

AVALIAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO EXTRATO AQUOSO DE *HYMENAEA COURBARIL*

Suele Bierhals Vencato¹

Maria Luisa Brodt Lemes²

Diego Sousa Campelo³

Dione Silva Corrêa³

Alexandre de Barros Falcão Ferraz⁴

RESUMO

O Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) é uma planta medicinal indicada para o tratamento de úlceras, artrite e reumatismo. Uma vez que estas propriedades podem ser associadas ao potencial antioxidante, o objetivo deste estudo foi avaliar o perfil fitoquímico e a atividade antioxidante do extrato aquoso das cascas de *Hymenaea courbaril*. A análise fitoquímica indicou a presença de flavonoides, saponinas e taninos. Além de altos teores de compostos fenólicos e rutina como produto majoritário. A forte capacidade antioxidante frente ao radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) pode ser atribuída aos altos teores de compostos fenólicos.

Palavras-chave: Jatobá, *Fabaceae*, DPPH, compostos fenólicos, rutina.

ABSTRACT

The Jatoba (*Hymenaea courbaril* L.) is a medicinal plant indicated for the treatment of ulcers, arthritis and rheumatism. Once these properties can be associated with antioxidant potential, the aim of this study was to evaluate the phytochemical profile and antioxidant activity of aqueous extract of *H. courbaril* barks. Phytochemical analysis indicated the presence of flavonoids, tannins and saponins. Besides that high levels of phenolic compounds and rutin as the major product. The strong antioxidant capacity against to the free radical DPPH (2,2- diphenyl- 1- picryl - hidrazil) can be attributed to high levels of phenolic compounds.

Keywords: Jatoba, *Fabaceae*, DPPH, phenolic compounds, rutin.

INTRODUÇÃO

As plantas são uma importante fonte de produtos biologicamente ativos e estes podem ser utilizados como modelo para a síntese de um grande número de fármacos. Um exemplo clássico da importância dos produtos naturais na gênese de fármacos foi a descoberta do ácido acetilsalicílico (AAS) a partir da salicina, um glicosídeo natural de

¹ Acadêmico do curso de Farmácia/ULBRA - Bolsista CNPq/ULBRA

² Acadêmico do curso de Farmácia/ULBRA - Bolsista FAPERGS/ULBRA

³ Programa de Pós Graduação de Genética e Toxicologia Aplicada.MP/ULBRA

⁴ Professor-Orientador - Programa de Pós Graduação em Genética e Toxicologia Aplicada.MP/ULBRA (alexandre.ferraz@ulbra.br)

Salix alba (BARREIRO; FRAGA, 2001). Outros exemplos de compostos ativos extraídos de plantas medicinais compreendem a atropina isolada de *Atropa belladonna*; a digoxina obtida a partir de *Digitalis lanata* e morfina de *Papaver somniferum* (DUTRA et al., 2016). Entretanto, percebe-se que apesar de toda a diversidade de estruturas químicas que a natureza fornece, as plantas são pouco estudadas quanto ao seu potencial medicinal (GUERRA; NODARI, 2003). Segundo Dias, Luzia e Jorge, (2013) mesmo que muitas plantas tenham a atividade farmacológicas reconhecidas muitas vezes a composição química das espécies brasileiras não é estudada. Nesse sentido, estima-se que metade das espécies nativas tenha alguma propriedade medicinal, e que nem mesmo 1% tenha sido adequadamente avaliada (MESSIAS et al., 2015). Com isso, evidencia-se que a composição química de algumas plantas ainda é desconhecida, representando um importante potencial a ser explorado (CECÍLIO et al., 2012).

Hymenaea courbaril L., popularmente denominada como “jatobá”, pertence à família *Fabaceae*. Esta é uma árvore de grande porte, que pode atingir até vinte metros de altura (SIMÕES et al., 2009; DIAS; LUZIA; JORGE, 2013). O jatobazeiro (Figura 1), também conhecido como jataí ou jutaí, é uma árvore típica do cerrado brasileiro, ocorrendo no Distrito Federal e nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e São Paulo (SILVA et al., 2001).

Figura 1 – Foto da árvore de Jatobá (*Hymenaea courbaril*) (www.belem.pa.gov.br)



Na medicina tradicional, o uso de infusões e decocções das cascas do caule do jatobá é largamente indicado, contudo também são citados relatos de uso para as folhas, raízes e frutos (BEZERRA et al., 2013). O chá obtido a partir das cascas de *H. courbaril* é popularmente utilizado como analgésico, antisséptico, expectorante, laxante, purgativo, sedativo, estimulante e tônico (LORENZI; MATOS, 2002), para tratar úlceras, inflamações, artrites e reumatismo (FERNANDES et al., 2015; JAYAPRAKASAM et al., 2007).

A presença de compostos fenólicos na constituição de plantas medicinais contribui para sua atividade antioxidante (DIAZ et al., 2012). Sendo assim, verifica-se que estes metabólitos secundários são potentes agentes antioxidantes, pois possuem a capacidade de agir como sequestradores de radicais livres (GIOXARI et al., 2013). Logo, entende-se que os antioxidantes são substâncias capazes de eliminar as moléculas reativas presentes no corpo humano, contribuindo para a manutenção do equilíbrio entre a produção e a remoção dos radicais livres (SKROVANKOVA et al., 2015). Além disso, o estudo realizado por Dias, Luzia e Jorge (2013) relaciona o efeito curativo do extrato metanólico das cascas da árvore de *H. courbaril* com a atividade antioxidante dos compostos fenólicos presentes nesta planta. Portanto, um aspecto importante associado a *H. courbaril* é a presença desses produtos em sua constituição (VEGGI et al., 2014). Nesse sentido, *H. courbaril*, é uma espécie de uso popular, que apresenta em sua constituição compostos biologicamente ativos e também poucos estudos científicos. Á vista disso, buscou-se com este trabalho caracterizar o perfil fitoquímico e avaliar o potencial antioxidante do extrato bruto aquoso das cascas de *H. courbaril*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material vegetal

As cascas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) foram coletadas no Estado do Piauí e suas partes aéreas foram utilizadas para confecção da exsicata. Dessa maneira, a amostra foi registrada no herbário da Universidade Federal do Piauí – UFPI (TEPB 30310).

Preparação do extrato bruto aquoso

Para obtenção do extrato bruto, as cascas de *H. courbaril* foram secas e submetidas ao método de extração por decocção durante 15 minutos. Para este processo foi utilizada a relação de 1:10 (planta/solvente). O decocto foi filtrado, congelado e submetido à liofilização a fim de obter-se o extrato aquoso bruto.

Análise fitoquímica

A análise fitoquímica (flavonóides, taninos, alcalóides, antraquinonas, saponinas e cumarinas) da *H. courbaril* foi analisada de acordo com os métodos descritos por Falkenberg, Santos, Simões (2007). Os testes para detecção dos constituintes do metabolismo secundário foram realizados através de reações gerais: flavonoides (reação da cianidina), taninos (precipitação com solução de gelatina), cumarinas (KOH / UV 365

nm), cardiotônicos (reação de Kedde, reação de Libberman-Buchard e Keller-Kiliani), saponinas (índice de espuma), alcalóides (precipitação com reagentes de Bertrand, de Bouchardat, de Dragendorff e de Mayer) e antraquinonas (reação de Borntraeger). A presença de resultado positivo foi confirmada com a realização de cromatografia em camada delgada (CCD). As análises em cromatografia em camada delgada foram realizadas conforme sistema e desenvolvimento descrito por Wagner e Bladt (1996).

Determinação de compostos fenólicos totais

O conteúdo total de compostos fenólicos foi determinado pelo método Folin-Ciocalteu. Para a preparação da curva de calibração foi utilizada 1 mL das soluções de ácido gálico em etanol nas concentrações de 0,015, 0,024, 0,075 e 0,105 mg/mL que foram misturadas com 5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (1:10) e 4 mL de carbonato de sódio (75 g/L) (SINGLETON; ROSSI, 1965). A absorção foi lida após 30 minutos no comprimento de onda de 765 nm. Para o teste, a 1 mL do extrato na concentração de 0,1 mg/mL foi adicionado 5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (1:10) e 4 mL de carbonato de sódio (75 g/L). Após 1h, foi lida a absorbância em 765 nm. A quantidade total de compostos fenólicos foi expressa em equivalentes de ácido gálico (EAG) por mg/g de extrato (MILIAUSKAS et al., 2004).

Determinação de taninos totais

Para a quantificação de taninos totais foi utilizado o método por precipitação da caseína. As amostras foram analisadas de acordo com o método Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965; MILIAUSKAS et al., 2004). O método consiste em adicionar 0,1g de caseína 10 mL do extrato (0,1 mg/mL) e deixar sob agitação vigorosa por 1h. Após esse tempo, a solução foi filtrada e 1 mL dessa solução foi misturada 5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (1:10) e 4 mL (75 g/L) de carbonato de sódio. Após 1h foi efetuada a leitura da absorbância para determinação de taninos totais. A quantidade de taninos totais corresponde à diferença entre o valor obtido nesse teste e o obtido no doseamento de fenólicos totais. Os testes foram realizados em triplicada e o valor total de taninos é expresso em mg equivalentes de ácido gálico por grama de extrato.

Determinação de flavonoides totais

A quantificação de flavonoides foi realizada seguindo a metodologia descrita por Woisky e Salatino (1998) que utiliza a solução de cloreto de alumínio a 2,5%. A técnica baseia-se na formação de complexos estáveis entre o cátion alumínio e os flavonoides presentes na amostra. Iniciamos o teste, pesando 0,05 g do extrato aquoso liofilizado e diluindo em 25 mL de etanol. Foram transferidos 2 mL da solução anterior para um balão volumétrico de 25 mL com mais 1 mL da solução de cloreto de alumínio a 2,5% e completamos o volume com etanol. Para a preparação do branco, diluimos 1 mL da solução de cloreto de alumínio com etanol em balão volumétrico de 25 mL. Aguardamos 30 minutos e realizamos a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 425 nm. O teor de flavonoides foi calculado através da equação da reta obtida na curva de calibração de quercetina, onde substituímos o Y pela absorbância encontrada e teremos a relação de miligramas de flavonoides equivalentes de quercetina (EQ) por mililitro

de extrato. A curva foi construída da mesma maneira que as amostras testadas, nas concentrações de 0,002 até 0,008 mg/mL. O valor obtido através da substituição da absorvância do teste na curva foi convertido para expressar o resultado em flavonoides equivalentes de quercetina por grama de extrato liofilizado.

Análise por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)

As amostras foram submetidas à análise por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) para verificar a presença de ácidos fenólicos (ácidos gálico; caféico; clorogênico; elágico e rosmarínico) e flavonoides (rutina, quercetina e luteolina. Para essa análise, utilizamos o cromatógrafo Waters, modelo 2690, equipado com detector de UV/VIS Waters 2487 Dual Absorbance. A fase móvel utilizada foi uma mistura de acetonitrila (eluente A), água e ácido acético a 0,25% (eluente B). Como gradiente de eluição, utiliza-se: (0-10 min) 1-20% A; (10-25 min) 30% A; (25-30 min) 30-1% A e 5 min isocrático 1%. Como fase fixa empregamos uma coluna Waters Spherisorb 5µm ODS2 (4,6x250 mm). As amostras e os padrões foram solubilizados em metanol. Para essa análise cromatográfica, foram injetados 2 µL de amostra sob o fluxo constante de 0,80 mL/min. Os comprimentos de onda avaliados foram 254 e 290 nm. O teor dos produtos foi quantificado a partir de uma curva de calibração padrão e os resultados foram expressos em µg/mL do extrato. Todos procedimentos cromatográficos ocorreram em duplicata e a temperatura ambiente.

Avaliação da capacidade antioxidante por DPPH

Para a avaliação antioxidante, foi utilizado o método *in vitro* com o radical livre estável DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila). Primeiramente, foi realizado um pré-teste para avaliar a faixa de concentração que a solução teste possui de poder antioxidante. A faixa de concentração utilizada neste ensaio foi de 10 a 100 µg/mL. Dez miligramas do extrato bruto foram pesados e diluídos em metanol para a obtenção das concentrações desejadas. Após, 2,5 mL da amostra foram transferidos para a cubeta de 3,5 mL e adicionado 1 mL da solução de DPPH na concentração de 0,2 mg/mL. Para cada amostra, foi preparado um controle negativo, que consiste na amostra sem o DPPH, e o controle positivo, que consiste em apenas 1 mL de DPPH diluído em 2,5 mL de metanol. O padrão, utilizado como referência, foi a quercetina, um flavonoide de reconhecida atividade antioxidante. Após 30 minutos, foi medida a absorvância em espectrofotômetro no comprimento de ondas de 518 nm (MENSOR et al., 2001). Os testes com o extrato e o padrão foram realizados conforme o método já descrito para o pré-teste. Todos os testes foram realizados em triplicata. A porcentagem de inibição de DPPH, que diz respeito à atividade antioxidante, foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Inibição de DPPH} = [(Abs_{\text{controle}(+)} - Abs_{\text{amostra}}) \times 100] / Abs_{\text{controle}(+)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

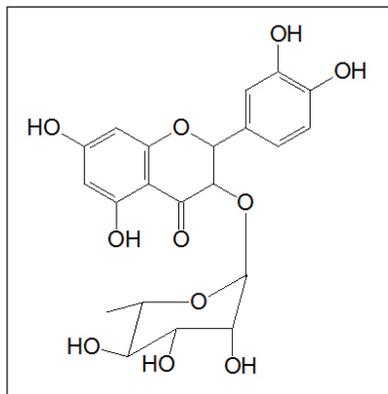
A partir da análise qualitativa do *screening* fitoquímico preliminar das cascas de *H. courbaril* (Tabela 1), sugere-se a presença de flavonoides, saponinas e taninos.

Tabela 1 – Resultados das análises qualitativas do *screening* fitoquímico com as cascas de *H. courbaril*.

Classe Química	Resultados
Alcaloides	Negativo
Cumarinas	Negativo
Flavonoides	Positivo
Quinonas	Negativo
Saponinas	Positivo
Taninos	Positivo

No *screening* fitoquímico realizado por Bezerra et al. (2013), com as cascas de *H. courbaril*, também foram detectados flavonoides, saponinas e taninos. Além disso, neste mesmo estudo o autor isolou o flavonoide denominado astilbina (Figura 2). No estudo de Carneiro et al. (1993) foram isolados das cascas de *H. martiana* os flavonoides: eucrifina, engelitina e astilbina, além da saponina β -sitosterol-3-glicosídeo. Outro dado que corrobora com os resultados encontrados é a presença de procianidinas (BEZERRA et al., 2013), flavonoides com capacidade de formar taninos condensados (SHAD et al., 2012).

Figura 2 – Estrutura química do flavonoide astilbina.



Nosso estudo mostra que não foram detectadas a presença de quinonas, alcaloides e cumarinas. Falkenberg (2003) não relata a presença de antraquinonas na família *Fabaceae*. Visto que, a presença desta classe é mais frequente nas famílias *Rubiaceae*, *Caesalpiniaceae*, *Rhamnaceae*, *Polygonaceae*, *Liliaceae*, *Verbenaceae* e *Asphodelaceae*. O estudo de Veggi et al. (2014) reforça nossos dados, pois cita a ausência de alcaloides para as cascas de *H. courbaril*. Segundo os trabalhos de Fernandes et al. (2015) e Simões et al. (2009), foi observada a presença de cumarinas nas sementes de *H. courbaril*, porém, não é relatada na literatura a presença desta classe nas cascas de *H. courbaril*.

Através do doseamento de compostos fenólicos, flavonoides e taninos totais do extrato aquoso das cascas de *H. courbaril*, nota-se altos teores de compostos fenólicos e taninos totais (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultado das análises quantitativas do extrato aquoso das cascas de *H. courbaril*.

Classe Fitoquímica	Doseamentos
Fenólicos totais	516,89 ± 2,63 EAG/g
Taninos totais	231,79 ± 1,94 EAG/g
Flavonoides totais	3,90 ± 0,05 EQ/g

EQ/g: Resultado equivalente a quercetina mg/g de extrato; EAG/g: Resultado equivalente ao ácido gálico mg/g de extrato

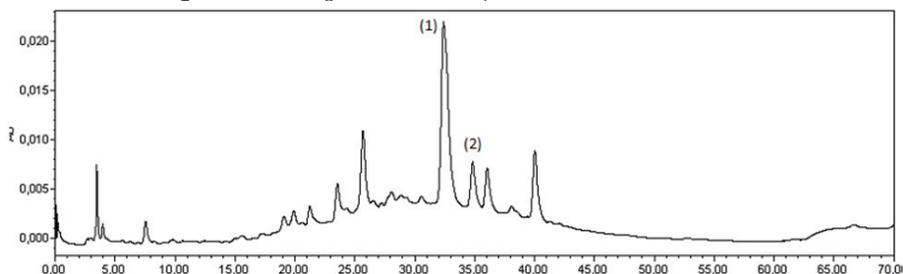
Através da análise do perfil cromatográfico do extrato aquoso de *H. courbaril* determinou-se por CLAE o teor de rutina (1) e ácido elágico (2) nesta amostra (Tabela 3). A presença destes compostos não é muito frequente neste órgão, sendo mais comumente encontrado em folhas e frutos. Contudo, a literatura relata a presença de ácido elágico e rutina nas cascas de outras espécies (KHALLOUKI et al., 2007; TALWAR et al., 2013; ALVALA et al., 2013)

Tabela 3 – Resultados das substancias caracterizadas no extrato aquoso de *H. courbaril* por CLAE.

Compostos	Equação da reta	R2	LOD (µg L ⁻¹)	LOQ (µg L ⁻¹)	Concentração (mg/L)
(1) Rutina	y = 20710x + 50367	0,9999	0,0654	0,2179	33,41
(2) Ácido elágico	y = 16037x - 738,23	0,9997	0,1699	0,5663	7,84

Através da Figura 3, verifica-se que o composto majoritário deste extrato é a rutina, um flavonoide que está presente em mais de 70 plantas e alimentos comercializados (CHUA, 2013). Dentre os demais produtos, também foi identificado o ácido elágico na forma livre como ácido fenólico. O qual é encontrado em muitas frutas e extratos de plantas, podendo também estar complexado na forma de taninos hidrolisáveis (elagitaninos) (GARCÍA-NIÑO; ZAZUETA, 2015). Estes dados, mais uma vez, corroboram os resultados obtidos quanto a presença de flavonoides e taninos nas análises realizadas com o extrato aquoso de *H. courbaril*.

Figura 3 – Cromatograma do extrato aquoso das cascas de *H. courbaril*.



A análise do potencial antioxidante mostrou uma elevada atividade frente ao radical livre DPPH ($IC_{50} = 33,97 \pm 0,55 \mu\text{g/mL}$), uma vez que essa amostra foi apenas 1,9 vezes menos antioxidante que o padrão quercetina ($IC_{50} = 18,22 \pm 2,22 \mu\text{g/mL}$). Segundo Degáspari e Waszczyński (2004) muitas plantas utilizadas na medicina popular possuem uma ampla variedade de compostos fenólicos em sua constituição e sabe-se que estes compostos atuam na eliminação dos radicais livres. Desse modo, o estudo de Saha e Verma (2015) relata que quanto maiores os teores de compostos fenólicos, maior será o potencial antioxidante. À vista disso, verifica-se que *Plectranthus amboinicus* que apresentou baixo potencial antioxidante (IC_{50} de $660 \mu\text{g/mL}$) também possui um reduzido teor de compostos fenólicos em sua constituição ($39,9 \pm 4,3 \text{ mg/g EAG}$) (CHIA et al., 2011). Além disso, no estudo de Bezerra et al. (2013) foi observado em diferentes frações realizadas com as cascas de *H. courbaril* valores de IC_{50} próximos ao encontrado nesta análise ($5\text{-}35 \mu\text{g/mL}$). Dessa mesma forma, Neves et al. (1993), em seu trabalho destacam uma forte atividade antioxidante para *H. martiana* outra espécie do mesmo gênero do jatobá.

Agentes antioxidantes reduzem o estresse oxidativo um dos principais mecanismos envolvidos na patogênese e progressão de doenças crônicas como câncer, doenças cardiovasculares e inflamatórias (KRISHNAIAH; SARBATLY E NITHYANANDAM, 2011). Nesse sentido, as indicações de uso popular das cascas de *H. courbaril* para tratar processos inflamatórios, úlceras, artrite e reumatismo (FERNANDES et al., 2015; JAYAPRAKASAM et al., 2007) parecem estar ligadas ao seu potencial antioxidante e a sua constituição química. Pois, além do elevado teor de compostos fenólicos e taninos, a presença de rutina e ácido elágico detectados por CLAE também são relatadas na literatura por apresentar elevada atividade antioxidante atuando na eliminação de radicais livres (VATTEM; SHETTY, 2004; CRUZ-ZÚÑIGA et al., 2016). Para o ácido elágico são descritas atividade anti-inflamatória, antimutagênica, hepatoprotetora e anticarcinogênica (VATTEM; SHETTY, 2004; GARCÍA-NIÑO; ZAZUETA, 2015). Além disso, a rutina, que é o produto majoritário (Figura 3, Tabela 3) do extrato aquoso das cascas de *H. courbaril*, apresenta importante ação anti-inflamatória, nefroprotetora, cardioprotetora e antidiabético (CHUA, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados aqui encontrados, pelo menos em parte, justificam o uso popular de *H. courbaril* para tratar processos inflamatórios, úlceras e reumatismo. Pois, sua elevada atividade antioxidante pode ser associada aos altos teores de compostos fenólicos e taninos quantificados no extrato aquoso de *H. courbaril*, além da presença da rutina e ácido elágico, uma vez que, estes produtos são amplamente relatados na literatura como agentes anti-inflamatórios e antioxidantes.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve apoio da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) e das instituições de fomento à pesquisa: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

REFERÊNCIAS

- ALVALA, R. et al. Scientific evidence for traditional claim of anti-obesity activity of *Tecomella undulata* bark. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 148, p. 441-448, 2013.
- BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A. M. Planejamento racional baseado no mecanismo de ação: fármacos inteligentes. In: **Química medicinal: as bases moleculares da ação dos fármacos**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 84-124.
- BEZERRA, G. P. et al. Phytochemical study guided by the myorelaxant activity of the crude extract, fractions and constituent from stem bark of *Hymenaea courbaril* L. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 149, p. 62-69, 2013.
- CARNEIRO, E. et al. Isolation, chemical identification and pharmacological evaluation of eucryphin, astilbin and engelitin obtained from the bark of *Hymenaea martiana*. **Pharmaceutical Biology**, v. 31, p. 38-46, 1993.
- CECÍLIO, A. B. et al. Screening of Brazilian medicinal plants for antiviral activity against rotavirus. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 141, p. 975-981, 2012.
- CHIA, J. L. et al. The correlation between skin-care effects and phytochemical contents in Lamiaceae plants. **Food Chemistry**, v. 124, p. 833-841, 2011.
- CHUA, L. S. A review on plant-based rutin extraction methods and its pharmacological activities. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 150, p. 805-817, 2013.
- CRUZ-ZÚÑIGA, J. M. et al. Development of an antioxidant biomaterial by promoting the deglycosylation of rutin to isoquercetin and quercetin. **Food Chemistry**, v. 204, p. 420-426, 2016.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, p. 33-40, 2004.

DIAS, L. S.; LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Physicochemical and bioactive properties of *Hymenaea courbaril* L. pulp and seed lipid fraction. **Industrial Crops and Products**, v. 49, p. 610-618, 2013.

DIAZ, P. et al. Antioxidant and anti-inflammatory activities of selected medicinal plants and fungi containing phenolic and flavonoid compounds. **Chinese Medicine**, v. 7, p. 2-9, 2012.

DUTRA, R. C.; CAMPOS, M. M.; CALIXTO, J. B. Medicinal plants in Brazil: pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives. **Pharmacological Research**, 2016. *in press*.

FALKENBERG, M. B. Quinonas. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. p. 657-679.

FALKENBERG, M. B.; SANTOS, R. I.; SIMÕES, C. M. O. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. p. 229-245.

FERNANDES, H. P. et al. New glycosylated biscoumarins from *Hymenaea courbaril* L. seeds. **Phytochemistry Letters**, v. 13, p. 413-416, 2015.

GARCÍA, NIÑO W. R.; ZAZUETA, C. Ellagic acid: Pharmacological activities and molecular mechanisms involved in liver protection. **Pharmacological Research**, v. 97, p. 84-103, 2015.

GIOXARI, A. et al. Phenolic compounds: bioavailability and health effects. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 339-345, 2013.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. p. 13-28.

HYMENAEA *courbaril* L. Disponível em: <<http://www.belem.pa.gov.br>>. Acesso em: 14 abr. 2015.

JAYAPRAKASAM, B. et al. Terpenoids from Stinking toe (*Hymenaea courbaril*) fruits with cyclooxygenase and lipid peroxidation inhibitory activities. **Food Chemistry**, v. 105, p. 485-490, 2007.

KHALLOUKI, F. et al. Isolation, purification and identification of ellagic acid derivatives, catechins, and procyanidins from the root bark of *Anisophyllea dichostyla* R. Br. **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, p. 472-485, 2007.

KRISHNAIAH, D.; SARBATLY, R.; NITHYANANDAM, R. A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. **Food and Bioproducts Processing**, v. 89, p. 217-233, 2011.

- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. p. 544.
- MENSOR, L. L. et al. *Screening* of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v. 15, p.127-130, 2001.
- MESSIAS, M. C. T. B. et al. Uso popular de plantas medicinais e perfil socioeconômico dos usuários: um estudo em área urbana em Ouro Preto, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 17, p. 76-104, 2015.
- MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; VAN BEEK, T. A. *Screening* of radical scavenging activity of some medicinal plants and aromatic plant extract. **Food Chemistry**, v. 85, p. 231-237, 2004.
- NEVES, M. C. A. et al. Analgesic and anti-inflammatory activities of the crude hydroalcoholic extract obtained from the bark of *Hymenaea martiana*. **Phytotherapy Research**, v. 7, p. 356-362, 1993.
- SAHA, S.; VERMA, R. J. Antioxidant activity of polyphenolic extract of *Terminalia chebula* Retzius fruits. **Journal of Taibah University for Science**, 2015. *in press*.
- SHAD, M. A. et al. Optimization of extraction efficiency of tannins from *Cichorium intybus* L.: application of response surface methodology. **Journal Medicinal Plants Research**, v. 6, p. 4467-4474, 2012.
- SILVA, M. R. et al. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 21, p. 176-182, 2001.
- SIMÕES, K. et al. Ipomopsin and hymenain, two biscoumarins from seeds of *Hymenaea courbaril*. **Phytochemistry Letters**, v. 2, p. 59-62, 2009.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p.144-158,1965.
- SKROVANKOVA, S. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 24673-24706, 2015.
- TALWAR, S. et al. Evaluation of *in vitro* antioxidant and *in vivo* analgesic potential of *Terminalia paniculata* aqueous bark extract. **Journal of Medicinal Food**, v. 16, p. 1153-1161, 2013.
- VATTEM, D. A.; SHETTY, K. Biological functionality of ellagic acid: A review. **Journal of Food Biochemistry**, v. 29, p. 234-266, 2005.
- VEGGI, P. C. et al. Obtaining phenolic compounds from jatoba (*Hymenaea courbaril* L.) bark by supercritical fluid extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 89 p. 68-77, 2014.

WAGNER, H.; BLADT, S. **Plant drug analysis a thin layer chromatography atlas**. 2. ed. Berlin: Springer, 1996.

WOISKY, R. G.; SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. **Journal of Apicultural Research**, v.37, p. 99-105, 1998.