

Quantificação dos Teores de Taninos e Fenóis Totais e Avaliação da Atividade Antioxidante dos Frutos de Aroeira

Quantification of the levels of tannins and total phenols and evaluation of the antioxidant activity of fruits of pepper tree

Natália Ribeiro Bernardes*
Lorena Lima Glória**
Clara Reis Nunes***
Fernanda Fraga Pessanha****
Michelle Frazão Muzitano*****
Daniela Barros de Oliveira*****

Os frutos de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) são amplamente utilizados na culinária mundial e seu consumo vem sendo estimulado desde a década de 80, em função da presença de substâncias fenólicas. Sendo assim, este trabalho quantificou os teores de taninos e fenóis totais nos frutos da aroeira, buscando estabelecer uma possível correlação entre essas substâncias e sua atividade antioxidante. Os compostos fenólicos foram extraídos com acetona:água (7:3), e dosados por espectrofotometria. A atividade antioxidante foi quantificada pelo método do DPPH. Os resultados dos testes revelaram baixos teores de taninos condensados e fenóis totais nas cascas dos frutos, não sendo detectados taninos hidrolisáveis nos mesmos. Apesar disso, o extrato metanólico apresentou elevado potencial antioxidante, o que indica a inexistência de uma correlação entre a atividade antioxidante e os teores de compostos fenólicos nesses frutos.

*The fruits of pepper tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) are widely used in the world cooking and its consumption has been encouraged since the late 80's due to the presence of phenolic substances. Therefore, this study quantified the levels of tannins and total phenols in the fruits of pepper tree, aiming at establishing a possible correlation between these substances and their antioxidant activity. Phenolic compounds were extracted with acetone: water (7:3), and quantified by spectrophotometry. The antioxidant activity was measured by DPPH method. The results showed low levels of condensed tannins and total phenols in the peel of the fruit, not being detected hydrolysable tannins in them. Nevertheless, the methanolic extract showed high antioxidant potential, which indicates the absence of a correlation between antioxidant activity and the levels of phenolic compounds in these fruits.*

Palavras-chave: *Schinus terebinthifolius* Raddi. Atividade antioxidante. Compostos fenólicos. DPPH.

Key words: *Schinus terebinthifolius* Raddi. Phenolic compounds. Antioxidant activity. DPPH.

* Bióloga, Doutoranda e Mestre em Produção Vegetal com Ênfase em Química de Alimentos da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Pesquisadora na área de Química de Alimentos, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. E-mail: natalia_r_bernardes@yahoo.com.br.

** Farmacêutica, Mestranda em Produção Vegetal com ênfase em Química de Alimentos da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. E-mail: lorena_limagloria@hotmail.com.

*** Bióloga, Doutoranda e Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. E-mail: clara_biol@yahoo.com.br.

**** Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. E-mail: fpessanha@ig.com.br.

***** Doutora em Química de Produtos Naturais, Professora Associada na Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Faculdade de Farmácia, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. E-mail: mfmuzitano@yahoo.com.br.

***** Doutora em Química de Produtos Naturais, Professora Associada na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, no laboratório de Tecnologia de Alimentos, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. E-mail: dbarrosoliveira@uenf.br.

Introdução

A *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) pertence à família Anacardiaceae, sendo largamente distribuída por todo o território brasileiro, desde o estado de Alagoas até o Rio Grande do Sul. Também pode ser encontrada na Europa, onde é cultivada como espécie ornamental (CORRÊA, 1984).

As suas partes que apresentam propriedades medicinais são: as cascas, as folhas e os frutos. É adstringente, antidiarreica, anti-inflamatória, depurativa, diurética e febrífuga (DEGÁSPARI et al., 2005). Apesar disso, há poucas pesquisas sobre os frutos da aroeira, uma espécie nativa da flora brasileira que faz parte da diversidade da região de Campos dos Goytacazes – RJ (DEGÁSPARI et al., 2005).

Esse fruto também é utilizado como especiaria e acrescenta paladar e refinamento aos pratos da culinária mundial. Seu sabor suave e levemente picante permite que seus grãos sejam utilizados inteiros ou moídos. No entanto ele é especialmente apropriado para a confecção de molhos que acompanham carnes brancas, aves e peixes, e também os salames, chocolates e massas (CERUKS et al., 2007; DEGÁSPARI et al., 2005).

Estudos químicos e biológicos efetuados em espécies do gênero *Schinus* descrevem a ocorrência de algumas substâncias dentre as quais se destacam os terpenoides, ácidos graxos e as substâncias fenólicas. Porém, em frutos da aroeira, apenas o ácido elágico e dois flavonoides foram identificados, naringina e apigenina (DEGÁSPARI et al., 2005), o que torna essa planta alvo de pesquisas.

Formados a partir do metabolismo secundário das plantas, os compostos fenólicos, como os flavonoides, ácidos fenólicos e os taninos são importantes para o seu crescimento e reprodução. Esses compostos também são formados sob algumas condições adversas como injúrias e radiação ultravioleta entre outros (BATTESTIN et al., 2004).

Os taninos são compostos fenólicos presentes na maioria das plantas, que podem ter sua concentração variando de acordo com os tecidos vegetais, bem como em função da idade e tamanho da planta, da parte coletada, da época ou, ainda, do local de coleta (MONTEIRO et al., 2005).

Esses últimos são classificados em dois grupos principais, cujas estruturas são muito diferentes entre si, embora todos tenham molécula poli-hidroxifenóis ou seus derivados (BATTESTIN et al., 2004). Os pertencentes ao primeiro grupo são denominados taninos hidrolisáveis e incluem os galitaninos e os elagitaninos, polímeros derivados dos ácidos gálico e elágico (Figura 1). Este grupo de taninos pode ser detectado em elevadas concentrações principalmente em madeiras, cascas de árvores, folhas e galhos (MUELLER-HARVEY, 2001).

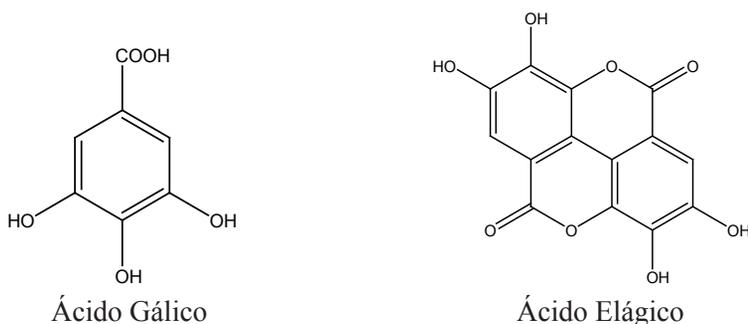


Figura 1 - Estrutura química dos taninos ácido gálico e ácido elágico

O outro tipo de tanino envolve os condensados (Figura 2), os quais quimicamente compreendem um grupo de polihidroxi-flavan-3-ol e apresentam uma estrutura semelhante aos flavonoides, com coloração variando do vermelho ao marrom (SCHOFIELD et al., 2001). Possuem importância marcante em alimentos, pois sua presença em baixas concentrações proporciona características sensoriais desejáveis, ditas como "o corpo da fruta". No entanto, concentrações elevadas conferem aos frutos e outros alimentos características adstringentes. A sensação de adstringência é gerada devido à propriedade que os taninos apresentam em precipitar proteínas, ou seja, quando em contato com as proteínas presentes na saliva formam um complexo insolúvel que popularmente se caracteriza pela sensação adstringente (DEGÁSPARI et al., 2005).

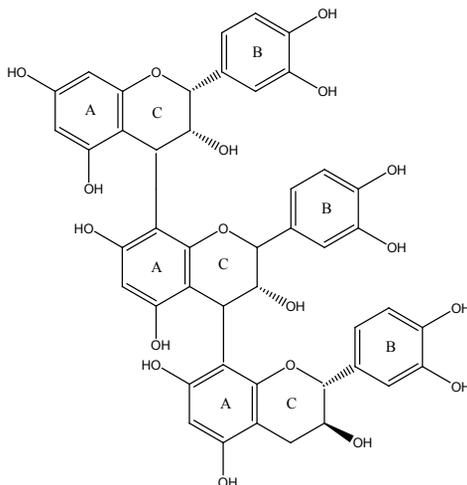


Figura 2 - Estrutura química da procianidina, um exemplo de tanino condensado

Os taninos condensados estão presentes em diversos produtos de origem vegetal, o que confere às frutas, hortaliças e condimentos um alto valor nutritivo e boas propriedades terapêuticas. Esses alimentos apresentam substâncias que estão relacionadas com efeitos benéficos ao organismo humano, como a ação antioxidante,

o que certamente vem contribuindo para uma contínua melhoria da saúde humana, como o retardo do envelhecimento e a prevenção de certas doenças (SCHWAGER et al., 2008; ROESLER et al., 2007; WACH et al., 2007).

Diversos estudos (LACHMAN et al., 2010; ZHANG et al., 2010 apud ARTS e HOLLMAN, 2005) demonstram que um grande número de fontes vegetais biossintetizam compostos que possuem atividade antioxidante e podem ser utilizados como uma fonte natural de substâncias que possuem a capacidade de sequestrar os radicais livres.

Alguns trabalhos sugerem que dietas ricas em fitoquímicos podem reduzir a incidência de doenças do coração, bem como alguns tipos de câncer e algumas desordens neurológicas (REYNERTSON et al., 2008), devido a sua capacidade de sequestrar os radicais livres produzidos no organismo. Tais radicais podem ocasionar a ruptura da membrana celular e do DNA, causando mutações e outras doenças.

As substâncias antioxidantes podem ser naturais ou artificiais. O primeiro grupo encontra-se principalmente em plantas na forma de compostos fenólicos (flavonoides, ácidos, álcoois, estilbenos, tocoferóis, tocotrienóis), ácido ascórbico e carotenoides. Para o grupo dos antioxidante artificiais podem ser citados butil-hidroxi-tolueno (BHT), butil-hidroxi-anisol (BHA) e o ácido cítrico (ALI et al., 2009; MARIOD et al., 2009).

Tendo em vista que a atividade antioxidante está relacionada principalmente aos teores de flavonoides, ácidos fenólicos e taninos, este trabalho visa à quantificação dos teores de taninos gálicos, dos taninos condensados dos fenóis totais bem como da atividade antioxidante, o que pode justificar o uso desta planta como alimento funcional.

Parte experimental

Coleta do Material Vegetal e Obtenção do Extrato Metanólico

Os frutos de aroeira foram coletados no distrito de Farol de São Tomé, localizado no município de Campos dos Goytacazes - RJ (Latitude = 21° 44' Sul; = 41° 18'. Altitude 12 m do nível do mar). A exsicata foi depositada no herbário da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, sob o código H 5073.

Os frutos foram limpos, e separaram-se as cascas das sementes. Frutos integrais e suas cascas foram avaliados quanto aos teores de taninos e fenóis totais. Para a atividade antioxidante foi preparado um extrato metanólico somente das cascas destes frutos. As cascas foram submetidas à extração exaustiva, por maceração estática com metanol durante um mês, sendo este extrato filtrado a cada três dias. Após esse período, este extrato foi evaporado a 35°C em banho-maria, ao abrigo da luz.

Amostragem

Todos os experimentos foram conduzidos com três repetições, sendo que cada análise foi realizada em triplicata.

Metodologia de Extração Para Avaliação dos Fenólicos

O fruto e as cascas dos frutos de aroeira (500 mg) foram macerados com uma solução de acetona/água (7:3). As porções foram unidas em balão volumétrico e o volume completado para 25 mL (THAIPONG et al., 2006; QUEIROZ et al., 2002).

Determinação de Taninos Gálicos

Uma alíquota de 1 mL da amostra foi hidrolisada com 5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e aquecida em banho-maria a 95°C por 24 horas. Após o resfriamento, a solução foi avolumada para 10 mL. Parte desta solução reagiu com solução de rodanina ($C_3H_3NOS_2$) e com hidróxido de potássio (KOH). As amostras foram avaliadas em triplicata e, destas, as que desenvolveram coloração vermelho-rósea foram as positivas. A absorbância das amostras foi lida a 520 nm em espectrofotômetro Shimadzu Mini 1240 após 5-10 minutos e os resultados foram expressos em porcentagem. Utilizou-se na determinação uma curva padrão estabelecida com o ácido gálico nas concentrações de 2 a 100 $\mu g/mL$ (QUEIROZ et al., 2002).

Determinação de Taninos Condensados

Em 1 mL da amostra foi adicionada uma solução de butan-1-ol ($C_4H_{10}O$) em ácido clorídrico (HCl). O conjunto foi aquecido em banho-maria a 95°C por 2 horas e as amostras positivas desenvolveram coloração vermelha ou violácea. A absorbância dos extratos foi lida a 540 nm após 5-10 minutos e os resultados foram expressos em porcentagem. Utilizou-se na determinação uma curva padrão estabelecida com o tanino do quebracho, isolado a partir do extrato do quebracho, em diferentes concentrações (2 a 100 $\mu g/mL$) (QUEIROZ et al., 2002).

Determinação de Fenóis Totais

A quantificação dos fenóis totais foi realizada através do método de Folin-Denis, o qual envolve a redução do reagente por compostos fenólicos da amostra com a formação de um complexo azul no qual a sua intensidade aumenta linearmente a 760 nm

(SWAIN; HILLIS, 1959). Em 0,5 mL de amostra foi adicionado 0,5 mL do reagente de Folin-Denis. Posteriormente, se adicionou 3 mL de água destilada. Após 1 hora, 1 mL da solução de carbonato de cálcio saturada foi adicionado. As amostras positivas desenvolveram coloração azul intensa e sua leitura foi realizada em espectrofotômetro a 760 nm, com os resultados expressos em $\mu\text{g/mL}$. Os resultados foram calculados utilizando-se uma curva padrão de ácido tânico (2 a 100 $\mu\text{g/mL}$) (SWAIN; HILLIS, 1959).

Determinação da Atividade Antioxidante

A avaliação da atividade antioxidante foi realizada pelo método fotocolorimétrico do radical livre estável DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazila). Este método se baseia no sequestro do radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazila (DPPH) pelos antioxidantes, que produz uma diminuição de absorção em 515 nm. Quando uma solução de DPPH é misturada com uma substância que pode doar um átomo de hidrogênio, a forma reduzida do radical gerado é acompanhada de perda de cor (ALI et al., 2009).

Essa técnica consiste em adicionar 1 mL do extrato em concentrações que variam de 0,1 - 1000 $\mu\text{g/mL}$ em 1 mL de uma solução metanólica de DPPH (0,1 mM). A reação foi processada em 1 hora à temperatura ambiente. Imediatamente, a absorção do DPPH foi verificada em 515 nm em um espectrofotômetro UV-VIS Shimadzu Mini 1240. Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

A capacidade de sequestrar radical livre foi expressa como percentual de inibição de oxidação do radical e calculado conforme fórmula a seguir: % Inibição = $((A_{\text{DPPH}} - A_{\text{Extr}})/A_{\text{DPPH}}) * 100$, onde A_{DPPH} é a absorbância da solução de DPPH e A_{Extr} é a absorbância da amostra em solução (YEN; DUH, 1994).

A atividade sequestradora de radicais livres de cada extrato foi expressa pela relação da absorção de DPPH, com base na solução de DPPH ausente do extrato (controle negativo) e uma solução de um padrão de substância aromática (controle positivo), o 2,6-di-(tert-butil)-4-metilfenol (BHT), visto que esta substância é largamente utilizada pela indústria de alimentos. Também foram utilizados como padrões o flavonoide quercetina, comumente presente em frutas (O'PREY et al., 2003), e o ácido ascórbico, um antioxidante natural que atua como agente redutor, reduzindo metais de transição (em particular Fe^{3+} e Cu^{2+}) presentes nos sítios ativos das enzimas ou nas formas livres no organismo (BARREIROS et al., 2006).

Análise Estatística

Os dados foram relatados pela média \pm desvio padrão e avaliado por análise de variância One-Way ANOVA seguido por Teste de Tukey, sendo considerado significativo * $P < 0,05$ e ** $P < 0,001$ através do *software* GraphPad Prism 4.0. Todos os experimentos foram realizados em triplicata ($n=3$).

Resultados e Discussão

Atividade Antioxidante

O extrato metanólico das cascas dos frutos da aroeira foi avaliado como sequestrador de radicais livres nas concentrações de 10 a 1.000 $\mu\text{g/mL}$. Este resultado está ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Atividade antioxidante do extrato metanólico e dos padrões quercetina, ácido ascórbico e BHT

Espécies vegetais	Concentrações		
	1000 $\mu\text{g/mL}$ (%)	100 $\mu\text{g/mL}$ (%)	10 $\mu\text{g/mL}$ (%)
Extrato Metanólico	95,6 +/- 0,96	92 +/- 0,20	87,6 +/- 2,38
Quercetina	95,27 +/- 0,90	93,4 +/- 1,20	91,3 +/- 3,0
Ácido ascórbico	95,6 +/- 1,10	93,3 +/- 2,70	92,7 +/- 1,50
BHT	100 +/- 0,90	52,1 +/- 2,20	43,6 +/- 1,50

Pode-se notar que o extrato metanólico apresenta atividade sequestradora de radicais livres nas três concentrações avaliadas (1.000, 100 e 10 $\mu\text{g/mL}$), sendo que até na menor concentração (10 $\mu\text{g/mL}$), ele apresentou atividade superior a 80 %, ressaltando o seu potencial antioxidante.

O extrato metanólico, quando comparado com os padrões quercetina e o ácido ascórbico, somente na menor concentração (10 $\mu\text{g/mL}$) que se observa que o extrato é inferior aos padrões (* $P < 0,05$). Nas demais concentrações, o percentual de sequestro é próximo aos valores encontrados para extrato e padrões.

O padrão comercial BHT apresenta atividade antioxidante na maior concentração (1.000 $\mu\text{g/mL}$) superior aos demais extratos e padrões (* $P < 0,05$), porém quando comparado o extrato metanólico com o BHT, o extrato apresentou atividade antioxidante superior ao padrão nas concentrações de 100 e de 10 $\mu\text{g/mL}$ (** $P < 0,001$), fato este que comprova o potencial antioxidante desse extrato.

Estudos na literatura mostram o potencial antioxidante observado para o extrato metanólico das folhas da aroeira quando comparados com o radical livre DPPH, em que o valor do IC_{50} para o extrato a partir das folhas é de 8.8 $\mu\text{g/mL}$ de amostra para reduzir completamente esta espécie radicalar (CERUKS et al., 2007). O potencial antioxidante deste extrato está relacionado principalmente à presença de compostos fenólicos, dentre eles destacam-se os flavonoides (ROSS; KASUM, 2002). Com relação aos frutos de aroeira, este trabalho é pioneiro, refletindo a importância deste estudo para um material ainda tão pouco explorado sob o ponto de vista químico e biológico.

Determinação do Teor de Taninos e Fenóis totais

O conteúdo de taninos nas plantas pode variar de acordo com as condições climáticas e geográficas, além de elas poderem apresentar uma composição química variada, sendo muitas vezes pouco conhecida (BATTISTIN et al., 2004). A tabela 2 ilustra os teores de taninos condensados e hidrolisáveis encontrados durante a análise dos frutos inteiros (inclui casca e semente), e das cascas dos frutos de aroeira.

Tabela 2 - Dados obtidos nas análises de taninos condensados e taninos hidrolisáveis dos frutos e cascas de aroeira

Amostras	Taninos condensados (%)	Taninos hidrolisáveis (%)
Fruto de aroeira	2,70	Não detectáveis
Casca do fruto de aroeira	2,54	Não detectáveis

Pode-se observar com esses resultados que os teores de taninos condensados são de 2,70 e 2,54 % para fruto e casca respectivamente. Vale a pena ressaltar que o fruto de aroeira é a casca mais a semente deste fruto, sendo assim, pode-se concluir que os teores destes taninos se concentram principalmente nesta área. De acordo com Aganga e Mosase (2001), os teores de taninos condensados das sementes variam entre 2 a 5% entre as diferentes espécies de plantas, sendo assim, os valores encontrados para esta espécie estudada encontram-se dentro dos valores esperados.

Observa-se que não foram detectados os teores de taninos hidrolisáveis nos frutos e cascas de aroeira. Contudo, para a família Anacardiaceae, esses taninos são encontrados principalmente nas copas das árvores de espécies do gênero *Rhus* (AGANGA; MOSASE, 2001).

Com relação aos teores de fenóis totais, estão listados na tabela 3.

Tabela 3 - Dados obtidos dos teores de fenóis totais dos frutos e cascas das sementes de aroeira

Amostras	Fenóis totais (µg/mL)
Fruto de aroeira	125,4
Casca do fruto de aroeira	122,0

Observa-se baixa concentração de fenóis totais nos frutos e cascas de aroeira. Um fator responsável por essa baixa concentração pode ser a metodologia de extração, que é um fator limitante para a observação do conteúdo fenólico das plantas (AGOSTINI-COSTA et al., 2003). Em trabalhos anteriores, quando se compara o fruto da aroeira com um outro fruto, considerado como fonte de compostos fenólicos, como por exemplo, o morango, o mesmo se apresenta com uma quantidade inferior de compostos fenólicos (DEGÁSPARI et al., 2005; CORDENUNSI et al., 2002). Porém, quando se compara a quantidade de compostos fenólicos a partir de um trabalho realizado com diferentes tipos de grãos (ZIELNSKI; KOZLOWSKA, 2000), verifica-se que os frutos da aroeira apresentam uma quantidade de compostos fenólicos mais elevada. Sendo assim, pode-se considerar o fruto da aroeira como uma fonte intermediária de compostos fenólicos, superior à maioria dos grãos encontrados, porém inferior a alguns frutos.

Esse resultado é corroborado com trabalhos (OLIVEIRA, 2000; ZIELNSKI; KOZLOWSKA, 2000) que demonstram que não há nenhuma correlação entre a atividade antioxidante e o conteúdo fenólico de extratos de diferentes plantas. Esse mesmo fato foi relatado por Kahkonen e colaboradores (1999) e Maillard e Berset (1995). Isso indica que podem existir outras substâncias, além das fenólicas, que podem estar agindo como sequestradoras de radicais livres nesta espécie vegetal.

De acordo com Moure e colaboradores (2001), os polifenóis poliméricos são antioxidantes mais potentes do que os fenólicos monoméricos. Isto significa que os taninos condensados e gálicos (hidrolisáveis) possuem maior habilidade antioxidante. É possível também que a atividade antioxidante observada no extrato metanólico possa estar relacionada com inúmeras outras substâncias, além das fenólicas presentes no extrato.

Conclusão

Neste trabalho foi possível observar que os teores de taninos condensados se concentram nas cascas dos frutos de aroeira, visto que os resultados das cascas e dos frutos apresentaram valores semelhantes. Não foram detectados os teores de taninos hidrolisáveis nos frutos e nas cascas de aroeira.

Com relação ao teor de fenóis totais, eles também se concentram nas cascas dos frutos de aroeira em baixa concentração.

Com relação à atividade antioxidante, o extrato metanólico apresentou um potente sequestro do radical livre DPPH, o que em tese poderia justificar seu uso popular como antioxidante e possível alimento funcional.

De acordo com os resultados apresentados, observa-se que não há nenhuma correlação entre a atividade antioxidante e o conteúdo fenólico dos frutos de aroeira.

Todavia vale a pena ressaltar que este é o primeiro relato sobre a atividade antioxidante para a espécie *Schinus terebinthifolius*.

Agradecimentos

CNPq, FAPERJ e UENF pelo suporte financeiro

Referências

AGANGA, A. A.; MOSASE, K. W. Tannin content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capassa*, *Zizyphus mucronata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal feed Science and Technology*, v. 91, p.107-113, 2001.

AGOSTINI-COSTA, T. S. et al. Determinação de tanino em pedúnculo de caju : método da vanilina versus método do butanol ácido. *Química Nova*, v. 26, p. 763-765, 2003.

ARTS, I. C.W.; HOLLMAN, P. C. H. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.81, p.317-325, 2005.

BARREIROS, A. L. B. S. et al. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Química Nova*, v.29, p. 113-126, 2006.

BATTESTIN, V. et al. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. *Alimentos e Nutrição*, v.15, p. 63-72, 2004.

CERUKS, M. et al. Polar phenolic constituents from *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). *Química Nova*, v. 30, p. 597-599, 2007.

CORRÊA, M. P. *Dicionário de Plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984.

DEGÁSPARI, C. H. et al. M. Atividade antimicrobiana de *Schinus terebinthifolius* Raddi. *Ciência agrotécnica*, v. 29, p. 617-622, 2005.

KÄHKÖNEN, M. P. et al. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 47, p. 3954-3962, 1999.

KOLEVA, L. I. et al. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. *Phytochemical Analysis*, v. 13, p. 8-17, 2000.

LACHMAN, J. et al. Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *Food Science and Technology*, v.43, p. 52–58, 2010.

MAILLARD, M. N.; BERSET, C. Evolution of antioxidant activity during kilning: role of insoluble bound phenolic acids of barley and malt. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v. 43, p. 1789-1793, 1995.

- MONTEIRO, J. M. et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Química Nova*, v. 28, p. 892-896, 2005.
- MOURE, A. et al. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, v. 72, p. 145-171, 2001.
- MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. *Animal Feed and Technology*, v. 91, p. 3-20, 2001.
- O'PREY, J. et al. Effects of dietary flavonoids on major signal transduction pathways in human epithelial cells. *Biochemical Pharmacology*, v. 66, p. 2075-2088, 2003.
- OLIVEIRA, D. B. *Aspectos Químicos e Etnomedicinais de Plantas da Dieta de Cervídeos na Reserva Particular do Patrimônio Natural – SESC Pantanal*. Rio de Janeiro, 2000, 206 p. Tese (Doutorado em Produtos Naturais) - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
- QUEIROZ, C. R. A. A. et al. Caracterização dos Taninos da Aroeira-Preta (*Myracrodruon urundeuva*). *Revista Árvore*, v.26, p.485-492, 2002.
- REYNERTSON, K. A. et al. Bioactive depsides and anthocyanins from Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). *Journal of Natural Products*, v. 69, p. 1228-30, 2008.
- ROESLER, R. et al. Atividade Antioxidante de frutas do cerrado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, p. 53-60, 2007.
- ROSS, J. A., KASUM, C. M. Dietary Flavonoids: Bioavailability, Metabolic Effects, and Safety. *Annual Review of Nutrition*, v. 22, p. 19–34, 2002.
- SCHOFIELD, P. et al. Analysis of condensed tannins: a review. *Animal Feed Science and Technology*, v. 92, p. 21-40, 2001.
- SCHWAGER, J. et al. Challenges in discovering bioactives for the food industry. *Current Opinion in Biotechnology*, v.19, p. 66-72, 2008.
- SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolics constituents of *prunus domestica*: the quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 10, p. 63-8, 1959.
- THAIPONGA, K.; BOONPRAKOPA, U; CROSBYB, K; CISNEROS-ZEVALLOSC, L.; BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006.
- YEN, G. C.; DUH, P. D. Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 42, n. 3, p. 629-632, 1994.
- WACH, A. et al. Quercetin content in some food and herbal samples. *Food Chemistry*, v. 100, p. 699-704, 2007.
- ZHANG, Z. et al. Chemical modification and influence of function groups on the in vitro-antioxidant activities of porphyran from *Porphyra haitanensis*. *Carbohydrate Polymers*, v. 79, p. 290–295, 2010.

ZIELNSKI, H.; KOZLOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 48, p. 2008-2016, 2000.

Artigo recebido em: 11 abr. 2011

Aceito para publicação em: 26 nov. 2011