

Avaliação da capacidade antioxidante de chá de erva-mate adicionado de casca seca de ameixa vermelha (*Prunus salicina*)

RESUMO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) tem despertado grande interesse pelos pesquisadores por apresentar substâncias bioativas que possuem atividade antioxidante. A utilização da casca de ameixa vermelha faz-se uma alternativa significativa para a melhoria da qualidade nutricional da erva-mate tradicional e, por conseguinte, do chá obtido. Este trabalho teve como objetivo caracterizar as propriedades físico-químicas e antioxidantes da casca de Ameixa Vermelha *in natura* e desidratada, além de avaliar o potencial antioxidante do chá de erva-mate adicionado deste produto em diferentes proporções. Para as cascas desidratada e *in natura* de ameixa vermelha foram avaliados os teores de antocianinas, atividade antioxidante, carotenoides, cinzas, compostos fenólicos, fibra bruta e umidade. Já para caracterização dos chás, foram determinados os mesmos parâmetros com exceção de cinzas e umidade. A casca desidratada de ameixa vermelha apresentou valores de atividade antioxidante, compostos fenólicos e fibra bruta superiores à casca *in natura*. Porém o processo de desidratação reduziu a concentração de antocianinas e carotenoides em 68,4% e 11,7% respectivamente. A adição de casca de ameixa vermelha desidratada ao chá de erva-mate promoveu o aumento nos teores de antocianinas, atividade antioxidante, compostos fenólicos, carotenoides e fibra bruta, independente da concentração de casca utilizada. Conclui-se, dessa forma, que a casca de ameixas se faz um excelente alimento que reúne qualidade físico-química e potencial antioxidante, capazes de complementar as propriedades nutricionais e antioxidantes do chá de erva-mate.

PALAVRAS-CHAVE: *Ilex paraguariensis*, antocianinas, compostos fenólicos.

Renata Dinnies Santos Salem

renatadinnies@gmail.com

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Estadual de Ponta Grossa,
Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Rubiana Flávia Félex de Oliveira

rubianaffo@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá, Maringá,
Paraná, Brasil

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é espécie nativa da região subtropical da América do Sul, cultivada principalmente no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, e de grande importância econômica devido ao seu consumo principalmente na forma de chás (BITENCOURT et al., 2009; HECK; DE MEJIA, 2007). Nesses países, o consumo da erva-mate pode ser comparado ao consumo de chá (*Camelia sinensis*) na Ásia e Europa, e ao consumo de café na Europa e na América do Norte (UPADHYAY; MOHAN RAO, 2013). A erva-mate nativa ocorre em apenas quatro Estados brasileiros, sendo o maior produtor o Estado do Paraná, com 73,0% da quantidade obtida no país, que, em 2013, foi de 344.594 toneladas, 36,4% maior que a obtida no ano anterior, em razão do aumento da procura e do bom preço alcançado. Os Estados de Santa Catarina (20,9%), Rio Grande do Sul (5,9%) e Mato Grosso do Sul completam a lista dos produtores. São Mateus do Sul, Cruz Machado, Bituruna, Inácio Martins e Paula Freitas, no Paraná, seguidos por Canoinhas, em Santa Catarina, são os principais municípios produtores (PRODUÇÃO ..., 2013).

A erva-mate ainda é uma matéria-prima pouco explorada em comparação com outros produtos vegetais, como o café. No entanto, esta matéria-prima tem despertado o interesse por apresentar uma grande diversidade de constituintes, incluindo minerais e vitaminas hidrossolúveis, além de vários fitoquímicos, particularmente os polifenóis (ácidos fenólicos e flavonoides), alcaloides (metilxantinas, incluindo cafeína, teobromina e teofilina) e terpenos (carotenoides e saponinas) (HECK; DE MEJIA, 2007; UPADHYAY; MOHAN RAO, 2013). Vários estudos têm demonstrado que o consumo de extratos de erva-mate pode oferecer proteção contra os danos causados pelos radicais livres, e essa atividade antioxidante é atribuída principalmente aos polifenóis (BASTOS et al., 2007; COLPO et al., 2016). Os principais compostos fenólicos encontrados na erva-mate são o ácido cafeico, a rutina e os derivados do ácido clorogênico. Esses polifenóis apresentam efeitos sobre a absorção intestinal da glicose, resultando em um menor índice glicêmico do que o esperado na dieta (BERTÉ et al., 2011; CLIFFORD, 2004). Segundo Dutra, Hoffmann-Ribani e Ribani (2010), o consumo desta erva tem sido relacionado a diversos benefícios à saúde humana, tais como a contribuição na prevenção do câncer, capacidade de inibição da auto-oxidação do LDL (lipoproteína de baixa densidade), eficácia no tratamento contra obesidade e ação cardioprotetora. À erva-mate ainda são atribuídas propriedades medicinais, como tônico, diurético, antioxidante, hipocolesterolêmico, anti-envelhecimento, anti-trombótico e anti-inflamatório (DAHMER et al., 2012).

Colpo et al. (2016) avaliaram o efeito de sucessivas extrações na composição e capacidade antioxidante de bebidas à base de erva-mate, como o chimarrão, e concluíram que todos os extratos avaliados no estudo apresentaram um alto conteúdo de compostos fenólicos e altos níveis dos ácidos clorogênico e cafeico, cafeína e teobromina. Este estudo fornece evidências de que a atividade antioxidante da erva-mate é mantida durante o consumo, mesmo após sucessivas extrações (análogo ao consumo da erva-mate na forma de chimarrão, onde se faz a adição de água várias vezes).

A cultura da ameixeira tem despertado grande interesse e encontra-se em expansão no Brasil (MALGARIM et al., 2005). Diversas variedades desta frutífera são cultivadas na região sul do Brasil, constituindo-se em atividade consolidada e de importância socioeconômica (PODESTÁ, 2009). As ameixas são frutas ricas em

compostos bioativos, como vitaminas (A, C e E), antocianinas, flavonoides e compostos fenólicos, caracterizadas por possuir elevada atividade antioxidante, superior à laranja, maçã e morango. Os extratos de ameixa exibem forte atividade antirradical *in vitro*, atribuída à presença de compostos fenólicos, principalmente os ácidos clorogênico e neoclorogênico, e podem proteger as células contra os danos causados pelas espécies reativas de oxigênio (CHUN et al., 2003; RUPASINGHE; JAYASANKAR; LAY, 2006). As ameixas ainda podem ser consideradas fontes de carboidratos (como por exemplo, glicose e frutose), assim como fibras, taninos, enzimas e minerais, particularmente potássio, fósforo, cálcio e magnésio (ERTEKINA et al., 2006). Segundo Arion et al. (2014), as propriedades funcionais da ameixa podem variar significativamente em função da região de cultivo, das práticas agrícolas e da época de colheita. Estes autores observaram diferenças estatísticas na atividade antioxidante de ameixas colhidas em diferentes épocas do ano, sendo que as frutas colhidas no outono mostraram maior atividade antioxidante que as frutas colhidas no verão, além de apresentarem uma maior concentração de antocianinas e compostos fenólicos totais, correlacionada diretamente com a atividade antioxidante medida pelo método de inibição do radical DPPH.

De acordo com Puerta-Gomez e Cisneros-Zevallos (2011), o conteúdo de antocianinas em ameixas aumenta consideravelmente com a maturação, podendo atingir valores até 76% superiores quando comparado com o fruto no estágio inicial de maturação e este resultado indica que essas frutas continuam a síntese de antocianinas mesmo durante o processo de senescência avançada. Por outro lado, o conteúdo de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante não sofrem modificações significativas durante o processo de maturação e senescência. Ainda segundo Puerta-Gomez e Cisneros-Zevallos (2011), a capacidade antioxidante correlaciona-se com o conteúdo de compostos fenólicos, mas não com o teor de antocianinas, pois as antocianinas representam apenas uma pequena fração do conteúdo fenólico total da fruta de ameixa (20%).

O aproveitamento de subprodutos da indústria de alimentos, como as cascas de frutas, é uma alternativa perfeitamente viável para melhorar a qualidade nutricional de muitos alimentos. A utilização da casca de ameixa vermelha como um ingrediente no chá de erva-mate pode aumentar a funcionalidade desta bebida, e por isso este trabalho teve como objetivos caracterizar as propriedades físico-químicas e antioxidantes da casca de ameixa vermelha *in natura* e desidratada, e avaliar o potencial antioxidante do chá de erva-mate adicionado da casca desidratada deste fruto.

MATERIAIS E MÉTODOS

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA CASCA DE AMEIXA VERMELHA

As ameixas vermelhas (*Prunus salicina*) utilizadas neste trabalho foram adquiridas no comércio local da região de Maringá-PR e, em seguida, transportadas para a Universidade Estadual de Maringá – PR, onde foram sanitizadas com solução clorada 200 mg/kg por 15 minutos, enxaguadas e descascadas. As cascas obtidas foram caracterizadas na condição *in natura* e após secagem a 60 °C por 24h (umidade inferior a 10%). A casca *in natura* foi mantida

sob refrigeração a 4 °C para promover a conservação de sua composição e a casca desidratada foi mantida em dessecador para que não houvesse absorção de umidade do ambiente. Foram determinados os teores de umidade por secagem em estufa a 105 °C, cinzas por incineração em mufla a 550 °C, e fibra bruta por digestão ácida e alcalina (IAL, 2008). As cascas *in natura* e desidratada foram avaliadas quanto à concentração de antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos e atividade antioxidante.

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CHÁ DE ERVA-MATE

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) utilizada foi obtida no comércio local de Maringá- PR. O chá de erva-mate foi preparado utilizando a proporção de 1 L de água mineral natural a 90 °C para 16 g de erva-mate, por infusão durante 5 minutos, seguido de filtração (NISHIYAMA et al., 2010). O mesmo procedimento foi realizado para o preparo dos chás adicionados de casca desidratada de ameixa vermelha, nas proporções de 5 e 10 g/100 g. Após a filtração, as amostras de chá foram resfriadas à 4 °C, e avaliadas com relação à concentração de antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos, fibra bruta e atividade antioxidante. Como controle, foi avaliado o chá sem adição de casca de ameixa.

ANTOCIANINAS TOTAIS

A extração e quantificação de antocianinas foi realizada segundo a metodologia modificada de Lee e Francis (1972). Cinquenta gramas de amostra foram pesados e homogeneizados com 50 mL de solução-solvente (etanol 70% acidificado com HCl 0,10% até pH 2,00) durante 2 minutos. O volume foi completado para 200 mL com a solução-solvente, e a mistura permaneceu durante 12 horas sob refrigeração a 4 °C ao abrigo de luz. Após filtração a vácuo, foram coletados 125 mL do filtrado, e o volume ajustado para 250 mL com a solução-solvente. Retirou-se uma alíquota de 2,0 mL desta solução e completou-se o volume para 100 mL utilizando a solução-solvente. Após 2 horas ao abrigo da luz, foi realizada a leitura de absorbância em espectrofotômetro UV-VIS Shimadzu 1240 a 535 nm, utilizando a solução-solvente como branco. A concentração das antocianinas totais foi realizada de acordo com as equações 1 e 2.

$$FD = \frac{VEO}{VA.VS} \quad (01)$$

$$AT \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{A.FD}{E_{1cm}^{1\%}} \quad (02)$$

Onde:

FD: fator de diluição

VEO: volume de extrato bruto original (250 mL)

VA: volume de solvente utilizado para diluição do extrato (2 mL)

VS: volume de solvente utilizado para diluição do extrato (100 mL)

AT: antocianinas totais (mg) por 100 g de amostra

A: absorbância do extrato diluído ($\lambda = 535 \text{ nm}$)

$E_{1\text{cm}}^{1\%}$: 98,2 (coeficiente de absorvidade molar para uma mistura de antocianinas purificadas)

COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

Os compostos fenólicos foram quantificados espectroscopicamente pelo método descrito por Bucic-Kojic et al. (2007). 0,2 mL de solução alcoólica (1%) da casca de ameixa *in natura*/desidratada foram misturados com 1,8 mL de água destilada e 10 mL do reagente Folin-Ciocalteu diluído dez vezes. Após 8 minutos, foram adicionados 8 mL de solução de carbonato de sódio 7,5%. Os tubos foram agitados por 10 segundos em Vortex e incubados em banho de água a 45 °C por 15 minutos. A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada através de leitura de absorbância em espectrofotômetro UV-VIS Shimadzu 1240, a 765 nm, utilizando curva padrão de ácido gálico em etanol 95%. Como branco, utilizou-se 0,2 mL de etanol 95% em substituição à solução da amostra. Os resultados foram expressos em mg GAE/100 g.

CAROTENOIDES

Para quantificação dos carotenoides, utilizou-se o método adaptado com base nas equações de Lichtenthaler (1987). Foram pesados 0,5 g de amostra, em frasco eppendorf e adicionados 7 mL de acetona 80%. A mistura foi filtrada e foram realizadas leituras de absorbância (espectrofotômetro UV-VIS Shimadzu 1240) em 663 nm para clorofila "a", 646 nm para clorofila "b" e 470 nm para os carotenoides. O cálculo da concentração de carotenoides foi realizado utilizando as equações 3, 4 e 5, e os resultados expressos em mg/100 g.

$$Ca = 11,24. (A_{663}) - 2,04. (A_{646}) \quad (03)$$

$$Cb = 20,13. (A_{646}) - 4,19. (A_{663}) \quad (04)$$

$$Cc = \frac{[1000.(A_{470}) - 1,90.Ca - 63,14.Cb]}{214} \quad (05)$$

Onde:

Ca: concentração de clorofila "a"

Cb: concentração de clorofila "b"

Cc: concentração de carotenoides

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A avaliação de atividade antioxidante foi baseada na porcentagem de inibição do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), segundo metodologia descrita por Shetty et al. (2005). Três mililitros de DPPH 60 µM em etanol foram adicionados a 1 mL de solução alcoólica (1%) da casca de ameixa *in natura*/desidratada e incubados à temperatura ambiente por 15 minutos. Foi realizada leitura de

absorbância em espectrofotômetro UV-VIS Shimadzu 1240, a 517 nm e a atividade antioxidante foi calculada como a porcentagem de inibição do radical DPPH, de acordo com a equação 6. Como controle, foi utilizado 1 mL de etanol 95% em substituição à amostra.

$$\%inibição = \left(\frac{A_{517}^{controle} - A_{517}^{extrato}}{A_{517}^{controle}} \right) \cdot 100 \quad (06)$$

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as determinações analíticas foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão da média. Foram avaliados os dados experimentais quanto à normalidade, segundo teste de Shapiro-Wilk, e homogeneidade pelo Teste de Levene. Os dados foram considerados normais e homogêneos ($p > 0,05$) e, portanto, foi realizada análise de variância (Anova, $p < 0,05$ foi considerado significativo) seguido do teste de Tukey (considerando $p < 0,05$ como significativo) para comparação de médias, utilizando o software ActionStat®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DA CASCA DE AMEIXA VERMELHA IN NATURA E DESIDRATADA

O processo de desidratação das cascas de ameixa vermelha foi conduzido com a finalidade de obter um produto com maior valor nutritivo e maior estabilidade. A secagem foi conduzida até que a casca de ameixa atingisse a umidade de equilíbrio, que neste trabalho foi de 8,50 g de água/100 g de casca de ameixa vermelha, ou seja, até o momento em que esta estabilizou a perda de água. Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para a caracterização das cascas de ameixa vermelha *in natura* e após secagem em estufa a 60 °C por 24h. A remoção da água levou ao aumento da concentração de compostos fenólicos, minerais totais (cinzas) e fibra bruta.

A casca desidratada de ameixa vermelha apresentou elevada concentração de fibra bruta (4,70 g/100 g) quando comparada com a casca *in natura* (0,93 g/100 g), devido ao processo de desidratação. Houve um aumento no conteúdo de fibra bruta diretamente proporcional à perda de água. Gondim et al. (2005) encontrou valores próximos aos obtidos para casca de ameixa vermelha em trabalho realizado com casca *in natura* de maracujá e abacaxi: 4,33 g/100g e 3,89 g/100g de fibra bruta, respectivamente. Podemos, dessa forma, considerar a casca de ameixa desidratada como uma boa fonte do nutriente considerado.

O teor de minerais totais aumentou significativamente com a desidratação, passando de 0,29 para 0,48 g/100 g. De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), a ameixa vermelha *in natura* apresenta em média 0,6 g cinzas/ 100g, e aproximadamente 25% dos minerais localizam-se na casca do fruto.

Tabela 1. Caracterização da casca de ameixa vermelha *in natura* e após secagem a 60 °C por 24h.

Parâmetros	Casca <i>in natura</i> *	Casca desidratada*
Antocianinas (mg/100g)	14,90 ^a ±0,25	4,70 ^b ±0,12
Atividade antioxidante (% de inibição)	42,00 ^b ±0,98	68,00 ^a ±0,86
Carotenoides (mg/100g)	1229,99 ^a ±2,51	1086,05 ^b ±4,59
Compostos fenólicos (mg/100g)	1006,63 ^b ±2,06	2630,30 ^a ±3,15
Cinzas (g/100g)	0,29 ^b ±0,04	0,48 ^a ±0,06
Fibra bruta (g/100g)	0,93 ^b ±0,03	4,70 ^a ±0,19
Umidade (g/100g)	80,19 ^a ±1,32	8,50 ^b ±0,56

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% (Tukey, p<0,05).

A composição das frutas apresenta diferenças significativas devido às condições de crescimento, tais como solo, condições geográficas e ambientais durante o desenvolvimento dos frutos, grau de maturação na colheita e ainda diferenças genéticas. A casca de ameixa vermelha *in natura* avaliada neste trabalho apresentou concentração de antocianinas totais de 14,90 mg/100 g. Wu et al. (2006) afirmam que a concentração de antocianinas totais em casca de ameixa (*Prunus domestica*) pode variar de 12,0 a 82,2 mg/100 g. A partir da análise dos resultados, observa-se que a concentração de antocianinas totais reduziu significativamente (68,4%) durante o processo de secagem. Isso pode ser justificado pelo fato de que o aquecimento é um fator que acelera a degradação das antocianinas (MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008). Além do aquecimento, a degradação das antocianinas é influenciada pela presença ou ausência de oxigênio, pelo pH e pela conformação estrutural. Geralmente, características estruturais que levam a uma maior estabilidade ao pH, também levam a um aumento na estabilidade térmica. Antocianinas altamente hidroxiladas são menos estáveis do que antocianinas metiladas, glicosiladas ou aciladas, porém o exato mecanismo da degradação térmica das antocianinas não está completamente elucidado (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008; OREN-SHAMIR, 2009). Turturic et al. (2016) avaliaram o efeito cinético do tratamento térmico na estabilidade de antocianinas de ameixa (*Prunus domestica*), no intervalo de temperatura de 25 a 110 °C. Após 5 minutos de aquecimento, houve um rápido aumento na degradação, com significativa redução no conteúdo de antocianinas, de 47% a 70 °C. Na temperatura de 110 °C, após 20 minutos de aquecimento, houve redução de aproximadamente 91% na concentração de antocianinas, e de acordo com os autores, as antocianinas monoméricas foram degradadas mais rapidamente em temperaturas elevadas. O tempo médio necessário para degradação de 50% das antocianinas nas temperaturas de 70, 80, 90, 100 e 110 °C foi calculado respectivamente em 21,31 min, 17,87 min, 14,53 min, 12,13 min e 11,00 min.

Para Pereira, Vidal e Constant (2009), o conhecimento das fontes alimentares e dos mecanismos de ação dos principais antioxidantes dietéticos (vitaminas, compostos fenólicos e carotenoides) permite sua utilização consciente e segura e os torna uma alternativa à manutenção de uma vida saudável. A atividade antioxidante apresentada pela casca desidratada de ameixa vermelha foi significativamente maior (68%) do que a apresentada pela casca *in natura* (42%).

Durante o processo de secagem, ocorre a concentração dos compostos fenólicos, que são os principais responsáveis pela atividade antioxidante da casca de ameixa vermelha. Segundo Madrau et al. (2010), mesmo que haja uma perda ou alteração de algum fitoquímico durante a secagem, a atividade antioxidante e o conteúdo de compostos fenólicos em frutas secas permanecem relativamente pouco afetados durante o processo de secagem. Bernardes et al. (2011) encontraram valor de 51,88% de inibição do radical DPPH em casca de laranja.

O processo de secagem aplicado neste trabalho provocou uma redução de 11,7% no conteúdo de carotenoides. Ambrósio, Campos e Faro (2006) relatam que, em decorrência da presença das insaturações, os carotenoides são sensíveis à luz, temperatura, acidez, bem como reações de oxidação, e segundo Rawson et al. (2011), a redução no conteúdo de carotenoides em frutas desidratadas se deve ao processo de secagem, já que os carotenoides são sensíveis ao calor. De acordo com Damodaran, Parkin e Fennema (2008), as temperaturas elevadas podem gerar produtos de fragmentação que são voláteis, e a desidratação em presença de ar expõe os carotenoides ao oxigênio, o que pode causar degradação extensiva, principalmente em matrizes com grande área superficial. Sanchez, Baranda e Maranon (2014) avaliaram o efeito da aplicação de altas pressões (625 MPa) e temperaturas (70 e 117 °C), durante 5 minutos, na estabilidade de carotenoides em vegetais vermelhos e concluíram que as perdas podem chegar até 34%, principalmente no conteúdo de β -caroteno.

O conteúdo de compostos fenólicos obtido tanto para a casca desidratada quanto para a casca *in natura* de ameixa (tabela 1) é elevado se comparado com outros frutos, como por exemplo, 328,25 mg/100g para a casca de maçã e 472,78 mg/100g para a casca de laranja (BERNARDES et al., 2011). A desidratação da casca promoveu um aumento significativo na concentração de compostos fenólicos devido à remoção de parte da umidade presente. Melgarejo et al. (2012) avaliaram a concentração de compostos fenólicos totais na casca de ameixas de polpa amarela submetidas à diferentes condições de cultivo e obtiveram valores que variaram de 85,2 a 241 mg/100 g. Segundo Usenik et al. (2008), a concentração de compostos fenólicos em ameixas que apresentam polpa vermelha é significativamente maior do que em cultivares de polpa amarela, sendo que os ácidos neoclorogênico e clorogênico podem chegar a 71% da soma dos compostos fenólicos já identificados. Bernardes et al. (2011) encontraram 825,95 mg/100 g de compostos fenólicos totais para a casca de ameixa (*Prunus sp.*), valor inferior ao apresentado neste trabalho. Porém, os valores encontrados por Pereira et al. (2008) variaram de 2600 a 2784mg/100g de fenóis totais em casca de ameixa roxa, apresentando concordância com os valores determinados neste trabalho.

Caracterização do chá de erva-mate

Os resultados obtidos a partir da avaliação dos chás de erva-mate sem adição de casca desidratada de ameixa vermelha (controle) e com adição de 5 e 10 g/100g de casca desidratada estão dispostos na Tabela 2.

De modo geral, deve-se abordar que diversos fatores são capazes de influenciar a capacidade antioxidante de um alimento proveniente de uma fonte natural, como é o caso da erva-mate. Lista-se, então, alguns desses fatores: país e/ou região na qual a planta foi cultivada, técnica de extração e o solvente utilizado e a forma em que a amostra se encontrava no momento da análise – pó, extrato,

entre outros (CANTERLE, 2005). Isso explica a variabilidade dos resultados de pesquisas realizadas por diferentes autores.

Tabela 2. Resultados obtidos para a avaliação de antocianinas, atividade antioxidante, carotenoides, compostos fenólicos e fibra bruta em chá de erva-mate sem adição de casca desidratada de Ameixa Vermelha (controle) e em chás adicionados de 5 e 10 g/100g de casca desidratada.

Parâmetro	Controle*	Chá + 5 g/100g de casca*	Chá + 10 g/100g de casca*
Antocianinas (mg/100g)	0,09 ^a ±0,02	0,10 ^a ±0,01	0,13 ^b ±0,01
Atividade Antioxidante (% de inibição)	22,00 ^a ±0,76	37,00 ^b ±0,89	45,00 ^c ±0,55
Compostos fenólicos (mg/g)	4,08 ^a ±0,03	4,21 ^b ±0,02	4,33 ^c ±0,03
Carotenoides (mg/100g)	97,31 ^a ±1,07	124,99 ^b ±1,92	200,89 ^c ±2,33
Fibra bruta (g/100g)	0,00 ^a ±0,01	0,20 ^b ±0,03	0,38 ^c ±0,03

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% (Tukey, $p < 0,05$).

Analisando-se os resultados obtidos para antocianinas nos respectivos chás - controle, com adição de 5 e 10 g/100g de casca desidratada de ameixa - pode-se afirmar que não houve diferença significativa entre o chá controle e o chá adicionado de 5 g/100 g de casca desidratada de ameixa. Como já mencionado, as antocianinas são sensíveis a temperaturas elevadas, e a temperatura utilizada no preparo dos chás (90 °C) promoveu redução no conteúdo de antocianinas. Ciappellano et al. (2013), ao avaliarem o efeito da temperatura sobre a degradação de antocianinas, concluíram que este é um processo dependente da temperatura, e nas temperaturas avaliadas (25, 42, 60 e 80 °C), a maior perda de antocianinas se deu a 80 °C.

A maior atividade antioxidante (45% de inibição) foi observada no chá de erva mate adicionado de 10 g/100 g de casca desidratada de ameixa vermelha. Vaquero et al. (2010), ao avaliar a capacidade antioxidante de chás argentinos, observaram que o chá de erva-mate apresentou uma elevada inibição do radical DPPH (86,5%) quando comparado com *A. citriodora* (73,0%), *M. piperita* (72,5%), *L. integrifolia* (72,0%) e *P. boldus* (71,8%). Nishiyama et al. (2010) mencionam que o modo de preparo, tempo de infusão, forma de acondicionamento da erva, temperatura e a proporção “peso seco da erva/quantidade de água utilizada” têm grande influência na quantidade de compostos fenólicos e na atividade antioxidante em chá. Esses mesmos autores, ao avaliarem a atividade antioxidante de chá-verde, encontraram valores próximos a 40% de inibição do radical DPPH. O valor de atividade antioxidante observado por Engroff et al. (2009) ao analisar o extrato bruto de chá vermelho na concentração de 400mcg/mL foi de aproximadamente 32% de inibição, sendo este valor inferior aos obtidos neste trabalho para os chás de erva-mate acrescidos de 5 e 10 g/100g de casca desidratada de ameixa vermelha (37% de inibição e 45% de inibição, respectivamente).

O conteúdo de compostos fenólicos apresentado pelo chá de erva-mate adicionado de 10 g/100g de erva-mate (4,33mg/g) é considerado elevado quando comparado com outros chás. Ohland et al. (2012), encontraram valor de 0,983mg/g de compostos fenólicos em chá-verde obtido por extração com água

quente e 0,981mg/g de compostos fenólicos para chá-vermelho obtido por extração alcoólica. Vaquero et al. (2010), ao avaliarem o conteúdo de compostos fenólicos em chá de erva-mate, encontraram valores de 0,925 mg/mL. Esses autores afirmam que há uma relação positiva entre a atividade antioxidante e o conteúdo de compostos fenólicos totais, e sugerem que a maior contribuição para a elevada atividade antioxidante da erva mate se deve principalmente à fração flavonoide. Tais resultados estão de acordo com os resultados observados por Yoo et al. (2008), que encontraram elevada correlação entre a atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e flavonoides em ervas comerciais utilizadas para o preparo de chás.

A concentração de carotenoides no chá aumentou em função do aumento da concentração de casca desidratada de ameixa, variando de 97,31 mg/100 g a 200,89 mg/100 g. A temperatura da água utilizada no preparo do chá (90 °C) e o tempo de infusão (5 minutos) não foram intensos o suficiente para promover perdas significativas no conteúdo de carotenoides. Este é um resultado interessante, pois tanto os carotenoides quanto as antocianinas, compostos fenólicos e atividade antioxidante não são reduzidos de forma significativa em função das condições de tempo e temperatura empregados neste trabalho.

Os valores encontrados para a fibra bruta aumentaram proporcionalmente com o aumento na concentração de casca desidratada de ameixa. As cascas de frutas são ricas em fibras insolúveis e esse tipo de fibra, diferente das fibras solúveis, não formam géis, mas têm, como uma de suas principais funções, o aumento do bolo fecal e a redução do tempo de trânsito intestinal (DOSSIÊ FIBRAS ALIMENTARES, 2008).

Com base nos resultados obtidos, observa-se que, em comparação com o chá sem adição de casca desidratada de ameixa, os chás adicionados de casca desidratada de ameixa vermelha nas proporções de 5 e 10 g/100g, apresentaram aumento significativo em relação ao conteúdo de antocianinas, atividade antioxidante, compostos fenólicos e fibra bruta, sendo comprovada a conservação das propriedades nutricionais contidas na casca da ameixa vermelha após a preparação das bebidas.

CONCLUSÃO

Conclui-se, dessa forma, que a casca de ameixa vermelha se faz um excelente alimento que reúne características físico-químicas e potencial antioxidante, capazes de complementar as propriedades nutricionais e antioxidantes do chá de erva-mate, trazendo benefícios à saúde humana, devido às características funcionais dos compostos antioxidantes presentes tanto na casca de ameixa quanto na bebida produzida.

Antioxidant capacity assessment of yerba mate tea added red plum dry bark (*Prunus salicina*)

ABSTRACT

Yerba-mate (*Ilex paraguariensis*) has aroused great interest by researchers for presenting bioactive substances that exhibit antioxidant activity. The use of plum bark is an important alternative for improving the nutritional quality of traditional yerba-mate and tea obtained from the same. This study aimed to characterize the physicochemical and antioxidants properties from the bark of red plum (*Prunus sp.*) fresh and dry, and to evaluate the antioxidant potential of yerba-mate tea added the dried bark of that fruit in different proportions. For the shells dry and fresh red plum were evaluated: anthocyanins, activity antioxidant carotenoids, ash, phenolic compounds, crude fiber and moisture. As for characterization of the teas were applied the same methodological procedures, except for ash and moisture. The dried bark of red plum presented antioxidant activity values, phenolic compounds and higher crude fiber to peel raw. However, the dehydration process reduced the concentration of anthocyanin and carotenoid in 68.4% and 11.7% respectively. The addition of dried red plum peel to yerba mate tea promoted the increase in anthocyanins, antioxidant activity, phenolic compounds, carotenoids and crude fiber, regardless of the bark concentration used. It follows, therefore, that the plum bark becomes an excellent food that combines physical and chemical quality and antioxidant potential, able to complement the nutritional and antioxidant properties of yerba mate tea.

KEYWORDS: *Ilex paraguariensis*, anthocyanins, phenolic compounds.

REFERÊNCIAS

- AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, v.19, n.2, p.233-243, 2006.
- ARION, C. M.; TABART, J.; KEVERS, C.; NICULAUA, M.; FILIMON, R.; BECEANU, D.; DOMMES, J. Antioxidant potential of different plum cultivars during storage. **Food Chemistry**, v. 146, p. 485-491, 2014.
- BASTOS, D. H. M.; SALDANHA, L. A.; CATHARINO, R. R.; SAWAYA, A. C. H. F.; CUNHA, I. B. S.; CARVALHO, P. O.; EBERLIN, M. N. Phenolic antioxidants identified by ESIMS from Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) and green tea (*Camelia sinensis*) extracts. **Molecules**, v. 12, p. 423–432, 2007.
- BERNARDES, N. R.; TALMA, S. V.; SAMPAIO, S. H.; NUNES, C. R.; ALMEIDA, J. A. R.; OLIVEIRA, D. B. Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ: Perspectivas online. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v.1, n.1, p.53-59, 2011.
- BERTÉ, K. A. S.; IZIDORO, D. R.; DUTRA, F. L. G.; HOFFMANN-RIBANI, R. Desenvolvimento de gelatina funcional de erva-mate. **Ciência Rural**, v. 41, n.2, p.354-360, 2011.
- BITENCOURT, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n.3, p.277-281, 2009.
- BUCIC-KOJIC, A.; PLANINIC, M.; TOMAS, S.; BILIC, M.; VELIC, D. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grapes seeds. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 236-242, 2007.
- CANTERLE, L. P. **Erva-mate e atividade antioxidante**. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2005.
- CHUN, O.K.; KIM, D.O.; MOON, H.Y.; KANG, H.G.; LEE, C.Y. Contribution of individual polyphenolics to total antioxidant capacity of plums. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 7240-7245, 2003.
- CIAPPELLANO, S.; FRACASSETTI, D.; BO, C. D.; SIMONETTI, P.; GARDANA, C.; KLIMIS-ZACAS, D. Effect of time and storage temperature on anthocyanin decay and antioxidant activity in wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) powder. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 2999-3005, 2013.
- CLIFFORD, M. N. Diet-derived phenols in plasma and tissues and their implications for health. **Planta Médica**, v.70, p.1103-1114, 2004.
- COLPO, A. C.; ROSA, H.; LIMA, M. E.; PAZZINI, C. E. F.; CAMARGO, V. B.; BASSANTE, F. E. M.; PUNTEL, R.; ÁVILA, D. S.; MENDEZ, A.; FOLMER, V. Yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.)-based beverages: how successive extraction influences the

extract composition and its capacity to chelate iron and scavenge free radicals. **Food Chemistry**, v. 209, p. 185-195, 2016.

DAHMER, T.; BERGER, M.; BARLETTE, A. G.; RECK JR., J.; SEGALIN, J.; VERZA, S.; ORTEGA, G. G.; GNOATTO, S. C. B.; GUIMARÃES, J. A.; VERLI, H.; GOSMANN, G. Antithrombotic effect of chikusetsu saponin IVa isolated from *Ilex paraguariensis* (mate). **Journal of Medical Food**, v. 15, p. 1073-1080, 2012.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. USA: CRC Press, 2008. 1144 p.

DOSSIÊ FIBRAS ALIMENTARES. **Food Ingredientes Brasil**, n. 3, p. 42-65, 2008.

DUTRA, F. L. G.; HOFFMANN-RIBANI, R.; RIBANI, M. Determinação de compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência isocrática durante estacionamento da erva-mate. **Química Nova**, v.33, n. 1, p.119-123, 2010.

ENGROFF, F. P.; SCHÄFER, R. L.; ARAÚJO, B. V.; FARIAS, F. M. Avaliação da Atividade Antioxidante do Chá Vermelho (*Camellia sinensis*). In: **X Salão de Iniciação Científica**. PUC-RS: Anais, p. 562-564, 2009.

ERTEKINA, C.; GOZLEKIB, S.; KABASA, O.; SONMEZC, S.; AKINCI, I. Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. **Journal of Food Engineering**, v. 75, n, 4, p. 508-514, 2006.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição Centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.825-827, 2005.

HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, p. 138-151, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Primeira Edição Eletrônica. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

LEE, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **Hort Science**, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**. v.148, p. 350-382, 1987.

MADRAU, M. A.; SANGUINETTI, A.; DEL CARO, A.; FADDA, C.; PIGA, A. Contribution of melanoidins to the antioxidant activity of prunes. **Journal of Food Quality**, v. 33, p. 155-170, 2010.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; TREPTOW, R. O.; SOUZA, E. L.; COUTINHO, E. F. Modificação da atmosfera na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubenel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p.373-378, 2005.

MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, v.31, n.5, p.1218-1223, 2008.

MELGAREJO, P.; CALÍN-SÁNCHEZ, A.; HERNÁNDEZ, F.; SZUMNY, A.; MARTÍNEZ, J. J.; LEGUA, P.; MARTÍNEZ, R.; CARBONELL-BARRACHINA, A. A. Chemical, functional and quality properties of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) as affected by mulching. **Scientia Horticulturae**, v. 134, p. 114-120, 2012.

NISHIYAMA, M. F.; COSTA, M. A. F.; COSTA, A. M.; SOUZA, C. G. M.; BÔER, C. G.; BRACHT, C. K.; PERALTA, R. M. Chá Verde Brasileiro (*Camellia sinensis* var *assamica*): efeitos do tempo de infusão, acondicionamento da erva e forma de preparo sobre a eficiência de extração dos bioativos e sobre a estabilidade da bebida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.191-196, 2010.

OHLAND, A. L.; CASARIN, F.; MENDES, C. E.; SILVA, J. B.; COSTELLI, M. C. Comparação entre o teor de compostos fenólicos de extratos de chá branco, vermelho e verde. In: **XXIII Congresso Brasileiro de Ciências de Tecnologia de Alimentos**. Campinas: Anais, 2012.

OREN-SHAMIR, M. Does anthocyanin degradation play a significant role in determining pigment concentration in plants? **Plant Science**, v. 177, n. 4, p. 310-316, 2009.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. **Journal of the Brazilian Society of Food and Nutrition**, v. 34, n. 3, p.231-247, 2009.

PEREIRA, F. B.; MANICA-BERTO, R.; COMIOTTO, A.; AZEVEDO, M. L.; RUFATO, A. D. R.; SILVA, J. A. Fenóis totais de ameixa roxa em função de diferentes estádios de cor de casca. In: **XII Congresso de Iniciação Científica e X Encontro de Pós-graduação**. Pelotas: Anais, 2008.

PODESTÁ, R. Caracterização Físico-Química de Resíduos de Pomares de Ameixa (*Prunus Salicina*). In: **2nd International Workshop Advances In Cleaner Production**. São Paulo: Anais, 2009.

PRODUÇÃO E EXTRAÇÃO VEGETAL E SILVICULTURA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 28, p.1-69, 2013.

PUERTA-GOMEZ, A. F.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Postharvest studies beyond fresh market eating quality: phytochemical antioxidant changes in peach and plum fruit during ripening and advanced senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. 60, p. 220-224, 2011.

RAWSON, A.; PATRAS, A.; TIWARI, B. K.; NOCI, F.; KOUTCHMA, T.; BRUNTON, N. Effect of thermal and non-thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: review of recent advances. **Food Research International**, v. 44, p. 1875-1887, 2011.

RUPASINGHE, H. P. V.; JAYASANKAR, S.; LAY, W. Variation in total phenolics and antioxidant capacity among European plum genotypes. **Scientia Horticulturae**, v. 108, p. 243-246, 2006.

SANCHEZ, C.; BARANDA, A. B.; MARANON, I. M. The effect of High Pressure and High Temperature processing on carotenoids and chlorophylls content in some vegetables. **Food Chemistry**, v. 163, p. 37-45, 2014.

SHETTY, K.; CHUN, S.; VATTEM, D. A.; LIN, Y. Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. **Process Biochemistry**, v. 40, p.809-816, 2005.

TACO – TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. 4 ed. Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011. 161 p.

TURTURIC, M.; ST'ANCIUC, N.; BAHRIM, G.; RAPEANU, G. Effect of thermal treatment on phenolic compounds from plum (*Prunus domestica*) extracts: a kinetic study. **Journal of Food Engineering**, v. 171, p. 200-207, 2016.

UPADHYAY, R.; MOHAN RAO, J. An outlook on chlorogenic acids – occurrence, chemistry, technology, and biological activities. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 9, p. 968-984, 2013.

USENIK, V.; KASTELEC, D.; VEBERIC, R.; STAMPAR, F. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). **Food Chemistry**, v. 111, p. 830-836, 2008.

VAQUERO, M. J. R.; SERRAVALLE, L. R. T.; NADRA, M. C. M.; SAAD, A. M. S. Antioxidant capacity and antibacterial activity of phenolic compounds from argentinean herbs infusions. **Food Control**, v. 21, p. 779-785, 2010.

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Concentrations of anthocyanins in common fruits in the United States and estimation of normal consumptions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 4069-4075, 2006.

YOO, K. M.; LEE, C. H.; LEE, H.; MOON, B.; LEE, C. Y. Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs. **Food Chemistry**, v. 106, p. 929-936, 2008.

Recebido: 15 mar. 2016.

Aprovado: 24 out. 2016.

DOI: 10.3895/rebrapa.v8n1.3816

Como citar:

SALEM, R. D. S.; OLIVEIRA, R. F. F. Avaliação da capacidade antioxidante de chá de erva-mate adicionado de casca seca de ameixa vermelha (*Prunus sp.*). **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 8, n. 1, p. 126-141, jan./mar. 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Renata Dinnies Santos Salem

Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR, Brasil.

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

