

## **FITOQUÍMICOS PRESENTES EM FRUTOS SILVESTRES: EVIDÊNCIA CIENTÍFICA PARA A SUA ACÇÃO BIOLÓGICA**

**Maria M. Azevedo**

Aluna da Licenciatura em Bioquímica  
Escola de Ciências da Vida e do Ambiente  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
[nelazevedo@iol.pt](mailto:nelazevedo@iol.pt)

**Dario J. L. Santos**

Professor Auxiliar  
Escola de Ciências da Vida e do Ambiente  
Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
[darios@utad.pt](mailto:darios@utad.pt)

**Amélia M. Silva**

Professora Auxiliar  
Escola de Ciências da Vida e do Ambiente  
Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
[amsilva@utad.pt](mailto:amsilva@utad.pt)

**RESUMO**

Os frutos silvestres, nomeadamente a amora, o arando vermelho, a framboesa, o mirtilo e a baga de sabugueiro, são particularmente ricos em fitoquímicos (*e.g.*, flavonóides, taninos, polifenóis e ácidos fenólicos) cuja acção biológica se relaciona com protecção antioxidante, cardiovascular, acção anti-envelhecimento e anti-cancerígena. A obtenção de extractos purificados, a sua caracterização química e a elucidação dos seus efeitos biológicos são uma base fundamental de suporte para o conceito de alimentação funcional. Apresenta-se uma pequena revisão dos principais fitoquímicos destes frutos silvestres e a sua acção *in vitro*.

**PALAVRAS-CHAVE**

Flavonóides, polifenol, antioxidante, alimento funcional.

**ABSTRACT**

Berries, namely blackberry, cranberry, raspberry, blueberry and elderberry, are particularly rich in certain phytochemicals (*e.g.*, flavonoids, tannins, polyphenols and phenolic acid) with known biological activity, such as, antioxidant, anti-ageing effect, to reduce the cardiovascular risk and cancer. The obtaining of purified extracts, their chemical characterization and separation by components and the elucidation of their biological effects constitutes a fundamental support for the concept of functional food. Here we present a small review on the main phytochemicals of these berries and the *in vitro* biological activity.

**KEYWORDS**

Flavonoids, polyphenol, antioxidant, functional food.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde sempre que os frutos de baga e as plantas que os produzem são usados com fins medicinais, no entanto, na antiguidade muitos dos efeitos obtidos por algumas dessas plantas/bagas assentavam em “crenças” e em “atributos mágicos”.

Consumidos na forma fresca ou já na forma processada (*e.g.*, geleias, compotas, adicionados a iogurtes, bebidas, e outros), os frutos silvestres de baga (e pseudo-baga) são um complemento da nossa dieta cada vez mais procurado pelos inúmeros benefícios para a saúde que lhes são atribuídos. Entre eles, destaca-se a amora, o arando, o mirtilo, a framboesa e a baga de sabugueiro. Nos últimos anos, resultados da investigação científica têm vindo a confirmar os vários efeitos na saúde e bem-estar humano que a medicina popular lhes atribui, através do isolamento e caracterização dos fitoquímicos com actividade biológica presentes nestes frutos e ainda na verificação *in vitro* e *in vivo* da sua acção em vários processos biológicos e nos seus efeitos finais.

De entre os vários fitoquímicos bioactivos, destacam-se os flavonóides (antocianidinas, flavonóis e flavanóides), taninos condensados (proantocianidinas), taninos hidrolisáveis, polifenóis (*e.g.*, resveratrol), ácidos fenólicos (ácido hidroxibenzóico e ácido hidroxicinâmico) e lignanas, que são conhecidos como tendo, essencialmente, propriedades antioxidantes e anti-cancerígenas, sendo benéficos para a saúde humana (Manach et al.; Seeram e Nair).

Apesar de já se conhecerem os compostos bioactivos e de já se saberem alguns dos seus mecanismos de acção, ainda há muito para conhecer e explicar, principalmente a nível dos benefícios dos frutos de bagas e seus bioactivos e na interacção destes com moléculas a nível celular, proporcionando benefícios anti-envelhecimento (Krikorian et al.), anti-cancerígeno (Boocock et al.; Thole et al.) e cardiovascular (Bell e Gochenaur), entre outros.

## 2. FRUTOS DE BAGA MAIS COMUNS

### 2.1. AMORA SILVESTRE

A amora silvestre em inglês apresenta várias designações (*e.g.*, blackberry, bramble, dewberry, goutberry, thimbleberry). Pertence à família Rosaceae (Rosácea) e ao género *Rubus* (Baker; Ribeiro). É originária da Europa, está também dispersa na América e na Austrália. Cresce de forma rápida, junto a rios, nas sebes, em áreas agrícolas abandonadas, entre outros, e é tolerante às condições do local e do solo. Floresce de Maio a Agosto (Feijão; Ribeiro). O fruto, que se apresenta na forma de agregado, amadurece no Verão tendo no final da maturação cor azul muito escura ou preta. Dos vários constituintes, destacam-se açúcares (cerca de 7%), diversos ácidos orgânicos (*e.g.*, cítrico, láctico, málico, succínico, isocítrico, oxálico e salicílico), taninos, vitaminas (C, B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>), flavonóides, e outros (Ribeiro).

### 2.2. ARANDO VERMELHO

É também conhecido vulgarmente por airela vermelha e mirtilo-vermelho (designação em inglês cranberry). Pertence à família Ericaceae e ao género *Vaccinium* (espécie *Vaccinium oxycoccus*). Cresce em solos com características ácidas das regiões frias do hemisfério norte. É um componente alimentar que já fazia parte da dieta dos nativos índio da América, tendo-se

tornado popular entre os colonos europeus, crescendo, actualmente, em vários países. O arbusto pode atingir os 2 m. A floração ocorre de Maio a Junho. O fruto é uma baga de cor branca enquanto verde e de cor vermelha quando maduro. É comestível e apresenta um sabor ácido que pode camuflar a sua doçura. Na sua constituição apresenta vários flavonóides (antocianidinas), cianidinas, quercetina, catequinas, vitaminas (essencialmente C, A e K), compostos hidroquinónicos, taninos condensados e sais minerais (Vinson et al.; Duthie et al.).

### 2.3. FRAMBOESA

É também conhecida vulgarmente por amora-framboesa (designação em inglês raspberry). Pertence à família Rosaceae, género *Rubus* (Ribeiro). Originária da Europa e da Ásia, é cultivada em climas temperados (Feijão). É um arbusto com cerca de 2 m de altura. A floração ocorre no final da Primavera. O fruto, designado em botânica por drupa visto se tratar de um fruto carnudo no interior do qual se encontra apenas uma semente, é um agregado de pequenos frutos que dá origem ao agregado designado de framboesa (Baker; Feijão; Stace e van der Meijde). A framboesa tem na sua constituição taninos, flavonóides, vitaminas (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C) e ácidos orgânicos (cítrico, málico, fórmico e salicílico). Estes frutos podem ser ingeridos na sua forma fresca ou sob a forma de conservas, xaropes, entre outros (Ribeiro).

### 2.4. MIRTILO

É conhecido vulgarmente por arando ou uva-do-monte, em inglês também apresenta várias designações (e.g., blueberry, bilberry, dyeberry, trackleberry, huckleberry). Pertence à família Ericaceae e ao género *Vaccinium* (Ribeiro), sendo a espécie *Vaccinium myrtillus* L. a mais comum em Portugal. Encontra-se na Europa, Ásia e na América. A planta é um sub-arbusto com cerca 15 a 50 cm de altura. Floresce de Abril a Junho. O fruto é uma baga pequena (com 7 a 9 mm de diâmetro), de cor negro-violáceo, coberta por uma camada de pruína (pó céreo que cobre certos frutos), de sabor agridoce, muito agradável e apresenta na parte central muitas sementes (Feijão; Ribeiro). A nível da sua composição, o fruto apresenta taninos, procianidinas oligoméricas, antocianidinas, flavonóides, ácido cafeico, ácido clorogénico, pectinas, níveis elevados de sais minerais (K, Ca, Fe, P, Mn), vitaminas (B, C e K), ácido cítrico e málico (Ribeiro; Moyer et al.).

### 2.5. SABUGUEIRO

Vulgarmente conhecido por sabugo, rosa-de-bem-fazer, canineiro, galacrista, entre outras (designação em inglês, elderberry). Pertence à família das Caprifoliaceae, ao género *Sambucus* e à espécie *nigra*. É uma espécie originária da Europa, Ásia Ocidental e Central e do Norte de África. O seu cultivo remonta aos tempos neolíticos, tendo como principal objectivo, provavelmente, a colheita do fruto como alimento para o Homem. O sabugueiro é um arbusto que pode atingir mais de 7 metros de altura. As flores de cor branco creme são pequenas e lisas, têm um perfume característico e muito acentuado e entorpecente. O período de floração ocorre entre Maio e Junho (Ribeiro; Feijão). O fruto maduro é uma drupa preto-violeta com sumo de cor vermelho-sangue, com 3 a 5 mm de diâmetro e é colhido no fim do Verão ou no Outono, consoante as zonas. Esta baga apresenta um sabor ácido e as suas sementes não devem ser ingeridas uma vez que têm na sua constituição glicósidos cianogénicos que quando expostos a enzimas dos frutos podem em seguida ser degradados, resultando na formação de ácido cianídrico/cianetos (Ribeiro; Braga et al.). O fruto tem como constituintes antocianósidos (sambucina e sambucianina), vestígios de óleo essencial, flavonóides, taninos, glicídios, ácidos orgânicos (cítrico e málico), vitaminas (A, B e C) (Ribeiro; Thole et al.).

### 3. BREVE CARACTERIZAÇÃO DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS DOS FRUTOS DE BAGA

Cada baga possui vários constituintes em várias proporções o que lhes dá características únicas. Estes constituintes possuem, por sua vez, uma elevada variabilidade estrutural devido aos diferentes tipos de oxidação a que são sujeitos, ao facto de apresentarem estéreio-isómeros e também à conjugação entre estéreio-isómeros que leva à formação de polímeros, entre outros factores.

#### 3.1. FLAVONÓIDES

Os flavonóides (Figura 1A), onde se incluem as **antocianinas** (figura 1B; são pigmentos solúveis em água, responsáveis pelas cores atractivas que as bagas apresentam, desde o vermelho ao violeta) (He e Giusti). São estruturas em C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> que apresentam o C<sub>3</sub> na forma de ião pirílio (Figura 1B). Os seus derivados, os heterósidos, são denominados de antocianidinas, pigmentos de cor vermelha que formam complexos estáveis com os taninos, os **flavonóis** (de distribuição ubíqua nos alimentos, similares às antocianinas, ocorrem naturalmente na forma glicosilada, a sua biossíntese é estimulada pela luz) e os **flavanóis** (a única classe de flavonóides que não ocorre naturalmente na forma glicosilada, existem na formas monomérica (catequinas) e polimérica, sendo as catequinas e as epi-catequinas os flavanóis mais encontrados nos frutos de baga) (Seeram).

#### 3.2. TANINOS

Os taninos são polifenóis solúveis em água, que se subdividem em condensados (*e.g.*, proantocianidinas) e hidrolisáveis. Estes últimos aparecem essencialmente complexados a alcalóides, polissacarídeos e proteínas (Seeram).

#### 3.3. POLIFENÓIS, ÁCIDOS FENÓLICOS E LIGNANAS

São vários os **polifenóis** que aparecem nos frutos de baga, destacando-se o resveratrol (Figura 1C), que tem sido descrito como tendo propriedades anti-cancerígenas (Seeram; Boocock et al.). Os **Ácidos fenólicos** aparecem numa grande variedade, como derivados do ácido hidroxibenzóico (*e.g.*, ácido gálico) e do ácido hidroxicinâmico (*e.g.*, ácido cafeico) (Seeram) e as **Lignanas** são fito-estrogénios que também apresentam propriedades anti-oxidantes (Moss).

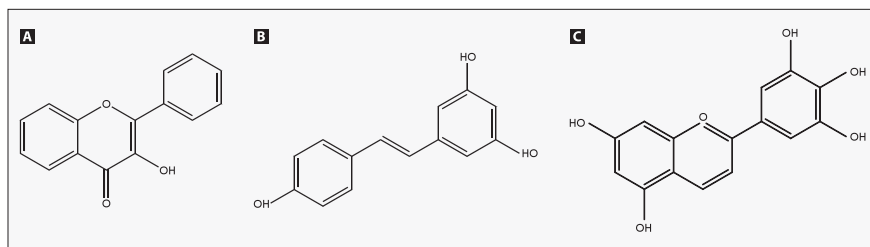


FIGURA 1 - Estrutura molecular geral dos flavonóides (A), da antocianina (B) e do resveratrol (C).

## 4. ACÇÃO ANTI-OXIDANTE A NÍVEL CELULAR

### 4.1. RADICAIS LIVRES *VERSUS* ESPÉCIES REACTIVAS DE OXIGÉNIO

O  $O_2$  é um potente agente oxidante, participando nos processos celulares que permitem obter a energia necessária para a sobrevivência de um elevado número de sistemas biológicos. No entanto, a mesma capacidade oxidante do  $O_2$  que o torna tão importante na respiração e em reacções anabólicas envolvendo monooxigenases e dioxigenases, também é responsável pela sua participação em processos de toxicidade celular. Esta toxicidade potencial do oxigénio é atribuída à formação, *in vivo*, de espécies químicas com elevada reactividade. Na célula, o  $O_2$  pode receber electrões com formação do radical anião superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ) do peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ) e do radical hidroxilo ( $\cdot OH$ ), sendo designados o anião superóxido e o radical hidroxilo por radicais livres. Um radical livre é toda a espécie química capaz de existência independente e possuidora de um ou vários electrões desemparelhados (Puchard e Kelly; Halliwell e Gutteridge). Os radicais livres são frequentemente englobados num grande grupo de compostos designados por espécies reactivas de oxigénio (*Reactive Oxygen Species*, ROS). As "espécies reactivas de oxigénio" englobam espécies radicalares (*e.g.*,  $O_2^{\cdot-}$ ,  $\cdot OH$ ) e não radicalares (*e.g.*,  $H_2O_2$ ) derivadas do oxigénio. No grupo das espécies reactivas de oxigénio, para além dos radicais livres são incluídas espécies químicas, que, apesar de não apresentarem electrões desemparelhados na sua distribuição electrónica, apresentam elevada reactividade, *e.g.*, o peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ), o oxigénio singleto e o ácido hipocloroso (HOCl). A reactividade das ROS é variável: enquanto o  $O_2^{\cdot-}$  e o  $H_2O_2$  reagem rapidamente com algumas espécies químicas, o  $\cdot OH$  reage muito rapidamente com a maioria das moléculas.

### 4.2. LOCAIS DE FORMAÇÃO DE ROS A NÍVEL CELULAR

Nas células ocorre a formação de ROS ao nível da mitocôndria, lisossomas, peroxissomas, núcleo, retículo endoplasmático, membrana plasmática e mesmo no citoplasma (Machlin e Bendich). Aqui ocorrem reacções acompanhadas da formação de ROS por auto-oxidação de componentes celulares em solução e consequente inactivação de moléculas *e.g.*, flavonóides, hidroquinonas e tióis, bem como devido à actividade de oxidases, cicloxigenases, desidrogenases e peroxidases. A actividade de algumas enzimas citoplasmáticas (*e.g.*, xantina oxidase) e membranares também podem ser responsáveis pela formação de ROS (Halliwell e Gutteridge), sendo de destacar que as oxidases envolvidas no processo de transporte de electrões nas mitocôndrias são responsáveis pela contínua formação (em condições fisiológicas) de ROS (Machlin e Bendich; McCord e Omar; Halliwell e Gutteridge). Para além de local de síntese de ROS, a mitocôndria é bastante susceptível ao ataque oxidativo por ROS porque apresenta uma membrana rica em ácidos gordos poli-insaturados sendo particularmente susceptível a alterações estruturais e funcionais devido à acção de agentes oxidantes.

### 4.3. DEFESA ANTI-OXIDANTE

Para contrariar o efeito nocivo das ROS, os sistemas biológicos apresentam defesas antioxidantes que englobam um conjunto de constituintes bioquímicos com missão de eliminar estas espécies deletérias ou pelo menos minimizar os seus efeitos nefastos. As defesas celulares contra as ROS são variadas (Yu; Radi et al.) e podem ser divididas em enzimáticas e não enzimáticas. Nas defesas de natureza não enzimática encontram-se o ascorbato (vitamina C), o  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E), ubiquinonas (Coenzimas  $Q_n$ ,  $Q_{10}$ ...) e a glutatona, enquanto

nas de natureza enzimática destacam-se a superóxido dismutase (SOD), glutatona redutase, glutatona peroxidase, catalase e a tioredoxina redutase (Halliwell e Gutteridge).

**SISTEMAS NÃO ENZIMÁTICOS:** A expressão vitamina E engloba uma mistura de substâncias lipossolúveis: fenóis, tocoferóis e tocotrienóis apresentando em comum na sua estrutura um núcleo cromanol ao qual está ligado uma cadeia alifática de dezasseis carbonos. Presente em plantas e em animais, nestes últimos apresenta elevadas concentrações em tecidos específicos como o coração, testículos, fígado e glândulas supra-renais (Yu). Nas células, é o antioxidante lipossolúvel maioritário das membranas (Kagan e Packer). A Coenzima Q (ubiquinona), em grandes quantidades na membrana mitocondrial interna, tem a função de transportador de electrões e de protões pela cadeia respiratória (Nicholls e Ferguson). Menos conhecida é a sua função na forma reduzida (ubiquinol, UQH<sub>2</sub>) como antioxidante (Kagan e Packer), que previne a iniciação e/ou a propagação da peroxidação lipídica em membranas biológicas (Radi, et al.). Uma das formas de actividade da CoQ, partilhada com o ascorbato, é de promover a regeneração da vitamina E após esta ser convertida em radical tocoferoxilo na presença de ROS (Kagan e Packer). Complementarmente, a coenzima Q e o ascorbato podem também actuar como antioxidantes de forma independente da vitamina E (Radi et al.). A glutatona reduzida (GSH) é o tiol de menor massa molecular e mais abundante na célula (Yu) e distribui-se preferencialmente no citoplasma. A sua versatilidade advém das suas características químicas que lhe permitem comportar-se tanto como um composto nucleofílico (um eficiente agente redutor, reagindo facilmente com compostos oxidantes) e electrofílico, numa função de varredor ("scavenger") de ROS (Yu; Radi et al.; Halliwell e Gutteridge), participa na regeneração do  $\alpha$ -tocoferol a partir do radical tocoferoxilo obtendo-se  $\alpha$ -tocoferol e glutatona oxidada (GSSG) (Yu; Halliwell e Gutteridge). A não remoção da GSSG pode conduzir à tiolação de proteínas contendo grupos tiol e à sua inactivação (Halliwell e Gutteridge). A GSSG é reconvertida em GSH, por meio da enzima glutatona redutase (Radi et al.). Os níveis de GSH, e consequentemente de GSSG, variam com o estado fisiológico da célula (Yu), observando-se uma diminuição da razão GSH/GSSG em sistemas biológicos com níveis aumentados de ROS.

**SISTEMAS ENZIMÁTICOS:** a superóxido dismutase (SOD) encontrada no citoplasma contém cobre e zinco no seu local activo (Cu/Zn-SOD), enquanto a da matriz mitocondrial contém manganésio (Mn-SOD). A SOD catalisa a dismutação de aniões superóxido a peróxido de hidrogénio. A actividade protectora da SOD ocorre por redução da concentração celular de radicais superóxido, na gama dos nM, evitando a sua reacção com alvos moleculares e a formação de espécies radiculares mais nocivas. A actividade da SOD varia com o tecido em que se encontra, ocorrendo em níveis elevados no fígado, rim, glândulas supra-renais e baço (Yu). A glutatona redutase é uma enzima que catalisa a redução da glutatona oxidada (GSSG) a glutatona reduzida (GSH) que desempenha um importante papel em diversos mecanismos celulares ao promover a destoxificação de algumas ROS. A GSH restaura a conformação de proteínas que tenham sofrido oxidação dos seus grupos sulfidrílo. No entanto, para que a GSH possa ser eficiente, é necessário que seja constantemente reduzida. A glutatona redutase desempenha um papel fundamental na manutenção do quociente GSH/GSSG normalmente elevado (100:1), para tal utilizando o potencial redutor do NADPH para reduzir a GSSG, obtendo GSH. A glutatona peroxidase é encontrada no citoplasma e na mitocôndria da maioria das espécies biológicas (Yu). A glutatona peroxidase catalisa a reacção de redução de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e de hidroperóxidos (ROOH). Estas reacções ocorrem com o concomitante consumo de equivalentes redutores na forma de GSH. A GSSG obtida é regenerada a GSH por intermédio da enzima glutatona redutase. Existem duas formas para a glutatona

peroxidase, com dependências distintas de selénio (Yu). A catalase é uma proteína hémica envolvida na decomposição do excesso de  $H_2O_2$  produzido intracelularmente, catalisando a conversão de  $H_2O_2$  em  $H_2O$  e  $O_2$ .

## 5. EFEITOS *IN VITRO* E *IN VIVO* DE VÁRIOS EXTRACTOS DE BAGA

Nos últimos anos muitos trabalhos têm sido publicados sobre os efeitos de vários compostos fitoquímicos em vários sistemas celulares ou de microrganismos, quer de sumos de frutos quer de fracções de extractos desses sumos ou preparados. Alguns estudos assentam na actividade antioxidante, como exemplo, a avaliação do efeito protector contra o stress oxidativo, por parte das antocianidinas presentes no fruto do *Sambucus nigra*, desenvolvido por Youdim et al. Nesse trabalho, os autores recorreram a ensaios *in vitro* com células endoteliais (bovinas e humanas) e usaram vários agentes indutores de stress oxidativo (e.g., o peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ) e o 2,2'-azobis(2-amidinopropano) di-hidroclorídrico (AAPH)) tendo mostrado haver um reforço na resistência das células aos efeitos provocados pelas espécies reactivas de oxigénio (ROS). Ainda, usando da baga de Sabugueiro (*Sambucus nigra* e *Sambucus canadensis*), avaliou-se o efeito anti-carcinogénico de vários extractos e demonstrou-se haver um potencial efeito químio-protector através de uma elevada indução da quinona redutase e inibição da ciclo-oxigenase-2 o que indica supressão carcinogénica (Thole et al.). Este efeito pensa-se ser devido aos flavonóides e ainda a vários compostos lipossolúveis como sejam os fito-esteróides. As antocianidinas presentes na amora (género *Rubus*), que na sua maioria são cianidina-3-O-glucósido (80%), demonstraram ser eficazes na redução dos efeitos negativos induzidos por peroxinitrito a nível das cadeias de DNA e na supressão da respiração mitocondrial, indicando um efeito protector a nível endotelial com repercussões vasculares (Serraino et al.). A nível vascular, ainda se testou, em anéis de artéria coronária de suíno, expostos a meio de cultura contendo várias concentrações de antocianinas provenientes de extractos de baga de sabugueiro (*Sambucus nigra*) e de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*), para avaliar o efeito vaso-activo e vaso-protector. Verificou-se haver alteração do tónus vascular e haver protecção coronária das ROS sem alterar o relaxamento vascular induzido por óxido nítrico (NO) endógeno ou exógeno, validando estes extractos como tendo efeito benéfico nas doenças vasculares (Bell e Gochenaur).

Estudos recentes sugerem que a ingestão continuada mas moderada de suplementos de mirtilo promove benefício neuro-cognitivo, nomeadamente em indivíduos em idade avançada e em risco de demência, como sejam os pacientes em risco de contrair a doença de Alzheimer. Estes efeitos foram atribuídos a vários fitoquímicos do mirtilo, nomeadamente, compostos polifenólicos (antocianinas), que demonstram ter efeitos anti-oxidantes e anti-inflamatórios (Krikorian *et al.*).

Vários estudos têm demonstrado que o arando vermelho tem aplicação a nível do tratamento de infecções urinárias recorrentes, tal como referem Jepson e Craig, visto mostrar interferir, de forma eficaz, no processo de adesão da *Escherichia coli* e de outras bactérias às células do epitélio do tracto urinário (Howell).

A framboesa tem sido usada em desordens do tracto gastrointestinal, do tracto respiratório e do sistema cardiovascular sendo administrada na forma de chás do fruto e das folhas (Ribeiro).

Apesar de haver na literatura vários testemunhos sobre os benefícios dos fitoquímicos na actividade anti-oxidante há outros, que não põem em evidência esses benefícios. Segundo Duthie et al., a suplementação da dieta de voluntários de várias idades com sumo de arando-vermelho, não permitiu ver alterações plasmáticas dos níveis de biomarcadores de lípidos sanguíneos ou ver alterações na protecção contra danos no DNA (Duthie et al.).

## 6. CONCLUSÕES

Em suma, os vários frutos silvestres, de baya ou pseudo-baya, são muito ricos em compostos bioactivos, nomeadamente polifenóis, que apresentam, comprovadamente, vários efeitos benéficos para a saúde. Contudo, e atendendo a que o organismo humano actua como um todo, é necessário tomar cuidado quando se extrapola os efeitos observados *in vitro* para a saúde humana, sem ter em conta os vários metabolismos a que os compostos podem ser sujeitos desde a sua absorção a nível intestinal até chegarem às células alvo. Assim, considera-se que muitos estudos ainda são necessários de forma a tirar conclusões mais plausíveis.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baker, H. *Árvores de fruto*, 3ª Ed. Mem Martins: Publicações Europa-América, 1988.

Bell, D. R., e K.Gochenaur. "Direct Vasoactive and Vasoprotective Properties of Anthocyanin-Rich Extracts." *Journal of Applied Physiology* 100.4 (2006): 1164-70.

Boocock, D. J., et al. "Phase I Dose Escalation Pharmacokinetic Study in Healthy Volunteers of Resveratrol, a Potential Cancer Chemopreventive Agent." *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 16.6 (2007): 1246-52.

Braga, F. G., et al. "Variation of the Anthocyanin Content in *Sambucus Nigra* L. Populations Growing in Portugal." *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 9.4 (2010): 289-95.

Duthie, S. J., et al. "The Effects of Cranberry Juice Consumption on Antioxidant Status and Biomarkers Relating to Heart Disease and Cancer in Healthy Human Volunteers." *European Journal of Nutrition* 45.2 (2006): 113-22.

Feijão, R. A. *Elucidário fitológico - Raúl de Oliveira Feijão*. Lisboa: Instituto de Botânica de Lisboa, 1960.

Halliwell, B., e J. M. Gutteridge. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 3ª Ed. Oxford: Oxford U P, 1999.

He, J., e M. M. Giusti. "Anthocyanins: Natural Colorants with Health-Promoting Properties." *Annual Reviews of Food Science and Technology* 1. (2010): 163-87.

Howell, A. B. "Cranberry Juice and Adhesion of Antibiotic Resistant Uropathogens." *JAMA* 287.23 (2002): 3082-83.

"Interactive Flora in NW Europe." World Biodiversity Database. Ed. C. Stace, R. van der Meijden, e I. de Kort. Internet. 31 Maio 2010. <<http://ip30.eti.uva.nl/BIS/flora.php?>>.

Jepson, R. G., e J. C. Craig. "A Systematic Review of the Evidence for Cranberries and Blueberries in UTI Prevention." *Molecular Nutrition & Food Research* 51.6 (2007): 738-45.

Kagan V. E., e L. Packer. *Antioxidants: Function of vitamin E and ubiquinols. Methods in Toxicology*. Vol. 2. New York: Academic Press, 1993 277-85.

Krikorian, R., et al. "Blueberry Supplementation Improves Memory in Older Adults." *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 58.7 (2010): 3996-4000.

Machlin, L. J., e A. Bendich. "Free Radicals Tissue Damage: Protective Role of Antioxidant Nutrients." *FASEB Journal* 1 (1987): 441-45.

Manach, C., et al. "Polyphenols: Food Sources and Bioavailability." *American Journal of Clinical Nutrition* 79.5 (2004): 727-47.

McCord, J. M., e B. A. Omar. "Sources of Free Radicals." *Toxicology and Industrial Health* 9.1-2 (1993): 23-37.

Moss, G. P. "Nomenclature of Lignans and Neolignans." *Pure Applied Chemistry* 72.8 (2000): 1493-523.

Moyer, R. A., et al. "Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity in Diverse Small Fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*." *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50.3 (2002): 519-25.

Nicholls, D. G., e S. J. Ferguson. *Bioenergetics* 2. London: Academic Press, 1992.

Puchard, N. A., e F. J. Kelly. *Free Radicals - a Practical Approach*. Ed. N. A. Puchard e F. J. Kelly. Oxford: IRL Press, 1996.

Radi, R., et al. "Free Radical Damage in Mitochondria." *Mitochondria and Free Radicals in Neurodegenerative Diseases*. Ed. M. Flint Beal, Neil Howell, e Ivan Bodis-Wollner. New York: Wiley-Liss, 1997.

Ribeiro, J. A. "Património florístico duriense, plantas bravias comestíveis ou condimentares e fruteiras silvestres." *Douro estudos e documentos*. Porto: GEHVID, 2003. 71-105.

Seeram, N. P. "Berries." *Nutritional Oncology*. Ed. D. Heber et al. s.l.: Academic Press, 2006. 615-29.

Seeram, N. P., e M. G. Nair. "Inhibition of Lipid Peroxidation and Structure - Activity-Related Studies of the Dietary Constituents Anthocyanins, Anthocyanidins, and Aatechins." *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50.19 (2002): 5308-12.

Serraino, I., et al. "Protective Effects of Cyanidin-3-O-Glucoside from Blackberry Extract Against Peroxynitrite-Induced Endothelial Dysfunction and Vascular Failure." *Life Science* 73.9 (2003): 1097-114.

Thole, J. M., et al. "A Comparative Evaluation of the Anticancer Properties of European and American Elderberry Fruits." *Journal of Medicinal Food* 9.4 (2006): 498-504.

Vinson, J. A., et al. "Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Fruits." *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 49.11 (2001): 5315-21.

Youdim, K. A., A. Martin, e J. A. Joseph. "Incorporation of the Elderberry Anthocyanins by Endothelial Cells Increases Protection Against Oxidative Stress." *Free Radical Biology & Medicine* 29.1 (2000): 51-60.

Yu, B. P. "Cellular Defenses against Damage from Reactive Oxygen Species." *Physiological Reviews* 74.1 (1994): 139-62.