

# DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE FRUTOS DO CERRADO BRASILEIRO<sup>1</sup>

MÔNICA LOPES MORAIS<sup>2</sup>, ANNE CAROLINE RODRIGUES SILVA<sup>2</sup>,  
CLINÁSCIA RODRIGUES ROCHA ARAÚJO<sup>3</sup>, ELIZABETHE ADRIANA ESTEVES<sup>2</sup>,  
NÍSIA ANDRADE VILLELA DESSIMONI-PINTO<sup>2</sup>

**RESUMO**-Extratos em metanol e acetona de diferentes espécies do Cerrado, semente de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Lobeira), polpa de *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Murici), epicarpo e mesocarpo de *Caryocar brasiliense* Cambess (Pequi) e pendúculo de *Cipocereus minensis* F. Ritter (Quiabo-da-lapa) foram submetidos a ensaios antioxidantes *in vitro* para avaliar a capacidade de sequestrar os radicais orgânicos DPPH e ABTS<sup>+</sup>, reduzir o ferro (FRAP) e/ ou inibir a peroxidação lipídica ( $\beta$ -caroteno). Todas as amostras apresentaram considerável atividade antioxidante, embora em diferentes proporções, destacando-se o mesocarpo de *Caryocar brasiliense* como o responsável pela maior atividade antioxidante por captura de radicais livres (DPPH e ABTS) e poder de redução do metal (FRAP) e o pendúculo de *Cipocereus minensis* frente à inibição da peroxidação lipídica ( $\beta$ -caroteno). Os frutos estudados podem ser considerados fontes potenciais de antioxidantes naturais e podem ser explorados como aditivos alimentares promissores para a prevenção de doenças, bem como para a manutenção da saúde.

**Termos para Indexação:** *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil; *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC.; *Caryocar brasiliense* Cambess; *Cipocereus minensis* F.Ritter, radicais orgânicos, saúde.

## DETERMINATION OF ANTIOXIDANT POTENTIAL *IN VITRO* OF BRAZILIAN CERRADO FRUITS

**ABSTRACT** - Methanol and acetone extracts from different species of Brazilian Cerrado, seeds of *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Lobeira), pulp of *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Murici), epicarp and mesocarp of *Caryocar brasiliense* Cambess (Pequi) and peduncle of *Cipocereus minensis* F.Ritter (Quiabo-da-lapa) were submitted to *in vitro* antioxidant tests to evaluate the capacity to sequester organic radicals DPPH and ABTS<sup>+</sup>, to reduce the iron (FRAP) and to inhibit the lipid peroxidation ( $\beta$ -carotene). All samples showed considerable antioxidant activity, but in different proportions, highlighting the mesocarp of *Caryocar brasiliense* as responsible for the higher antioxidant activity by capturing free radicals (DPPH and ABTS) and power reduction of the metal (FRAP) and peduncle of *Cipocereus minensis* in the inhibition of lipid peroxidation ( $\beta$ -carotene). The studied fruits could be considered potential sources of natural antioxidants and could be exploited as promising feed additives for the prevention of diseases and health maintenance.

**Index terms:** *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil; *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC.; *Caryocar brasiliense* Cambess; *Cipocereus minensis* F.Ritter, organic radicals, health.

<sup>1</sup>(Trabalho 235-12). Recebido em: 28-08-2012. Aceito para publicação em : 19-04-2013.

<sup>2</sup>Laboratório de Tecnologia e Biomassas do Cerrado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. Rodovia MGT 367 – Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba. 39100-000. Diamantina - MG. Brazil. E-mails: [monicalopes\\_m@hotmail.com](mailto:monicalopes_m@hotmail.com); [carol\\_rodrisilva@hotmail.com](mailto:carol_rodrisilva@hotmail.com) ; [eaesteves@yahoo.com.br](mailto:eaesteves@yahoo.com.br); [nisiavillela@yahoo.com.br](mailto:nisiavillela@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Departamento de Química, ICEx, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 Pampulha, 31.270-901. Belo Horizonte-MG. Brazil. E-mail: [clinascia2r@yahoo.com.br](mailto:clinascia2r@yahoo.com.br)

## INTRODUÇÃO

Diversas doenças crônicas não transmissíveis e degenerativas (NEVES, 2012), como o câncer, doenças cardíacas, Alzheimer, aterosclerose e até o envelhecimento precoce, têm sido associadas a um desequilíbrio entre a produção de radicais livres e antioxidantes. Os radicais livres são capazes de causar modificações estruturais por serem altamente reativos com moléculas de DNA, proteínas, carboidratos e/ou lipídios, levando-os a estados patológicos ou a apoptose (ARTS; HOLLMAN, 2005).

Diante disso, a presença de compostos bioativos, como os antioxidantes (NEVES, 2012), tem-se mostrado uma boa alternativa de proteção para o corpo humano contra radicais livres, atuando na prevenção e no tratamento de enfermidades (VALKO et al., 2007).

Antioxidantes podem ser definidos como quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações, quando comparados a um substrato oxidável, atrasam ou inibem a oxidação desse substrato de maneira eficaz. Antioxidantes são classificados de acordo com o mecanismo de ação em primários (doadores de átomos de hidrogênio), biológicos (enzimas) e/ou quelantes de metais (MOURE et al., 2001).

Diferentes técnicas têm sido desenvolvidas a fim de determinar a atividade antioxidante *in vitro*. No entanto, esta diversidade de metodologias gera resultados numéricos difíceis de serem comparados, uma vez que não há um método universal capaz de medir a capacidade antioxidante de todas as amostras com precisão, já que os mecanismos antioxidantes se demonstram diferentes (PRIOR et al., 2005).

A presença de antioxidantes em frutas e hortaliças tem aumentado o consumo destes produtos no mercado nacional e internacional. O Brasil, portanto, possui número significativo de espécies frutíferas, nativas e exóticas, ainda não exploradas. Tais espécies são alvos potenciais para a agroindústria, que valoriza o caráter exótico dos frutos, além da presença de compostos capazes de prevenir doenças e impulsionar mercados econômicos (ALVES et al., 2008). Todavia, durante o processamento de frutas, diferentes resíduos, como cascas, sementes, caroços ou bagaço, não são aproveitados, embora contenham maiores níveis de compostos antioxidantes, quando comparados com sua porção comestível (LEONG; SHUI, 2002; CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011).

Considerando a ausência de estudos sobre o potencial antioxidante de resíduos de frutos de espécies nativas do Cerrado, o presente trabalho teve como

objetivo quantificar, por diferentes metodologias, a atividade antioxidante de semente de *Solanum lycocarpum*, epicarpo e mesocarpo de *Caryocar brasiliense*, pendúculo de *Cipocereus minensis* e polpa de *Byrsonima verbascifolia*, popularmente conhecidos como lobeira ou fruta-do-lobo, pequi, quiabo-da-lapa e murici, respectivamente.

## MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de *Solanum lycocarpum*, *Byrsonima verbascifolia*, *Caryocar brasiliense* e *Cipocereus minensis* foram coletados ( $n \geq 10$ ) em locais distintos, no Alto Vale Jequitinhonha, cidade de Diamantina (Estado de Minas Gerais, Brasil), em janeiro de 2010. Foram coletados frutos maduros que já haviam caído das respectivas frutíferas. A identidade do material vegetal foi avaliada baseando-se em características morfológicas, bem como em comparações com espécies disponíveis no herbário da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM.

Após a coleta, os pendúculos de *Cipocereus minensis* foram rapidamente expostos ao fogo (10 segundos) para a eliminação dos espinhos. As sementes de *Solanum lycocarpum*, a polpa de *Byrsonima verbascifolia* e o mesocarpo interno e o epicarpo de *Caryocar brasiliense* foram separados manualmente. Posteriormente, as porções dos frutos em estudo foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar (Nova Ética, 400 1ND, São Paulo) a  $40 \pm 5^\circ\text{C}$ , por aproximadamente 7 dias; em seguida, foram trituradas e peneiradas para obtenção de farinhas homogêneas (padronizadas a 80 mesh).

A extração de antioxidantes foi realizada pelo método descrito por Larrauri et al. (1997). Amostras (1,0 g) de farinha de pendúculo de *Cipocereus minensis*, sementes de *Solanum lycocarpum*, polpa de *Byrsonima verbascifolia*, mesocarpo interno de *Caryocar brasiliense* e epicarpo de *Caryocar brasiliense* foram extraídos com 40 mL de solução metanol a 50% (metanol/água; 1:1) por 1h, à temperatura ambiente. A mistura foi centrifugada a 3.000 rpm em centrífuga (Biosystems, Modelo 80-2B, Curitiba-PR) por 15 min. O sobrenadante foi coletado, e o processo repetido, usando 40 mL de solução de acetona a 70% (acetona/água; 7:3). Após a evaporação do solvente, as misturas foram diluídas em metanol em diferentes concentrações, permitindo a obtenção dos seguintes tratamentos: A (0,50 mg/mL, 0,05p/v); B (1,00 mg/mL, 0,1p/v), e C (1,50 mg/mL, 0,15p/v).

A atividade de captura do radical livre

DPPH foi medida pelo método de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Em ambiente escuro, uma alíquota (0,10 mL) das amostras A-C de pendúculo de *Cipocereus minensis*, sementes de *Solanum lycocarpum*, polpa de *Byrsonima verbascifolia*, mesocarpo interno de *Caryocar brasiliense* e epicarpo de *Caryocar brasiliense* foram adicionados de 3,9 mL de solução DPPH 0,06 mM. A mistura foi vigorosamente agitada e incubada por 30 minutos, a 37 °C. A absorvância das amostras foi determinada em espectrofotômetro (Shimadzu, Modelo Mini 1.240 UV-VIS, Japão) e foram registradas em  $\lambda = 515$  nm. Os resultados foram apresentados como  $EC_{50}$ , que corresponde à concentração de 50% de radicais em relação à concentração inicial da amostra (SÁNCHEZ-MORENO et al., 1998).

A atividade de captura de radical livre  $ABTS^{+\bullet}$  foi medida pelo método de Arnao, Cano e Acosta (2001). O cátion  $ABTS^{+\bullet}$  foi gerado por 5,0 mL de solução-estoque de  $ABTS^{+\bullet}$  com 88,0  $\mu$ L de solução de persulfato de potássio. A mistura foi deixada em repouso, no escuro, durante 16 h, à temperatura ambiente. A solução de  $ABTS^{+\bullet}$  (1,00 mL) foi diluída em etanol até obter-se uma absorvância de 0,70 em 734 nm. No escuro, as amostras A-C (0,03 mL) foram transferidas para tubos de ensaio com 3,00 mL da solução de radical  $ABTS^{+\bullet}$  e homogeneizadas. Após 6 min, as absorvâncias foram registradas.

A atividade antioxidante avaliada quanto ao poder de redução do Ferro foi medida pelo método de Firuzi et al. (2005). A solução FRAP foi preparada por adição de 25,0 mL de tampão acetato 300,0 mM a 2,50 mL de cloreto férrico hexa-hidratado 20,0 mM e 2,50 mL de TPTZ 10,0 mM. Em um tubo de ensaio, as amostras A-C (0,09 mL) foram adicionadas a 0,27 mL de água destilada e 2,70 mL de reagente FRAP. Após 30 min de incubação a 37° C, os dados de absorvância foram registrados em  $\lambda = 595$  nm. O potencial antioxidante dos extratos dos frutos, cascas, semente e pendúculo foi determinado com base numa curva de calibração, traçada usando  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  em concentrações que variaram entre 500 e 2.000 mM.

A atividade de inibição da oxidação de  $\beta$ -caroteno por radicais de peróxido foi baseada no método de Velioglu et al. (1998). Quantidades de 0,15 mL de uma solução de  $\beta$ -caroteno em clorofórmio (20 mg / mL) foi pipetada para um balão de fundo redondo contendo ácido linoleico (0,12 mL), Tween 40 (1,63 mL) e as amostras A-C (0,4 mL). Posteriormente, procedeu-se à evaporação do clorofórmio a 40 ° C. Os dados de absorvância foram registrados em  $\lambda = 470$  nm, e o Trolox foi usado para fins de comparação.

Medidas de absorvância para a determinação da atividade antioxidante pelos métodos DPPH,

$ABTS^{+\bullet}$ , FRAP e  $\beta$ -caroteno foram realizadas em espectrofotômetro (Shimadzu, Modelo Mini 1.240 UV-VIS, Japão).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Frutas e legumes são as principais fontes de compostos antioxidantes (vitamina E, vitamina C,  $\beta$ -caroteno entre outros), que agem como varredores de radicais, tornando tais alimentos essenciais para a saúde humana (HOSSAIN; RAHMAN 2011).

As atividades antioxidantes das diferentes amostras avaliadas quanto à captura de radicais livres DPPH e  $ABTS^{+\bullet}$ , bem como quanto ao poder de redução do  $Fe^{+3}$ , estão apresentadas na Tabela 1.

Para as amostras analisadas, a atividade antioxidante para a captura de radicais livres DPPH, em ordem decrescente, foi: mesocarpo de *Caryocar brasiliense* > pendúculo de *Cipocereus minensis* > semente de *Solanum lipocarpum* > epicarpo de *Caryocar brasiliense* > polpa de *Byrsonima verbascifolia*.

Quanto à captura do radical  $ABTS^{+\bullet}$ , a atividade antioxidante do mesocarpo de *Caryocar brasiliense* demonstrou-se superior à apresentada pela semente de *Solanum lipocarpum*, pelo epicarpo de *Caryocar brasiliense*, pelo pendúculo de *Cipocereus minensis* e pela polpa de *Byrsonima verbascifolia*.

No que diz respeito ao poder de redução do  $Fe^{+3}$ , os melhores resultados foram apresentados por mesocarpo de *Caryocar brasiliense*, sendo seguido, em ordem decrescente, pela semente de *Solanum lipocarpum* > pendúculo de *Cipocereus minensis* > polpa de *Byrsonima verbascifolia* e epicarpo de *Caryocar brasiliense*.

O sistema  $\beta$  Caroteno/Ácido Linoleico avalia a capacidade de um antioxidante inibir a peroxidação do ácido linoleico a radicais livres, responsáveis pela descoloração do  $\beta$ -caroteno. Os resultados para a porcentagem de inibição da peroxidação lipídica para as amostras avaliadas estão na Tabela 2. O epicarpo de *Caryocar brasiliense* e o pendúculo de *Cipocereus minensis* apresentaram-se como as amostras com menor e maior atividade antioxidante, respectivamente.

O mesocarpo do pequi destacou-se em relação ao potencial antioxidante pela captura de radical livre  $ABTS^{+\bullet}$ , FRAP e  $\beta$  Caroteno, enquanto o epicarpo de pequi apresentou resultados expressivos, quando comparado com os demais frutos avaliados, apenas para a captura do radical livre DPPH, embora sua atividade de captura do radical  $ABTS^{+\bullet}$  e inibição da peroxidação lipídica seja significativa. A grande

atividade antioxidante de captura de radicais livres verificada para o epicarpo e o mesocarpo do pequi pode estar relacionada com o fato de que este fruto é encontrado em regiões onde há grande incidência de luz responsável por favorecer o surgimento de cascatas de radicais livres e, conseqüentemente, de mecanismos capazes de combatê-los (LIMA et al., 2007).

De acordo com Roesler et al. (2007), extrato etanólico de semente mais polpa de lobeira foram testados quanto à atividade antioxidante de redução de radicais livres DPPH e apresentaram resultados ( $EC_{50} = 16.2970$  mg/L) superiores aos aqui encontrados para o extrato metanólico das sementes desse fruto. Esta diferença sugere maior atividade antioxidante na polpa do fruto e conseqüente diluição das substâncias responsáveis por tal atividade, quando em extrato contendo ambas as frações do fruto (polpa e semente). O extrato aquoso de sementes de *Solanum torvum*, espécie também pertencente à família Solanaceae, teve alta atividade antioxidante pelo método DPPH (SIVAPRIYA; LEELA 2007), o que justifica o estudo de espécies desse gênero e família como potenciais fontes naturais de antioxidantes.

Rufino et al. (2010) encontraram, para os extratos aquosos da polpa e casca de *Byrsonima dealbata*, valor igual a 412  $\mu$ M de trolox/g, superior ao encontrado para a polpa de *Byrsonima verbasci-*

*folia*, neste estudo. Embora de espécies diferentes, é possível sugerir a maior capacidade antioxidante nas cascas dos frutos de espécies desse gênero, quando comparada com suas polpas.

Já o quiabo-da-lapa é uma espécie pouco estudada em relação à atividade antioxidante, bem como aos prováveis benefícios que pode proporcionar a saúde. Portanto, os dados para a comparação ainda são escassos. Porém, em estudos realizados em cactus e pera do gênero *Opuntia*, pertencentes à mesma família do quiabo-da-lapa, Cactaceae, foram encontrados valores de ácido ascórbico e polifenóis equivalentes a 18,5 mg AA/100g e 218,8 mg GAE/100g, respectivamente, indicando as espécies dessa família como potenciais fontes de compostos bioativos com atividade antioxidante (FERNANDEZ-LOPEZ et al., 2010).

A capacidade antioxidante total varia, consideravelmente, de um tipo de fruta para a outra (MOKBEL; HASHINAGA 2006). Contudo, nossos dados indicam a presença de diferentes compostos antioxidantes nas frações dos frutos avaliados, embora variável quanto ao modo de inibição da oxidação.

Deverão ser realizados mais estudos para determinar a composição química destes materiais, especialmente o conteúdo de compostos fenólicos totais, vitaminas e fitoquímicos, bem como sua toxicidade. Estas informações poderão ser usadas para melhor compreensão dos efeitos antioxidantes, bem como para certificar a segurança da ingestão destes como alimento.

**TABELA 1** - Atividade Antioxidante Total (AAT) em frutos do Cerrado Brasileiro, segundo métodos de Captura do Radical Livre - DPPH, Captura do Radical Livre - ABTS e Redução do Ferro - FRAP.

Amostras	Atividade Antioxidante Total (AAT)		
	DPPH ( $EC_{50}$ mg/L)	ABTS <sup>-</sup> ( $\mu$ M trolox/g)	FRAP ( $\mu$ M sulfato ferroso/g)
Semente <i>Solanum lycocarpum</i>	410,00* $\pm$ 0,015	820,00 $\pm$ 0,083	167,11 $\pm$ 0,219
Polpa <i>Byrsonima verbascifolia</i>	1.800,00 $\pm$ 0,005	15,63 $\pm$ 0,001	148,42 $\pm$ 0,047
Epicarpo <i>Caryocar brasiliense</i>	765,00 $\pm$ 0,013	543,18 $\pm$ 0,108	14,99 $\pm$ 0,004
Mesocarpo <i>Caryocar brasiliense</i>	188,50 $\pm$ 0,115	1.230,00 $\pm$ 0,125	2.085,70 $\pm$ 0,533
Pendúnculo <i>Cipocereus minensis</i>	250,00 $\pm$ 0,009	271,00 $\pm$ 0,024	151,67 $\pm$ 0,043

\*Valor expresso como média (n=3)  $\pm$  desvio-padrão.

**TABELA 2** - Atividade Antioxidante Total (AAT) em frutos do Cerrado Brasileiro, segundo o método Sistema  $\beta$ -Caroteno/ Ácido Linoleico (% Inibição), nas concentrações de 500mg/L, 1.000mg/L e 1.500mg/L.

Amostras	Sistema $\beta$ Caroteno/ Ácido Linoleico- % Inibição		
	500	1000	1500
Semente <i>Solanum lycocarpum</i>	58,94* $\pm$ 0,045	61,06 $\pm$ 0,041	66,35 $\pm$ 0,035
Polpa <i>Byrsonima verbascifolia</i>	52,40 $\pm$ 0,050	63,46 $\pm$ 0,038	67,79 $\pm$ 0,033
Epicarpo <i>Caryocar brasiliense</i>	29,81 $\pm$ 0,073	41,35 $\pm$ 0,060	42,31 $\pm$ 0,061
Mesocarpo <i>Caryocar brasiliense</i>	69,23 $\pm$ 0,033	81,25 $\pm$ 0,020	83,65 $\pm$ 0,018
Pendúnculo <i>Cipocereus minensis</i>	79,33 $\pm$ 0,021	83,65 $\pm$ 0,017	84,62 $\pm$ 0,016

\*Valor expresso como média (n=3)  $\pm$  desvio-padrão.



## CONCLUSÃO

1-A semente de *Solanum lycocarpum* (Lobeira), a polpa de *Byrsonima verbascifolia* (Murici), o epicarpo e o mesocarpo de *Caryocar brasiliense* (Pequi) e o pendúculo de *Cipocereus minensis* (Quiabo-da-lapa) mostram considerável potencial antioxidante.

2-O mesocarpo de *Caryocar brasiliense* apresenta maior potencial antioxidante, por captura de radicais livres (DPPH e ABTS) e poder de redução do metal (FRAP) e o pendúculo de *Cipocereus minensis* frente à inibição da peroxidação lipídica (B-caroteno).

3-Assim, os frutos estudados podem ser considerados fontes potenciais de antioxidantes naturais e serem explorados a fim de promover a saúde.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R. E.; BRITO, E. A.; RUFINO, M. S. M.; SAMPAIO, C. G. Antioxidant activity measurement in tropical fruits: A case study with acerola. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 773, n. 1, p. 299–305, 2008.
- ARNAO, M. B.; CANO, A.; ACOSTA, M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. **Food Chemistry**, London, v. 73, n. 2, p. 239-244, 2001.
- ARTS, I.C.W.; HOLLMAN, C.H. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies, **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 81, n. 1, p. 317–325, 2005.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN-JAIMES, L.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, Essex, v.44, n. 7, p. 2047–2053, 2011.
- FERNANDEZ-LOPEZ, J.A.; ALMELA, L.; OBON, J.M.; CASTELLAR, R. Determination of antioxidant constituents in cactus pear fruits. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 65, n. 3, p. 253–259, 2010.
- FIRUZI, O.; LACANNA, A.; PETRUCCI, R.; MARROSU, G.; SASO, L. Evaluation of the antioxidant activity of flavonoids by “ferric reducing antioxidant power” assay and cyclic voltammetry. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1721, n. 1-3, p. 174-184, 2005.
- HOSSAIN, M. A.; RAHMAN, S.M.M. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of tropical fruit pineapple. **Food Research International**, Ganesville, v. 44, n. 3, p. 672–676, 2011.
- LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURACALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, 1997.
- LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruit in Singapore markets. **Food Chemistry**, Washington, v. 76, n. 1, p. 69-75, 2002.
- LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R, P.; FILHO, J. M. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.
- MOKBEL, M. S.; HASHINAGA, F. Evaluation of the antioxidant activity of extracts from buntan (*Citrus grandis Osbeck*) fruit tissues. **Food Chemistry**, London, v. 94, n. 4, p. 529–534, 2006.
- MOURE, A.; CRUZ, J. M.; FRANCO, D. F.; DOMÍNGUEZ, J. M.; SINEIRO, J.; DOMÍNGUEZ, H.; NÚÑEZ, M. J.; CARLOS PARAJÓ, J. C. Natural antioxidants from residual sources, **Food Chemistry**, Barking, v. 72, n. 1, p. 145-171, 2001.
- NEVES, L. C., Frutos- O remédio do futuro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n.4 p. i. , 2012.

- PRIOR, R. L.; WU, X. L.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n.10, p. 4290–4302, 2005.
- ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v2, n.1, p. 53-60, 2007.
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. S. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.
- SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A. Principales métodos para la determinación de la oxidación lipídica. **Food Science and Technology International**, Washington, v. 4, n. 6, p. 391–399, 1998.
- SIVAPRIYA, M.; LEELA, S. Isolation and purification of a novel antioxidant protein from the water extract of Sundakai (*Solanum torvum*) seeds. **Food Chemistry**, London, v. 104, n.2, p. 510–517, 2007.
- VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIN, M.T.; MAZUR, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **International Journal of Biochemistry and Cell Biology**, Oxford, v. 39, n. 1, p. 44–84, 2007.
- VELIOGLU, Y.S.; MAZZA, G.; GAO, L.; OOMAH, B.D. Antioxidant capacity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, n.10, p. 4113–4117, 1998.