

# Constituintes químicos, fenóis totais e atividade antioxidante de *Sterculia striata* St. Hil. et Naudin

Danielly Albuquerque COSTA<sup>1</sup>, Mariana Helena CHAVES<sup>2</sup>, Wisllan Cesar Santos SILVA<sup>3</sup>, Charllyton Luis Sena COSTA<sup>4</sup>

## RESUMO

A investigação fitoquímica das cascas do caule de *Sterculia striata* St. Hil. et Naudin, através de métodos cromatográficos, conduziu ao isolamento dos esteróides sitosterol, estigmasterol e sitosterol-3-O-β-D-glicopiranosídeo, além de quatro triterpenóides pentacíclicos, o lupeol, 3-β-O-acil lupeol, lupenona e ácido betulínico. As estruturas desses compostos foram identificadas por análise dos espectros de RMN <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C e comparações com dados da literatura. Para determinação do teor de fenóis totais do extrato etanólico de *S. striata* utilizou-se o reativo Folin Ciocalteu, enquanto na avaliação da atividade antioxidante empregou-se o radical livre DPPH. Este é o primeiro trabalho descrevendo o estudo químico com as cascas do caule desta espécie.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Sterculia striata*, esteróides, triterpenóides, atividade antioxidante.

## Chemical constituents, total phenolics and antioxidant activity of *Sterculia striata* St. Hil. et Naudin

### ABSTRACT

The phytochemical investigation of the stem bark of *Sterculia striata* St. Hil. et Naudin by chromatographic methods led to the isolation of sitosterol, stigmasterol and sitosterol-3-O-β-D-glucopyranoside, besides pentacyclic triterpenoids, lupeol, 3-β-O-acyl-lupeol, lupenone and betulinic acid. The structures of these compounds were identified by <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR spectral data analysis and comparison with literature data. For determining of the phenolic content of the etanolic extract of *Sterculia striata* we used the Folin Ciocalteu reagent, and for the evaluation of antioxidant activity, we utilized the DPPH free radical. This is the first work reporting the chemical study with the stem bark of this species.

**KEYWORDS:** *Sterculia striata*, steroids, triterpenoids, antioxidant activity.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí. E-mail: ac\_danielly@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí. E-mail: mariana@ufpi.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Piauí. E-mail: wisllancss@hotmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal do Piauí. E-mail: charllysenas@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

As famílias Sterculiaceae, Tiliaceae e Bombacaceae foram recentemente reclassificadas com base em dados filogenéticos da APG, passando a compor a família Malvaceae (APG, 2003). Esta família é constituída por 243 gêneros e 4225 espécies distribuídas por quase todo o mundo, com exceção de regiões muito frias, ocorrendo predominantemente nas regiões tropicais, principalmente na América do Sul (Stevens, 2003; Heywood, 1993). Neste trabalho realizou-se o estudo fitoquímico de *Sterculia striata* no intuito de reforçar a sua inclusão nesta família, através da comparação de constituintes químicos isolados com aqueles relatados na literatura para outras espécies de Malvaceae. Adicionalmente foi realizada a avaliação do conteúdo de compostos fenólicos e a atividade antioxidante para o extrato etanólico desta espécie.

*Sterculia striata*, conhecida popularmente no Brasil como chichá, amendoim-da-mata e castanha-de-macaco (Almeida et al., 1998), ocorre do Amazonas ao Piauí, Mato Grosso, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (Pio Corrêa, 1974). A espécie é uma árvore ornamental, que fornece amêndoas, consumidas pela população, nas formas cruas, cozidas ou torradas e pela fauna, ao natural (Lorenzi et al., 1996). Na medicina popular, suas folhas têm sido empregadas topicamente com manteiga quente ou óleo de oliva para o tratamento de furúnculos (Agra et al., 2007). Além disso, é considerada uma das árvores importantes na fabricação de papel e fornece madeira branca, macia e leve, própria para o forro de mobílias, obras internas, palito de fósforo, molduras e caixas (Pio Corrêa, 1974). Na literatura existem apenas dois trabalhos fitoquímicos com as sementes desta espécie, destacando a presença de ácidos graxos ciclopropenoídicos, impróprios para consumo humano (Aued-Pimentel et al., 2004; Chaves et al., 2004). Apesar disso, o óleo da semente pode ser aproveitado na preparação de biodiesel (Araújo, 2008).

Investigações fitoquímicas de outras espécies de *Sterculia* mostraram um perfil químico diversificado, com isolamento de flavonóides, alcalóides, outros compostos fenólicos e ácidos graxos (Ranganathan e Nagarajan, 1980; Anjaneyulu e Raju, 1987; Hayman et al., 1988).

Atualmente existe um grande interesse no estudo dos antioxidantes por serem substâncias que em pequenas quantidades podem prevenir e apresentar alto potencial terapêutico de doenças causadas por radicais livres (Noguchi e Niki, 2000). Os radicais livres de oxigênio ou mais genericamente espécies reativas de oxigênio são produtos do metabolismo normal das células, os quais estão associados a processos como produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas importantes. No entanto, seu excesso apresenta efeitos prejudiciais, tais como a peroxidação dos lipídeos de membrana e agressão às proteínas dos tecidos e

das membranas, às enzimas, carboidratos e DNA (Hussain et al., 1987). Dessa forma, os radicais livres encontram-se relacionados com várias patologias, tais como: artrite, choque hemorrágico, doenças cardíacas, catarata, disfunções cognitivas, envelhecimento e câncer, podendo ser a causa ou o fator agravante do quadro geral (Halliwell et al., 1995). Estas observações têm estimulado a busca de novas substâncias fitoquímicas com potencial antioxidante.

O interesse pela determinação do conteúdo de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante da *S. striata* foi reforçado pela presença de substâncias flavonoídicas e alcaloídicas relatadas em outras espécies do gênero *Sterculia* e pela inexistência na literatura de estudo semelhante sobre a espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

### PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS GERAIS

Todos os solventes usados eram analiticamente puros (P.A.) obtidos das marcas Vetec, Quimex ou Synth. Para as cromatografias em coluna utilizou-se como fase estacionária gel de sílica 60 (Merck) 7734 (partículas com 0,063-0,2 mm), tendo como suporte colunas de vidro com dimensões variando de acordo com a quantidade de amostra a ser purificada. A cromatografia em camada delgada comparativa (CCDC) foi empregada para análise e reunião das frações obtidas por cromatografia em coluna, sendo preparadas por uma suspensão de gel de sílica 60 G Vetec com água destilada (1:1). As revelações destas cromatoplacas foram feitas por borrifamento com solução de sulfato cérico e o critério de pureza adotado para as substâncias isoladas foi a observação de uma única mancha em CCDC, em diferentes sistemas de eluentes.

O reagente Folin-Ciocalteu foi adquirido da Merck, o radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) e o BHT (butil-hidroxi-tolueno) da Sigma-Aldrich e o ácido gálico da Vetec.

As medidas de absorção foram feitas usando espectrofotômetro UV-Vis Hytachi U-3000. Os espectros de RMN de  $^1\text{H}$  e de  $^{13}\text{C}$  foram obtidos em espectrômetros Brüker modelos Avance DRX-500 (UFC) e DRX 400 (UFAL), operando respectivamente a 500 e 400 MHz ( $^1\text{H}$ ), 125 e 100 MHz ( $^{13}\text{C}$ ), utilizando  $\text{CDCl}_3$  como solvente e TMS como referência interna.

### MATERIAL VEGETAL

As cascas do caule de *Sterculia striata* foram coletadas na fazenda Várzea da Cruz, município de Oeiras-PI, em novembro de 2004. A identificação foi realizada no Herbário Graziela Barroso - UFPI, onde se encontra depositada uma exsicata da espécie, codificada como TEPB 10165.

### EXTRAÇÃO, FRACIONAMENTO E ISOLAMENTO DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS

O material vegetal (1,8 kg) foi seco, moído e extraído por maceração com etanol. A solução etanólica foi concentrada em evaporador rotatório a 60 °C, produzindo 67,0 g do extrato etanólico bruto. Uma parte deste material (25,0 g) foi submetido a uma coluna filtrante, usando como solventes hexano, diclorometano, acetato de etila e metanol sucessivamente, resultando em suas respectivas frações, após evaporação dos solventes.

A fração diclorometânica (5,0 g) foi submetida à cromatografia em coluna de gel de sílica 60 e eluída com hexano, acetato de etila e metanol, em gradiente crescente de polaridade, resultando em 125 frações de 125 mL cada, as quais foram concentradas em evaporador rotatório e reunidas de acordo com seus fatores de retenção em nove grupos. O grupo S2 (2,7 g) formado pelas frações 02-07, eluídas com hexano-AcOEt (95:5), foi posteriormente submetido a nova cromatografia em coluna sob gel de sílica com hexano-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, em gradiente crescente de polaridade, fornecendo as substâncias **1** (10 mg), **2** (80 mg) e **3** (1,3 g).

Os grupos S5 (770 mg, frações 27-44), eluído com hexano-AcOEt (9:1), e S8 (305 mg, frações 67-78), eluído com hexano-AcOEt (8:2), após recristalização em metanol, forneceram a mistura dos esteróides **4a** e **4b** (200 mg) e a substância **5** (22 mg), respectivamente.

Durante o fracionamento do extrato etanólico em coluna filtrante, na fração eluída com acetato de etila formou-se um precipitado, que após suspensão em metanol seguido de filtração resultou na substância **6** (60 mg).

### PREPARAÇÃO DO DERIVADO ACETILADO DA SUBSTÂNCIA 6

Uma alíquota da substância **6** (25 mg) foi acetilada através da adição de 2 mL de anidrido acético e 1 mL de piridina, em presença de quantidade catalítica de DMAP (4-dimetilaminopiridina), permanecendo em repouso por 12 h. Após esse período, a mistura reacional foi vertida sobre água destilada gelada em funil de decantação e extraída com CHCl<sub>3</sub> (4 x 10 mL). A solução clorofórmica foi lavada com solução de CuSO<sub>4</sub> 5%, (3 x 20 mL), posteriormente com água destilada (2 x 20 mL) e seca com Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro. Após a remoção do solvente em evaporador rotatório obteve-se o produto acetilado, codificado como **6a** (40 mg).

### DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS

O teor de fenóis totais presentes nas amostras do extrato etanólico de *S. striata* foi medido em triplicata utilizando-se um espectrofotômetro na região do visível, o reagente Folin-Ciocalteu e padrão de ácido gálico conforme a metodologia anteriormente descrita (Sousa et al.; 2007). Os resultados foram expressos em mg de EAG (equivalentes de ácido gálico)

por g de amostra. A equação da curva de calibração do ácido gálico foi  $C = 809,0200A + 5,0827$ , onde  $C$  é a concentração do ácido gálico,  $A$  é a absorbância a 750 nm e o coeficiente de correlação  $R = 0,999$ .

### ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A avaliação da atividade antioxidante do extrato EtOH da *S. striata* foi determinada pela sua capacidade de seqüestrar o radical livre DPPH segundo metodologia descrita por Sousa et al. (2007). As medidas do decréscimo da absorbância das soluções testadas foram feitas em espectrofotômetro UV-Vis no comprimento de onda 516 nm, utilizando-se como controle positivo o BHT. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Soluções do extrato EtOH e do BHT foram preparadas em metanol nas concentrações de 250, 200, 150, 100, 50 e 25 µg/mL. Foi utilizado como branco uma mistura de 0,3 mL da solução metanólica do extrato ou do controle positivo com 2,7 mL de metanol. As misturas reacionais consistiram de 0,3 mL de solução metanólica do extrato ou controle positivo com 2,7 mL da solução estoque de DPPH na concentração de 40 µg/mL. Os valores de absorbâncias destas misturas foram medidos no 1º, 5º e 10º min, e a cada 10 min até completar 1 h.

A porcentagem de atividade antioxidante (% AA) foi determinada a partir dos valores de absorbância de todas as concentrações testadas no tempo de 30 min, conforme a equação:

$$\% AA = \left\{ \left[ \text{Abs}_{\text{DPPH}} - (\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco}}) \right] \right\} \times 100 / \text{Abs}_{\text{DPPH}}$$

onde  $\text{Abs}_{\text{controle}}$  e  $\text{Abs}_{\text{amostra}}$  representam as absorbâncias da solução metanólica de DPPH e da mistura reacional (amostra + DPPH), respectivamente.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo fitoquímico das cascas do caule de *S. striata* conduziu ao isolamento e identificação de quatro triterpenos (1, 2, 3 e 5) e três esteróides, sendo dois destes, isolados

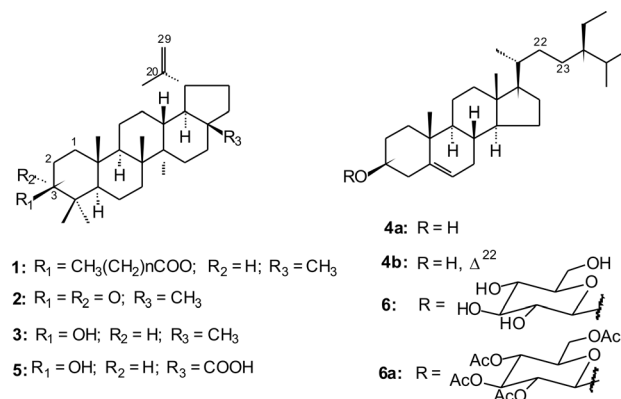


Figura 1 - Substâncias isoladas das cascas do caule de *S. striata*

como mistura (4a + 4b) e o outro na forma glicosilada (6) (Figura 1).

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$  da substância **1** mostrou sinais entre  $\delta_{\text{H}}$  0,73-0,98 e a 1,62 característicos de grupos metila em carbono não hydrogenado de triterpenóides, sendo este último, ligado a carbono  $\text{sp}^2$ , além de um duplete em  $\delta_{\text{H}}$  4,63 ( $J = 2,0$  Hz) e um multiplete em  $\delta_{\text{H}}$  4,51, atribuídos a hidrogênios de grupo vinilidênico (H-29a e H-29b) em triterpenóide de esqueleto lupano. A desblindagem do H-3 em relação ao observado em triterpenóides 3- $\beta$ -OH, evidenciada pelo duplo duplete em  $\delta_{\text{H}}$  4,42 ( $J = 11$  e 5 Hz), sugeriu que a hidroxila da posição 3 foi esterificada por um ácido. O sinal intenso em  $\delta_{\text{H}}$  1,20 e os tripletos em 0,80 e em 2,22 caracterizaram a presença de um éster graxo (Abreu et al., 2001). O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  corroborou com os dados anteriores ao apresentar sinais em  $\delta_{\text{C}}$  150,9 (C-20) e 109,4 (C-29), típicos do esqueleto lup-20(29)-eno (Olea e Roque, 1990). Adicionalmente, apresentou sinal de carbono carboxílico de éster em  $\delta_{\text{C}}$  173,4, além de outros sinais, que evidenciaram os efeitos de blindagem para o sinal do C-2 ( $\Delta\delta = 3,5$  ppm) e desblindagem para o C-3 ( $\Delta\delta = 1,7$  ppm), em comparação aos respectivos carbonos em triterpenóides 3- $\beta$ -OH. Estes dados mostraram-se consistentes com a presença de um éster de lupeol (Abreu et al., 2001; David et al., 2003).

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$  da substância **2** mostrou sinais característicos de triterpenóides entre  $\delta_{\text{H}}$  0,67-1,92, além de dois simpletos largos em  $\delta_{\text{H}}$  4,57 e 4,70, típicos de ligação dupla *gem*-dissubstituída em esqueleto lupano. A presença no espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  de um sinal em  $\delta_{\text{C}}$  218,4 característico de carbonila, e de sinais em  $\delta_{\text{C}}$  109,1 e 150,7 para carbonos olefínicos, associados à comparações com dados descritos na literatura permitiu identificá-la como sendo a lupenona (Mutai et al., 2004; Olea e Roque, 1990).

As substâncias **3** e **5** apresentaram em seus espectros de RMN de  $^1\text{H}$  sinais semelhantes aos observados para a substância **2**, e mostraram ainda, um sinal adicional em  $\delta_{\text{H}}$  3,20, característico de hidrogênio oximetínico em triterpenóides 3 $\beta$ -OH. Os espectros de RMN de  $^{13}\text{C}$  das substâncias **3** e **5** fortaleceram a proposta anterior ao exibir um sinal em  $\delta$  79,0, confirmando a estereoquímica 3 $\beta$ -OH. O esqueleto do tipo lupano para estas substâncias foi definido pelos sinais característicos em  $\delta_{\text{C}}$  109,3 ( $\text{CH}_2$ ) e 150,9 (C). O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  da substância **5** apresentou um sinal a menos de carbono metílico que o observado para as substâncias **2** e **3**, bem como, um sinal em  $\delta_{\text{C}}$  180,5 atribuído a carbonila de ácido. Comparações dos deslocamentos de RMN de  $^{13}\text{C}$  de **3** e **5** com a literatura (Olea e Roque, 1990; Mahato e Kundu, 1994; Castilho e Kaplan, 2008) permitiram identificá-las

como o lupeol e o ácido betulínico, respectivamente, sendo o lupeol o constituinte majoritário da espécie estudada.

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$  da mistura das substâncias **4a** e **4b** apresentou sinais entre  $\delta_{\text{H}}$  0,62-2,40 correspondentes a grupos metílicos de esteróides, um multiplete em  $\delta_{\text{H}}$  3,54 (H-3) e sinais em  $\delta_{\text{H}}$  5,02, 5,16 (*dd*, H-22 e H-23, **4b**) e 5,36 (*dl*, H-6, **4a+4b**) de hidrogênios olefínicos. Estes dados, aliados à análise do espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  da mistura e comparação com dados da literatura (Goulart et al., 1993; Ahmed et al., 1992) permitiram identificar as estruturas do sitosterol (**4a**) e estigmasterol (**4b**).

A substância **6** foi identificada a partir do seu derivado acetilado (6a), obtido após tratamento com anidrido acético e piridina. O espectro de RMN de  $^1\text{H}$  de 6a apresentou sinais semelhantes aos observados para a mistura 4a e 4b, e sinais adicionais entre  $\delta_{\text{H}}$  3,50-5,18 típicos de açúcar e entre  $\delta_{\text{H}}$  1,90-2,10 de hidrogênios metílicos de grupos acetato (Alves et al., 2001). A análise do espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  permitiu identificar, sinais característicos do sitosterol, um de carbono anomérico ( $\delta_{\text{C}}$  100,0), cinco de carbono carbinólico entre  $\delta_{\text{C}}$  62,82 e 71,8 e um em  $\delta_{\text{C}}$  80,0 compatível com o deslocamento químico do C-3 de esteróide glicosilado (Alves et al., 2001). Os grupos acetoxílicos foram confirmados neste espectro pelos sinais entre  $\delta_{\text{C}}$  20,6-20,7 ( $\text{CH}_3$ ) e  $\delta_{\text{C}}$  170,3-170,4 (C=O). Os dados do produto acetilado em comparação com os relatados na literatura (Alves et al., 2001; Macari et al., 1990) permitiram confirmar a presença 3-O- $\beta$ -D-glicopiranosil-sitosterol (6).

#### DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS

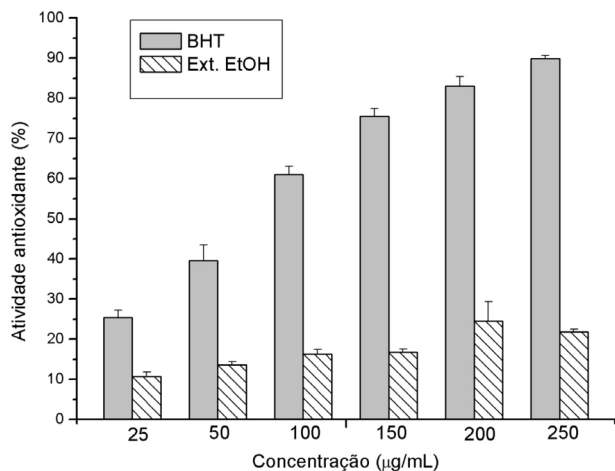
O teor de fenóis totais, determinado pelo método Folin-Ciocalteu, para o extrato etanólico de *S. striata* foi de  $63,94 \pm 5,59$  mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por grama de amostra, um valor considerado baixo quando comparado aos extratos etanólicos de outras espécies descritas na literatura (Sousa et al., 2007; Kähkönen et al., 1999). Portanto, pode-se concluir que a espécie estudada possui poucos flavonóides, alcalóides, taninos ou outras substâncias fenólicas.

#### ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

O resultado da avaliação da atividade antioxidante (% AA) do extrato etanólico de *S. striata* (cascas do caule) e do controle positivo BHT, determinada pelo ensaio de DPPH, nas diferentes concentrações (25-250  $\mu\text{g/mL}$ ) está apresentado na Figura 2.

O extrato EtOH de *S. Striata*, em todas as concentrações testadas, exibiu valores de atividade antioxidante inferiores a 50%, inviabilizando a determinação da  $\text{CE}_{50}$  (concentração eficiente capaz de reduzir o DPPH em 50%). Ao ser comparado com o padrão BHT no tempo de 30 min de reação, apresentou uma fraca atividade antioxidante, pois na maior concentração





**Figura 2** - Porcentagem de atividade antioxidante do extrato etanólico de *S. striata* e do BHT no tempo de 30 min.

testada (250 µg/mL) o percentual de atividade foi de 21,19 ± 0,78%, comparável ao obtido para o BHT (25,41 ± 1,82%) na menor concentração (25 µg/mL).

## CONCLUSÃO

O estudo fitoquímico de *S. striata* conduziu ao isolamento de três esteróides e quatro triterpenos pentacíclicos de esqueleto lupano. O isolamento destas substâncias contribuiu para o estudo quimiotaxonômico da família Malvaceae e está parcialmente de acordo com o perfil químico esperado de plantas do gênero *Sterculia*, considerando que não foi constatada a ocorrência de flavonóides, alcalóides ou outros compostos fenólicos, substâncias que têm, reconhecidamente, propriedades antioxidantes. Este fato justifica a fraca atividade antioxidante apresentada para o extrato etanólico da espécie, que foi compatível com o baixo teor de fenóis totais.

O sitosterol e o estigmasterol já haviam sido identificados anteriormente nesta espécie, em estudo realizado com as sementes, entretanto o éster de lupeol e o ácido betulínico estão sendo relatados pela primeira vez no gênero *Sterculia*. Este é o primeiro trabalho descrevendo o estudo químico com as cascas do caule da *S. striata*.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, FAPEPI e UFPI pelas bolsas de pesquisa concedidas e apoio financeiro. Ao Centro Nordestino de Aplicação e Uso de Ressonância Magnética Nuclear (CENAUREMN/UFC) e UFAL pela obtenção dos espectros de RMN de <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C das substâncias.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Abreu, A.S.; Barbosa, P. S.; Müller, A. H.; Guilhon, G. M. S. P. 2001. Constituintes químicos do caule e das cascas de *Croton pullei* var. *Glabrior* (Euphorbiaceae). *Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA*, 1: 1-9.
- Agra, M. F.; Freitas, P. F.; Barbosa-Filho, J. M. 2007. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17: 114-140.
- Ahmed, W.; Ahmad, Z.; Malik, A. 1992. Stigmasterol galactoside from *Rhynchosia minima*. *Phytochemistry*, 31: 4038-4039.
- Almeida, S. P.; Proença, C. E. B.; Sano, S. M.; Ribeiro, J. F. 1998. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: Embrapa, 464 pp.
- Alves, C. C. F.; Cranchi, D. C.; Carvalho, M. G.; Silva, S. J. 2001. Triterpenos, esteróide glicosilado e alcalóide isolados de *Simira glaziovii*. *Floresta e Ambiente*, 8: 174-179.
- Anjaneyulu, A. S. R.; Raju, S. N. 1987. Terpenoids and phenolics from the bark and heartwood of *Sterculia urens* Roxb. *Journal of the Indian Chemical Society*, 64: 323-324.
- Araújo, F. D. S. 2008. Potencialidade das espécies *Jatropha curcas* L., *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns e *Dipteryx lacunifera* Ducke para produção de biodiesel. Centro de Ciências da Natureza/ Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí. 127pp.
- Aued-Pimentel, S.; Lago, J. H. G.; Chaves, M. H.; Kumagai, E. E. 2004. Evaluation of a methylation procedure to determine cyclopropanoids fatty acids from *Sterculia striata* St. Hil. et Nauds seed oil. *Journal of Chromatography A*, 1054: 235-239.
- Castilho, R. O.; Kaplan, M. A. C. 2008. Constituintes químicos de *Licania tomentosa* Benth. Chrysobalanaceae. *Química Nova*, 31: 66-69.
- Chaves, M. H.; Barbosa, A. S.; Moita Neto, J. M.; Aued-Pimentel, S.; Lago, J. H. G. 2004. Caracterização química do óleo de amêndoa de *Sterculia striata* St. Hil. Et. Naud. *Química Nova*, 27: 404-408.
- David, J. M.; Santos, F. A.; Guedes, M. L. S.; David, J. P. 2003. Flavonóide e triterpenos de *Stigmaphyllon paralias*. *Química Nova*, 26: 484-487.
- Goulart, M. O. F.; Sant'Ana, A. E. G.; Lima, R. A.; Cavalcante, S. H.; Carvalho, M. G.; Braz-Filho, R. 1993. Fitoconstituintes químicos isolados de *Jatropha elliptica*. Atribuição dos deslocamentos químicos dos átomos de carbono e hidrogênio dos diterpenos jatrolonas A e B. *Química Nova*, 16: 95-100.
- Halliwell, B.; Aeschbach, R.; Loliger, J.; Arouma, O. I. 1995. The Characterization of Antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, 33: 601.
- Hayman, A. R.; Gray, D. O.; Elliot, S. D. 1988. Isolation of histamine from the fruits of *Sterculia scaphigera*. *Fitoterapia*, 59: 338.
- Heywood, V. H. 1993. *Flowering plants of world*. B. T. London: Batsford Ltda.
- Hussain, S. R.; Cillar, J.; Cillard, P. 1987. Hydroxyl radical scavenging activity of flavonoids. *Phytochemistry*, 26: 2489-2491.

- Kähkönen, M. P.; Hopia, A. I.; Vuorela, H. J.; Rauha, J.; Pihlaja, K.; Kujala, T. S.; Heinonen, M. 1999. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3954-3962.
- Lorenzi, H.; Souza, H. M.; Medeiros-Costa, J. T.; Cerqueira, L. S. C.; Von Behr, N. 1996. *Palmeiras do Brasil: exóticas e nativas*, Plantarum: Nova Odessa, 303 pp.
- Macari, P. A. T.; Emerenciano, V. P.; Ferreira, Z. M. G. S. 1990. Identificação dos triterpenos de *Miconia albicanstriana* através de análise por microcomputador. *Química Nova*, 13: 260-262.
- Mahato, S. B.; Kundu, A. P. 1994. <sup>13</sup>C NMR spectra of pentacyclic triterpenoids - a compilation and some salient features. *Phytochemistry*, 37: 1517-1575.
- Mutai, C.; Abatis, D.; Vagias, C.; Moreau, D.; Roussakis, C.; Roussis, V. 2004. Cytotoxic lupane-type triterpenoids from *Acacia mellifera*. *Phytochemistry*, 65: 1159-1164.
- Noguchi, N.; Niki, E. 2000. Forum: Therapeutic Applications of Reactive Oxygen and Nitrogen Species in Human Disease. *Free Radical Biology and Medicine*, 28: 1538-1546.
- Olea, R. S. G.; Roque, N. F. 1990. Análise de misturas de triterpenos por RMN <sup>13</sup>C. *Química Nova*, 13: 278-281.
- Pio Côrrea, M. 1974. *Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura.
- Ranganathan, R. M.; Nagarajan, S. 1980. Flavonoids of the leaves of *Sterculia pallens*. *Current Science*, 49: 309-310.
- Sousa, C. M. M.; Silva, H. R.; Vieira-Jr, G. M.; Ayres, M. C. C.; Costa, C. L. S.; Araújo, D. S.; Cavalcante, L. C. D.; Barros, E. D. S.; Araújo, P. B. M.; Brandão, M. S.; Chaves, M. H. 2007. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Química Nova*, 30: 351-355.
- Stevens, P. F. 2003. Angiosperm phylogeny website. <http://mobot.org>. Acessado em janeiro de 2006.
- The Angiosperm Phylogeny Group 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141: 399-436.

Recebido em 27/01/2009

Aceite em 12/05/2009