

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE AMOREIRA-PRETA (*Morus nigra* L.)

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BLACK MULBERRY (*Morus Nigra* L.)

Kimiyo Shimomura Haida¹, Fábio José da Silva¹, Sílvia Renata Machado Coelho², Deison Soares de Lima¹, Ricardo Marcelo Abrão¹, Karina Yuli Haida¹

¹Universidade Paranaense – Cascavel (PR), Brasil.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Cascavel (PR), Brasil.

Data de entrada do artigo: 01/06/2013

Data de aceite do artigo: 05/12/2013

RESUMO

Os antioxidantes naturais, particularmente de frutas e vegetais tem aumentado interesse entre consumidores e a comunidade científica devido estudos epidemiológicos que indicaram que o consumo frequente está associado com um baixo risco de doenças cardiovasculares e câncer. *Morus nigra* L. é considerada uma fruta altamente nutritiva por conter uma alto nível de ácido ascórbico e compostos fenólicos que atuam como antioxidantes naturais. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a influência do congelamento em polpa de amora-preta sobre suas características físico-químicas, atividade antioxidante e compostos fenólicos. As amostras foram coletadas em estado de maturação ideal, separados em quatro recipientes esterilizados em porções de 500 g; o primeiro recipiente foi utilizado imediatamente e os demais foram congelados a -30°C. As frutas foram submetidas a análises em tempo zero (*in natura*), após 30, 60 e 90 dias de congelamento. As análises físico-químicas foram preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz, sendo a atividade antioxidante pela captura do radical livre DPPH e os compostos fenólicos pelo método Folin-Ciocalteu. No decorrer do experimento houve variação estatística significativa nos testes físico-químicos, com exceção de cinzas totais, que se manteve constante. A atividade antioxidante se manteve ótima em frutos frescos nas concentrações de 80 a 40 mg/mL. A partir de 30 dias de congelamento ocorreu perda dessa propriedade de sequestrar radicais livres, porém outros antioxidantes como ácido ascórbico, rutina e ácido gálico, mantiveram a mesma capacidade nos demais períodos. A taxa decrescente de compostos fenólicos ficou evidenciada concomitantemente com a redução da capacidade sequestradora de radicais, pois dados mostram a interação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante. Os resultados obtidos sugerem que frutos de amora-preta podem ser armazenados em congelamento conservando seus compostos funcionais no período máximo de 60 dias, sendo possível a utilização em produtos alimentícios, fármacos e cosméticos, porém estudos mais específicos são necessários para mostrar suas reais aplicações.

Palavras-chave: antioxidantes; compostos fenólicos; ácido ascórbico.

ABSTRACT

Natural antioxidants, especially of fruits and vegetables have increased interest among consumers and the scientific community because epidemiological studies indicate that regular consumption is associated with a lower risk of cardiovascular disease and cancer. *Morus nigra* L. is considered a highly nutritious fruit to contains a high level of ascorbic acid and phenolic compounds which act as natural antioxidants. This paper aimed to characterize the influence of freezing of black mulberry pulp on its physical-chemical characteristics, antioxidant activity and phenolic compounds. Samples were collected at ideal ripeness, in four separate sterile containers in 500 g portions. The first container was used immediately and the others were frozen at -30°C. Black mulberries were subjected to analysis at zero time (fresh), after 30, 60 and 90 days of freezing. The physical and chemical analysis were advocated by the Institute Adolfo Lutz, the antioxidant activity was assessed by DPPH free radical capture and phenolic compounds were assessed by the Folin-Ciocalteu method. During the experiment there was a significant statistical variation in physico-chemical characteristics, except for the total ash, that remained constant. Antioxidant activity remained excellent in fresh fruits, in concentrations of 80 to 40 mg/mL. After 30 days of freezing there was a loss of the property to scavenge free radicals, but other antioxidants such as ascorbic acid, rutin and gallic acid maintained the same capacity of the other periods, which were lower than patterns. The decreasing rate of phenolic compounds was

ABSTRACT

evidenced by the reduced ability of scavenging radicals, as data show the interaction between phenolic compounds and antioxidant activity. The results suggest that black mulberry fruits may be frozen for a maximum period of 60 days, preserving their functional compounds and with possible use in food, pharmaceuticals and cosmetics products. Although, further studies are needed to show their real applications.

Keywords: antioxidants; phenolic compounds; ascorbic acid.

INTRODUÇÃO

A *Morus nigra* L., conhecida como amoreira-preta ou amora-preta, pertence à família *Moraceae* e é uma árvore decídua, apresentando porte de 4 a 12 m de altura, com copa ampla, de folhas ovaladas e serrilhadas¹. A floração ocorre no final do inverno, a inflorescência se reúne em flores brancas minúsculas, seus frutos são pequenos, carnosos e denominados de mini drupa ou drupete, se tornando negros quando maduros.

Planta originária da Ásia, as amoreiras foram introduzidas durante o século XVII na Europa², sendo utilizada a cultivar Evergreen. No Brasil, as primeiras plantas foram introduzidas em 1972³, tendo encontrado condições favoráveis para seu desenvolvimento e se adaptando bem ao clima frio da região sul⁴ e se estendendo até parte do sudeste brasileiro. O gênero *Morus* possui aproximadamente 24 espécies, uma subespécie e cerca de 100 variedades⁵.

Os frutos são comestíveis, de sabor agridoce, sumosos e refrescantes, constituindo excelente alimento *in natura* e também uma opção para indústria de alimentos, sendo utilizada no preparo de geleias, iogurtes, frutas em calda e corantes⁶. Os pequenos frutos têm despertado grande interesse também de produtores e consumidores devido à presença de substâncias químicas promotores da saúde⁷, como os compostos fenólicos com amplo espectro de atividade bioquímica, tais como propriedades antioxidantes, antimutagênicas e anticarcinogênicas, bem como a capacidade de modificar a expressão gênica⁸. A presença de ácido elágico derivado do ácido gálico e ácido ascórbico (vitamina C) também foram constatados nos frutos⁹.

Os antioxidantes como superóxido dismutase, vitamina E, vitamina C, polifenóis, carotenoides e antocianinas protegem os sistemas biológicos¹⁰, regulando a produção de radicais livres que ocorre nos seres vivos.

O processo oxidativo é um processo natural que acontece em todos os seres aeróbios, desde os mais simples aos mais complexos, dos vegetais aos vertebrados¹¹. Cerca de 5% do oxigênio consumido na respiração não é completamente oxidado em água, produzindo radicais livres.

Os radicais livres são instáveis, com período de vida curto, reagindo rapidamente com diversos compostos e alvos celulares, tais como macromoléculas e diversas estruturas celulares, dentre elas o DNA, e assim interferindo na replicação e na tradução. O dano oxidativo de biomoléculas pode levar à inativação enzimática, mutação, ruptura de membrana e morte celular^{12,13}. O distúrbio causado pela ação dos radicais livres acaba ocasionando o estresse oxidativo, levando ao desequilíbrio entre a formação e a remoção dos radicais presentes no organismo¹⁴, decorrente da diminuição dos antioxidantes endógenos, ou do aumento da geração dos radicais livres, gerando um estado pró-oxidante.

Embora causem efeitos danosos ao organismo, as espécies radiculares participam de reações inflamatórias, defesa contra microorganismos, mecanismos de transdução de sinal, atuando como segundos mensageiros e mantendo diversas funções celulares¹⁵. Com isso, o equilíbrio entre formação e remoção de espécies oxidantes nas células deve ser devidamente regulado, de modo que as reações e os processos metabólicos dependentes das mesmas ocorram de forma adequada.

Em função dos possíveis problemas provocados pelo consumo de antioxidantes sintéticos, pesquisas são realizadas no sentido de encontrar novos produtos naturais com atividade antioxidante, os quais permitirão substituir os sintéticos ou fazer associação entre eles^{16,17}.

A amora-preta possui estrutura frágil devido à intensa atividade respiratória, por isso, sua vida pós-colheita é relativamente curta, sendo necessário o método de congelamento para conservação¹⁸. Seus compostos são extremamente instáveis, podendo sofrer degradação durante as diversas etapas de processamento e armazenamento¹⁹. Os fatores de maior influência na degradação são pH, temperatura, presença de oxigênio, enzimas e interação com outros componentes da fruta.

Dessa maneira, este trabalho teve por objetivo avaliar as características físico-químicas, o potencial antioxidante e o teor de compostos fenólicos da polpa de amora-preta *in natura* e a influência do congelamento após 30, 60 e 90 dias de armazenamento.

METODOLOGIA

Coleta e preparo dos frutos

Os frutos de amora-preta foram colhidos em estado de maturação ideal, na comunidade do Rio Xaxim, localizada no município de Matelândia, Paraná, no período de novembro e dezembro de 2010.

Os frutos inteiros foram separados em quatro recipientes plásticos esterilizados, com uma porção de cerca de 500 g em cada um. Os recipientes foram identificados com a devida data de coleta, sendo que o primeiro foi avaliado imediatamente *in natura* e os demais foram congelados à temperatura de -30°C por 30, 60 e 90 dias.

Análises físico-químicas

As análises foram realizadas no Laboratório de Bioquímica da Universidade Paranaense (UNIPAR), Campus Cascavel. A caracterização físico-química consistiu em: determinação do pH, umidade, cinzas (sólidos totais), sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável, glicídios redutores em glicose, glicídios não redutores em sacarose, determinação de ácido ascórbico (vitamina C), densidade, *ratio* (°Brix/acidez total), teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

As metodologias utilizadas para as análises físico-química foram as preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz²⁰. Todas as amostras foram analisadas em triplicata.

O valor de pH foi determinado utilizando o método potenciométrico (pHmetro Belâ). Para a determinação de umidade foi utilizada estufa, sendo o valor correspondente à perda de peso sofrida pelo produto aquecido em condições nas quais a água foi removida. O teor de sólidos totais ou cinzas foi determinado após aquecimento do produto em temperatura próxima a 550°C com a utilização de mufla. A análise de sólidos solúveis totais (SST), expressa em °Brix, foi realizada utilizando o refratômetro de bancada (Belâ). A porcentagem de acidez total foi calculada através do método de titulometria. Para os glicídios redutores em glicose foi utilizado o método que se baseia na redução de um volume conhecido do reagente cobre alcalino (Fehling) a óxido cuproso. Os glicídios não redutores em sacarose foram determinados após hidrólise ácida. A dosagem de ácido ascórbico (vitamina C) foi realizada pelo método de volumetria de oxido-redução. A densidade foi calculada pela relação m/V e o *ratio* foi determinado pela relação °Brix/acidez total.

Determinação de compostos fenólicos

Foi determinado o conteúdo de compostos fenólicos pelo método colorimétrico de Folin-Cicalteu, quantificando os compostos na estruturação de curva padrão com

$R^2=0,9681$. Os resultados foram expressos em mg de rutina (Sigma®) equivalente por 100 g de polpa da fruta.

Ao 0,5 mL de cada amostra foram adicionados 2 mL do reagente Folin Ciocalteu (Merck®) 0,25 M, agitado e deixado em repouso por 5 minutos. Posteriormente, foram acrescentados 2 mL de carbonato de sódio a 4%, agitado e deixado ao abrigo da luz por duas horas e realizada a leitura em espectrofotômetro a 740 nm. O branco foi preparado com todos os reagentes, exceto a amostra. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada pela capacidade dos antioxidantes presentes nas amostras em capturar o radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), descrita por Rufino et al.²¹, com algumas modificações.

Foi empregada uma parcela de 500 g de frutos, que foram macerados obtendo a polpa pura. Foram utilizados 100 g do produto macerado, o qual foi submetido às análises descritas, para todas as etapas de congelamento.

Para atividade antioxidante e compostos fenólicos foi utilizado 8 g da polpa pura diluída em 100 mL de álcool metílico 50%, constituindo assim o extrato puro (80 mg/mL). A partir dessa primeira diluição foram realizadas diluições decrescentes até a concentração de 5 mg/ml. Os antioxidantes padrões (ácido gálico, ácido ascórbico e rutina) foram utilizados nas mesmas concentrações das amostras.

Os resultados da atividade antioxidante foram expressos pelo percentual de sequestro do radical livre DPPH, calculado em relação ao decréscimo da absorvância das amostras, correlacionando ao decréscimo da absorvância do controle conforme a seguinte equação:

$$\% \text{ Inibição} = [(Ac - Aa) / Ac] \times 100$$

Em que Ac é a absorvância do controle e Aa é a absorvância da amostra

Análise estatística

Todos os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente pelo software ASSISTAT 7,5 Beta (Assistência Estatística) pela análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey com nível de significância de 5% para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas correspondentes a: acidez total titulável (ATT), vitamina C, pH,

SST em °Brix, ratio da polpa de amora-preta (*Morus nigra* L.) *in natura* (tempo zero) e congeladas por 30, 60 e 90 dias estão apresentadas na Tabela 1.

A quantidade de ácido cítrico (acidez total) presente nas amostras frescas diferiu significativamente em relação às amostras congeladas. Nos 30 primeiros dias ocorreu decréscimo acentuado, de 59,09%, logo se estabilizando. Pode ter ocorrido o amadurecimento, já que a acidez total diminuiu com o amadurecimento. Os resultados são próximos aos obtidos por Araujo et al.²² na amora-preta (*Rubus* spp.) da cultivar Tupy, usando néctar congelado. Os resultados também ficaram próximos aos de Bengozi et al.²³, relatados para abacaxi pérola.

Os teores de vitamina C foram diminuindo com o tempo de congelamento. Tal fato era esperado, uma vez que esse composto é altamente degradável com armazenamento a longos períodos. Nos estudos realizados por Araujo et al.¹⁹ e Araujo et al.²² foram obtidos resultados semelhantes.

O pH é um dos principais fatores que afetam o crescimento, a sobrevivência e a destruição de microrganismos. Este se manteve constante durante os primeiros 60 dias de armazenamento e aumentou após 90 dias de armazenamento. Os valores observados no presente trabalho ficaram acima aos relatados por Nachtigall et al.³, Araujo et al.²² e Mota²⁴. Tal fato pode ser devido à maturidade dos frutos e à degradação de alguns ácidos orgânicos que atribuem gosto e paladar aos frutos.

O valor de °Brix indica o teor de sólidos solúveis presente na polpa. Para frutas, esse é um parâmetro importante, uma vez que é diretamente relacionado ao grau de maturação, devido à hidrólise do amido. O valor de °Brix apresentou variação durante todo o experimento, resultados semelhantes foram obtidos por Mota²⁴ em cultivar Cherokee, e por Mota²⁵ em cultivar Brazos. Esses dados demonstram que o tempo de congelamento interfere diretamente no grau de doçura e na qualidade dos frutos. Contudo, Araujo et al.²², utilizando cultivar Tupy de amora-preta, obtiveram dados contrários, ou seja, não foram observadas diferenças entre frutos frescos e congelados.

Os valores de ratio aumentaram proporcionalmente ao tempo de congelamento, os valores observados são bons, conclusão que Perkis-Veazie e Collins²⁶ obtiveram em amoras, porém, em períodos em que não houve congelamento. Volpe et al.²⁷ confirmaram que consumidores na Flórida preferem sucos de laranja com ratio entre 15 e 18, maiores que encontrados na amora-preta. Bengozi et al.²³ e Mota²⁴ relataram ratio de geleia de amora e abacaxi próximo ao da polpa, sendo assim consideradas boas para o preparo de geleias e sucos. Os valores de ratio da amora variaram entre 23,3 e 32,7, portanto a polpa de amora-preta, tanto fresca como congelada, é ótima para o preparo desses produtos.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das análises para glicídios redutores em sacarose e não redutores em glicose, umidade, cinzas totais e densidade.

Tabela 1: Acidez total, vitamina C, pH, sólidos solúveis totais e ratio, da polpa de amora-preta fresca e congelada por 30, 60 e 90 dias.

Dias	Acidez total (g/100 g) ^(*)	Vitamina C (mg/100g)	pH	SST (°Brix)	Ratio SST/ATT ^(**)
Zero	0,44±0,02 ^a	18,77±0,25 ^a	3,97±0,01 ^b	10,16±0,00 ^a	23,30±1,09 ^b
30	0,26±0,01 ^b	17,45±0,25 ^{ab}	4,09±0,01 ^b	7,73±0,14 ^b	30,17±1,76 ^{ab}
60	0,25±0,01 ^b	14,94±2,32 ^{bc}	4,14±0,01 ^b	7,93±0,00 ^b	32,16±0,76 ^a
90	0,23±0,03 ^b	12,19±0,87 ^c	4,51±0,02 ^a	7,30±0,06 ^c	32,68±5,14 ^a

Média de três repetições analíticas±desvio padrão.

Letras distintas nas colunas diferem entre si estaticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(*) Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g).

(**) Ratio: °Brix/acidez total.

Tabela 2: Porcentagem de glicídios redutores em glicose, porcentagem de glicídios não redutores em sacarose, porcentagem de umidade, porcentagem de cinzas totais e densidade em g/mL presente em amora-preta *in natura* e congeladas por 30, 60 e 90 dias.

Dias	Glicídios redutores Glicose (%)	Glicídios não redutores Sacarose (%)	Umidade %	Cinzas totais %	Densidade
0	13,26±0,03 ^a	13,33±0,04 ^b	91,31±0,13 ^a	0,55±0,14 ^a	1,01±0,01 ^b
30	10,93±0,00 ^b	16,93±0,18 ^a	94,50±0,03 ^b	0,34±0,06 ^a	1,04±0,00 ^{ab}
60	11,66±0,05 ^b	7,00±0,07 ^c	95,39±1,24 ^b	0,43±0,10 ^a	1,03±0,02 ^{ab}
90	10,00±0,06 ^c	6,60±0,01 ^c	94,50±0,10 ^b	0,61±0,10 ^a	1,05±0,02 ^a

Média de três repetições analíticas±desvio padrão.

Letras distintas nas colunas diferem entre si estaticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de glicídios redutores em glicose e não redutores em sacarose variaram com o período de congelamento correspondente, isso pode ser atribuído a interações de compostos da fruta, como antocianinas e carotenóides, podendo alterar os níveis de alguns açúcares durante o armazenamento. Mesmo com essa variação, a taxa de glicídios redutores em glicose está próxima à de geleias light de abacaxi, relatado por Granada et al.²⁸, ao contrário de glicídios não redutores em sacarose, esse próximo ao de geleia light de amora-preta, descrita por Nachtigall et al.³.

Os valores de umidade correspondem à perda em peso sofrida pelo produto aquecido em condições na qual a água e outras substâncias que se volatilizam são removidas. A umidade nos frutos congelados teve aumento em relação aos frutos frescos devido à formação de cristais de gelo. Nos frutos frescos essa percentagem está de acordo com a observada por Mota²⁴, que utilizou amora-preta do gênero *Rubus* variedades Comanche, Tupy e Seleção 97.

O teor de cinzas totais permite verificar a quantidade de matérias inorgânicas presente na polpa. Os resultados das análises mostraram que o congelamento não interferiu na presença dessas substâncias. Nachtigall et al.³, analisando geleias de amora-preta gênero *Rubus* cultivar Cherokee, observaram percentual de matéria inorgânica menor. Essa diferença pode ser devido a se tratar de amoras de gêneros diferentes.

A densidade sofreu alteração durante o experimento, comprovando que o tempo de congelamento afeta essa característica e alguns de seus compostos, conclusão que Bengozi et al.²³, Raimundo et al.²⁹, e Mandelli et al.³⁰ obtiveram em seus experimentos com polpa de abacaxi, maracujá e uvas merlot.

Estão apresentados na Tabela 3 os resultados da atividade antioxidante de frutos *in natura* e congelados por 30, 60 e 90 dias.

A capacidade de inibição das concentrações de 80 a 10 mg/mL foi satisfatória em frutos frescos. Já nos frutos submetidos ao congelamento por 30 e 60 dias, apenas nas concentrações de 80 e 40 mg/mL foi observada alta atividade antioxidante. Os resultados obtidos nessa pesquisa foram similares aos obtidos por Araujo et al.²² com

amora-preta fresca e congelada e também de algumas plantas medicinais, como capitão-do-mato (*T. fagifolia*), amêndoa-brava (*T. brasiliensis*), pau-terra-do-cerrado (*Q. grandiflora*), pesquisadas por Sousa et al.¹⁰; alcachofra (*Cynara scolymus* L.) e camomila (*Matricaria recutita*), estudadas por Asolini et al.¹⁴; e coentro (*Coriandrum sativum* L.), relatado por Melo et al.³¹. A amora-preta demonstrou poder antioxidante similar ao das plantas citadas.

Os frutos congelados por 90 dias tiveram perda de atividade antioxidante, sendo que todas as suas propriedades benéficas provavelmente foram reduzidas. Essa diminuição da capacidade antioxidante está diretamente associada ao decréscimo de compostos fenólicos, sendo esses os responsáveis pela sua eficiência em inibir radicais livres. Segundo Melo et al.³¹, a eficácia do antioxidante natural é devido à composição e à estrutura química de seu componente ativo.

Na Figura 1 está apresentada a comparação da capacidade antioxidante da polpa de amora-preta com a capacidade dos antioxidantes padrões ácido ascórbico, rutina e ácido gálico. Em ordem estão representados: ácido ascórbico, ácido gálico, rutina, frutos frescos, frutos congelados por 30 dias, 60 dias e 90 dias.

A comparação da porcentagem inibitória das amostras de amora-preta com a porcentagem inibitória de antioxidantes usualmente empregados como padrões revelou que as amostras de amora-preta possuem eficácia em sequestrar radicais livres, sendo em parte superiores à rutina e próximos ao ácido ascórbico e ácido gálico. Para Melo et al.³² e Melo et al.³³, extratos que apresentam percentuais acima de 70%, entre 50 e 70% e abaixo de 50% são classificados como forte, moderada e fraca capacidade de sequestro, respectivamente. O número de hidroxilas nas moléculas polifenólicas é fator determinante para ação antioxidante.

Na Tabela 4 estão expressos os resultados de compostos fenólicos, em mg de rutina equivalente por 100 g de polpa da fruta.

A taxa decrescente de compostos fenólicos ficou evidenciada pela redução de sua atividade antioxidante no decorrer das análises. Estudos mostraram a interação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante³⁴, sendo possível que mesmo tendo diluições com potencial considerável, conforme a diluição decresce e o tempo de

Tabela 3: Inibição (%) de radicais livres em diferentes diluições e dias de congelamento da polpa de amora-preta.

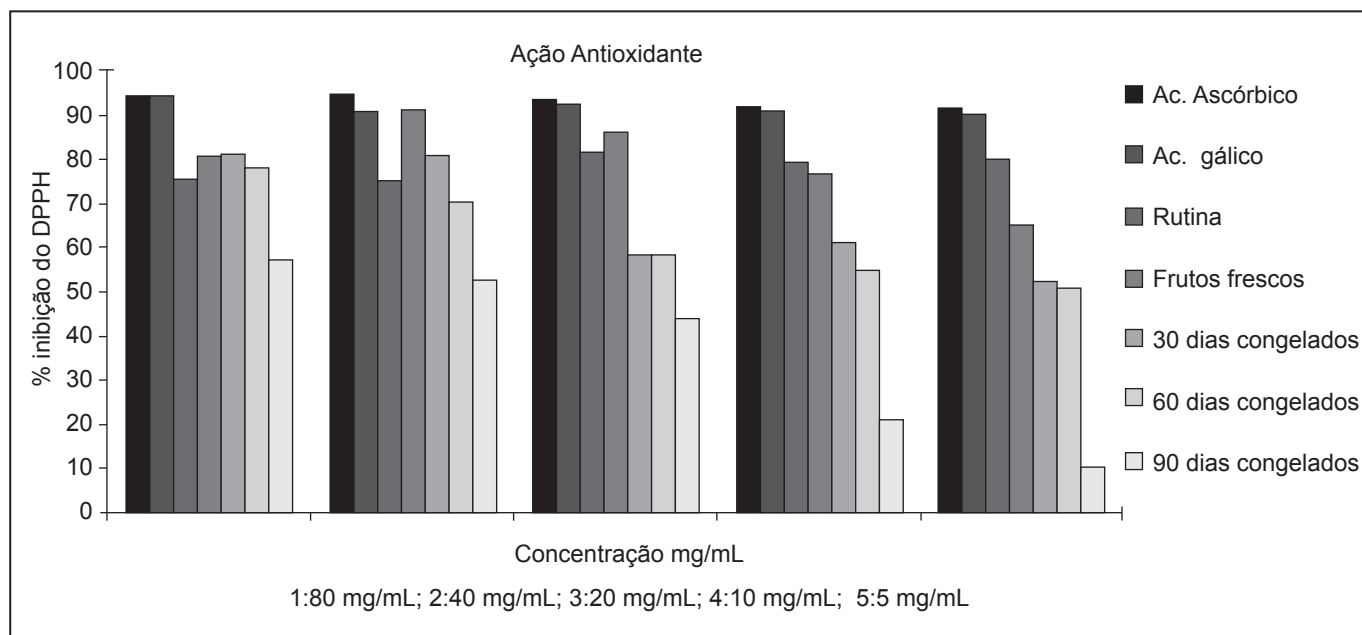
Dias	Concentração				
	80 mg/mL	40 mg/mL	20 mg/mL	10 mg/mL	5 mg/mL
0	80,55±1,88 ^{BCa}	91,19±0,99 ^{Aa}	86,30±5,04 ^{ABa}	76,51±1,32 ^{Ca}	64,84±0,31 ^{Da}
30	80,91±2,18 ^{Aa}	80,71±1,36 ^{Ab}	58,35±2,59 ^{BCb}	60,73±2,73 ^{Bb}	52,28±2,75 ^{Cb}
60	77,94±1,59 ^{Aa}	70,27±0,10 ^{Bc}	58,16±0,57 ^{Cb}	53,79±2,81 ^{CDc}	50,55±0,99 ^{Db}
90	56,70±2,10 ^{Ab}	52,61±3,53 ^{Ad}	43,66±1,04 ^{Bc}	20,75±9,43 ^{Cd}	10,29±2,20 ^{Dc}

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4: Compostos fenólicos da polpa de amora-preta.

Dias	Concentração				
	80 mg/mL	40 mg/mL	20 mg/mL	10 mg/mL	5 mg/mL
0	308,10±0,01 ^{Aa}	305,38±0,01 ^{Ba}	303,11±0,01 ^{Ca}	301,18±0,00 ^{Db}	300,81±0,00 ^{Ea}
30	307,26±0,01 ^{Ab}	304,56±0,05 ^{Bb}	301,82±0,01 ^{Dc}	302,25±0,01 ^{Ca}	300,82±0,01 ^{Ea}
60	305,78±0,02 ^{Ac}	303,35±0,01 ^{Bc}	302,09±0,01 ^{Cb}	301,07±0,01 ^{Dc}	300,66±0,01 ^{Eb}
90	305,28±0,01 ^{Ad}	303,18±0,01 ^{Bd}	301,82±0,01 ^{Cc}	300,82±0,00 ^{Dd}	300,54±0,00 ^{Ec}

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 1:** Capacidade das amostras e padrões em sequestrar radical livre DPPH.

congelamento aumenta, sua redução é eminente, se tornando grandezas inversamente proporcionais. Em trabalho realizado com fruto de amora-preta foi observado um leve aumento na taxa de fenólicos até nove dias, estudo esse no qual não houve congelamento; após esse período ocorreu degradação até o final do experimento⁹. Resultado semelhante foi observado em polpa de amora-preta congelada²². Tal fenômeno é devido às copigmentações durante o armazenamento do produto³⁵. Sendo assim, a atividade antioxidante de amora-preta não pode ser atribuída apenas com base em seu teor de fenólicos, pois também se deve à caracterização estrutural de seu composto ativo.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no experimento sugerem que frutos de amora-preta podem ser armazenados em

congelamento, conservando a maioria de suas características físico-químicas e seus compostos funcionais, por período máximo de 60 dias, respeitando seu tempo de vida. Uma pequena redução de ácido ascórbico, compostos fenólicos e atividade antioxidante foi observada durante o congelamento, uma vez que, com o decorrer do tempo, suas propriedades benéficas ao organismo sofrem degradação, tornando-se inativos e não palatáveis. Porém, estudos específicos serão necessários para mostrar suas reais aplicações nos diversos ramos da indústria.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Paranaense (UNIPAR) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Lorenzi H, Souza HM, Torres MAV, Bacher LB. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. São Paulo: Nova Odessa; 2003.
2. Perreira MC, Gularte JPA, Vizzotto M. Otimização do processo de extração de compostos fenólicos antioxidantes de amora-preta (*Rubus* sp.). In: XVI Congresso de Iniciação Científica. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas: UFPEL. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/cic/2007/cd/pdf/CS/CS_01721.pdf> Acesso em: 10 set 2009.
3. Nachtigall AM, Souza EL, Malgarim MB, Zambiasi RC. Geleia *light* de amora preta. B. Ceppa. 2004 jul-dez; 22(2):337-54.
4. Antunes LEC, Gonçalves ED, Trevisan R. Alterações de compostos fenólicos e pectina em pós-colheita de frutos de amora-preta. R Bras Agrociência. 2006 jan-mar; 12(1):57-61.
5. Padilha MM, Moreira, LQ, Morais FF, Araújo TH, Alves-da-Silva G. Estudo farmacobotânico das folhas de amoreira-preta, *Morus nigra* L., Moraceae. Rev Bras Farmacogn. 2010 ago-set; 20(4):621-6.
6. Attilio LB, Boliani AC, Tarsinato MAA. Custo de produção de amora-preta em região tropical. Rev Bras Frutic. 2009 dez; 31(4):1042-7.
7. Jacques AC, Pertuzatti PB, Barcia, MT, Zambiasi RC, Chim JF. Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy. Quim Nova 2010; 33(8):1720-5.
8. Nakamura Y, Watanabe S, Miyake N, Kohno H, Osawa T. Dihydrochalcones: evaluation as novel radical scavenging antioxidants. J Agric Food Chem. 2003 mai; 51(11):3309-12.
9. Antunes LEC, Trevisan R, Gonçalves ED, Franzon RC. Produção extemporânea de amora-preta. Rev Bras Frutic. 2006 dez; 28(3):430-4.
10. Sousa CMM, Silva HR, Vieira Jr GM, Ayres MCC, Costa CLS, Araujo DS, Cavalcante LCD, Barros EDS, Araújo PBM, Brandão MS, Chaves MH. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. Quím Nova. 2007; 30(2):351-5.
11. Vicentino ARR, Menezes FS. Atividade antioxidante de tinturas vegetais, vendidas em farmácias com manipulação e indicadas para diversos tipos de doenças pela metodologia do DPPH. Rev Bras Farmacogn. 2007 jul-set; 17(3):384-7.
12. Cerqueira FM, Medeiros MHG, Augusto O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. Quím Nova. 2007; 30(2):441-9.
13. Ferreira DS, Rosso VV, Mercadante AZ. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.). Rev Bras Frutic. 2010 set; 32(3):664-74.
14. Asolini FC, Tedesco AM, Carpes ST, Ferraz C, Alencar SM. Atividade antioxidante e antibacteriana dos compostos fenólicos dos extratos de plantas usadas como chás. Braz J Food Technol. 2006 jul-set; 9(3):209-15.
15. Rodrigues PA, Morais SM, Marques, MMM, Aguiar, LA, Pinheiro, DCSN. Atividade antioxidante e gastroprotetora de produtos naturais em animais experimentais. Rev Bras Plan Med 2008;10(2):116-21.
16. Souza TJT, Apel MA, Bordignon SAL, Matzenbacher NI, Zuanazzi JAS, Henriques AT. Composição química e atividade antioxidante do óleo volátil de *Eupatorium polystachyum* DC. Rev Bras Farmacogn. 2007 jul-set; 17(3):368-72.
17. Degáspari CH, Waszczyński N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. Visão Acadêmica. 2004; 5(1):33-40.
18. Mota RV. Caracterização do suco de amora-preta elaborado em extrator caseiro. Ciênc. Tecnol Alim. 2006 abr-jun; 26(2):303-8.
19. Araujo PF, Rodrigues RS, Machado AR, Santos VS, Silva JA. Estabilidade de antocianinas e ácido ascórbico em néctar de amora-preta (*Rubus* spp.) submetido a armazenamento congelado. In: XVII Congresso de Iniciação Científica. X Encontro de Pós-Graduação. Pelotas: UFPEL. Disponível em: <www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_00482.pdf> Acesso em: 20 maio 2010.
20. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. 1 ed digital. São Paulo: Inst. Adolfo Lutz; 2008.
21. Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Morais SM, Sampaio CG, Pérez-Jimenez J, Saura-Calixto FD. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Comunicado Técnico online 127. 2007 jul; 1-4.
22. Araujo PF, Rodrigues RS, Machado AR, Santos VS, Silva JA. Influência do congelamento sobre as características físico-químicas e o potencial antioxidante de néctar de amora-preta. B CEPPA. 2009; 27(2):199-206.
23. Bengozi FJ, Sampaio AC, Spoto MHF, Mischan MM, Pallamin ML. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado no CEAGESP São Paulo. Rev Bras Frutic. 2007; 29(3):540-5.

REFERÊNCIAS

24. Mota RV. Caracterização física e química de geléia de amora preta. *Ciênc Tecnol Alim*. 2006 jul-set; 26(3):539-43.
25. Mota RV. Características químicas e aceitabilidade de geleias de amora-preta de baixo teor de sólidos solúveis. *Braz J Food Technol*. 2007; 10(2):116-21.
26. Perkins-Veazie P, Collins JK. Cultivar and maturity affect postharvest quality of fruit from erect blackberries. *Hort Science*. 1996; 31(2):258-61.
27. Volpe CA, Schoffel ER, Barbosa JC. Influencia da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas-valência e natal na relação entre sólidos solúveis e acidez no índice tecnológico do suco. *Rev Bras Frutic*. 2002 ago; 24(2):436-41.
28. Granada GG, Zambiasi RC, Mendonça CRB, Silva E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geleias *light* de abacaxi. *Ciênc Tecnol Alim*. 2005 out-dez; 25(4):629-35.
29. Raimundo K, Magri RS, Simionato EMRS, Sampaio AC. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. *Rev Bras Frutic*. 2009; 31(2):539-43.
30. Mandelli F, Miele A, Rizzon LA, Zanus MC. Efeito da poda verde na composição físico-química do mosto da uva Merlot. *Rev Bras Frutic*. 2008 set; 30(3): 667-74.
31. Melo EA, Mancini Filho J, Guerra NB, Maciel GR. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). *Ciênc Tecnol Aliment*. 2003 dez; 23(Suppl):195-9.
32. Melo EA, Maciel MIS, Lima VLAG, Nascimento RJN. Capacidade antioxidante de frutas. *Rev Bras Ciênc Farm*. 2008 abr-jun; 44(2):193-201.
33. Melo EA, Maciel MIS, Lima VLAG, Leal FLL, Caetano ACS, Nascimento RJ. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2006 jul-set; 26(3):639-44.
34. Cataneo CB, Caliar V, Gonzaga LV, Kuskoski EM, Fett R. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho. *Semina: Ciências Agrárias*. 2008 jan-mar; 29(1):93-102.
35. Sellappan S, Akoh CC, Krewer G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *J Agric Food Chem*. 2002; 50(8):2432-8.

Endereços para correspondência:

Kimiyo Shimomura Haida
ksh@certto.com.br

Fábio José da Silva
fabiojs83@hotmail.com

Silvia Renata Machado Coelho
silvia.coelho@unioeste.br

Deison Soares de Lima
deison1@hotmail.com

Ricardo Marcelo Abrão
ricardomarcelo@unipar.br

Karina Yuli Haida
karina.yuli@gmail.com