomedicine**, v.8, n.5, p.362-369, 2001.
- SEERAM, N.P. et al. Identification of phenolic compounds in strawberries by liquid chromatography electrospray ionization mass spectroscopy. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.97, n.1, p.1-11, July 2006b.
- SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.50, n.8, p.2432-2438, Apr. 2002.
- SERRAINO, I. et al. Protective effects of cyanidin-3-O-glucoside from blackberry extract against peroxynitrite-induced endothelial dysfunction and vascular failure. **Life Sciences**, Amsterdam, v.73, n.9, p.1097-1114, July 2003.
- SHAUGHNESSY, K.S. et al. Diets containing blueberry extract lower blood pressure in spontaneously hypertensive stroke-prone rats. **Nutrition Research**, v.29, n.2, p.130-138, Feb. 2009.
- SHUKITT-HALE, B. et al. Beneficial effects of fruit extracts on neuronal function and behavior in a rodent model of accelerated aging. **Neurobiology of Aging**, v.28, n.8, p.1187-1194, Aug. 2007.
- SIRIWOHARN, T. et al. Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus* L. Hybrids) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.52, n.26, p.8021-8030, Dec. 2004.
- SUN, J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.50, n.25, p.7449-7454, Dec. 2002.
- SWEENEY, M.I. et al. Feeding rats diets enriched in lowbush blueberries for six weeks decreases ischemia-induced brain damage. **Nutritional Neuroscience**, v.5, n.6, p.427-431, Jan. 2002.
- TATE, P. et al. Blackberry extracts inhibit UV-induced mutagenesis in *Salmonella typhimurium* TA100. **Nutrition Research**, Amsterdam, v.26, n.2, p.100-104, Feb. 2006.
- TAVARES, L. et al. Neuroprotective effect of blackberry (*Rubus* sp.) polyphenols is potentiated after simulated gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.131, n.4, p.1443-1452, Apr. 2012.
- TIAN, Q. et al. Screening for anthocyanins using high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry with precursor-ion analysis, product-ion analysis, common-neutral-loss analysis, and selected reaction monitoring. **Journal of Chromatography A**, v.1091, n.1/2, p.72-82, Oct. 2005.
- TULIPANI, S. et al. Strawberry consumption improves plasma antioxidant status and erythrocyte resistance to oxidative haemolysis in humans. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.128, n.1, p.180-186, Sept. 2011.
- VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M.C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1209-1214, dez. 2011.
- WANG, S.Y.; JIAO, H. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.48, n.11, p.5677-5684, Nov. 2000.
- WILLIS, L. M. et al. Dietary blueberry supplementation affects growth but not vascularization of neural transplants. **Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism**, v.28, n.6, p.1150-1164, June, 2008.
- YOUDIM, K.A. et al. Polyphenolics enhance red blood cell resistance to oxidative stress: in vitro and in vivo. **Biochimica et Biophysica Acta**: general subjects, v.1523, n.1, p.117-122, Sept. 2000.
- YOUDIM, K.A. et al. Potential role of dietary flavonoids in reducing microvascular endothelium vulnerability to oxidative and inflammatory insults. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.13, n.5, p.282-288, May 2002.
- ZADERNOWSKI, R.; NACZK, M.; NESTEROWICZ, J. Phenolic acid profiles in some small berries. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.53, n.6, p.2118-2124, Mar. 2005.