

Compostos bioativos da amora-preta (*Rubus spp*): uma revisão

RESUMO

O consumo da amora-preta está associado ao baixo risco de doenças crônicas não transmissíveis, pela presença de compostos fenólicos e seu valor nutricional. Os compostos fenólicos são do grupo de metabólitos secundários, responsáveis pelas características do sabor e cor dos alimentos vegetais. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo organizar uma revisão de literatura sobre os compostos bioativos presentes na amora-preta (*Rubus spp*). A partir dos estudos encontrados nas bases de dados dos Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Google acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde, PubMed (Public/Publisher MEDLINE) e SciELO (Scientific Electronic Library Online). Nos resultados destacaram-se os que apontam para a grande capacidade antioxidante desta fruta. Há evidências de que o consumo de antioxidantes provenientes da dieta está associado a longevidade e um envelhecimento saudável. A quantidade de antocianinas presente na amora-preta vai depender do grau de maturação do fruto, o tipo de cultivar e o local de plantio. Os carotenoides são pigmentos naturais solúveis em gordura que auxiliam no aumento da imunidade. A vitamina C atua na prevenção da formação de catarata. Conclui-se que é uma fruta com capacidade antioxidante devido à presença desses componentes bioativos, comprovando seus benefícios à saúde, na prevenção de doenças e na ação protetora contra o estresse oxidativo.

PALAVRAS-CHAVE: antioxidante; fitoquímicos; compostos fenólicos; blackberry.

Luana Decian Saquet

luana.258@hotmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-4962-2252>

Universidade Franciscana, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Josiane Freitas Chim

josianechim@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-0142-576X>

Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

INTRODUÇÃO

A amora-preta pertence à família Rosaceae e é classificada no gênero *Rubus* que possui aproximadamente 740 espécies. Suas cultivares se desenvolvem em regiões de clima temperado e subtropical. No Brasil sua introdução ocorreu em 1972 adaptando-se bem no estado do Rio Grande do Sul, levando a EMBRAPA Clima Temperado (Empresa de Pesquisas Agropecuária Brasileira, centro de Clima Temperado), localizada no município de Pelotas – RS, a desenvolverem um Programa de Melhoramento Genético dessa fruta, com o objetivo de melhorar sua qualidade e produtividade com ênfase na adaptação climática para regiões de inverno, diminuir pragas e doenças, realçar os atributos, sabor, cor, brilho, firmeza e tamanho do fruto (RASEIRA; FRANZON, 2012).

Há pouca informação atualizada sobre a área plantada e produção desta fruta. Estima-se que no ano de 2014 a produção da amora-preta tenha chegado a 500 hectares, sendo o Rio Grande do Sul seu principal produtor com aproximadamente 2.209,5 toneladas da fruta em 239,2 hectares. Também apresentaram potencial de produção os estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais (ANTUNES *et al.*, 2014). Na cidade de Vacaria no Rio Grande do Sul, no ano de 2017 a amora obteve sua produção em uma área de 96 hectares, com uma produtividade média de 8,5 toneladas por ano (SANTOS *et al.*, 2018). Segundo a Emater/RS-Ascar (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) em conjunto com a Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, no ano de 2020 o plantio comercial da amora-preta no estado foi de 253 hectares, através do Levantamento da Fruticultura Comercial do Rio Grande do Sul (RODRIGUES, 2020).

Os frutos da amoreira não amadurecem ao mesmo tempo, assim, deve-se fazer a colheita de forma escalonada conforme o cultivar, no período de dois a três meses (SOUZA; VIEIRA; VIEITES, 2018). Segundo Lugaresi (2017), os cultivares mais produzidos no Brasil são BRS Tupy, Cherokee, BRS Xavante e Guarani. Os frutos de cada cultivar podem diferenciar nas características de sabor, cor, firmeza, tamanho, rendimento, conteúdo nutricional e resistência a pragas (ZIA-UL-HAQ *et al.*, 2014).

O cultivo da amoreira-preta se destaca por apresentar baixo custo de implantação e ser uma boa opção de renda para os pequenos e médios produtores, pois a planta começa a produzir frutos já no segundo ano (ANTUNES *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2020). De acordo com Santos *et al.* (2020), o produtor pode expandir a oferta da amora no comércio se realizar a poda convencional (mês de agosto) ou precoce (julho) junto com a tardia (setembro).

Outro fator relevante é a diversidade para sua comercialização, que pode ser *in natura*, insumo na elaboração de iogurtes, sucos, doces, geleias e na forma de polpa (ANTUNES *et al.*, 2014). Porém, ainda existem problemas relacionados com a pós colheita desses frutos prejudicando sua conservação e proporcionando uma menor vida de prateleira, como o manuseio incorreto, exposição a temperaturas elevadas e danos mecânicos (DUTRA, 2019).

A amora-preta pertence ao grupo das pequenas frutas vermelhas, as quais demonstraram propriedades benéficas a saúde, através dos compostos antioxidantes presentes (GUEDES, 2013). Seu consumo está associado ao baixo risco de doenças crônicas não transmissíveis, pela presença de compostos fenólicos e seu valor nutricional, sendo fonte de fibras e carboidratos (AZEVEDO, 2011; HIRSCH, 2011). Esses compostos possuem efeito antioxidante que atua no organismo impedindo a evolução dos processos degenerativos através da inibição do estresse oxidativo, bloqueando a formação de radicais livres (AZEVEDO, 2011; JACQUES, 2011). Os

compostos bioativos são constituintes extranutricionais presente em alguns alimentos de origem vegetal, que apresentam atividade biológica (COZZOLINO, 2009).

Os compostos fenólicos doam um átomo de hidrogênio a um radical livre convertendo-o em uma molécula inofensiva (SKROVANKOVA *et al.*, 2015). Os carotenoides e as antocianinas são pigmentos naturais que atuam como inibidores de doenças degenerativas, esse pigmento antociânico possui efeito sequestradores de radicais livre e quelantes de metais (FERREIRA; ROSSO; MERCADANTE, 2010). A vitamina C atua no sistema imunitário na prevenção de lesões teciduais com auxílio da diminuição do processo inflamatório, além dos efeitos antioxidantes e na síntese de colágeno (RIBEIRO, 2019).

Os radicais livres podem contribuir para a o surgimento de alguns problemas de saúde, como o enfraquecimento do sistema imunológico, desta forma, uma alimentação equilibrada, rica em frutas e vegetais que possuem agentes antioxidantes colaboram para a diminuição do estresse oxidativo no organismo, tornando os radicais livres inofensivos.

Além da função antioxidante, a amora também apresenta atividades como anti-inflamatórias, antimicrobianas e anticâncer (ZIA-UL-HAQ *et al.*, 2014).

Tendo em vista, o potencial desta fruta para a saúde humana, o presente trabalho teve como objetivo organizar uma revisão de literatura sobre os compostos bioativos presentes na amora-preta (*Rubus spp.*).

METODOLOGIA

O presente estudo refere-se a uma revisão de literatura, de caráter descritivo e de natureza qualitativa que teve a coleta de dados realizada entre o mês de junho e dezembro de 2020.

Efetou-se uma busca nas bases de dados dos Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Google acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed (Public/Publisher MEDLINE) e SciELO (Scientific Electronic Library Online), tendo como descritores: amora-preta (*blackberry*), fitoquímicos da amora-preta (*phytochemicals of blackberry*), potencial antioxidante (*antioxidant potential*) e compostos bioativos (*bioactive compounds*).

A revisão foi limitada por um corte temporal entre o período específico de 2006 a 2020. Para os critérios de inclusão foram selecionados artigos originais em português e inglês relacionados com o assunto abordado. Desta forma, os estudos coletados através da base de dados, foram selecionados através do título e em seguida foram lidas e copiladas suas informações, de tal modo, que foi totalizado uma catalogação de 50 estudos, sendo eles distribuídos nas categorias de livros, que totalizamos seis; foram dez teses; um site e os artigos totalizaram 33 unidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ATIVIDADE BIOLÓGICA

O estresse oxidativo está relacionado a doenças inflamatórias como artrite reumatoide, doenças degenerativas como aterosclerose, doenças neurológicas como Alzheimer, câncer e doenças pulmonares. Há evidências de que o consumo de antioxidantes provenientes da dieta juntamente com hábitos de vida saudáveis está associado a longevidade e a prevenção de doenças crônicas não

transmissíveis, promovendo um envelhecimento saudável (RAMIREZ, 2008; MENDES; PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2020).

No organismo o sistema antioxidante envolve as vias exógenas (compostos oriundos da alimentação, com destaque para os flavonoides, carotenoides, vitaminas E e C) e as vias endógenas formado por enzimas, catalase, peroxirredoxinas, glutathione peroxidase, entre outras (MENDES; PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2020).

A atividade antioxidante em plantas e frutos acontece pela ação de variedades dos compostos que podem ser sintetizadas ou degradadas durante o armazenamento, dependendo da sua fisiologia e da resposta ao estresse dos fatores externos – abióticos - (seca, temperatura) e ao estresse biótico (fungos, insetos) (ROTILI *et al.*, 2013). De acordo com Soethe *et al.* (2016), temperaturas mais altas (10 e 15°C) proporcionaram um efeito positivo sobre a atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos, porém seu armazenamento nessas temperaturas compromete a qualidade das amoras. Um dos propósitos do teor antioxidante nos alimentos é minimizar alterações e as perdas do valor nutricional e comercial da fruta *in natura* ou do produto elaborado a partir desta fruta, conseqüentemente proporcionando um produto de mais qualidade para o mercado (RIGOLON, 2017). As substâncias fenólicas e as antocianinas são as possíveis responsáveis pelo potencial antioxidante já que apresentam uma estrutura química que oferecem essa propriedade bioativa, além de estarem presentes em uma extensa variedade de alimentos (MOURA *et al.*, 2020; MENDES; PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2020).

A partir dos estudos encontrados nas bases de dados sobre os compostos bioativos da amora-preta, os resultados de modo geral, destacaram-se para a grande capacidade antioxidante desta fruta. Já se sabe que os compostos fenólicos podem ser responsáveis pela atividade antioxidante devido sua capacidade de inativar os radicais livre. Que pode ser mostrado no estudo de Moser *et al.* (2018), onde foi avaliado a atividade antioxidante *in vitro* da amora-preta da cultivar Tupy, encontrou-se valor de $EC_{50} 29,52 \pm 3,86$ g de amostra g^{-1} DPPH, do qual esse resultado corresponde a concentração que o radical induz uma resposta entre a taxa inicial e a máxima após um tempo de exposição (EC_{50}), concentração capaz de sequestrar 50% dos radicais livres. O mesmo método foi testado por Ferreira, Rosso, Mercadante (2010), que apresentou $33,8 \pm 1,8$ mg amostra/mg DPPH para atividade antirradical livre com extrato para os compostos fenólicos totais (metanol 80%), da cultivar Tupy. Nos resultados de Camargo (2019) a amora-preta apresentou atividade antioxidante alta, na análise pela captura do radical DPPH, o valor IC_{50} (concentração de inibição de 50% do radical) foi de 153,68 mg/mL da cultivar Tupy no ciclo de produção de 2016. O IC_{50} para a captura do radical óxido nítrico a cultivar da amora Xingu obteve melhor efeito em ambos os ciclos 2016 e 2017, 14,54mg/mL e 15,01 mg/mL, respectivamente.

No estudo de Chim, Rodrigues e Zambiasi (2020), mostrou que as cultivares Tupy e Guarani obtiveram melhores capacidade antioxidante nos testes de DPPH, reproduzindo 87,73% de inibição de radicais livres ($15,21 \mu mol.g^{-1}$ equivalente a Trolox) para a cultivar Tupy e 86,92% de inibição de radicais livres para a amora-preta Guarani ($14,88 \mu mol.g^{-1}$ equivalente a Trolox). Para a determinação da capacidade antioxidante deste estudo foi usado o método da curva padrão de trolox.

A amoreira vem sendo estudada pela descoberta de suas propriedades medicinais, como a atividades antioxidantes, anti-inflamatória, antiviral e antibacteriana. Mas não apenas seu fruto apresenta essas atividades biológicas como também suas folhas, o que mostra o estudo de Costa *et al.* (2020), na avaliação fitoquímica da folha da amora-preta foi encontrado flavonoides, taninos e alcaloides, este último por sua vez, está relacionado a redução dos níveis de glicemia.

COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são do grupo de metabólitos secundários, responsáveis pelas características do sabor e cor dos alimentos vegetais e bebidas. Os principais compostos encontrados pertencem à classe dos flavonoides, taninos, ácidos fenólicos e estilbenos. Os flavonoides são um grupo dos mais abundantes e é formado por subclasses, sendo as flavonas, flavonóis, flavanonas, isoflavonas, flavanóis e antocianinas (PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2014). Os flavonoides se concentram, na sua maior parte nas cascas das frutas e nas folhas das plantas sendo a luz seu estímulo para ocorrer a biossíntese (RIGOLON, 2017). Nos vegetais, as flavonas possuem ação protetora contra a radiação UV e interagem com os insetos e microrganismos. Os flavanóis apresentam concentrações significativas em frutas vermelhas, como a amora, uva roxa e mirtilo e também em sementes de cacau. Já as isoflavonas possuem atividade fitoestrogênica, encontrada nas leguminosas (PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2014).

Os compostos fenólicos estão associados a adaptação e resistência da planta ao meio ambiente, desta forma, podem interferir no potencial nutricional e na qualidade sensorial das frutas, na relação do gosto, como adstringência e amargor em alguns produtos (ROCHA *et al.*, 2011; PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2014). Segundo Arnoso, Costa e Schmidt (2019) o duodeno e jejuno são os principais locais de absorção dos compostos fenólicos, contudo, o processo de mastigação, ação salivar e o pH estomacal colaboram para a bioacessibilidade, auxiliando na liberação dos compostos da matriz alimentar.

Os estudos que avaliaram a quantidade do teor de compostos fenólicos na amora-preta (*Rubus spp*) estão reportados na Tabela 1.

Para Antunes *et al.* (2006), a cultivar Comanche apresentou teores de compostos fenólicos totais em amoras-pretas conservadas em temperatura ambiente ($500,26 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) e a 2°C ($457,33 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$). Assim como no trabalho de Moura *et al.* (2020), que apresentou maiores valores de compostos fenólicos para o suco *in natura* da amora cultivar (cv) Tupy comparado com o suco da fruta congelada a -18°C , $839,9 \pm 4,3 \text{ } \mu\text{g EAG/mL}$ e $706,2 \pm 2,8 \text{ } \mu\text{g EAG/mL}$, respectivamente. Essa diferença pode ocorrer devido a altas temperaturas que desativam as enzimas oxidativas, o que impede perdas desses compostos. Entretanto, valores superiores foram reportados na polpa da mesma fruta congelada da cultivar Tupy, sob temperaturas de -10°C , -18°C e -80°C durante 6 meses, na primeira temperatura obteve um teor de $1938,70 \text{ mg ácido gálico } 100\text{g}^{-1}$, na segunda temperatura o teor manteve em $1930,35 \text{ mg ácido gálico } 100\text{g}^{-1}$ e na terceira temperatura foi obtido um valor de $1938,54 \text{ mg ácido gálico } 100\text{g}^{-1}$, não tendo diferença significativa com relação à temperatura e sim ao tempo de armazenamento, que no final da estocagem resultou em $1490,05 \text{ mg ácido gálico } 100\text{g}^{-1}$, $1505,02 \text{ mg ácido gálico } 100\text{g}^{-1}$, $1780,02 \text{ mg ácido gálico } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente com as temperaturas acima (JACQUES *et al.*, 2010).

Tabela 1. Estudos encontrados que avaliaram o teor de compostos fenólicos em amora-preta (*Rubus spp.*).

Autor	Cultivar	Amora-preta	Temperatura	Tempo de armazenamento	Compostos fenólicos
Antunes <i>et al.</i> (2006)	Comanche	Fruta	ambiente	0	500,26 mg 100g ⁻¹
Antunes <i>et al.</i> (2006)	Comanche	Fruta	2°C	0	457,33 mg 100g ⁻¹
Moura <i>et al.</i> (2020)	Tupy	Suco <i>in natura</i>	ambiente	0	0,8399 mg EAG/mL (839,9 ± 4,3 µg EAG/mL)
Moura <i>et al.</i> (2020)	Tupy	Suco	-18°C	0	0,7062 mg EAG/mL (706,2 ± 2,8 µg EAG/mL)
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-10°C	0	1938,70 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-18°C	0	1930,35 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-80°C	0	1938,54 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-10°C	6 meses	1490,05 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-18°C	6 meses	1505,02 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-80°C	6 meses	1780,02 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Camargo (2019)	Tupy	Fruta (ciclo 2016)	ambiente	0	1305,04 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Camargo (2019)	Tupy	Fruta (ciclo 2017)	ambiente	0	1256,71 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Camargo (2019)	Xingu	Fruta (ciclo 2016)	ambiente	0	1674,27 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Camargo (2019)	Xingu	Fruta (ciclo 2017)	ambiente	0	1855,00 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Kwiatkowski <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Fruta orgânica	ambiente	0	419,40 mg/100g
Kwiatkowski <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa orgânica	ambiente	0	759,20 mg/100g
Jacques <i>et al.</i> (2009)	Tupy	Fruta	ambiente	0	645,5 mg ácido gálico.100 g ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2009)	Xavante	Fruta	ambiente	0	731,4 mg ácido gálico.100 g ⁻¹
Lameiro <i>et al.</i> (2019)	Tupy	Polpa <i>in natura</i>	ambiente	0	220,54 mg ácido gálico 100g ⁻¹
Lameiro <i>et al.</i> (2019)	Tupy	Polpa liofilizada	ambiente	0	187,64 mg de ácido gálico 100g ⁻¹
Ferreira, Rosso, Mercadante (2010)	Tupy	Fruta	ambiente	0	241,7 mg GAE/100g
Machado, Pereira, Marcon (2013)	-	Fruta	ambiente	0	92,85 ± 2,22 mg/100g

Valores similares com os encontrados por Camargo (2019), que analisou duas cultivares, a concentração das amoras Tupy variou entre 1305,04 mg ácido gálico (100g⁻¹ de peso fresco) e 1256,71 mg ácido gálico 100g⁻¹ para os ciclos produtivos de 2016 e 2017, respectivamente. E a concentração da cultivar Xingu apresentou valores maiores nos dois ciclos produtivos, 1674,27 mg ácido gálico 100g⁻¹ (2016) e 1855,00 mg ácido gálico 100g⁻¹ (2017).

Na avaliação química de Kwiatkowski *et al.* (2010), foi encontrado valores para os compostos fenólicos de 419,40 mg/100g na fruta e 759,20 mg/100g na polpa da amora orgânica da cultivar Tupy. Resultado parecido encontrado por Jacques *et al.* (2009) que obteve 645,5 mg de ácido gálico.100 g⁻¹ em amora-preta da cultivar Tupy e 731,4 mg em ácido gálico.100 g⁻¹ de amora-preta da cultivar Xavante. Já no estudo de Lameiro *et al.* (2019), foi encontrado valores para os compostos fenólicos de 220,54 mg de ácido gálico 100g⁻¹ na polpa da amora *in natura* da cultivar Tupy e 187,64 mg de ácido gálico 100g⁻¹ na polpa da amora liofilizada, corroborando com a concentração achada por Ferreira, Rosso e Mercadante (2010) de 241,7 mg ácido gálico (GAE)/100g na amora cultivar Tupy.

O conteúdo médio de fenólicos extraído da amora-preta por Machado, Pereira e Marcon (2013) foi de 92,85 ± 2,22 mg/100g, porém sua cultivar não foi divulgada. Também foi testado o efeito dos compostos fenólicos a altas temperaturas em determinados tempos, verificou-se que nas temperaturas de 75°C e 100°C as concentrações fenólicas aumentaram mesmo com o aumento do tempo de exposição, essas temperaturas auxiliaram na maior extração dos pigmentos e na inativação das enzimas que deterioram os compostos fenólicos. A enzima polifenol oxidase está relacionada com a degradação desse composto, pois pode desenvolver pigmentos escuros indesejáveis, porém, em exposição a temperaturas mais altas que 55°C a enzima perde sua atividade (TELES *et al.*, 2018).

As diferenças nos valores encontrados de compostos fenólicos podem ser justificadas pelos diferentes métodos utilizados nos estudos, o clima de cada região, o solo e as diferentes cultivares. Os compostos fenólicos também são afetados pelo grau de maturação e a genética dos frutos (CAMARGO, 2019). A amora-preta apresenta elevado valor deste composto pois é um dos responsáveis pela sua pigmentação que aumenta conforme a maturação do fruto, além de ser uma substância amplamente encontrada nas frutas e plantas.

ANTOCIANINAS

Uma característica da amora-preta é a presença de antocianinas, esse pigmento também faz parte do conteúdo total dos compostos fenólicos que proporcionam coloração entre laranja, vermelho e azul (JACQUES *et al.*, 2009; JACQUES; ZAMBIAZI, 2011).

As antocianinas são instáveis e susceptíveis à degradação, sendo a temperatura, pH, teor de ácido ascórbico, enzimas e a presença de oxigênio fatores que mais influenciam na sua degradação. A quantidade presente na amora vai depender do grau de maturação do fruto, o tipo de cultivar e o local de plantio (RIGOLON, 2017; JACQUES; ZAMBIAZI, 2011; HIRSCH, 2011; CALDAS *et al.*, 2020; CHIM; RODRIGUES; ZAMBIAZI, 2020). É um pigmento que sofre influência da radiação solar, seu teor aumenta conforme o aumento da intensidade solar. Assim, esse composto está relacionado com a época de colheita e seus fatores climáticos (CRUZ *et al.*, 2017). Esse pigmento também é usado pela indústria de alimentos e farmacêutica como corante natural (RIGOLON, 2017).

O efeito antioxidante das antocianinas demonstrou ser benéfico à saúde, melhorando a capacidade visual e a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. O consumo de alimentos fontes desse composto auxilia na proteção contra o estresse oxidativo reduzindo os danos ao DNA, sendo esse potencial antioxidante que pode proteger moléculas como o ácido

desoxirribonucleico (DNA), evitando possíveis processos carcinogênicos (SANTOS *et al.*, 2014), além de reduzir os níveis de triglicerídeos e da placa aterosclerótica, melhora a vasodilatação do endotélio, conferindo o consumo das antocianinas com ações hipolipidêmica, anti-inflamatória, antioxidante e vasodilatadora, nos casos de aterosclerose a função endotelial fica prejudicada pelo aumento do colesterol total ou LDL, os resultados mostraram que com a suplementação de antocianinas na dieta alimentar melhorou a vasodilatação, demonstrado no estudo de Caldas *et al.* (2020) que consideraram estudos experimentais com humanos, coelhos, ratos e camundongos analisando a atividade antiaterogênica das antocianinas.

As antocianinas apresentam maiores concentrações em frutas como figo (783,2 mg.100g⁻¹ cianidina), cacau (503,1 mg.100g⁻¹ cianidina) e cereja (211,4 mg.100g⁻¹ cianidina) e concentrações inferiores nas frutas como amora (201,2 mg.100g⁻¹ delphinidina), mirtilo (97,3 mg.100g⁻¹ delphinidina), morango (68,1 mg.100g⁻¹ pelargonidina) e uva roxa (66,0 mg.100g⁻¹ delphinidina) (PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2014).

Os estudos que avaliaram a quantidade do teor de antocianinas na amora-preta (*Rubus spp*) estão reportados na Tabela 2.

Mota *et al.* (2006) avaliaram as características físicas e químicas de sete cultivares da polpa de amora-preta e suas geleias, os valores de antocianinas totais da polpa da cultivar Caingangue foi de 125,62 mg/100g e da geleia foi de 115,28 mg/100g, a cultivar Guarani apresentou valor de 194,59 mg/100g na polpa e de 170,66 mg/100g na geleia, a cultivar Comanche obteve 121 mg/100g na polpa e 110,06 mg/100g na geleia, a cultivar Cherokee obteve 110,21 mg/100g na polpa e 107,39 mg/100g na geleia, a cultivar Seleção 97 apresentou 116,46 mg/100g na polpa e 98,58 mg/100g na geleia, a cultivar Tupy teve valores de 116,76 mg/100g na polpa e 100,43 mg/100g na geleia e pôr fim a cultivar Brazos obteve 133,33 mg/100g na polpa e 133,76 mg/100g na geleia. As geleias apresentaram valores de antocianinas totais inferiores a polpa, sua degradação pode ter ocorrido devido a presença do ácido ascórbico, do oxigênio ou do aquecimento.

Neste outro estudo foi encontrado valores para os teores de antocianinas totais de 103 mg/100g no fruto orgânico de amora-preta cultivar Tupy e 143,60 mg/100g na polpa do fruto (KWIATKOWSKI *et al.*, 2010). Corroborando com a média obtida de 90,5 mg/100g do mesmo composto bioativo em frutos de amora cultivar Tupy (FERREIRA; ROSSO; MERCADANTE, 2010). Para Lameiro *et al.* (2019), os resultados para antocianinas foram de 141,02 mg cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹ na polpa da amora *in natura* e de 122,98 mg cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹ na polpa da amora liofilizada da cultivar Tupy. A amora-preta se mostrou mais eficiente para esse composto bioativo comparado com mirtilo (154,14 mg de cianidina-3-glicosídeo.100⁻¹ no ciclo 2016 e 150,95 mg de cianidina-3-glicosídeo.100⁻¹ no ciclo 2017) e o morango (60,08 mg de cianidina-3-glicosídeo.100⁻¹ ciclo 2016 e 77,25 mg de cianidina-3-glicosídeo.100⁻¹ no ciclo 2017), a cultivar Tupy obteve 202,21 mg de cianidina-3-glicosídeo.100⁻¹ no ciclo produtivo da fruta em 2016 e 140,25 mg de cianidina-3-glicosídeo.100⁻¹ no ciclo de 2017, já a cultivar Xingu apresentou concentração mais baixa no ciclo 2016 de 124,84 mg de cianidina-3-glicosídeo.100⁻¹ e 140,93 mg de cianidina-3-glicosídeo.100⁻¹ no ciclo 2017 (CAMARGO, 2019).

Tabela 2. Estudos encontrados que avaliaram o teor de antocianinas em amora-preta (*Rubus spp.*).

Autor	Cultivar	Amora-preta	Temperatura	Tempo de armazenamento	Antocianinas
Mota <i>et al.</i> (2006)	Caingangue	Polpa	ambiente	0	125,62 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Caingangue	Geleia	ambiente	0	115,28 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Guarani	Polpa	ambiente	0	194,59 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Guarani	Geleia	ambiente	0	170,66 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Comanche	Polpa	ambiente	0	121 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Comanche	Geleia	ambiente	0	110,06 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Cherokee	Polpa	ambiente	0	110,21 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Cherokee	Geleia	ambiente	0	107,39 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Seleção 97	Polpa	ambiente	0	116,46 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Seleção 97	Geleia	ambiente	0	98,58 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Tupy	Polpa	ambiente	0	116,76 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Tupy	Geleia	ambiente	0	100,43 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Brazos	Polpa	ambiente	0	133,33 mg/100g
Mota <i>et al.</i> (2006)	Brazos	Geleia	ambiente	0	133,76 mg/100g
Kwiatkowski <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Fruto orgânico	ambiente	0	103 mg/100g
Kwiatkowski <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa orgânica	ambiente	0	143,60 mg/100g
Ferreira, Rosso, Mercadante (2010)	Tupy	Fruta	ambiente	0	90,5 mg/100g
Lameiro <i>et al.</i> (2019)	Tupy	Polpa <i>in natura</i>	ambiente	0	141,02 mg cianidina-3-glicosídeo.100g ⁻¹
Lameiro <i>et al.</i> (2019)	Tupy	Polpa liofilizada	ambiente	0	122,98 mg cianidina-3-glicosídeo.100g ⁻¹
Camargo (2019)	Tupy	Fruta (ciclo 2016)	ambiente	0	202,21 mg cianidina-3-glicosídeo.100 ⁻¹
Camargo (2019)	Tupy	Fruta (ciclo 2017)	ambiente	0	140,25 mg cianidina-3-glicosídeo.100 ⁻¹
Camargo (2019)	Xingu	Fruta (ciclo 2016)	ambiente	0	124,84 mg cianidina-3-glicosídeo.100 ⁻¹
Camargo (2019)	Xingu	Fruta (ciclo 2017)	ambiente	0	140,93 mg de cianidina-3-glicosídeo.100 ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2009)	Tupy	Fruta	ambiente	0	47,7 mg de cianidina-3-glicosídeo.100g ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2009)	Xavante	Fruta	ambiente	0	45,2 mg de cianidina-3-glicosídeo.100g ⁻¹
Moser <i>et al.</i> (2018)	Tupy	Fruta	ambiente	0	40,03 ± 0,44 mg.100g ⁻¹ MF
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-10°C	2 meses	93,57 mg cianidina-3-glicosídeo.100g ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-18°C	2 meses	97,61 mg cianidina-3-glicosídeo.100g ⁻¹
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-80°C	2 meses	102,16 mg cianidina-3-glicosídeo.100g ⁻¹

da cultivar Tupy e 45,2 mg de cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹ em amora-preta da cultivar Xavante. E valores similares com os encontrados por Moser *et al.* (2018) de 40,03 ± 0,44 mg.100g⁻¹ MF em amoras cv Tupy no estágio de maturação comercial. Já na polpa da amora cv Tupy congelada a temperatura de -10°C apresentou um teor de antocianinas de 93,57 mg cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹, na temperatura de -18°C teve um valor de 97,61 mg cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹ e na temperatura de -80°C obteve 102,16 mg cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹ no tempo de 2 meses de armazenamento (JACQUES *et al.*, 2010).

Uma justificativa para as variações no teor de antocianinas das amoras pode ser devido as diferentes cultivares e espécies da fruta, além do estágio de maturação e da condição climática da região produtora (FERREIRA; ROSSO; MERCADANTE, 2010).

No estudo de Santos, Paraíso e Madrona (2020), foi descoberto que o uso da maltodextrina em microesferas de bagaço da amora, protege a degradação da antocianina em altas temperaturas (70°C), além de aumentar o tempo de meia-vida dos compostos da amora-preta. Também foi constatado que o bagaço desta fruta pode ser usado como alimento funcional pela presença dos compostos bioativos.

A elevada concentração de antocianina presente nas células da amora-preta é o que determina sua cor intensa, esse composto apresentou-se em todos os estudos de forma significativa, tanto na fruta, como na polpa, geleia e em baixas temperaturas. Além de ser uma substância encontrada em outras frutas.

CAROTENOIDES

A coloração amarelada característica dos carotenoides não é muito significativa na amora-preta com relação a outras frutas (JACQUES *et al.*, 2010). Esse composto está em menor quantidade, porém, os carotenoides e as vitaminas C e E presente nessa fruta também demonstram atividade antioxidante (JACQUES; ZAMBIAZI, 2011).

Os carotenoides são pigmentos naturais solúveis em gordura e acredita-se que auxiliam no aumento da imunidade, pois a presença do componente β-caroteno possui ação de transformação em vitamina A, essa conversão ocorre naturalmente no fígado, atuando como antioxidante no organismo humano (ZIA-UL-HAQ *et al.*, 2014; BEMFEITO *et al.*, 2020). Suas principais substâncias são o licopeno (presente no tomate, goiaba e melancia), β-caroteno (cenoura, salsa e abóbora), α-caroteno (moranga e cenoura), β-criptoxantina (caqui, pequi e mamão), α-criptoxantina, zeaxantina (pequi, abóbora e milho-verde), luteína (chicória, alface e rúcula) e violaxantina, sendo predominantes em alimentos de origem vegetal. Vale ressaltar que a biodisponibilidade dos carotenoides está relacionada as diferenças entre cultivares, armazenamento e processamento dos alimentos, além da forma de preparo e consumo (BEMFEITO *et al.*, 2020).

Os estudos que avaliaram a quantidade do teor de carotenoides na amora-preta (*Rubus spp*) estão reportados na Tabela 3.

Os valores encontrados para carotenoides totais foram superiores em pitanga vermelha (153 ± 11,68 μg de β-caroteno g⁻¹) comparado com os resultados da amora cultivar Tupy que foi de 9,1 ± 0,71 μg de β-caroteno g⁻¹ e da amora cv Xavante de 6 ± 2,15 μg de β-caroteno g⁻¹ (JACQUES *et al.*, 2009). Entretanto, valores superiores (86,5 μg/100g) foram reportados em amora-preta cultivar Tupy no trabalho de Ferreira, Rosso e Mercadante (2010). Já no estudo de Jacques *et al.* (2010) o conteúdo inicial desse composto na polpa da amora foi de 0,877 ± 0,66 mg de β-caroteno g⁻¹, e na polpa congelada a uma temperatura

de -10°C foi de $0,419 \pm 0,06$ mg de β -caroteno g^{-1} , na polpa congelada a uma temperatura de -18°C foi encontrado $0,538 \pm 0,16$ mg de β -caroteno g^{-1} e na temperatura de -80°C o teor de carotenoides foi de $0,592 \pm 0,15$ mg de β -caroteno g^{-1} , em um tempo de estocagem de 2 meses.

Tabela 3. Estudos encontrados que avaliaram o teor de carotenoides em amora-preta (*Rubus spp.*).

Autor	Cultivar	Amora-preta	Temperatura	Tempo de armazenamento	Carotenoides
Jacques <i>et al.</i> (2009)	Tupy	Fruta	ambiente	0	0,0091 mg de β -caroteno. g^{-1} ($9,1 \pm 0,71$ μg de β -caroteno. g^{-1})
Jacques <i>et al.</i> (2009)	Xavante	Fruta	ambiente	0	0,006 mg de β -caroteno. g^{-1} ($6 \pm 2,15$ μg de β -caroteno. g^{-1})
Ferreira, Rosso, Mercadante (2010)	Tupy	Fruta	ambiente	0	0,0865 mg/100g (86,5 μg /100g)
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	ambiente	0	$0,877 \pm 0,66$ mg de β -caroteno. g^{-1}
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-10°C	2 meses	$0,419 \pm 0,06$ mg de β -caroteno g^{-1}
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-18°C	2 meses	$0,538 \pm 0,16$ mg de β -caroteno g^{-1}
Jacques <i>et al.</i> (2010)	Tupy	Polpa	-80°C	2 meses	$0,592 \pm 0,15$ mg de β -caroteno g^{-1}

A exposição do alimento sob a luz, oxigênio e a enzima lipoxigenase presente nos vegetais pode levar a alterações ou destruição parcial dos carotenoides, além da perda da atividade da provitamina A e diminuição da cor. A luz e o calor são fatores que influenciam na oxidação dos carotenoides. Por outro lado, o processamento térmico torna o alimento mais concentrado, possibilitando aumento no teor de carotenoides (BEMFEITO *et al.*, 2020).

VITAMINA C

A vitamina C também é conhecida como ácido ascórbico, sua estrutura química pertence ao grupo das vitaminas hidrossolúveis, sendo o ácido L-ascórbico a forma ativa da vitamina C que apresenta atividade biológica, porém se oxida com facilidade quando exposta ao calor (ANTUNES *et al.*, 2017; CAVALARI; SANCHES, 2018; RIBEIRO, 2019). Participa de funções bioquímicas no organismo humano, como cofator de reações que requerem cobre e ferro reduzidos, atuando como antioxidante extracelular e intracelular, protegendo as células do estresse oxidativo. Também é necessária para a síntese de colágeno, previne a formação de catarata, aparência de envelhecimento e doenças cardiovasculares, além de ser usada na indústria de alimentos como um aditivo antioxidante (ANTUNES *et al.*, 2017; RIBEIRO, 2019).

Sua absorção ocorre no intestino delgado, porém, é uma vitamina que não se armazena no organismo, sendo eliminada através das fezes, urina e pelo suor. Desta forma, a principal maneira de obter vitamina C é através da alimentação, recomenda-se seu consumo diariamente (CAVALARI; SANCHES, 2018).

A amora-preta não apresenta valores expressivos de vitamina C comparado com as frutas cítricas e hortaliças folhosas, como na acerola (941,4 mg/100g), mamão formosa (78,5 mg/100g), laranja pera (53,7 mg/100g) e a couve manteiga (96,7 mg/100g) (TACO, 2011). Outras fontes alimentares são o caju (219mg em 100g da fruta), goiaba (218mg em 100g da fruta), pimentão (140mg), kiwi (74mg) (CAVALARI; SANCHES, 2018). Em Portugal, a amora apresentou de 14 a 17 mg de vitamina C em uma porção de 125ml (RIBEIRO, 2019).

No estudo de Guedes *et al.* (2013), analisaram o teor de vitamina C em dez cultivares de amora-preta, sendo a cultivar Ebanó que melhor apresentou concentrações desse composto, 55,78 mg ácido ascórbico 100g⁻¹, seguida da Xavante com 52,37 mg ácido ascórbico 100g⁻¹ e a Tupy foi a que obteve menor concentração, com 35,78 mg ácido ascórbico 100g⁻¹.

Pilecco, Chim e Zambiasi (2006) quantificaram vitamina C pelo método de titulometria e ácido L-ascórbico pela cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) de três cultivares de amora-preta, sendo a Tupy que apresentou melhores resultados nos dois métodos, 15,17 mg/100g de vitamina C e 2,4 mg/100g de ácido L-ascórbico, seguido a cultivar Guarani que apresentou 10,73 mg/100g de vitamina C e 0,73 mg/100g de ácido L-ascórbico, respectivamente. A determinação do composto ácido L-ascórbico se torna o método mais eficiente, pois representa a atividade biológica mais ativa da vitamina C.

Jacques *et al.* (2010) avaliaram o conteúdo de ácido L-ascórbico na polpa de amora-preta Tupy armazenadas em diferentes temperaturas de congelamento, a polpa sob uma temperatura de -10°C estocada durante dois meses apresentou 0,9 mg por 100g⁻¹ de ácido L-ascórbico, passou para 0,1 mg por 100g⁻¹ de ácido L-ascórbico em quatro meses de armazenamento e no final de seis meses sua degradação foi total.

A indústria de cosméticos incorpora em seus produtos a vitamina C que também possui atividade antioxidante, da qual participa na formação de colágeno e melhora a cicatrização dos tecidos, combatendo os radicais livres da parte aquosa dos tecidos, evitando o envelhecimento precoce (CAVALARI; SANCHES, 2018).

CONCLUSÃO

A amora-preta (*Rubus spp*), é uma fruta com alta capacidade antioxidante devido a presença de componentes bioativos. Em parte, comprovando seus benefícios à saúde humana, destacando-se a importância dos compostos fenólicos, das antocianinas, dos carotenoides e da vitamina C na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e na ação protetora contra o estresse oxidativo. Embora a quantidade de vitamina C encontrada na amora-preta seja inferior aos outros compostos, ela também exerce atividade antioxidante no organismo e síntese de colágeno. Deste modo, a amora-preta pode ser consumida de várias formas, *in natura*, na forma de geleia, no iogurte, sorvete e em doces, além de ser uma fonte extra de renda para os agricultores que cultivam essa espécie de fruta.

O valor mais elevado encontrado para os compostos fenólicos totais foi de 1938,70 mg ácido gálico 100g⁻¹ na polpa congelada a uma temperatura de -10°C e

a concentração na fruta foi de 1855,00 mg ácido gálico 100g^{-1} em temperatura ambiente, o teor de antocianinas totais foi de 202,21 mg de cianidina-3-glicosídeo. 100^{-1} na fruta e o teor de carotenoides totais foi de $0,877 \pm 0,66$ mg de β -caroteno. g^{-1} na polpa. Já o valor inferior encontrado dos compostos fenólicos totais foi de 0,7062 mg EAG/mL no suco congelado a -18°C , o teor de antocianinas totais foi de $40,03 \pm 0,44$ mg. 100g^{-1} MF em amoras e o valor de carotenoides totais foram de 0,006 mg de β -caroteno. g^{-1} na fruta e de $0,419 \pm 0,06$ mg de β -caroteno g^{-1} na polpa congelada a -10°C .

Diante do exposto, pode-se sugerir que compostos extraídos da amora-preta (*Rubus spp*) podem ser usados pelas indústrias e agroindústrias na elaboração de alimentos funcionais, com a finalidade de aumentar o valor biológico do produto, adicionando sua polpa, a fruta *in natura* ou na forma de pó para a elaboração de novos produtos alimentícios.

Bioactive compounds of blackberry (*Rubus spp*): a review

ABSTRACT

The consumption of the blackberry is associated with the low risk of developing non-transmissible chronic diseases, with the presence of phenolic compounds and its nutritional value. The phenolic compounds belong to the secondary metabolite group, which are responsible for the taste and color characteristics of vegetable foods. This way, the present work aims at making a literature review about the bioactive compounds present in the blackberry (*Rubus spp*). Based on the studies found in the Journals of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personal (CAPES) database, Google Scholar, Virtual Healthy Library, PubMed (Public/Publisher MEDLINE) and SciELO (Scientific Electronic Library Online). The results highlighted the great antioxidant capacities of this fruit. There are evidences that the consumption of diet preventient antioxidants is associated with longevity and a healthy aging. The amount of anthocyanins present in the blackberry depends on the degree of the fruit maturation, the type of cultivar and the planting location. The carotenoids are natural pigments soluble in fat and they assist in boosting immunity. The vitamin C acts in preventing the formation of cataract. We conclude that it is a fruit with antioxidant capacities due to the presence of these bioactive components, proving it's benefits to health, the prevention of diseases and it's protecting action against oxidative stress.

KEYWORDS: antioxidant; phytochemicals; phenolic compounds; blackberry.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, B. F.; PEREIRA, J. R.; BOHMER, B. W.; JANSEN, C.; OTERO, D. M.; ZAMBIAZI, R. C. Determinação de vitamina C e atividade antioxidante de frutas nativas do Brasil. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa – Congrega**, v. 14, n. 1, 2017.
- ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R. Alterações de compostos fenólicos e pectina em pós-colheita de frutos de amora-preta. **R. Bras. Agrocência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 57-61, jan-mar, 2006.
- ANTUNES, L. E. C.; PEREIRA, I. S.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Produção de amoreira-preta no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v.36, n.1, p.100-111, março. 2014.
- ARNOSO, B. J. M.; COSTA, G. F.; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutr. Bras.**, v.18, n. 1, p. 39-48, 2019.
- AZEVEDO, Miriane Lucas. **Perfil fitoquímico, atividades antioxidante e antimicrobiana de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy em diferentes estádios de maturação cultivada em clima temperado**. 2011. 75f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BEMFEITO, C. M.; RIBEIRO, A. P. L.; PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. Carotenoides em alimentos: fatores interferentes na biossíntese e estabilidade frente ao processamento. In: CORDEIRO, C. A. M. **Tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos**. Edição 1, v. 1: Editora científica digital, 2020. 541 p. 445-465.
- CALDAS, P. R. B.; MOTA, B. B.; MAGALHÃES, B.; ROCKENBACH, R.; LOS SANTOS, M. P.; BRAGANÇA, G. C. M.; BORTOLINI, V. M. S. Atividades antiaterogênica das antocianinas. In: VERRUCK, S. **Avanços em ciência e tecnologia de alimentos**. Edição 1, v. 1: Editora científica digital, 2020. 466 p. 42-54.
- CAMARGO, Taiane Mota. **Morango (*Fragaria x ananassa*), amora-preta (*Rubus spp.*) e mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade): caracterização química, atividade antioxidante e ação sobre as enzimas digestivas alfa-glicosidase e alfa-amilase em dois ciclos produtivos das frutíferas**. 2019. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.
- CAVALARI, T. G. F.; SANCHES, R. A. Os efeitos da vitamina C. **Revista Saúde em Foco**, v. 102, n. 01, p. 749-765, 2018.
- CHIM, J. F.; RODRIGUES, R. S.; ZAMBIAZI, R. C. Caracterização físico química, fitoquímica e atividade antioxidante de cultivares de amora preta da região sul do Rio Grande do Sul. In: **7º Simpósio de Segurança Alimentar**. Online: Anais, 2020.
- COSTA, J. S.; SILVA, F. S. O.; NICOLLI, A. A.; SILVA, A. A. Dos saberes tradicionais aos saberes escolares: como pensar as aulas de química a partir das propriedades

medicinais das folhas da amora preta, atribuídas pelo saber popular consagrado. **Revista de Estudios y Experiencias em Educación**, v. 19, n. 41, p. 345-357, 2020.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Ed. Manole Ltda, 2009. 1172 p.

CRUZ, M. C. M.; MOREIRA, R. A.; FAGUNDES, M. C. P.; SANTOS, A. S.; OLIVEIRA, J.; SOUZA, J. R. S. Qualidade de amora-preta produzida em diferentes épocas em condições de clima temperado úmido. **Agrária**, Recife, v. 12, n. 2, p. 142-147, 2017.

DUTRA, Bruna da Rosa. **Conservação pós colheita de amora-preta da cultivar Xingu**. 2019. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2019.

FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus spp.*). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 32, n. 3, p. 664-674, set. 2010.

GUEDES, M. N. S. **Caracterização física, físico-química, química e armazenamento de amoras cultivadas em clima tropical de altitude**. 2013. 125f. Tese (Doutorado em Agroquímica), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

GUEDES, M. N. S.; ABREU, C. M. P.; MARO, L. A. C.; PIO, R.; ABREU, J. R.; OLIVEIRA, J. O. Chemical characterization and mineral levels in the fruits of blackberry cultivars grown in a tropical climate at na elevation. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 191-196, Apr.-june, 2013.

HIRSCH, Gabriela E. **Valor nutricional e capacidade antioxidante de diferentes genótipos de amora-preta (*Rubus sp.*)**. 2011. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2011.

JACQUES, Andressa C. **Amora-preta (*Rubus fruticosus*): Compostos bioativos e voláteis**. 2011. 87f. Tese (doutorado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

JACQUES, A. C.; PERTUZATTI, P. B.; BARCIA, M. T.; ZAMBIAZI, R. C. Nota científica: compostos bioativos em pequenas frutas cultivadas na região do Estado do Rio Grande do Sul. **Braz. J. Food Technol.**, v.12, n.2, p.123-127, abr./jun. 2009.

JACQUES, A. C.; PERTUZATTI, P. B.; BARCIA, M. T.; ZAMBIAZI, R. C.; CHIM, J. F. Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy. **Quim. Nova**, v. 33, n. 8, p. 1720-1725, 2010.

JACQUES, A. C.; ZAMBIAZI, R. C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus spp.*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.245-260, jan./mar. 2011.

KWIATKOWSKI, A.; FRANÇA, G.; OLIVEIRA, D. M.; ROSA, C. I. L. F.; CLEMENTE, E. Avaliações químicas da polpa e resíduo da polpa de amora-preta orgânica, cv. Tupy. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Campos Mourão (PR), v. 1, n. 1, p.43-45, jan./jun., 2010.

LAMEIRO, M. G. S.; MACHADO, M. I. R.; MACHADO, A. R.; ZAMBIAZI, R. C. Características físico-químicas da amora-preta (*Rubus fruticosus*) e mirtilo (*Vaccinium ashei* reade) em seus produtos liofilizados. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 12, n. 1, p. 173-182, jan/abr. 2019.

LUGARESI, Adriana. **Avaliação de diferentes cultivares de amora-preta e comportamento da cultivar BRS Tupy sob diferentes números de hastes no oeste Catarinense**. 2017. 37f. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso de graduação de Bacharel em Agronomia), Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2017.

MACHADO, W. M.; PEREIRA, A. D.; MARCON, M. V. Efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças. **Publicatio UEPG Exact and Earth Sciences, Agrarian Sciences and Engineering**, Ponta Grossa, v. 19, n. 1, p. 17-30, jan/jun. 2013.

MENDES, A. P. A.; PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. Estresse oxidativo e sistemas antioxidantes: conceitos fundamentais sob os aspectos da nutrição e da ciência dos alimentos. In: CORDEIRO, C. A. M. **Tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos**. Edição 1, v. 2: Editora científica digital, 2020. 614 p. 296-312.

MOSER, C. S.; UBERTI, A.; BORSOI, F. T.; LUGARESI, A.; BAGATINI, M. D.; GIACOBBO, C. L. Caracterização de compostos bioativos e atividade antioxidante de amora-preta produzidas no oeste de Santa Catarina. In: **10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - SIEPE**, Santana do Livramento, Brasil: Anais, v. 10, n. 2, 2018.

MOTA, R. V. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 539-543, jul/set. 2006.

MOURA, J. G. L.; PETROSKI, P. S.; LIMA, D. L.; MOSSMANN, V.; WEIMER, P.; CASTILHOS, J.; ZIEGLER, V.; ROSSI, R. C. Avaliação da influência do tempo de congelamento no potencial antioxidante e teor de cianidina-3-glicosídeo em frutos de amora-preta. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 15096-15113, mar. 2020.

OLIVEIRA, J. R.; SILVA, J. V. G.; AMOURIM, M. A. A.; SANTOS, M. N.; BATISTA, A. G. Produção de pequenas frutas no Brasil: um mercado em potencial. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 17, n. 33, p. 362-379, 2020.

PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. **Compostos fenólicos na saúde humana: do alimento ao organismo**. Lavras: Ed. UFLA, 2014. 90p.

PILECCO, J. L.; CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C. Vitamina C em amora-preta: comparação entre método titulométrico e cromatográfico. In: **XV Congresso de Iniciação Científica – VIII Encontro de Pós-Graduação**. Pelotas, Brasil: Anais, 2006.

RAMIREZ, Maria Rosana. **Análise química e avaliação das atividades biológicas e comportamentais de extratos de frutas ricas em compostos fenólicos (Mirtilo e**

Amora-preta). 2008. 243f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RASEIRA, M. C. B.; FRANZON, R. C. Melhoramento genético e cultivares de amora-preta e mirtilo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.11-20, maio/jun. 2012.

RIBEIRO, A. S. **Influência da vitamina C no sistema imunitário humano**. 40f. Dissertação (Mestrado) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2019.

RIGOLON, T. C. B. **Predição do conteúdo de antocianinas, fenólicos totais e capacidade antioxidante dos frutos de amora (*Rubus sp.*), mirtilo (*Vaccinium sp.*) e casca de jaboticaba (*Plinia jaboticaba*) usando parâmetros colorimétricos**. 71f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, dezembro. 2011.

RODRIGUES, A. B. Emater/RS-Ascar atualiza dados da fruticultura no RS. **Emater/RS-Ascar**, 2020. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/multimedia/noticias/detalhe-noticia.php?id=31650#.YBsQ4uhKjIU> . Acesso em: 21 de dez. de 2020.

ROTILI, M. C. C.; COUTRO, S.; CELANT, V. M.; VORPAGEL, J. A.; BARP, F. K.; SALIBE, A. B.; BRAGA, G. C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 227-240, jan./fev. 2013.

SANTOS, A. C. A.; MARQUES, M. M. P.; SOARES, A. K. O.; FARIAS, L. M.; FERREIRA, A. K. A.; CARVALHO, M. L. Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: revisão sistemática. **R. Interd.**, v. 7, n. 3, p. 149-156, jul./set. 2014.

SANTOS, D. M. M.; SILVA, M. C.; SANT'ANNA, V.; SIMÕES, F. Estudo da agroindustrialização de pequenas frutas no município de Vacaria (RS). **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega**, v. 15, n. 15, p. 1165-1179, 2018.

SANTOS, P. M.; MACIEL, L. R.; BERGMANN, C.; HERTER, F. G.; TRENTIN, R.; SCHÖFFEL, E. R. Época de poda, produção e qualidade dos frutos de amora-preta 'Tupy' cultivada em regiões subtropical. **Revista Thema**, v. 17, n. 2, p. 336-345, 2020.

SANTOS, S. S.; PARAÍSO, C. M.; MADRONA, G. S. Blackberry pomace microspheres: An approach on anthocyanin degradation. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 44, p. 1-9, set. 2020.

SKROVANKOVA, S.; SUMCZYNSKI, D.; MLCEK, J.; JURIKOVA, T.; SOCHOR, J. Bioactive compounds and antioxidante activity in diferente types of berries.

International Journal of Molecular Sciences, v. 16, n. 10, p. 24673-24706, out. 2015.

SOETHE, C.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; MARTIN, M. S.; BORTOLINI, A. J. Qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante de amoras-pretas 'Tupy' e 'Guarani' armazenadas a diferentes temperaturas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 51, n. 8, p. 950-957, ago. 2016.

SOUZA, A. V.; VIEIRA, M. R. S.; VIEITES, R. L. Evolução da coloração de frutos e geleias de amora-preta ao longo do período de armazenamento. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, v. 19, n. 2, dez. 2018.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO / NEPA. UNICAMP. 4ª edição. rev. e ampl. Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011.

TELES, A. S. C.; CHÁVEZ, D. W. H.; GOMES, F. S.; CABRAL, L. M. C.; TONON, R. V. Effect of temperature on the degradation of bioactive compounds of Pinot Noir grape pomace during drying. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2017059, 2018.

ZIA-UL-HAQ, M.; RIAZ, M.; DE FEO, V.; JAAFAZ, H. Z. E.; MOGA, M. *Rubus Fruticosus L.*: Constituents, Biological Activities and Health Related Uses. **Molecules** 2014, 19, 10998-11029.

Recebido: 12 mai. 2021.

Aprovado: 25 nov. 2021.

DOI: 10.3895/rebrapa.v11n4.14240

Como citar:

SAQUET, L. D.; CHIM, J. F. Compostos bioativos da amora-preta (*Rubus spp*): uma revisão. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 11 n. 4, p. 35-53, out./dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Luana Decian Saquet

Universidade Franciscana, Rua dos Andradas, 1614, Santa Maria, Rio Grande do Sul, CEP 97010-030, Rio Grande do Sul, Brasil.

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

