

PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA QUALITATIVA E AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE EXTRATO DAS FOLHAS DE *Lecythis pisonis* Camb.

Letícia Paula Benvindo Trajano¹
Igor Frederico da Silveira Ramos²
Thaís Cruz Ramalho³
Maria Eliuma Pereira Silva⁴
Maurycy Silva Geronço⁵
Rayran Walter Ramos de Sousa⁶
Eilika Andréia Feitosa Vasconcelos⁷

RESUMO

O estudo objetivou identificar a composição fitoquímica das folhas de *Lecythis pisonis* Camb., além de averiguar a atividade antimicrobiana da fração hidroalcoólica contra cepas de *Staphylococcus aureus* (CCBH3856) e *Escherichia coli* (CCBH3860). O extrato das folhas foi obtido por extração, usando o método de maceração em etanol a 70% e água destilada, sob temperatura ambiente. Os testes utilizados para identificação de triterpenoides, flavonoides e saponinas foram, respectivamente, a reação de Liebermann-Burchard, Shinoda e Índice de espuma. A avaliação da ação antimicrobiana do extrato hidroalcoólico, por meio de antibiograma em ágar Mueller-Hinton, foi realizada segundo a metodologia de difusão em ágar (técnica do poço) descrita pela Farmacopeia Brasileira (2010), em cepas padrão de *S. aureus* e *E. coli*. O extrato de hidroalcoólico foi resuspenso e testado nos volumes de 20 a 60 µl. Os testes realizados para identificação dos metabólitos secundários foram positivos. O extrato hidroalcoólico testado apresentou atividade inibitória com média de halos 23,8 mm e 25,8 mm para, respectivamente, *S. aureus* e *E. coli*. Esses resultados demonstraram a presença de substâncias químicas de referência nas folhas de *L. pisonis* Camb. Além disso, o extrato hidroalcoólico apresentou sensibilidade em todos os volumes testados, quando comparados ao halo do controle positivo.

Palavras-chave: Lecythidaceae. Testes de sensibilidade microbiana. Flavonoides. Triterpenos. Farmacognosia.

¹ Curso de Farmácia – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina (PI), Brasil

² Curso de Farmácia – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina (PI), Brasil

³ Curso de Farmácia – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina (PI), Brasil

⁴ Curso de Farmácia – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina (PI), Brasil

⁵ Curso de Farmácia – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina (PI), Brasil

⁶ Curso de Farmácia – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina (PI), Brasil

⁷ Professora Doutora do Curso de Farmácia – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina (PI), Brasil

ABSTRACT

The objective of this study was to identify the phytochemical composition of the leaves of *Lecythis pisonis* Camb., in addition to investigating the antimicrobial activity of the hydroalcoholic fraction against strains of *Staphylococcus aureus* (CCBH3856) and *Escherichia coli* (CCBH3860). Leaf extract was obtained by extraction, using the maceration method in 70% ethanol and distilled water, at room temperature. The tests used to identify triterpenoids, flavonoids and saponins were, respectively, the Liebermann-Burchard, Shinoda and Foam Index reactions. The evaluation of the antimicrobial action of the hydroalcoholic extract, using a Mueller-Hinton agar antibiogram, was performed according to the agar diffusion methodology described by the Brazilian Pharmacopoeia (2010), in standard strains of *S. aureus* and *E. coli*. The hydroalcohol extract was resuspended and tested in the volumes of 20 to 60 μ l. The tests performed to identify the secondary metabolites were positive. The hydroalcoholic extract tested showed inhibitory activity with a mean halos 23.8 mm and 25.8 mm for, respectively, *S. aureus* and *E. coli*. These results demonstrated the presence of reference chemicals in the leaves of *L. pisonis* Camb. In addition, the hydroalcoholic extract presented sensitivity in all the volumes tested, when compared to the halo of the positive control.

Keywords: Lecythidaceae. Microbial sensitivity tests. Flavonoids. Triterpenes. Pharmacognosy.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento popular acumulado e conservado durante séculos acerca das atividades terapêuticas de plantas é considerado empírico e representa, em muitos casos, um recurso ímpar para o tratamento de doenças em várias comunidades e grupos étnicos. Nesta perspectiva, o Brasil, enquadrado como detentor da maior diversidade genética vegetal do mundo, com milhares de espécies catalogadas possui uma imensa tradição do uso desses vegetais relacionado ao conhecimento popular que transcende a barreira das gerações (CARNEIRO et al., 2014; RIBEIRO et al., 2014; ANGÉLICO, 2011).

A biodiversidade brasileira permanece configurando um amplo percurso para descoberta de novas substâncias com propriedades terapêuticas (metabólitos secundários) (BONELLA et al., 2011). Esses metabólitos, antes considerados como resíduos do metabolismo primário ou produtos de desintoxicação, hoje são, reconhecidamente, classificados como substâncias que desempenham funções vitais para sobrevivência da planta, além de possuírem uma grande variedade de propriedades biológicas úteis no tratamento de inúmeros distúrbios que ainda carecem de inovações, como aqueles causados por bactérias patogênicas resistentes aos antibióticos existentes (WINK, 2013; DIAS; URBAN; ROESSNER, 2012).

Microrganismos como *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, que são caracterizados por serem causadores de infecção hospitalar e infecções do trato gastrointestinal e urinário, já apresentam um perfil de resistência a várias classes de antibióticos, como o grupo das quinolonas e, dessa maneira, produtos naturais, como compostos puros ou extratos padronizados, fornecem oportunidades ilimitadas para controle do crescimento microbiano devido à sua diversidade química (NDUKWE et al., 2015).

A atividade antimicrobiana está atrelada à capacidade que uma substância tem de limitar o número ou eliminar ou inibir a proliferação de microrganismos. As variantes relacionadas à determinação da Concentração Mínima Inibitória (CMI) de extratos vegetais são atribuídas à técnica aplicada, ao microorganismo e a cepa usada no teste, à fonte da planta, a época da coleta, ao preparo dos extratos por plantas frescas ou secas e a concentração do extrato no ensaio (NEGI, 2012).

A família Lecythidaceae, é considerada a terceira maior família em variedade de espécies da Amazônia, contando com aproximadamente 25 gêneros e 489

espécies catalogadas (MORI, 1990). Dentre as plantas dessa família, destaca-se a *Lecythis pisonis* Camb.(Figura 1), popularmente conhecido no Brasil como "sapucaia" ou "Cumbuca de macaco". Encontra-se principalmente nos estados do Piauí, de Pernambuco a São Paulo e na região amazônica. As sementes desta espécie são uma valiosa fonte de aminoácidos essenciais ácidos graxos e minerais, sendo funcional e nutritiva alimento para consumo humano. Inúmeras ações farmacológicas foram atribuídas a esta planta, como ação anti-inflamatória, antiprurido, antifúngica e antibacteriana. As folhas são usadas como banho, para o tratamento coceira (prurido) no corpo e o óleo extraído das sementes é utilizado como emoliente, reduzindo dor muscular (OLIVEIRA et al., 2007).

Figura 1- Árvore da espécie *Lecythis pisonis* Camb.



Fonte: www.flickr.com/photos/flaviocb/5044480123. Acesso: 15/10/2018.

De acordo com a literatura, a investigação fitoquímica do extrato etanólico de folhas de *Lecythis pisonis* levou à identificação de diferentes frações, como hexano, éter e acetato de etila. Além dessas substâncias químicas, também foram encontradas na planta triterpenoides e seus derivados glicolisados com 57% de prevalência, sendo mais frequente os de esqueleto oleanano (58%) e ursano (13,5%). A segunda classe de substâncias mais comuns em espécies pertencentes a família Lecythidaceae são os flavonoides, que correspondem a 14% (PINHEIRO et al., 2010).

Nesse sentido, Ferreira et al., (2014) isolou e identificou, em seu estudo fitoquímico das folhas, galhos e cascas dos frutos da *L. pisonis*, sete triterpenóides: esqualeno, 3 β - friedelanol, lupeol, α - e β - amirina e os ácidos: ursólico e oleanólico,

três esteroides: beta-sisterol e estigmasterol e campesterol, e dois flavonoides: quercetin-3-O-rutinoside e kaempferol-3-O-rutinoside.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivos identificar a composição fitoquímica qualitativa das folhas de *Lecythis pisonis* Camb., além de averiguar a atividade antibacteriana da fração hidroalcoólica em cepas padrão de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta e identificação do material vegetal

As folhas (Figura 2) foram coletadas no Parque Zoobotânico de Teresina situado na Avenida Kennedy, s/n - Morros, Teresina - PI, 64065-990, no dia 29 de novembro de 2013. A exsicata encontra-se depositada no Herbário Graziela Barroso – UFPI, sob o número 26488.

Figura 2- Folhas da espécie *Lecythis pisonis* Camb.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Secagem e moagem do material vegetal

O material vegetal foi seco em temperatura ambiente, protegido de sujidades e ao abrigo de luz solar por sete dias. Em seguida foi triturado em moinho de facas e acondicionadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados (BEZERRA, 2014).

Obtenção dos extratos vegetais

Os derivados vegetais hidroalcoólicos foram obtidos por maceração a temperatura ambiente, sendo utilizado solvente na proporção 70:30 (v/v) de álcool etílico e água destilada, respectivamente. Os derivados vegetais aquosos foram obtidos utilizando-se água destilada. Em ambos, a relação droga vegetal/solvente extrator foi na proporção de 1:10 (m/v). A extração foi feita por cinco dias com agitação esporádica, em seguida foi feita a filtração e eliminação por rotaevaporação (Fisatom®) a 50 °C do solvente orgânico, restando o extrato concentrado (BEZERRA, 2014).

Testes de Saponinas (Teste Qualitativo de espuma)

O teste para saponinas foi realizado adicionando-se 5 mL do extrato aquoso em um tubo de ensaio e agitou-se vigorosamente no sentido vertical por 15 segundos. A reação foi considerada positiva com a formação de espuma persistente por 15 minutos (BEZERRA, 2014; SBFGNOSIA, 2009a).

Testes de Triterpenos (Reação de Liebermann-Burchard)

O teste para Triterpenoides foi realizado pela reação de Liebermann-Burchard (anidrido acético + ácido sulfúrico concentrado). Cerca de 2,5 mL do extrato hidroalcoólico foi evaporado até a metade para retirada do solvente e, em seguida, adicionado 3 mL de clorofórmio e 2 mL de anidrido acético sob leve agitação. Posteriormente, 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado foram adicionadas. A reação foi considerada positiva para triterpenoides pentacíclicos livres com o surgimento de coloração rosa, vermelha, púrpura ou violeta (BEZERRA, 2014; SBFGNOSIA, 2009b).

Testes de Flavonoides (Reação de Shinoda)

Foram medidos 2,0 mL do extrato hidroalcoólico e adicionado 2 fragmentos de 1 cm de magnésio metálico em fita e 1,0 mL de ácido clorídrico concentrado. A reação foi considerada positiva com surgimento de coloração rósea a vermelha escura, dando

mais intensa quanto maior for a concentração de bioflavônios (BEZERRA, 2014; SBFGNOSIA, 2009C).

Cepas bacterianas e preparação da solução padrão de Mac Farland 0,5

Para o estudo da atividade antimicrobiana da fração hidroalcoólica das folhas de *Lecythis pisonis* Camb. foi utilizado frente a cepa padrão de *Staphylococcus aureus* (CCBH3856) e *Escherichia Coli* (CCBH3860) provenientes da coleção de culturas do Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do Piauí. A padronização inóculo para o teste de sensibilidade, foi realizada segundo a metodologia proposta pelo NCCLS (2003). Para tanto, suspendeu-se as colônias em solução aquosa estéril até a obtenção de turvação compatível com o grau da escala Mac Farland 0,5 (1x10⁶ UFC/mL).

Testes de difusão em ágar (técnica do poço)

O extrato hidroalcoólico de *Lecythis pisonis*, após rotaevaporação, foi resuspendido e testado nos volumes de 20 a 60 µL. Para análise, pelo método de difusão em ágar, foram feitos poços nas placas contendo ágar Mueller-Hinton de 12 mm de diâmetro. Com um swab estéril foi inoculado e distribuída uniformemente na superfície do ágar a suspensão bacteriana correspondente a com turvação 0,5 da escala de MacFarland. Em seguida, dispensou-se em cada poço 20, 30, 40, 50 e 60 µL de volume do extrato. As placas foram incubadas em estufa (Quimis®) a 35 ± 2°C por 24 horas (BRASIL, 2010).

O halo de inibição foi medido utilizando paquímetro digital. Como controle positivo para as duas cepas foi utilizado Tetraciclina 30 µg que apresenta sensibilidade com halos ≥ 19 mm, resistente e intermediária com halos de ≤ 14 e 15-18 mm, respectivamente. Como controle negativo para *S. aureus* e *E.coli* foi utilizado, respectivamente, Imipenem de 10 µg e Azitromicina de 15 µg baseado nas sugestões da CLSI (2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos fitoquímicos realizados em espécies vegetais da família Lethicydaceae relataram a presença de metabólitos secundários, como: alcaloides, terpenoides (óleos voláteis, diterpenos, triterpenoides pentacíclicos e esteróides), proantocianidinas, flavonoides, dentre outras substâncias com caráter fenólico (SILVA et al., 2017). Na prospecção fitoquímica realizada nas folhas de *Lecythis pisonis* pode-se constatar a presença de saponinas, triterpenos e flavonoides, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Prospecção fitoquímica qualitativa do extrato obtido das folhas de *Lecythis pisonis*.

Metabólitos	Reações	Resultado
Saponinas	Índice de Espuma	Positivo
Triterpenos	Liebermann-Burchard	Positivo
Flavonoides	Shinoda	Positivo

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Esses dados corroboram com Pereira et al., (2012) que descreveram como principais metabólitos secundários dessa espécie vegetal os triterpenoides e os flavonoides com 57% e 14% respectivamente. Assim como, esses resultados ratificam os obtidos por Oliveira et al., (2012) que apontam após pesquisa fitoquímica de extratos etanólicos das folhas de *L. pisonis* uma prevalência de triterpenoides e uma mistura de esteroides sitosterol e estigmasterol.

Em estudo de outras partes da espécie, foram identificados 14 compostos fenólicos no extrato da noz de sapucaia, principalmente ácidos fenólicos e flavonóides. Enquanto o invólucro contém 22 compostos fenólicos, o extrato da casca da espécie demonstrou alto conteúdo de compostos fenólicos totais e alto teor de taninos condensados (DEMOLINER et al., 2018).

Extratos das folhas já exibiram atividade antinociceptiva em modelos animais de nocicepção aguda, o que pode estar relacionado ao seu uso medicinal. Os ácidos ursólico e oleanólico foram relatados como contribuintes para a ação antinociceptiva observada (BRANDÃO et al., 2013). Esses triterpenos também foram sugeridos como

responsáveis pelo efeito positivo no tratamento de prurido em estudo experimental (SILVA et al, 2012).

As análises de avaliação preliminar da atividade antimicrobiana realizadas com o extrato concentrado das folhas de *L. pisonis* pelo método de difusão em ágar (técnica do poço) frente a cepas testadas, apresentaram sensibilidade para todos os volumes testados demonstrando atividade inibitória contra os microorganismos, com média de halos 23,8 mm e 25,8 mm para, respectivamente, *S. aureus* e *E. coli* comprovando a capacidade dos compostos extraídos da *Lecythis pisonis* em inibir o crescimento de bactérias patogênicas conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores dos halos inibitórios do extrato de *Lecythis pisonis* frente a cepas de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

Volume do Extrato (µL)	Halo de <i>S. aureus</i> (mm)	Halo de <i>E. coli</i> (mm)	Controle Positivo (mm)
20	20	22	≥ 19
30	22	24	≥ 19
40	24	25	≥ 19
50	25	29	≥ 19
60	28	29	≥ 19

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Conforme descrito por Evaristo e colaboradores (2014), as bactérias gram-positivas são mais suscetíveis à ação de extratos vegetais que contenham em sua composição os flavonoides e os triterpenos. Em concordância, Veloso e colaboradores (2017) ao avaliarem a ação antimicrobiana do extrato seco de *Lecythis pisonis* contra cepas de *Staphylococcus aureus*, encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo. Levando em consideração a ampla variedade de componentes secundários presentes nessa espécie, a atividade antibacteriana positiva tem provável embasamento devido a presença de compostos como esteroides, triterpenoides, flavonoides e saponinas relatados nesta planta (OLIVEIRA et al., 2007).

De acordo com Peixoto et al. (2016), os flavonoides são metabólitos secundários com capacidades amplamente exploráveis, principalmente relacionadas

a atividade antibacteriana e sinergismo com antibióticos. Segundo SPRENGER et al., (2017), os compostos fenólicos possuem um amplo leque de atividades biológicas, destacando-se as atividades antioxidantes, antitumoral e, principalmente, antimicrobiana. Esta é explicada pela sua capacidade de interagir e formar complexos de macromoléculas, tais como polissacarídeos e proteínas bacterianas. Ainda segundo os autores, triterpenos e saponinas possuem uma relativa atividade antimicrobiana, principalmente contra bactérias gram-positivas.

Pesquisas realizadas por Costa et al. (2012), Prabhakaran; Reejo; Kumar (2014) e Sprenger et al., (2017) sugerem que a ação antibacteriana de flavonoides e esteroides, está relacionada a interação dos mesmos com proteínas extracelulares, que levam a formação de um complexo com a parede celular bacteriana provocando sua morte, ao atuarem com inibidores enzimáticos e por alterarem o pH do meio.

Os triterpenos pentacíclicos apresentam um largo espectro de atividade antibacteriana sendo responsáveis, parcialmente, pela atividade encontrada (CHOUNA et al., 2015). Segundo Evaristo et al. (2014), o mecanismo pode ser associado a danos na membrana plasmática e inibições na síntese de ácidos nucleicos ou metabolismo energético de bactérias.

Corroborando com esses resultados, estudos realizados com outras espécies vegetais pertencentes a família Lecythidaceae mostram que as cepas de *S. aureus* e *E. coli* foram sensíveis em todas as concentrações testadas do extrato etanólico de *Barringtonia racemosa* e ainda foi possível perceber que as cepas de *S. aureus* apresentaram maior sensibilidade ao extrato quando comparadas as de *E. coli* (SAHA et al., 2013). Assim como, Shivashankar et al. (2013), utilizando o extrato hidrometanólico frio de *Couroupita guianensis*, demonstrou halos de inibição máximos frente a cepas de *S. aureus*. Isso demonstra que os metabólitos secundários presentes nas plantas da família Lecythidaceae tem um papel iminente como adjuvantes na atividade antimicrobiana e para a síntese fitoterápicos.

Segundo Firmo et al. (2014) e Evaristo et al. (2014) os compostos fitoquímicos são menos efetivos contra bactérias gram-negativas. Isso se deve a diferença na composição da membrana plasmática, uma vez que bactérias gram-negativas possuem uma estrutura mais complexa, maior teor de lipídeos da parede celular e poros estreitos podem tornar os patógenos mais resistentes a agentes externos, o que leva a uma dificuldade na difusão e a ação da substância antibacteriana (FERNÁNDEZ; HANCOCK, 2012; EFSTRATIOU et al., 2012). Dessa forma, a

resistência intrínseca das gram-negativas é atribuída à interação entre um influxo reduzido e um efluxo mais efetivo das substâncias antimicrobianas.

O presente estudo apresentou resultados distintos do que é comumente encontrado na literatura conforme observado na Tabela 2. A média dos halos formados frente a exposição das bactérias ao extrato foi maior para a bactéria gram-negativa, *E. coli*. Entretanto, Guimarães; Momesso; Pupo (2010) relataram que produtos vegetais também tem sido capazes de inibir as bombas de efluxo ou mecanismos de resistência a múltiplos fármacos, dessa maneira, é possível apresentar como hipótese ao resultado do estudo a presença destes tipos substâncias capazes de inibir este mecanismo de resistência no extrato das folhas de *Lecythis pisonis* Camb.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na prospecção fitoquímica do extrato das folhas de *Lecythis pisonis* comprovaram a presença de saponinas, triterpenos e flavonoides como substâncias químicas de referência. E principalmente os flavonoides que estão relacionados com as atividades antibacterianas e sinergismo com antibióticos.

As análises de avaliação preliminar da atividade antimicrobiana realizadas com o extrato concentrado das folhas de *L. pisonis* pelo método de difusão em ágar (técnica do poço) frente a cepas testadas, apresentou sensibilidade para todos os volumes testados demonstrando atividade inibitória contra os microorganismos, com média de halos 23,8 mm e 25,8 mm para, respectivamente, *S. aureus* e *E. coli* comprovando a capacidade dos compostos extraídos da *Lecythis pisonis* em inibir o crescimento de bactérias patogênicas quando comparados ao halo da Tetraciclina (controle positivo), sendo a bactéria gram-negativa a que exibiu maiores halos de inibição.

Diante do exposto, o presente estudo apresentou resultados distintos do que é comumente encontrado na literatura, pois a média dos halos formados frente a exposição das bactérias ao extrato foi maior para a bactéria gram-negativa, *E. coli*. Além disso, apresentam como hipótese ao resultado do estudo a presença destes tipos substâncias capazes de inibir este mecanismo de resistência no extrato das folhas de *Lecythis pisonis* Camb.

Entretanto, a análise do potencial antimicrobiano de extratos hidroalcoólicos de plantas distribuídas pelo Brasil torna-se um ponto de partida para a síntese de novos compostos, uma vez que a resistência a antibióticos é um problema mundial.

REFERÊNCIAS

- ANGÉLICO, E. C. **Avaliação das atividades antibacteriana e antioxidante de *Croton heliotropiifolius* KUNTE e *Croton blanchetianus* BAILL.** 2011. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2011.
- BEZERRA, I. B. M. **Prospecção fitoquímica e atividade antimicrobiana de extrato da espécie *Lecythis pisonis*.** 2014. 73p. Monografia (Graduação em Farmácia), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.
- BONELLA, A. F. et al. Estudo fitoquímico e atividade antibacteriana de extratos de folhas de *Acanthospermum australe* (Loerfl.) Kuntze. **Encicl. Biosf.**, v. 7, n. 13, p. 1329-1335, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira.** 5.ed. Brasília: FIOCRUZ. 2010.
- CARNEIRO, F. M. et al. P. Tendências dos estudos com plantas medicinais no Brasil. **Rev. Sapiê.**, v. 3, n. 2, p. 44-75, 2014.
- CHOUNA, J. R. et al. Antimicrobial triterpenes from the stem bark of *Crossopteryx febrifuga*. **Z. Naturforsch C.**, v. 70, n. 8, p. 169-173, 2015.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing.** Twenty-Third Informational Supplement. CLSI document M100-S23. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2013.
- COSTA, A. L. P. et al. Análise preliminar qualitativa fitoquímica e do potencial antimicrobiano do extrato bruto hidroalcoólico de casca de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bompel (Lecythidaceae) frente a microrganismos gram-positivo. **Ci. Equat.**, v. 2, n. 1, p. 27-34, 2012.
- DIAS, D. A.; URBAN, S.; ROESSNER, U. A historical overview of natural products in drug discovery. **Metab.**, v. 2, n. 2, p. 303-336, 2012.
- EFSTRATIOU, E. et al. Antimicrobial activity of *Calendula officinalis* petal extracts against fungi, as well as Gram-negative and Gram-positive clinical pathogens. **Complement. Ther. Clin. Pract.**, v. 18, n. 3, p. 173-176, 2012.
- EVARISTO, F. F. V. et al. Antimicrobial effect of the triterpene $3\beta,6\beta,16\beta$ -Trihydroxylup-20(29)-ene on planktonic cells and biofilms from gram positive and gram negative bacteria. **BioMed.**, v. 2014, p. 1-7, 2014.
- FERNÁNDEZ, L.; HANCOCK, R. E. Adaptive and mutational resistance: role of porins and efflux pumps in drug resistance. **Clin. Microbiol. Rev.**, v. 25, n. 4, p. 661-681, 2012.
- FERREIRA, E. L. F. et al. Phytochemical investigation and antioxidant activity of extracts of *Lecythis pisonis* Camb. **J. Med. Plants Res.**, v. 8, n. 8, p. 353-360, 2014.
- FIRMO, W. C. A. et al. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade antibacteriana de *Lafoensia pacari* (Lythraceae). **Publ. UEPG Ci. Biol. Saúde.**, v. 20, n. 1, p. 7-12, 2014.

GUIMARÃES, D. O.; MOMESSO, L. S.; PUPO, M. T. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes. **Quím. Nova.**, v. 33, n. 3, p. 667-679, 2010.

MORI, S. Diversificação e conservação das Lecythidaceae neotropicais. **Acta Bot. Bras.**, v. 4, n. 1, p. 45-58, 1990.

National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS). **Metodologia dos testes de sensibilidade a agentes antimicrobianos por diluição para bactéria de crescimento aeróbico: norma aprovada**. 6. ed. Wayne, Pennsylvania: NCCLS, OPAS, ANVISA, 2003.

NDUKWE, G. I. et al. Antibacterial Activity of the Fruit of *Napoleonaea imperialis* P. BEAUV. **J. Innov. Res. Health Sc. Biotech.**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2015.

NEGI, P. S. Plant extracts for the control of bacterial growth: efficacy, stability and safety issues for food application. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 156, p. 7–17, 2012.

OLIVEIRA, J. P. C. et al. **Constituintes químicos e atividade citotóxica da *Lecythis pisonis***. Reunião Anual da SBQ, 33, Brasil. 2007.

OLIVEIRA, J. P. C. et al. Chemical constituents of *Lecythis pisonis* and cytotoxic activity. **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 22, n. 5, p. 1140-1144, 2012.

PEIXOTO, R. M. et al. Antibacterial potential of native plants from the caatinga biome against *Staphylococcus* spp. isolates from small ruminants with mastitis. **Rev. Caatinga.**, v. 29, n. 3, p. 758-763, 2016.

PEREIRA, S. G. et al. **Estudo fitoquímico e alelopático dos extratos e frações de folhas e cascas de *Lecythis usitata***. Reunião Anual da SBQ, 35, Belém, Brasil, 2012.

PINHEIRO, M. M. G. et al. Antinociceptive activity of fractions from *Couroupita guianensis* Aubl. leaves. **J. Ethnopharmacol.**, v. 127, n. 2, p. 407-413, 2010.

PRABHAKARAN, M.; REEJO, B.; KUMAR, D. S. Antibacterial activity of the fruits of *Careya arborea* Roxb. (Lecythidaceae). *Hygeia*. **J. D. Med.**, v. 6, n. 12, p. 20-24, 2014.

RIBEIRO, D. A. et al. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v. 16, n. 4, p. 912-930, 2014.

SAHA, S. K. et al. Bioactivity studies on *Barringtonia racemosa* (Lam.) **Bark. PhOL.**, v. 1, p. 93-100, 2013.

Sociedade Brasileira de Farmacognosia 2009a. **Saponinas**. Disponível em: <<http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/saponinas.html>>. Acesso em: dez. 2017.

Sociedade Brasileira de Farmacognosia 2009b. **Drogas cardioativas**. Disponível em: <http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/drogas_cardioativas.html>. Acesso em: dez. 2017.

Sociedade Brasileira de Farmacognosia 2009c. **Flavonoides e Antocianos**. Disponível em: <http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/flavonoides_e_antocianinos.html>. Acesso em: dez. 2017.

SHIVASHANKAR, M. et al. Comparative antioxidant and antimicrobial studies of cold and hot bark hydromethanolic extract of *Couroupita guianensis* Aubl. **J. Res. Pharm. Pract.**, v. 3, n. 6, p. 06-13, 2013.

SILVA, R. M. et al. Cuticular n-alkane in leaves of seven neotropical species of the family Lecythidaceae: a contribution to chemotaxonomy. **Acta Bot. Bras.**, v. 31, n. 1, p. 137-140, 2017.

SPRENGER, L. K. et al. Atividade antimicrobiana do extrato hidroalcolico de *Ficus carica* e *Polygala spectabilis*. **Arch. Vet. Sci.**, v. 22, n. 3, p. 1- 7, 2017.

VELOSO, I. F. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana de extrato seco padronizado de *Lecythis pisonis* Camb (Lecythidaceae) e *Vitex agnus castus* L. (Verbenaceae). **Rev. Interd. Ci. Saúde.**, v. 4, n. 4, p. 190-193, 2017.

WINK, M. Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). **S. Afr. J. Bot.**, v. 89, p. 164-175, 2013.