

---

## Propriedades bioativas do mirtilo (*Vaccinium myrtillus*): uma revisão

Angélica Markus Nicoletti, Aline Machado Pereira, Bianca Pio Ávila, Márcia Arocha Gularte

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-3-8.c8>

### Resumo

Os cuidados com os hábitos de vida através da dieta têm sido foco de muitas pesquisas, com o intuito de elucidar coadjuvantes para uma vida mais longa e com saúde. Neste contexto, a prevenção e tratamento de patologias crônicas degenerativas têm destaque. Entre estas patologias podem ser citadas a hipercolesterolemia, diabetes melitus, doenças coronárias, câncer, além de problemas que refletem na função motora e neurológica. Na literatura o mirtilo é caracterizado como a fruta mais rica em antioxidantes, que agem como coadjuvantes no tratamento e prevenção de diversas patologias que acometem a população. O presente estudo embasou-se em uma revisão bibliográfica, realizada a partir de diferentes fontes de pesquisa tais como, Science direct, Scielo-Scientific Eletronic Library, Web of science, periódicos capes, portal de periódicos online de diversas universidades como UFSM, UFSC, UFPEL, UFPB, Sage journal, EBSCO, Google Acadêmico, objetivando reunir informações sobre as características bioativas desta fruta.

**Palavras-chave:** antioxidantes, antocianinas, blueberry, radicais livres.

### 1. Introdução

Alguns alimentos, em especial frutas e hortaliças, fornecem em abundância substâncias antioxidantes com funções bioquímicas benéficas à saúde contribuindo para um organismo saudável e promoção de qualidade de vida. Alimentos desse grupo contêm em sua composição bioativos importantes que agem como auxiliar na prevenção ao desenvolvimento de certas patologias, além de serem coadjuvantes para um bom funcionamento do organismo.

Dentre esses alimentos o mirtilo se destaca, como um pequeno fruto em forma de baga, de coloração azulada escura. Explorada em especial pela sua quantidade de substâncias antioxidantes, que incluem ácidos fenólicos, taninos, flavonoides e antocianinas (CONNOR *et al.*, 2002; KALT *et al.*, 2001; SHEN *et al.*, 2014). Entre as características do mirtilo estão à ação antioxidante, anticarcinogênese, redução da ocorrência de doença cardíaca coronária, função no tratamento de distúrbios do trato urinário, além de contribuições específicas na melhora da memória (DEL BO *et al.*, 2013; KRIKORIAN *et al.*, 2010; ROUANET *et al.*, 2010; VASILEIOU *et al.*, 2013).

Portanto, uma alimentação composta com bioativos de mirtilos pode contribuir na redução do risco de diversos tipos de doenças crônicas (SERAFINI *et al.*, 2009). Com

base no exposto, o trabalho objetivou realizar uma revisão bibliográfica destacando as substâncias bioativas antioxidantes do mirtilo, sua relação com a prevenção e redução de doenças, bem como seus benefícios para a qualidade de vida.

## 2. Mirtilo

O mirtilo é um fruto que tem sido estudado mundialmente em especial após um relatório que foi publicado sobre a sua alta atividade antioxidante, sendo que diversas investigações apontam mirtilos (*Vaccinium sp.*) como uma das mais ricas fontes de bioativos antioxidantes naturais dentre as frutas frescas (OPREA *et al.*, 2014; SHEN *et al.*, 2014; SUN *et al.*, 2014;).

Dentre os bioativos do mirtilo se destacam as antocianinas, largamente estudadas, em especial por seus benefícios medicinais e sua capacidade em atravessar a barreira hematoencefálica, destacam-se também os flavonoides e procianidinas (BURAN *et al.*, 2012; SUN *et al.*, 2014).

Os compostos bioativos fenólicos são metabólitos secundários de plantas e frutas em geral), constituindo compostos químicos base, para a formação de demais grupos bioativos. No mirtilo, seu conteúdo elevado de compostos fenólicos e flavonoides é evidenciado pela sua coloração azul arroxeada, sendo que as antocianinas constituem-se pigmentos em plantas, e glicosídeos de antocianidinas, também denominadas de agliconas. As antocianidinas do mirtilo são principalmente glicosiladas com glucopirranose, galactopirranose ou arabinopirranose na posição 3 do anel C (GARZÓN *et al.*, 2010; PRAJITNA *et al.*, 2007).

As antocianidinas mais usuais encontradas em mirtilos são cianidina, delphinidina, petunidina, peonidina e malvidina, as quais foram quantificadas e identificadas demonstrando que nos diversos cultivares avaliados a sua quantidade é variável. Os frutos de mirtilo contêm uma mistura complexa de até 27 diferentes antocianinas. Dentre os flavonoides, os dois principais são flavonoides de quercetina e mirecitrina. A quantidade de antocianinas encontradas em mirtilos é utilizada como um marcador na avaliação de qualidade destes frutos e de seus produtos derivados, pois esta se constitui na principal substância responsável pela função antioxidante da fruta (SUN *et al.*, 2014). No entanto, os mecanismos de ação das antocianinas ainda não estão totalmente elucidados.

Considerando que a recomendação de ingestão dietética de flavonoides diária para adultos norte-americanos fica em torno de 9,1-14,5 mg/dia, uma porção de mirtilos pode suprir de 2 a 3 vezes esse montante. Com base em informações do banco de dados do USDA a dose diária recomendada de consumo de suco de mirtilo é de 1 a 2 copos de suco de fruta fresca ou congelada ou 100 mg de fruta/dia para benefícios de saúde.

O interesse por estudos com o foco em explorar e avaliar o conteúdo de fenólicos em mirtilos decorre de seu potencial papel protetor contra danos oxidativos celulares, principalmente devido à suas propriedades redox que podem desempenhar um papel importante na neutralização de radicais livres, decompondo oxigênio singlete, triplete e peróxido supressores e inibidores de enzimas (AHERNE; O'BRIEN, 2002).

Estudos envolvendo seres humanos revelaram uma relação direta entre o consumo de mirtilo e melhoria dos marcadores de atividade antioxidante, mostrando que o consumo de mirtilo liofilizado (PRIOR *et al.*, 2007) promoveu um aumento de antioxidantes hidrofílicos e lipofílicos no plasma. McNulty *et al.* (2005) inferiram que o

consumo de mirtilo reduziu significativamente o teor plasmático de hidroperóxidos lipídicos entre fumantes, além de reduzir as lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no soro de indivíduos com diagnóstico de síndrome metabólica. Desta forma, Kloet *et al.* (2001) relatam que os antioxidantes podem auxiliar na mitigação de danos causados pelos radicais livres de oxigênio no corpo e o seu consumo é suposto promover boa saúde, através da diminuição do risco de doenças degenerativas.

### 3. Poder antioxidante

As ações antioxidantes do mirtilo são dependentes da estrutura e do conteúdo em quantidade e qualidade de seus constituintes flavonoides e fenóis (MOYER *et al.*, 2002). Sun *et al.* (2014) elencaram que delfinidinas e antocianidinas como os principais componentes bioativos contributivos para expressar o poder antioxidante dos mirtilos.

As cultivares Owen, Bluegem, Clara, Climax e Centurion, estavam entre as cultivares Rabbiteye que apresentaram altos níveis de flavonoides e atividades antioxidantes influenciados pela sua constituição de antocianinas (malvidina, petunidina, delfinidina e cianidina). Já, a análise da atividade antioxidante de mirtilos derivados híbridos de Ashei, mostrou que foi o ácido clorogênico, miricetina, e quercetina, que aparecem com uma contribuição significativa da atividade antioxidante. Portanto, o teor médio de flavonoides e atividade antioxidante de cultivares Rabbiteye é maior que híbridos Ashei (WANG *et al.*, 2012).

A qualidade, quantidade e predominância dos compostos bioativos do mirtilo dependem da variedade, composição do solo, clima, genética do fruto, época de colheita, maturação, exposição solar, localização de frutas no manejo da planta e pós-colheita (FANIADIS; DROGOUDI; VASILAKAKIS, 2010). Além disso, alguns mirtilos tropicais têm conteúdo de antioxidantes mais elevados do que as cultivares que são cultivadas em climas temperados (DASTMALCHI *et al.*, 2011).

É bem conhecido que a falta de água e estresse UV provocam uma produção elevada de metabólitos secundários, tais como fenólicos e antocianinas. A biossíntese dos flavonoides aumenta quando as plantas são cultivadas em luz brilhante ou quando são expostas a outros tipos de *stress*. O excesso de luz diariamente age estressando a planta, que por sua vez reduz a atividade de antioxidantes enquanto aumenta a regulação e a biossíntese dos flavonoides, mesmo na ausência de irradiação UV (AGATI *et al.*, 2012).

### 4. Ação dos compostos antioxidantes do mirtilo

A propriedade antioxidante do fruto de mirtilo se constitui em uma ação fisiológica base no organismo a partir da qual decorrem reações bioquímicas, as quais acarretam mudanças e interferência na ocorrência ou não de certas patologias. A função antioxidante do fruto é largamente atribuída às antocianinas e outros compostos flavonoides. Os compostos fenólicos desempenham ações fisiológicas no organismo, entre estas, consiste em atrasar ou evitar a oxidação através da inibição da iniciação ou de propagação de reações oxidantes em cadeia (AHERNE, O'BRIEN, 2002).

Mirtilos desempenham notável ação antimicrobiana avaliada através da administração do fruto inteiro, em forma de suco ou bioativos isolados. Foi avaliado o comportamento celular de bactérias, vírus e parasitas, através de microscopia de varredura, observando diferenças na morfologia da membrana celular das cepas tratadas em relação aos controles não tratados, com bioativos da fruta. As alterações observadas foram à mudança na fluidez da membrana celular, no perfil de ácidos graxos desta,

resultando em alteração no metabolismo celular (LACOMBE *et al.*, 2012; SU *et al.*, 2011; TAKESHITA *et al.*, 2009).

Em um estudo desenvolvido por Joshi (2014) foram avaliados os efeitos antimicrobianos de proantocianidinas de mirtilo administradas puras em uma quantidade 5 mg/mL e de suco de mirtilo comercial contra duas cepas diferentes de micro-organismos. Os resultados demonstram que o uso de 5 mg/mL de proantocianidinas de mirtilo mostrou ser eficaz contra as cepas testadas, mostrando a redução completa destas em 1 h. Também é importante salientar que este estudo mostrou que o consumo tanto do suco de mirtilo, quanto de proantocianidina de mirtilo isolada mostrou redução microbiana semelhante a métodos químicos, indicando que o uso do mirtilo pode ser uma alternativa natural com ação antimicrobiana. Essa característica é importante, uma vez que, os consumidores estão cada vez mais preocupados com os potenciais efeitos nocivos de produtos químicos usados como conservantes e preferem alimentos isentos destes (GUTIÉRREZ-LARRAÍNZAR *et al.*, 2012).

Dos extratos vegetais testados por Katsube *et al.* (2004) e Madhavi *et al.* (1998), os extratos obtidos de mirtilo continham grande quantidade de compostos fenólicos, sendo que delfinidina e malvidina isoladas de mirtilo, induziram apoptose em células tumorais. Um dos mecanismos que explica essa quimioproteção se baseia na hipótese que antocianinas agem absorvendo os radicais de oxigênio, evitando o aumento das células, a geração de radicais livres de oxigênio, estimulando a expressão de enzimas de desintoxicação e diminuindo a peroxidação lipídica, além de induzir a apoptose e a inibição da proliferação do tumor é através da modulação de transdução de sinal por proteínas reguladoras do ciclo celular (BUNEA *et al.*, 2013; RUGINĂ *et al.*, 2012).

Extratos de mirtilo apresentam boa quantidade de antocianinas purificadas sendo mais eficaz do que as bagas inteiras na ação de prevenção no desenvolvimento de obesidade. Flores *et al.* (2013) demonstraram que os métodos que usam solventes etanólicos na extração mostraram que o extrato de bagaço etanólico possuía a maior quantidade de antocianinas monoméricas e fenólicos totais, tanto em análise de antocianinas de mirtilos inteiros, quanto do bagaço. Esses relataram que os solventes etanólicos e metanólicos tendiam a extrair mais delfinidina, petunidina, cianidina e peonidina, enquanto o solvente acetônico tende a extrair mais malvidina.

O desenvolvimento de algumas doenças crônicas está relacionado com a decomposição dos alimentos e absorção, na fase pós prandial. Esse período constitui uma fase dinâmica de catabolismo e de síntese, levando em curto prazo o aparecimento de distúrbios. Para compreensão desses fatores, é importante atentar que o epitélio gástrico é um importante local de produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) decorrente de algumas características físicas, químicas e microbiológicas do lúmen. Por sua vez, ROS estão implicados na patogênese de úlceras gastrointestinais e câncer (ALVAREZ-SUAREZ *et al.*, 2010).

Na literatura se encontram relatos de ação de antioxidantes do mirtilo na neurodegeneração relacionada à idade (STONER *et al.*, 2008; TZOUNIS *et al.*, 2011) promovendo ações, como quedas relacionadas com a idade de reversão em transdução de sinal neuronal, bem como cognitivo e os défices motores e a melhoria da atividade de aprendizagem e memória (MALIN *et al.*, 2011; MOLAN; LILA; MAWSON, 2008). Krikorian *et al.* (2010) realizaram estudos sobre os benefícios para a saúde, inferindo que o consumo diário de suco de mirtilo selvagem durante 12 semanas pode melhorar a função da memória em adultos mais velhos com declínio mais precoce da memória em relação a idade.

Acredita-se que a acumulação de danos oxidativos causados por espécies reativas de oxigênio (ROS) é um dos principais contribuintes responsáveis pelo envelhecimento. Como forma de combater o excesso de ROS, pode-se lançar mão do sistema de proteção antioxidante endógeno e ingestão de antioxidantes exógenos que são indispensáveis. A esse respeito, a superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutatona peroxidase (GPx) servem como antioxidantes primários endógenos para desativar as espécies reativas a oxigênio, enquanto que antioxidantes exógenos, tais como vitamina C e E, polifenóis, ajudam a eliminar radicais livres por barrar a propagação da reação ROS (JIMÉNEZ *et al.*, 2004) Sendo assim, a atividade anti-envelhecimento de extratos de mirtilo está associada, pelo menos, em parte, pelo aumento da regulação das enzimas antioxidantes endógenas, bem como a regulação negativa dos genes que determinam a longevidade.

A eficiência do consumo de mirtilo consiste em uma adequada biodisponibilidade dos seus constituintes bioativos. Existem várias definições de biodisponibilidade, contudo a mais adequada compreende na explicação de que biodisponibilidade é a relação entre a fração do nutriente ingerido e a quantidade do composto que atinge a circulação sistêmica. Essa quantidade, é que irá exercer a sua ação biológica nos tecidos alvo específicos (PORRINI; RISO, 2008).

Algumas investigações elucidam que a biodisponibilidade de antocianinas do mirtilo é baixa, variando de 1,7% a 3,3% do total consumido. Algumas substâncias da dieta contribuem para a biodisponibilidade desses bioativos, conforme Ribnicky (2013) uma avaliação dos parâmetros de biodisponibilidade foi realizada de acordo com o modelo intestinal TNO (TIM-1), para análise de absorção/biodisponibilidade de antocianinas de mirtilo em diferentes condições digestivas, compreendendo ausência ou presença de uma refeição com elevado teor de gordura. As análises mostraram que as antocianinas, delfinidina e petunidina foram duas vezes mais bioacessível na presença de gorduras, enquanto delfinidina e malvidina foram duas vezes mais bioacessível em jejum, sugerindo que alimentação rica em lipídios contribui seletivamente para a biodisponibilidade de antocianina.

Estudos de biodisponibilidade de antocianinas, indicam que os níveis baixos são absorvidas na circulação e excretados na urina, enquanto que os níveis mais elevados encontram-se na mucosa gastrointestinal (GI) (MCGHIE; WALTON, 2007). Esse estudo mostrou que 3 h após a administração oral de cianidina em ratos, 87,9% foi recuperada na GI com 50,7% a partir do intestino delgado, enquanto apenas 3,3% e 0,044% foi recuperada na urina e plasma, respectivamente. Portanto, a biodisponibilidade de antocianina pode ser melhorada, impedido ou inalterado o consumo destas com alimentos ricos em gordura, proteína, carboidratos ou fibra.

McGhie e Walton (2007), sugeriram em sua pesquisa que as biotransformações envolvendo o catabolismo, metilação, deglicosilação aumentam a biodisponibilidade de compostos fenólicos. O transporte através do epitélio intestinal, se dá sob a forma de glicosídeos, que são hidrolisados por glicosidases formando agliconas, que são absorvidas passivamente através do epitélio (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000). Metabólitos hepáticos (metilados conjugados, sulfatados ou glucoronizados) são retornados através da circulação entero-hepática para o lúmen intestinal. Assim, os compostos fenólicos que entram no cólon consistem basicamente de glicosídeos não absorvidos, e os conjugados que foram operados através do metabolismo hepático e ileal (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000).

Flores *et al.* (2014) abordam que o estômago é um importante local para a extração de bioativos ocorrência natural ou matrizes derivadas, já para McGhie e Walton (2007), o ambiente do intestino grosso e delgado, por apresentar pH próximo da neutralidade

promove múltiplas formas de antocianinas. Os polifenóis podem também ser associados com a matriz de alimentos e, por conseguinte tornar-se indisponível para a absorção, ao passo que, estes compostos ao chegar ao ceco são submetidos a metabolismo e ação da microbiota intestinal.

O mirtilo como fruta fresca está em alguns países entre, como a fruta mais popular do varejo sendo que a oferta deste fruto no mercado é atendida quase inteiramente por *blueberries* Highbush, enquanto Lowbush *blueberries* por seu menor tamanho o que influencia negativamente na aceitação do consumidor são primeiramente congelados e, em seguida, usados principalmente como um ingrediente em alimentos processados como polpa de frutas, iogurtes, doces, sorvetes, geléias ou apenas congelado (KLOET, 2001). O mirtilo em geral é consumido *in natura*, em licores, conservas, aguardentes, vinhos, passas podendo ser empregado como corante devido sua fonte em antocianinas (WROLSTAD; DURST; LEE, 2005).

Oprea *et al.* (2014), avaliaram 4 diferentes cultivares quanto ao seu conteúdo total de polifenóis, entre estes o ácido gálico e o conteúdo total de antocianidinas, em especial a cianidina. Foi observado que os mirtilos da varietal Duke apresentaram a maior quantidade de polifenóis e antocianidinas, seguido pela cultivar Brigitta, enquanto que as amostras obtidas a partir das variedades Ozark azul e Simultan mostraram resultados menores nestes compostos.

## 5. Conclusão

Com base na literatura consultadas, o mirtilo se encontra entre as frutas que apresentam o maior teor de compostos antioxidantes. As antocianidinas possuem grande importância devido a múltiplos efeitos biológicos, como diminuição da permeabilidade e fragilidade dos vasos sanguíneos, ação antiinflamatória, antiespasmódica, antioxidante, antiviral, antibacteriana e antitumoral. A absorção de compostos bioativos do mirtilo, mesmo em frações mínimas, demonstram ações positivas na prevenção e como coadjuvante no tratamento de patologias crônicas degenerativas.

A composição da dieta consumida juntamente com compostos do mirtilo influenciam na biodisponibilidade de compostos bioativos antioxidantes no organismo. Análises da constituição e definição de teor e classe de antioxidantes presentes no mirtilo são dependentes de condições edafoclimáticas e varietais do fruto. O tipo de método e a natureza do solvente (etanólico, metanólico ou acetônico) utilizado na extração de compostos bioativos de mirtilo tem relação direta na expressão da quantidade e do tipo de antocianinas monoméricas e fenólicos totais.

## 6. Referências

AGATI, G. *et al.* Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance. **Plant Science**, v. 196, p.67-76, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2012.07.014>.

AHERNE, S. A.; O'BRIEN, N. M. Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. **Nutrition**, v. 18, p.75-81, 2002. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(01\)00695-5](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(01)00695-5).

ALVAREZ-SUAREZ, J. M. *et al.* Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other

chemical compounds. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, p. 2490-2499, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.021>.

BUNEA, A. *et al.* Anthocyanin determination in blueberry extracts from various cultivars and their antiproliferative and apoptotic properties in B16-F10 metastatic murine melanoma cells. **Phytochemistry**, v. 95, p. 436-444, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2013.06.018>.

BURAN, T. J. *et al.* Effects of exogenous abscisic acid on fruit quality, antioxidant capacities, and phytochemical contents of Southern Highbush blueberries. **Food Chemistry**, v. 132, p. 1375-1381, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.124>.

CONNOR, A. M. *et al.* Genotypic and environmental variation in antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content among blueberry cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 127, n.1, p.89-97, 2002. <https://doi.org/10.21273/JASHS.127.1.89>.

DASTMALCHI, K. *et al.* Edible neotropical blueberries: antioxidant and compositional fingerprint analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p.3020-3026, 2011. <https://doi.org/10.1021/jf200367j>.

DEL BO, C. *et al.* A Single portion of blueberry (*Vaccinium Corymbosum* L) improves protection against DNA damage but not vascular function in healthy male volunteers." **Nutrition Research**, v. 33, p.220-227, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2012.12.009>.

FANIADIS, D.; DROGOUDI, P. D.; VASILAKAKIS, M. Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 125, p.301-304, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.04.013>.

FLORES, F. P.; SINGH, R. K.; KONG, F. Physical and storage properties of spray-dried blueberry pomace extract with whey protein isolate as wall material. **Journal of Food Engineering**, v. 137, p.1-6, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.03.034>.

GARZÓN, G. A. *et al.* Chemical composition, anthocyanins, non-anthocyanin phenolics and antioxidant activity of wild bilberry (*Vaccinium meridionale* Swartz) from Colombia. **Food Chemistry**, v. 122, n.4, p.980-986, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.017>.

GUTIÉRREZ-LARRAÍNZA, M. *et al.* Evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of natural phenolic compounds against foodborne pathogens and spoilage bacteria. **Food Control**, v. 26, p.555-563, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.02.025>.

JIMÉNEZ, M. M. *et al.* Influence of encapsulation on the in vitro percutaneous absorption of octyl methoxycinnamate. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 272, p.45-55, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2003.11.029>.

KALT, W. *et al.* Interspecific variation in anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity among genotypes of Highbush and Lowbush blueberries (*Vaccinium section cyanococcus* spp.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n.10, p.4761-67, 2001. <https://doi.org/10.1021/jf010653e>.

KATSUBE, T. *et al.* Screening for antioxidant activity in edible plant products: comparison of low-density lipoprotein oxidation assay, DPPH radical scavenging assay, and Folin-Ciocalteu assay. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.52, p.2391-2396, 2004. <https://doi.org/10.1021/jf035372g>.

KLOET, S.R.D. *et al.* **Development of a CAPS (cleaved amplified polymorphics sequence) assay for sex identification of the emu (*Dromaius novaehollandiae*).** **Molecular Ecology Notes**, v.1, p. 273-275, 2001. <https://doi.org/10.1046/j.1471-8278.2001.00104.x>.

KRIKORIAN, R. *et al.* Blueberry supplementation improves memory in older adults. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.3996–4000, 2010. <https://doi.org/10.1021/jf9029332>.

LACOMBE, A. *et al.* The antimicrobial properties of the Lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium*) fractional components against foodborne pathogens and the conservation of probiotic *Lactobacillus rhamnosus*. **Food Microbiology**, v. 30, p.124–31, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.10.006>.

MADHAVI, D.L. *et al.* Isolation of bioactive constituents from *Vaccinium myrtillus* (bilberry) fruits and cell cultures. **Plant Science**, v.131, p.95-103, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(97\)00241-0](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(97)00241-0).

MALIN, D. H. *et al.* Short-term blueberry-enriched diet prevents and reverses object recognition memory loss in aging rats. **Nutrition**, v. 27, p.338342, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2010.05.001>.

MCANULTY, S.R. *et al.* Hyperthermia increases exercise-induced oxidative stress. **International Journal Sports Medicine**, v. 26, p.188-192, 2005. <https://doi.org/10.1055/s-2004-820990>.

MCGHIE, T. K.; WALTON, M. C. The bioavailability and absorption of anthocyanins: Towards a better understanding. **Molecular Nutrition and Food Research**, v.51, p.702–713, 2007. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200700092>.

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**, v. 107, p.1039–44, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.018>.

MOYER, R. A. *et al.* Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: vaccinium, rubus, and ribes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.519–525, 2002. <https://doi.org/10.1021/jf011062r>.

OPREA, E. *et al.* *Vaccinium Corymbosum* L. (blueberry) extracts exhibit protective action against cadmium toxicity in *Saccharomyces cerevisiae* Cells. **Food chemistry**, v. 152, p.516–521, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.020>.

PORRINI, M.; RISO, P. Factors influencing the bioavailability of antioxidants in foods: a critical appraisal. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD**, v. 18, n.10, p.647–650, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2008.08.004>.

PRAJITNA, A. *et al.* Influence of cluster thinning on phenolic composition, resveratrol, and antioxidant capacity in chambourcin wine. **Strain**, v. 3, p.346–50, 2007.



PRIOR, R. L. *et al.* Plasma antioxidant capacity changes following a meal as a measure of the ability of a food to alter in vivo antioxidant status. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 26, p.170–81, 2007. <https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719599>.

RIBNICKY, D. M. *et al.* Effects of a high fat meal matrix and protein complexation on the bioaccessibility of blueberry anthocyanins using the TNO gastrointestinal model (TIM-1). **Food Chemistry**, v. 142, p.349–57, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.073>.

ROUANET, J. M. *et al.* Berry juices, teas, antioxidants and the prevention of atherosclerosis in hamsters. **Food Chemistry**, v. 118, p.266–271, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.116>.

RUGINĂ, D. *et al.* Antioxidant activities of chokeberry extracts and the cytotoxic action of their anthocyanin fraction on HeLa human cervical tumor cells. **Journal of Medicinal Food**, v. 15, p.700–706, 2012. <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.0246>.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **The Journal of Nutrition**, v.130, p.2073S–2085S, 2000. <https://doi.org/10.1093/jn/130.8.2073S>.

SERAFINI, M. *et al.* Antioxidant activity of blueberry fruit is impaired by association with milk. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 46, p.769–774, 2009. [10.1016/j.freeradbiomed.2008.11.023](https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2008.11.023).

SHEN, X. *et al.* Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Extracts against the Growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis*. **Food Control**, v. 35, n.1, p.159–165, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.06.040>.

STONER, G. D. *et al.* Carcinogen-altered genes in rat esophagus positively modulated to normal levels of expression by both black raspberries and phenylethyl isothiocyanate. **Cancer Research**, v. 68, p.6460–6467, 2008. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-08-0146>.

SU, X. *et al.* The effect of cranberry juice and cranberry proanthocyanidins on the infectivity of human enteric viral surrogates. **Food Microbiology**, v. 27, p.535–540, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.01.001>.

SUN, L-Q. *et al.* Antioxidant anthocyanins screening through spectrum-effect relationships and DPPH-HPLC-DAD analysis on nine cultivars of introduced rabbiteye blueberry in China. **Food Chemistry**, v. 132, n.2, p.759–765, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.030>.

TAKESHITA, M. *et al.* Proanthocyanidin from blueberry leaves suppresses expression of subgenomic hepatitis C virus RNA. **The Journal of Biological Chemistry**, v.284, p.21165–1176, 2009. <https://doi.org/10.1074/jbc.M109.004945>.

TZOUNIS, X. *et al.* Prebiotic evaluation of cocoa-derived flavanols in healthy humans by using a randomized, controlled, double-blind, crossover intervention study.” **The American journal of clinical nutrition**, v. 93, p.62–72, 2011. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.000075>.

VASILEIOU, I. *et al.* Current clinical status on the preventive effects of cranberry consumption against urinary tract infections. **Nutrition Research**, v. 33, p.595–607, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2013.05.018>.

WANG, S. Y. *et al.* Flavonoid constituents and their contribution to antioxidant activity in cultivars and hybrids of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei* Reade). **Food Chemistry**, v. 132, p.855–864, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.050>.

WROLSTAD, R. E.; DURST, R. W.; LEE, J. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 16, p.423-428, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.019>.

## **Autores**

Angélica Markus Nicoletti<sup>1</sup>, Aline Machado Pereira<sup>2</sup>, Bianca Pio Ávila<sup>2</sup>, Márcia Arocha Gularte<sup>3,\*</sup>

1. Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, Caixa Postal 354, CEP. 96010-900, Pelotas, RS, Brasil; Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão s/n, CEP. 96010-900, Pelotas, Brasil.

2. Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão s/n, CEP. 96010-900, Pelotas, Brasil.

3. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, Caixa Postal 354, CEP. 96010-900, Pelotas, RS, Brasil

\*Autor para correspondência: [marciagularte@hotmail.com](mailto:marciagularte@hotmail.com)