

Estudo fitoquímico, bioativo, fotoprotetor e físico-químico do extrato floral de algodãozinho do Cerrado [*Cochlospermum regium* Schrank. (Pilg.)] – Bixaceae

Estudio fitoquímico, bioactivo, fotoprotetor y fisicoquímicos del extracto floral de algodãozinho do Cerrado [*Cochlospermum regium* Schrank. (Pilg.)] – Bixaceae

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho¹, Mariana Chaves Santos², Carlos Frederico de Souza Castro³

¹ Mestre em Agroquímica, pelo Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde – GO, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-3443-4205> E-mail: astronomoamadorgoias@gmail.com *Autor para correspondência

² Mestra em Agroquímica, pelo Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde - GO, Brasil.. <https://orcid.org/0000-0002-6012-8490> E-mail: marianachaves.santos@gmail.com

³ Doutor em Química e Docente pelo Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde - GO, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-9273-7266> E-mail: carlosfscastro@gmail.com

Palavras-chave

Bixaceae
Cochlospermum
Fitoquímica do órgão floral
Flores

Cochlospermum regium pertencente à Família Bixaceae, apresenta vários estudos quanto as suas ações biológicas em inúmeros ensaios *in vitro*, entretanto pouco se sabe sobre o extrato floral. O trabalho teve por objetivo avaliar o extrato hidroetanólico floral quanto à fitoquímica, atividade biológica, fotoprotetora e físico-química. Flores de *C. regium* foram coletadas em área de Cerrado em abril a maio de 2020. O extrato hidroetanólico foi produzido por maceração, o rendimento e conteúdo de umidade determinado em porcentagem. O ensaio fitoquímico realizado qualitativamente em reações colorimétricas empregando diversos reagentes. A cromatografia por camada delgada foi realizada usando diferentes eluidores e reveladores e os resultados determinados em fator de retenção R_fs. O ensaio para determinação da atividade de fotoproteção realizada entre os comprimentos de ondas 200 a 400 nm em espectrofotômetro UV-Vis. Para os ensaios biológicos, foram determinados através da redução do radical DPPH e determinado em Cl₅₀, e para compostos fenólicos totais por Folin-Ciocalteu. Os ensaios físico-químicos foram determinados para pH, sólidos totais, índice de refração e densidade relativa. O rendimento de extrato foi de 19,41%, teor de umidade de 80,59%, para fitoquímica, em especial para as classes de glicosídeos cardíacos, cianogênicos, ácidos orgânicos, saponinas hemolíticas, fenólicos, flavonoides e catequinas. A classe de taninos condensados foi observada. A varredura no UV-Vis apresentou bandas em 289, 376, 396 e 423 nm sugerindo a presença de alcaloides, fenólicos, flavonoides e carotenoides. Importante atividade hemolítica e fotoprotetora foram observadas qualitativamente. A atividade antioxidante com Cl₅₀ igual a 12,41 µg mL⁻¹, compostos fenólicos totais de 436,11 mg EAG 100 g⁻¹ de extrato seco, pH de 4,84, índice de refração de 1,4036 n_D, densidade relativa de 0,8219 g mL⁻¹ e a presença de glicose como açúcar redutor e de sacarose como açúcar não redutor na análise cromatográfica em camada delgada. O extrato das flores de *C. regium* demonstraram em estudos importantes resultados *in vitro*, sugerindo que novos ensaios devem ser realizados.

Palavras clave

Bixaceae
Cochlospermum
Fitoquímico del órgano floral
Flores

Cochlospermum regium, perteneciente a la Familia Bixaceae, presentando varios estudios sobre sus acciones biológicas en numerosos ensayos *in vitro*, sin embargo, se sabe poco sobre el extracto floral. El objetivo de este trabajo fue evaluar el extracto floral hidroetanólico en términos de actividad fitoquímica, biológica, fotoprotectora y físico-química. Se recogieron flores de *C. regium* en el área de Cerrado de abril a mayo de 2020. El extracto hidroetanólico se produjo por maceración, el rendimiento y el contenido de humedad se determinaron en porcentaje. La prueba fitoquímica se realizó cualitativamente en reacciones colorimétricas utilizando varios reactivos. La cromatografía en capa fina se realizó utilizando diferentes eluyentes y desarrolladores y, los resultados se determinaron en el factor de retención R_fs. La prueba para determinar la actividad de fotoprotección llevada a cabo entre longitudes de onda de 200 a 400 nm en un espectrofotómetro UV-Vis. Para los ensayos biológicos, se determinaron reduciendo el radical DPPH y se determinaron en Cl₅₀, y para los compuestos fenólicos totales por Folin-Ciocalteu. Las pruebas fisicoquímicas se determinaron para pH, sólidos totales, índice de refracción y densidad relativa. El rendimiento del extracto fue 19,41%, contenido de humedad 80,59%, para fitoquímica, especialmente para las clases de ácidos cardíacos, cianogénicos, orgánicos, saponinas hemolíticas, fenólicas, flavonoides y catequinas. Se observó la clase de taninos condensados. La exploración UV-Vis mostró bandas a 289, 376, 396 y 423 nm, lo que sugiere la presencia de alcaloides, fenólicos, flavonoides y carotenoides. Se observó cualitativamente actividad hemolítica y fotoprotectora importante. La actividad antioxidante Cl₅₀ igual a 12,41 µg mL⁻¹, compuestos fenólicos totales de 436,11 mg EAG 100 g⁻¹ de

extracto seco, pH de 4,84, el índice de refracción fue de 1,4036 n_D, la densidad relativa fue de 0,8219 g mL⁻¹ y la presencia de glucosa como azúcar reductor y sacarosa como azúcar no reductor en el análisis cromatográfico de capa fina. El extracto de las flores de C. regium demostró en estudios, resultados importantes in vitro, lo que sugiere que se deben realizar nuevas pruebas.

INTRODUÇÃO

O *Cochlospermum regium* (Mart. ex Schrank) Pilg., conhecido popularmente por “algodãozinho-do-cerrado, algodoeiro-do-campo ou pacote”, pertence à Família *Bixaceae*, subordinada à ordem *Malvales*, com 12 espécies de ocorrência pantropical (LLERAS, 2015; DUARTE et al., 2014). Esta espécie apresenta disposição heterogênea em áreas do domínio Cerrado brasileiro, sendo encontrado em campo sujo, Cerrado sentido restrito, em beiras de estradas e em áreas rurais antropomorfizadas, sendo considerada por Batista et al. (2014), e Coelho et al. (2008) uma espécie pioneira. O extrativismo e a destruição dos habitats de Cerrado colocaram *C. regium* na lista de espécies vegetais em risco de extinção.

A espécie *C. regium* é nativa no Brasil, entretanto, não é endêmica, sendo encontrada em várias regiões do país, bem como na Bolívia e no Paraguai (ANTAR, 2018). Apresenta porte arbustivo, folhas simples e palmatilobadas, flores amarelas vistosas e aromáticas, os frutos são do tipo capsular e as sementes recobertas com lanugem branca (Castro et al., 2004). O *C. regium* é considerada planta fitoterápica, sendo o órgão terrestre um grande e profundo rizoma, apresentando importantes ações farmacológicas comprovadas para uso na analgesia, como anti-inflamatório, anti-infeccioso, no tratamento de úlceras gástricas e artrite reumatoide (RIBEIRO et al., 2017). O extrato hidroetanólico do rizoma (xilopódio) apresenta ação anti-inflamatória, antimicrobiano e antipirético estando relacionados à presença de compostos fenólicos como produtos do metabolismo secundário deste vegetal (SOLON et al., 2012; CARVALHO, 2004).

Conforme relatado nos estudos de Arunachalam et al. (2019), e Cunha-Laura et al. (2013), o extrato da raiz em prévios estudos, apresentaram ácido elágico, ácido gálico, dihidrocaempferol-3-O-β-glucopiranosídeo, pinosresinol, dihidrocaempferol, excelsina, dihydrocaempferol-3-O-β-(6"-galoil) glucopiranosídeo, triacilbenzenos, coclosperminas A e B, flavonas naringenina e aromadendrina, 1-hidroxitetradecanona-3, flavononas glicosilada 3-O-glucopiranosil diidrocanferol e 3-O-glucosildihidrocaempferol.

O rizoma e as cascas de *C. regium* são amplamente

estudadas (MAI et al., 2016; BATISTA et al., 2014; CUNHA-LAURA et al., 2013; SANTOS et al., 2012; MARCELINO SANTOS NETO, 2010; ANDRADE et al., 2008; TOLEDO et al., 2000), entretanto, os órgãos aéreos talos, folhas, flores, frutos e sementes apresentam escassos trabalhos fitoquímicos (DOS SANTOS et al., 2012), e inexistem trabalhos para o extrato floral e capítulos florais. Sendo necessário que estudos sejam realizados para este órgão de reprodução, avaliando quais são os constituintes químicos fitoterápicos presentes.

O trabalho teve por objetivo avaliar o extrato hidroetanólico floral de *C. regium*, quanto à fitoquímica, atividades biológicas como atividade hemolítica e agente antioxidante, conteúdo de compostos fenólicos totais, fotoprotetor e físico-químico.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e identificação

Flores de *C. regium* foram coletadas no mês de maio de 2020 em uma área de Cerrado fitofisionomia sentido restrito, localizado em Rio Verde, Goiás, Brasil (17°47'06.0"S 50°57'59.5"W). A espécie foi identificada pelo Biólogo Msc^o. Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho, através da chave de identificação para *Bixaceae*, gênero *Cochlospermum* (Ribeiro; Loliola, 2017). O material floral foi coletado nas primeiras horas da manhã entre as 6-8 am, e mantido resfriado na presença de gelo em caixa hermética, e em seguida, enviada para o laboratório de Química Tecnológica no Instituto Federal Goiano – IF Goiano, *Campus* Rio Verde. Uma exsiccata foi herborizada, identificada e depositada no Herbário do IF Goiano sob reconhecimento do *Voucher* HRV: 1034.

Produção e rendimento do extrato floral

O extrato hidroetanólico 70% (v/v) foi preparado conforme descrito por Sousa et al. (2018) adaptado. Alíquota com 100 g de flores e capítulos florais foram pesados em balança analítica digital (Marte, Mod. W220). Em seguida, foram transferidas para *Erlenmeyer* de 250 mL (Laborglas), e submetidas à decocção em solução hidroetanólica 70%, e mantido em resfriamento por 48 horas em geladeira a 4 °C.

Após este período, a solução foi filtrada em papel de filtro qualitativo fixa azul (Unifil, C42), e o sobrenadante transferido para um evaporador rotativo à temperatura de 50 °C, com pressão reduzida de -750 mmHg. Em seguida, o extrato foi congelado em refrigerador a -12 °C e transferido para liofilizador (Terroni, Mod. LS 3000) até completa secagem. Após este processo, a massa do extrato foi determinada em balança analítica digital, e o rendimento determinado em porcentagem conforme equação 1, descrita por Alves et al. (2014).

$$\text{Red\%} = \frac{[(\text{g extrato seco} \times 100)]}{\text{g droga vegetal}} \quad \text{Eq. [1]}$$

A umidade foi determinada gravimetricamente conforme descrito por Franzen et al. (2018). Através da diferença de peso em estufa a 105 °C até massa constante.

Prospecção fitoquímica

A determinação da composição fitoquímica foi realizada para glicosídeos cardíacos, glicosídeos cianogenênicos, alcaloides, ácidos orgânicos, açúcares redutores e não redutores, cumarinas, saponinas espumílica e hemolítica, polissacarídeos, fenólicos, taninos, flavonoides, purinas, resinas, catequinas, depsídeos e depsídonas, benzoquinonas, naftoquinonas e fenantraquinonas, dupla olefínicas, antraquinonas, esteroides e triterpenoides, sesquiterpenolactonas, heterosídeos cianogenênicos, proteínas e aminoácidos, leucoantocianidinas, antocianidinas, flavanonas, flavonoles, flavanonas, flavanonoles, xantonas, tempo de oxidação (min.), auronas, calconas e azulenos, conforme descrito por Sousa et al. (2007), Braga et al. (2019), Barbosa et al. (2004), e Hernández et al. (2019). A composição fitoquímica foi avaliada conforme teste de cruzes (-) negativo, (+) fraco positivo, (++) moderado positivo e (+++) forte positivo (MACEDO et al., 2018; FONTANILLS et al., 2018).

A caracterização do extrato hidroetanólico foi realizada por cromatografia em camada delgada (CCD), utilizando placa cromatográfica (DC-Fertigfolien Alugran® Xtra SIL G/UV254), em tiras com as seguintes dimensões (2 cm x 10 cm). Foram utilizadas as seguintes fases móveis: acetona (P.A – ACS, Alphatec) (10 mL), clorofórmio (P.A – ACS, Synth) (10 mL), acetato de etila (P.A – ACS, Synth) (10 mL) e etanol (P.A – ACS, LS Chemicals) (10 mL), e como reveladores em sistema de aspersão para soluções de vanilina sulfúrica, cloreto férrico, ácido crômico, solução aquosa de permanganato de potássio, solução metanólica de verde de bromocresol, e solução de difenilamina ácida, para Iodo sublimado em sistema de vaporização, e análise direta sob luz ultravioleta nos comprimentos de ondas curto e longo de

(254 nm e 365 nm). O fator de retenção (R_fs) foi determinado utilizando uma régua milimétrica, conforme descrito por Alves et al. (2014).

A determinação da capacidade hemolítica foi realizada conforme Sousa et al. (2018) adaptado. Onde 500 µL do concentrado de eritrócitos a 5% em uma solução salina a 0,85% (m/v), após adição de 50 µL de extrato floral bruto hidroetanólico 70%, foi realizada micrografias ópticas nos tempos 5, 10 e 15 minutos. O branco foi realizado com concentrado de eritrócitos e solução hidroetanólica. O esfregaço foi realizado após o tempo em minutos utilizando uma lâmina extensora, e analisado em microscópio óptico planacromático (Olympus, Mod. NO226B4) com câmera digital acoplada 5 MP (Color, Mod. NO295).

Determinação da capacidade de hemólise

A determinação da capacidade hemolítica seguiu conforme descrito por Ramos et al. (2020). Em três tubos Falcon cônicos (Sarstedt) de 50 mL, foram acrescidos 5 mL de solução fisiológica de NaCl na concentração comercial de 0,9% (m/v) (Arboreto) e três tubos Falcon cônicos como controle positivo contendo água destilada e tecido hematopoiético. O ensaio foi realizado nas concentrações crescentes entre 50; 100; 150; 250; 500; 750; 1000 µg mL⁻¹ de extrato hidroetanólico floral 70% de *C. regium* utilizando balão volumétrico de 25 mL (Laborglas). As amostras foram incubadas em temperatura de 25 °C em banho ultratermostatizado (Solab, Mod. SL 152-I) por 15 min. Em seguida, as amostras foram centrifugadas (Solab, Mod. SL-700) a 3000 RPM durante 20 minutos. Em seguida, o sobrenadante foi analisado em espectrofotômetro UV-Vis (Belphotonics, Mod. M51) utilizando o comprimento de ondas fixo de 540 nm no modo absorvância. Foi utilizado cubeta de quartzo com campo óptico de 1 mm. O percentual hemolítico foi determinado com o Abs do controle positivo como 100%. O percentual hemolítico foi determinado conforme equação 2, proposta por Dacie et al. (1975).

$$\% \text{Hem.} = \frac{(\text{Abs}_{\text{amostra}}) * 100}{(\text{Abs}_{\text{controle}})} \quad \text{Eq. [2]}$$

Atividade antioxidante e conteúdo de fenólicos totais

A capacidade antioxidante foi determinada pela redução do radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH), utilizando o método de diluição em placa de 96 poços. Uma solução 50 mL estoque de DPPH na concentração 0,002% (p/v) foi diluída em metanol e mantida em local escuro e resfriado a 20 °C. As diluições foram preparadas a partir de 1 µg mL⁻¹ do extrato hidroetanólico floral nas seguintes concentrações 100; 50; 25; 10; 5 e 1 µg mL⁻¹ em metanol, e 400 µL mL⁻¹ da

solução estoque de DPPH.

A placa foi mantida em local escuro e resfriado (caixa hermética) até leitura. Após 60 minutos de reação, a placa foi escaneada em espectrofotômetro para microplacas (Polaris, Mod. EE) no comprimento de ondas de 517 nm. Uma curva padrão foi realizada entre as concentrações 20 e 0,25 $\mu\text{g mL}^{-1}$, e como padrão de agente antioxidante, ácido ascórbico (P.A – ACS, pureza de 99%). O percentual de redução foi calculado conforme equação 3, descrita por Silva et al. (2019).

$$\text{Red\%} = [(Abs_{amostra} - Abs_{branco}) * 100 / Abs_{sol. DPPH}] \text{ Eq. [3]}$$

O cálculo de concentração de inibição (CI_{50} foi expresso em $\mu\text{g mL}^{-1}$). Para avaliação dos resultados, foi utilizado o programa Prism 8[®] (GraphPad – livre para teste por 30 dias, 2020), e a curva padrão, foi determinada pela linearidade e a equação da reta realizadas no programa Excel[®] (versão paga, 2010).

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado conforme Menezes Filho et al. (2018). Em tubo de ensaio foram acrescentados 8 mL de água destilada, 0,5 mL do extrato floral (20%) (m/v) e 0,5 mL de solução aquosa na concentração 1:9 de *Folin-Ciocalteu* (Sigma-Aldrich, pureza 99%). O tubo de ensaio foi homogeneizado em Vortex (Fanem, Mod. 251) por 1 minuto, e deixado em repouso por 5 minutos a 20 °C. Em seguida, foi adicionado 1 mL de solução aquosa saturada de carbonado de sódio anidro na concentração 7,5% (m/v), e homogeneizado em seguida por 1 min. em Vortex. A amostra foi mantida em local escuro e em temperatura de 20 °C, por 60 min. Em seguida foi realizada leitura em espectrofotômetro (Belphotonics, Mod. M51) em 720 nm. Uma curva de calibração foi realizada entre as concentrações 400 e 40 mg mL^{-1} utilizando ácido gálico (Sigma-Aldrich, P.A –AC, pureza 99,9%). Os resultados foram expressos em $\text{mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$ de extrato seco.

Análises fotoprotetora e físico-química

Uma varredura no extrato foi realizada entre os comprimentos de ondas 850 a 250 nm em espectrofotômetro UV-Vis (Belphotonics, Mod. M-51), com cubeta de quartzo de 1,0 cm de caminho óptico para verificar também a absorção nas regiões ultravioleta A e B (UVA e UVB) entre 260 a 400 nm conforme descrito por Violante et al. (2009).

O pH foi determinado em pHmetro digital (Lucadena, Mod. 2010-P). Uma alíquota de 100 mL de extrato bruto foi utilizado para determinação do pH (CALA-CALVIÑO et al., 2018). O conteúdo de sólidos totais foi determinado em estufa com circulação de ar forçada (Nova Ética, Mod. 400-

3ND) a 105 °C por 3 horas. Foi aferido 5 g de extrato bruto, após 3 horas em aquecimento, o resíduo foi determinado em balança analítica digital (Marte, Mod. WB 220), o resultado foi expresso em porcentagem. O índice de refração determinado em refratômetro digital (Hanna Instruments, Mod. HI96800), com faixa entre n_D 1,3330 a 1,5080. Foi utilizado 3 gotas do extrato bruto hidroetanólico 70% (CALA-CALVIÑO et al., 2018). A densidade relativa determinada em proveta graduada 10 mL e o resultado expresso em g mL^{-1} 20 °C. Uma proveta (Vidrolabor) de 10 mL, previamente seca e pesada, foi em seguida acrescida com o extrato bruto, e posteriormente pesado em balança analítica digital, conforme descrito por Domínguez et al. (2019) modificado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indivíduos de *C. regium* apresentaram período de florescimento nos meses de abril a maio de 2020 na área de Cerrado fitofisionomia sentido restrito, onde foram coletadas para este estudo. As flores apresentaram durante a coleta aroma leve e marcante, isso possivelmente está ligado aos constituintes do metabolismo secundário das classes de compostos voláteis como óleo essencial. O aroma é observado apenas no início da manhã até 8-10 h e após às 17-19 h, entre esse período, foram observados não sendo o foco da pesquisa, visitas exclusivas de abelhas dos gêneros *Apis*, *Bombus* e *Tetragonisca*.

Ribeiro e Loiola (2017) em estudo descrevem período de floração entre agosto a dezembro em áreas do Bioma Caatinga, sobretudo em vegetação savana estépico (Caatinga arbustiva densa e aberta), floresta estacional decidual (mata seca), floresta ombrófila densa (mata úmida) e floresta estacional semidecidual de terras baixas (tabuleiro costeiro), no estado do Ceará, Brasil. Guarim Neto (2016) descreve o período de floração entre os meses de maio a julho em um estudo generalista. Já nos estudos de Noronha e Gottsberger (1980) em área de Cerrado no município de Botucatu, São Paulo, Brasil, os pesquisadores observaram período de floração em *C. regium* no mês de outubro.

De acordo com Guarim Neto (2016), a inflorescência de *C. regium*, é do tipo terminal, paniculada, apresentando média de 15 flores por haste floral, coloração amarelada-dourado, vistosas, hermafroditas, polistêmones, diclamídeas, pediceladas, pedicelos articulados na base (Figura 1). Ribeiro e Loiola (2017) descrevem para *C. regium* inflorescência do tipo racemo, e para outra espécie de *Cochlospermum*, *C. vitifolium* inflorescência do tipo panícula coletadas no estado do Ceará, Brasil. De Figueiredo et al. (2009) descrevem para outra espécie de *Cochlospermum*, *C. orinocense*, flores dispostas em inflorescências terminais do tipo panícula, não

produzindo néctar, sendo conspícuas, apresentando coloração amarelada, pentâmeras e actinomorfas.

Na Figura 1, está apresentado um indivíduo de *C. regium* com inflorescência e capítulos florais fotografado em área de preservação permanente (APP), onde as flores foram coletadas no período diurno no município de Rio Verde, Goiás, Brasil em 2020.



Figura 1. Indivíduo de *Cochlospermum regium* fotografado em área de Cerrado, fitofisionomia sentido restrito. Haste floral apresentando inflorescência e capítulos florais. Barra: 5-6 cm. Fonte: Autores, 2020.

As características organolépticas apresentaram para o extrato hidroetanólico floral, uma solução límpida, cristalina, homogênea, cor amarelada e levemente aromática, o rendimento do extrato foi de 19,41% e teor de umidade de 80,59%. Devido à inexistência de dados sobre o órgão floral em *C. regium*, este estudo comparou os resultados com extratos florais de outras Famílias, gêneros e espécies. No estudo de Filha (2018), foi observado rendimento de extrato etanólico floral em *C. vitifolium* de 21,49%. Quando comparado a outros rendimentos de extratos vegetais, Silva et al. (2019), encontraram rendimento de extrato floral de 6,73% para *Hibiscus rosa-sinensis*, e para *Hibiscus sabdariffa* de 27,95%. Franzen et al. (2018), avaliaram o rendimento de extrato floral e conteúdo de umidade para calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) onde encontraram rendimentos de 10,65; 13,55 e 15,45%, e umidade de 89,35; 86,45 e 84,55%, respectivamente. Moura et al. (2009) encontraram para a flor de moringa (*Moringa oleifera* Lamarck) rendimento de extrato igual a 16,6%.

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados da prospecção fitoquímica realizados no extrato hidroetanólico floral de *C. regium*, coletadas em uma área de Cerrado sentido restrito.

Conforme se observa na Tabela 1, várias classes fitoquímicas apresentaram resultados positivos, em especial

para glicosídeos cardíacos, glicosídeos cianogênicos, ácidos orgânicos, saponinas hemolíticas, fenóis, flavonoides, bem como para catequinas. Taninos condensados ou catéquicos estão presentes no extrato hidroetanólico floral de *C. regium*. Dos Santos et al. (2012), encontraram para os extratos hidroetanólico das folhas, entrecascas e raízes de *C. regium* a presença de alcaloides, cumarinas, flavonoides, saponinas e taninos. De acordo com Couto et al. (1998), flores que apresentam pigmentos amarelos são ricos em flavonóis, corroborando com os resultados deste estudo para a prospecção fitoquímica (Tabela 1), na determinação de flavonoides por classes na (Tabela 2), e na varredura espectral UV-Vis (Figura 2) do extrato hidroetanólico floral de *C. regium*.

Os flavonoides e compostos fenólicos são as classes predominantes em diversos órgãos vegetais de *C. regium* (TOLEDO et al., 2000; CESCHINI; CAMPOS, 2006; SOLON et al., 2012; CARVALHO et al., 2018; PEDROSO et al., 2019). Sarmiento Filha (2018) encontrou para o extrato etanólico floral e frações hexânica, aceto etílica e hidrometanólica os seguintes compostos ácido quínico, glucose-galoil, ácido gálico, galoil-HHDP-hexosídeo, ácido carboxílico desidropirogálico, ácido sinérgico, *Tris*-galoil-HHDP-hexosídeo, tetra-galoil-hexosídeo, metoxi-*Tris*-galoil-HHDP-hexosídeo, ácido elágico, ácido di-hexosídeo cinâmico, isoquercitrina, penta-*Tris-O*-galoil-glucose, quercitrina, tilirosídeo, dicoumaroil-cafeoil, espemidina, dicoumaroil-cafeoil espemidina, N^1, N^6, N^{10} -tricoumaroil espemidina, luteolina, ácido triidroxioctadecadienóico e ácido arjunólico. Outra espécie de *Cochlospermum*, *C. vitifolium* demonstrou em extratos metanólicos florais, vários compostos isolados como apocarotenóides cocloxantina, diidrocofoxantina, diidrovitixantina e vitixantina (Achenbach et al., 1989), flavonoides taxifolina (LOPEZ, 1981), apigenina, carotenoides capsantina, zeaxantina e licopeno (DIXIT et al., 1992).

Posteriormente foi realizada uma varredura por espectrofotometria no UV-Vis para o extrato bruto hidroetanólico floral de *C. regium* entre os comprimentos de ondas de 250 a 850 nm, como pode ser observado na (Figura 2).

Foram observadas bandas em 289, 376, 396 e 423 nm, sugerindo a presença de compostos alcaloides, fenólicos, flavonoides e carotenoides no extrato hidroetanólico floral de *C. regium* (Figura 2.). Inúmeros trabalhos avaliaram por espectroscopia no UV-Vis através de varreduras sendo possível presumir a presença de determinadas classes fitoquímicas, entretanto, ainda pouco se conhece sobre a constituição fitoquímica de extratos florais. Estudos aplicando esta técnica, também foram descritas por García et al. (2019), avaliando Famílias, gêneros e espécies distintas, onde os pesquisadores também encontraram bandas entre

Tabela 1. Prospecção fitoquímica do extrato hidroetanólico floral de *Cochlospermum regium* realizado em Rio Verde, estado de Goiás, Brasil, em 2020.

Classes	Resultados
Glicosídeos cardíacos	+++
Glicosídeos cianogênicos	+++
Alcaloides	++
Ácidos orgânicos	+++
Açúcares redutores	++
Açúcares não redutores	++
Cumarinas	-
Saponinas espumídicas	-
Saponinas hemolíticas	+++
Polisacáridos	+
Fenóis	+++
Taninos	Verde
Flavonoides	+++
Purinas	-
Resinas	-
Catequinas	+++
Auronas e Chalconas	++
Depsídeos e depsidonas	+
Heterosídeos cianogênicos	++
Benzoquinonas, naftaquinonas e fenantraquinonas	++
Antraquinonas	+
Esteróides e triterpenóides	-
Sesquiterpenolactonas	-
Proteínas e aminoácidos	-
Leucoantocianidinas	-
Antocianidinas	-
Flavonóis	+++
Flavanonas	+++
Flavanonóis	+++
Xantonas	+++
Dupla olefínicas	+
Azulenos	-
Tempo de oxidação	5 seg.

(-) negativo. (+) fraco positivo. (++) moderado positivo. (+++) forte positivo. Taninos: verdes (Vd) condensados ou catéquicos. Azuis (Az) hidrolisáveis ou gálicos. Fonte: Autores, 2020.

Tabela 2. Determinação qualitativa para flavonoides por classe, no extrato floral de *Cochlospermum regium*.

Classes	pH 3	pH 8,5	pH 11
Antocianinas e antocianidinas	-	-	-
Flavonas, flavonóis e xantonas	+++	+++	+++
Calconas e auronas	-	+++	-
Flavanonóis	+++	+++	-

(-) negativo. (+++) forte positivo. Fonte: Autores, 2020.

200 a 300 nm correspondente a classe de compostos fenólicos, e entre 400 a 500 nm para compostos flavonólicos, avaliando o extrato aquoso de *Anacardium occidentale* e suas frações. Nos estudos de Souza et al. (2018), os pesquisadores avaliaram o fruto de *Bactris gasipaes* (pupunha) onde também encontraram a presença de

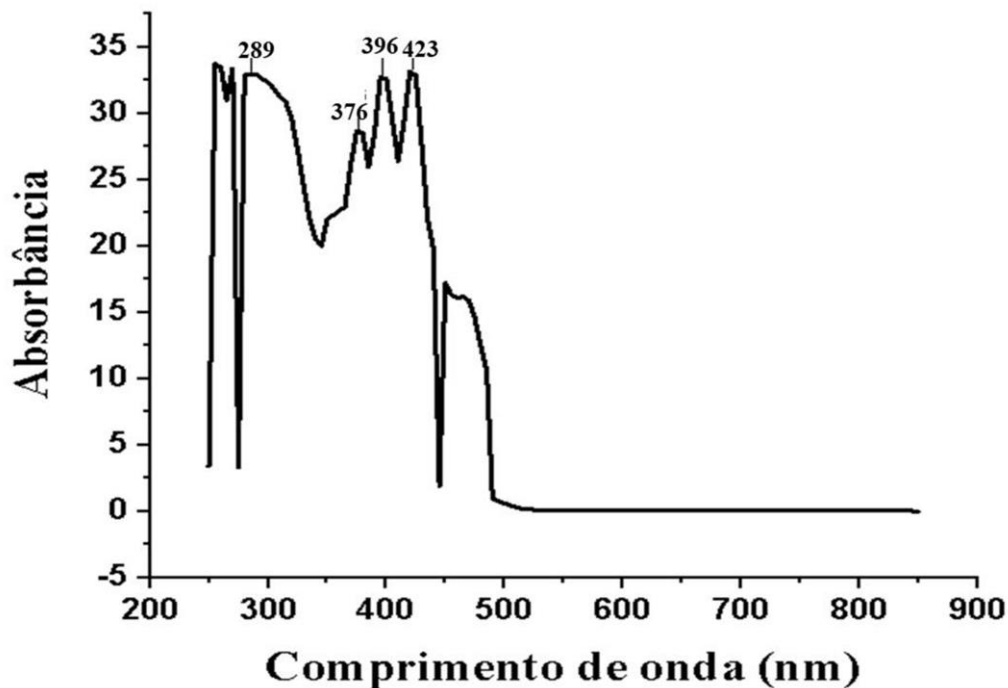
compostos flavonólicos no extrato etanólico da casca com duas bandas entre 260 e 290 nm e em 400 e 490 nm. Já nos estudos de Bernardi et al. (2017), os pesquisadores discutem sobre a absorção de carotenoides entre a região do espectro eletrônico entre 350 a 550 nm. Ainda, os pesquisadores encontraram em estudo bandas de absorção em 424,3;

453,9 e 477,7 nm, região característica de β -caroteno para o extrato de *Hydrangea* sp.

Conforme Março et al. (2008), em produtos de origem natural, grande parte das substâncias responsáveis pela

capacidade em diferentes concentrações de extrato floral, para determinação de um limite toxicológico para a utilização do extrato. Sousa et al. (2018), Nunes (2015), Karabaliev e Kochev (2003), e Cruz et al. (2002), discutem

Figura 2. Determinação por espectrometria de absorção no UV-Vis por varredura entre 250 a 850 nm do extrato hidroetanólico floral de *Cochlospermum regium*. Fonte: Autores, 2020.



coloração pertencem a classe dos flavonoides. Esta classe possui peculiaridades em sua estrutura química, apresentando esqueleto com 15 átomos de carbono na forma $C_6-C_3-C_6$ sendo divididos em classes conforme o estado oxidativo do anel central do pirano.

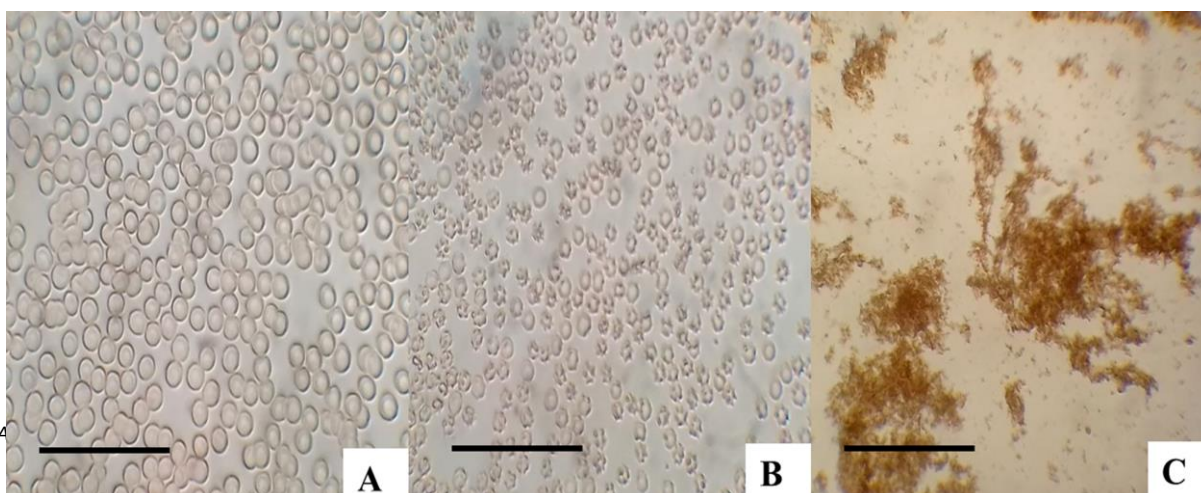
Na Figura 3, estão apresentados estendidos de eritrócitos a 5% normocíticos e após adição de extrato floral bruto de *C. regium*, com 5 e 10 minutos de reação.

Conforme observado na Figura 3, o extrato puro floral de *C. regium*, apresenta forte atividade hemolítica, constatando a presença da classe fitoquímica para saponinas hemolíticas. Estudos futuros deverão ser realizados avaliando essa

sobre a ação biológica em que a classe de saponinas hemolíticas estão envolvidas. A toxicidade dessa classe apresenta desde leve a acentuada causando danos a membranas celulares especialmente em eritrócitos como observado na (Figura 2, B e C). As saponinas hemolíticas possuem a capacidade de interação com componentes da membrana celular, com moléculas de esteróis como o colesterol, induzindo deformação na membrana provocando o extravasamento do conteúdo intracelular como a hemoglobina.

Na Figura 4, está apresentada a atividade de hemólise em diferentes concentrações do extrato floral de *C. regium* sobre

Figura 3. Processo hemolítico provocado pelo extrato floral bruto de *Cochlospermum regium* in natura em suspenso de eritrócitos 5%. Em (A) eritrócitos normocíticos, (B) início do processo de hemólise, e em (C) eritrócitos totalmente hemolisados, restando apenas hemoglobina e plaquetas. Barras: (A) 500 μ m, (B) 400 μ m, e em (C) 380 μ m. Fonte: Autores, 2020.



eritrócitos.

Conforme se observa na Figura 4, o extrato hidroetanólico floral de *C. regium* apresenta na maior concentração de 1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ atividade hemolítica de 77% considerada alta, o mesmo é observado em todas as concentrações, mesmo na menor concentração de 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ com 59%.

A falta de dados para comparação deste estudo com o gênero *Cochlospermum* foi necessária comparar com outros extratos florais de distintos gêneros e espécies, obtendo-se uma discussão mais ampla sobre os efeitos hemolíticos que os vários extratos florais podem provocar nos eritrócitos. A Família Bixaceae ainda carece de estudos quanto aos efeitos biológicos provocados pelos extratos, infusões e óleos essenciais. Ramos et al. (2020), encontraram percentual de hemólise de 29,31% a 74,43% para a concentração de 1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para os extratos hidroetanólicos 80% da casca e das folhas de *Erythrina velutina*. Siqueira et al. (2020), encontraram atividade hemolítica de 17,83% para o extrato foliar de *Microgramma vaccinnifolia* para a concentração de 1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Já Sousa et al. (2018), observaram atividade hemolítica de 63,88% na maior concentração de 400 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para o extrato hidroetanólico 70% das cascas do caule de *Ziziphus joazeiro*. Conforme Ramos et al. (2020) e Nofiani et al. (2011), no estudo de processos hemolíticos com resultados de hemólise acima de 40% são considerados altos.

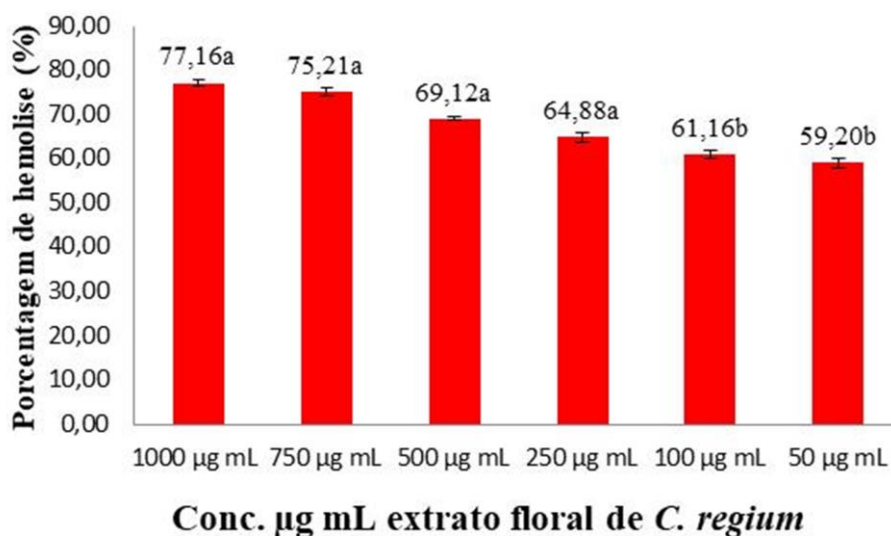
Para Ramos et al. (2020), Veiga Júnior et al. (2005), as

tratamentos de problemas patológicos, bem como, por apresentar diversos efeitos quando não se conhece a dose ideal, na automedicação, no uso excessivo da droga vegetal e interações com outras drogas vegetais ou sintéticas. Algumas classes químicas produzidas a partir do metabolismo secundário das plantas como saponinas e os terpenos apresentam grau elevado de atividade citotóxica devido à ação tensoativa em interagir com a membrana dos eritrócitos, causando deformação da membrana, rompimento, seguido de extravasamento do conteúdo hemoglobínico (Simões et al., 2016).

Nos estudos de Kalaivani et al. (2011), os pesquisadores complementam que, o ensaio hemolítico apresenta grande importância para se conhecer o comportamento do extrato vegetal ou da substância sintética quanto ao seu potencial citotóxico na mensuração sobre a lesão na membrana plasmática das células eritrocitárias com a formação de poros ou ruptura total, necessitando assim, o estudo de doses como uso fitoterápico.

A atividade antioxidante apresentou Cl_{50} de 12,91 $\mu\text{g mL}^{-1}$, e para compostos fenólicos totais de 436,11 expressos em mg EAG 100 g^{-1} de extrato seco. Pedroso et al. (2019), avaliaram o extrato hidroetanólico das raízes de *C. regium* onde observaram redução com $\text{Cl}_{50} = 14,68 \mu\text{g mL}^{-1}$ para o modelo DPPH, e de 138,71 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para o radical livre ABTS. Vinha et al. (2012), estudaram outra espécie de *Cochlospermum*, *C. angolense*, onde encontraram nos extratos aquosos de raiz *in natura* e seca, conteúdo de

Figura 4. Ensaio de porcentagem de hemólise do extrato floral hidroetanólico 70% de *Cochlospermum regium*. Cor da barra: vermelho (alta). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Autores, 2020.



plantas medicinais apresentam algum grau de citotoxicidade variável, podendo apresentar com um dos vários problemas de saúde pública ao utilizar os vegetais na cura e

fenólicos totais de 331,3 e de 423,6 mg EAG 100 g^{-1} de droga vegetal. Quando comparados a outros extratos florais de distintas Famílias, gêneros e espécies, Silva et al. (2019),

encontraram para os extratos das flores de *H. sabdariffa* e *H. rosa-sinensis* porcentagem de redução do DPPH iguais a 93,00 e 82,52%, e Cl_{50} de 20,38 e de 10,33 $\mu\text{g mL}^{-1}$, respectivamente.

De acordo com Souza et al. (2005), e Rangel e Corrêa (2002), as radiações ultravioleta (UV), são extremamente energéticas sendo divididas em radiação ultravioleta A (UVA), longas; ultravioleta B (UVB), mediana; e ultravioleta C (UVC), curtas. Menção também deve ser dada, quanto à capacidade fotoprotetora com absorção entre 290 a 320 nm para o extrato hidroetanólico floral de *C. regium*, (Figura 2) que possui característica para o espectro UVB, sendo esta faixa, predominante entre as 10 e 14 horas, podendo causar danos agudos e queimaduras dérmicas, entretanto, é responsável pela conversão do ergosterol em vitamina D (RANGEL; CORRÊA, 2002), e entre 320 a 400 nm para o espectro UVA ocorrendo durante todo o dia, onde pode provocar danos leves e crônicos na derme e epiderme (VIOLANTE et al., 2009), e para radiação UVC, mais energética, que se estende entre as faixas do espectro de 100 a 290 nm, sendo esta quase que sua totalidade absorvida pela atmosfera, via camada de ozônio (RANGEL; CORRÊA, 2002). Conforme Farias et al. (2017), Violante et al. (2009), e Bobin et al. (1994) o espectro de absorção para a classe de flavonoides dispersos em solução etanólica apresenta-se tipicamente dois picos, sendo um entre 240 a 280 nm e o segundo em 300 a 550 nm. Sugerindo que, o extrato hidroetanólico da flor de *C. regium* apresenta atividade fotoprotetora.

Mesmo sendo um teste *in vitro* preliminar, Violante et al. (2009), discorre em estudo avaliando extratos vegetais com perfis fotoprotetores, que a técnica de varredura apresenta correlação com testes *in vivo*, sendo o mesmo citado em outros estudos como por Mansur et al (1986), Santos et al. (1999), e Ferrari (2002), onde relacionam a absorvância da classe de substâncias com o efeito eritematogênico da radiação, e da intensidade de luz emitida em comprimentos de ondas entre 290 a 320 nm, para a região UVB.

Entretanto, não são todos os extratos vegetais que apresentam atividade fotoprotetora. Nos estudos de Souza et al. (2005) avaliando o extrato floral de *Achillea millefolium*, os pesquisadores obtiveram na espectrometria UV-Vis resultado com uma banda em 200 nm, não apresentado eficiência como um possível fotoprotetor, uma vez que a faixa de radiação ultravioleta situa-se entre 290 a 400 nm. Bobin et al. (1995) avaliaram a propriedade fotoprotetora em extratos de *Aloe vera*, própolis em menor grau de *Hamamelis virginiana*, *Matricaria chamomillae* entre outras onde apresentaram interessante atividade fotoprotetora.

Na determinação do pH, foi obtido para o extrato floral

resultado de $4,84 \pm 0,32$, apresentando ser um extrato levemente ácido. Como inexistem trabalhos com órgãos florais em *Cochlospermum*, os resultados deste estudo foram comparados com vários outros trabalhos de inúmeros grupos vegetais (Família, gênero e espécies), como para os estudos de Oliveira et al. (2012), onde avaliaram o extrato floral aquoso em duas temperaturas de 100 e 25 °C para *Erythrina velutina* com resultado de pH 5,5 e 5,0, respectivamente. Borella et al. (2012), avaliaram os extratos florais de *Calendula officinalis*, hidroetanólico e hidroglicólico com pH de 5,80 e 5,90, respectivamente. Sabe-se que o pH deve estar compreendido entre 4 a 7 para extratos vegetais (OLIVEIRA et al., 2012). O conteúdo de sólidos totais foi de $1,18\% \pm 0,18$. Borella et al. (2012) encontraram teor de sólidos totais de 3,6 e 2,4% para os extratos hidroetanólico e hidroglicólico de *C. officinalis*. O índice de refração para o extrato floral de *C. regium* apresentou resultado de $1,4036 \pm 0,33 n_D$; e a densidade relativa de $0,8219 \pm 0,001 \text{ g mL}^{-1} 20^\circ\text{C}$. Borella et al. (2012) encontraram densidade relativa de 0,9299 e de 1,0948 g mL^{-1} a 20 °C para os extratos hidroetanólico e hidroglicólico de *C. officinalis*. Os resultados físico-químicos deste estudo estão de acordo com outros extratos vegetais avaliados e comparados na literatura em distintos grupos vegetais.

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados da CCD para o extrato hidroetanólico floral de *C. regium*.

Na Tabela 3, observam-se para o ensaio cromatográfico em CCD, grande quantidade de Rfs para os quatro eluentes avaliados, e seus respectivos reveladores. Apenas eluentes polares foram utilizados, observando que os compostos no extrato floral mostraram-se menos polares e eluíram mais facilmente. A sequência elotrópica dos eluentes foi: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ com 13 Rfs, e para os demais eluentes com 12 Rfs cada. A maioria dos Rfs apresentaram altos valores em mm, confirmando que possuem maior quantidade de compostos apolares no extrato. A acetona demonstrou ser o melhor eluente com mais Rfs separados. O extrato hidroetanólico floral de *C. regium* demonstrou em inúmeros ensaios um bom extrato para novos ensaios biológicos e químicos na identificação quantitativa para respectivos Rfs.

Os reveladores, luz UV_{254} nm revela compostos fitoquímicos que absorvem a luz, geralmente são substâncias conjugadas e sistemas aromáticos e, para a luz UV_{365} nm, os compostos com fluorescência natural são revelados; a vanilina sulfúrica é especialmente sensível à presença de álcoois e terpenoides; o complexo de cloreto férrico com fenóis e compostos enolizáveis; o complexo I_2 com estruturas de aminoácidos, indóis, alcaloides, esteroides, purinas e lipídios; o permanganato de potássio mancha facilmente compostos oxidáveis, olefinas, alcinos e aromáticos; o verde de bromocresol mostra compostos de ácidos orgânicos; e

Tabela 3. Resultados da CCD para o extrato hidroetanólico floral de *Cochlospermum regium*, realizado em Rio Verde, Goiás, Brasil, em 2020. Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho, Mariana Chaves Santos, Carlos Frederico de Souza Castro

Eluentes	UV	UV	Vanilina sulfúrica	FeCl ₃	I ₂	KMnO ₄	C ₂₁ H ₁₄ Br ₄ O ₅ S	H ₂ CrO ₄
	254 mm	365 mm						
C ₃ H ₆ O	0,65	-	0,64	0,05	0,70	0,70	0,70	0,70
		-			0,05	0,65	0,60	
						0,45	0,45	
CHCl ₃	0,70	-	0,60	0,05	-	0,50	0,75	0,75
			0,45			0,45	0,30	0,20
						0,20	0,15	
C ₄ H ₈ O ₂	-	-	0,70	0,10	0,65	0,75	0,50	0,35
		-	0,60			0,60	0,45	0,70
						0,40		
C ₂ H ₅ OH	-	0,70	0,55	0,60	0,75	0,15	0,45	0,65
			0,50	0,05	0,10			0,40
			0,20					

Resultados em R_fs Fator de retenção, determinado em milímetros (mm). Fonte: Autores, 2020.

substâncias difíceis de ácido crômico (SHERMA; FRIED, 2005; DE MORAIS et al., 2019). O ensaio para açúcares em CCD apresentou resultado positivo para glicose (açúcar redutor) e sacarose (açúcar não redutor) com R_fs de 0,45 e 0,30 mm, e para os padrões de glicose e sacarose anidra (P.A – ACS) com R_fs de 0,40 e 0,35 mm, respectivamente.

CONCLUSÕES

O extrato hidroetanólico floral de *Cochlospermum regium* apresentou importantes resultados quanto à fitoquímica com inúmeras classes do metabolismo secundário com resultados positivos, bem como para a atividade antioxidante com alta eficiência de redução do radical livre DPPH e importantes conteúdos de compostos fenólicos totais, corroborando com as análises fitoquímicas e de varredura no espectro UV-Vis. O extrato demonstrou importantes atividades hemotóxica e fotoprotetora, sendo necessários novos testes *in vitro* para adequação da concentração mínima citotóxica, e no desenvolvimento de emulsões fotoprotetoras para determinação desta capacidade de proteção contra as radiações UVA e UVB. No ensaio por cromatografia em camada delgada, apresentaram vários R_fs com altos valores determinados em mm, sendo necessários também estudos quantitativos para determinação de cada composto, bem como seu teor. Além disso, o extrato floral demonstrou a presença de açúcares redutores “glicose” e não redutora “sacarose” de grande importância alimentícia, podendo ser realizados ensaios futuros no desenvolvimento de produtos alimentícios utilizando as flores como ingredientes.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano, *Campus* Rio Verde; a

Universidade de Rio Verde; aos laboratórios de Química Tecnológica, Química Geral, Química Orgânica, Sistemática Vegetal, Microscopia Óptica; ao Herbário do Instituto Federal Goiano – IF Goiano, *Campus* Rio Verde; a Universidade Federal de Jataí, *Campus* Jatobá; a Universidade Estadual de Goiás, *Campus* Santa Helena de Goiás; aos órgãos de fomento em pesquisa CAPES, CNPq e FINEP.

REFERÊNCIAS

- ACHENBACH, H.; BLÜMM, E.; WAIBE, L. R. Vitixanthin and dihydrovitixanthin - new unusual 7'-apocarotenoid acids from *Cochlospermum vitifolium*. *Tetrahedron Letters*, v. 30, n. 23, p. 3059-3060, 1989.
- ALVES, M. M.; PEREIRA, M. A. S.; PEREIRA, O. S.; FRANÇA, S. C.; BERTONI, B. W. Caracterização química de tinturas e extratos secos de plantas medicinais do Cerrado por cromatografia em camada delgada. *Scientia Plena*, v. 7, n. 12, 2011.
- ANTAR, G. M. *Bixaceae* in flora do Brasil 2020 under construction. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB27545>. Acesso: 26 de mai., 2020.
- ANDRADE, L.; SANTOS, D.; CASTRO, D.; GUILLO, L.; CHEN-CHEN, L. Absence of antimutagenicity of *Cochlospermum regium* (Mart. and Schr.) Pilger 1924 by micronucleus test in mice. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, n. 1, p. 155–160, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000100022>
- ARUNACHALAM, K.; DAMAZO, A. S.; PAVAN, E.; OLIVEIRA, D. M.; FIGUEIREDO, F. F.; MACHADO, M. T. M.; OLAITAN, B. S.; SOARES, I. M.; BARBOSA, R. S.; ALVIM, T. C.; ASCÊNCIO, S. D.; MARTINS, D. T. O. *Cochlospermum regium* (Mart. ex Schrank) Pilg.: Evaluation of chemical profile, gastroprotective activity and mechanism of action

- of hydroethanolic extract of its xylopodium in acute and chronic experimental models. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 233, p. 101-114, 2019.
- BARBOSA, W. L. R.; QUIGNARD, E.; TAVARES, I. C. C.; PINTO, L. N.; DE OLIVEIRA, F. Q.; DE OLIVEIRA, R. M. (2004). Manual para análise fitoquímica e cromatográfica de extratos vegetais. *Revista Científica da UFPA* 4.
- BATISTA, P. F.; COSTA, A. C.; MEGGUER, C. A.; LIMA, J. S.; SALES, J. F. Overcoming dormancy and characterization of germination in *Cerrado* 'algodãozinho' seeds treated with dimethyl sulphoxide. *South African Journal of Botany*, v. 92, p. 89-93, 2014.
- BERNARDI, F.; NICOLINI, K. P.; NICOLINI, J. Estudo fitoquímico de *Hydrangea* sp. por meio de métodos clássicos de análise por espectroscopia no ultravioleta visível (UV-Vis) e cromatografia em coluna e em papel. *Infarma*, v. 29, n. 1, p. 68-80, 2017.
- BOBIN, M. F.; RAYMOND, M.; MARTINI, M. C. UVA/UVB absorption properties of natural products. *Cosmetics and Toiletries*, v. 109, n. 11, p. 63-78, 1994.
- BORELLA, J. C.; DE CARVALHO, D. M. A.; TEIXEIRA, J. C. L.; RIBEIRO, N. S. Influência do processo extrativo nas propriedades físico-químicas dos extratos de *Calendula officinalis* L. (*Asteraceae*). *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. 9, n. 2, p. 25-36, 2012.
- BRAGA, P. M. S.; BARCELOS, I. B.; CALAZANS, R. S. P.; BULIAN, A. L. S.; GABLER, J. C. R.; SOBRAL, F. O. S.; SALVI, J. O. Análise fitoquímica, toxicidade, potencial antioxidante e atividade antibacteriana da *Ceiba speciosa* (A. ST. –Hil.) Ravenna. *Revista Fitos*, v. 13, n. 1, p. 9-21, 2019.
- CARVALHO, A. R. Popular use, chemical composition and trade of Cerrado's medicinal plants (Goiás, Brazil). *Environmental, Development and Sustainable*, v. 6, p. 307-316, 2004.
- CARVALHO, R. S.; CAROLLO, C. A.; DE MAGALHÃES, J. C.; PALUMBO, J. M. C.; BOARETTO, A. G.; NUNES E SÁ, I. C.; FERRAZ, A. C.; LIMA, W. G.; DE SIQUEIRA, J. M.; FERREIRA, J. M. S. Antibacterial and antifungal activities of phenolic compound-enriched ethyl acetate fraction from *Cochlospermum regium* (Mart. et. Schr.) Pilger roots: Mechanisms of action and synergism with tannin and gallic acid. *South African Journal of Botany*, v. 114, p. 181-187, 2018.
- CASTRO, D. B.; SANTOS, D. B.; FERREIRA, H. D.; SANTOS, S. C.; CHEN-CHEN, L. Atividades mutagênica e citotóxica do extrato de *Cochlospermum regium* Mart. (algodãozinho-do-cerrado) em camundongos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 6, n. 3, p. 15-19, 2004.
- CALA-CALVIÑO, L.; CALA, D. J.; FERNÁNDEZ, R. G.; BARRIENTOS, A. B.; SÁNCHEZ-HACHAVARRÍA, M. E.; VADELL, H. C. Estudio farmacognóstico preliminar de la especie *Annona squamosa* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, v. 23, n. 2, 2018.
- CESHINI, L.; CAMPOS, É. C. Cytotoxic effects of *Cochlospermum regium* (Mart. & Schrank) Pilger aqueous root extract on mammalian cells. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 103, n. 2, p. 302-305, 2006.
- COELHO, M. F. B.; SALES, D. M. J.; DOMBROSKI, L. D.; AZEVEDO, R. A. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Condições de luz e temperatura na germinação de sementes de algodão do campo [*Cochlospermum regium* (Schrank) Pilger – Bixaceae]. *Revista de Biologia Neotropical*, v. 5, p. 23-31, 2008.
- COUTO, A. B.; RAMOS, L. A.; CAVALHEIRO, É. T. G. Aplicação de pigmentos de flores no ensino de Química. *Química Nova*, v. 21, n. 2, 221-227, 1998.
- CRUZ, M. C.; SANTOS, P. O.; BARBOSA, A. M. J.; MÉLO, D. L.; ALVIANO, C. S.; ANTONIOLLI, A. R.; ALVIANO, D. S.; TRINDADE, R. C. Antifungal activity of Brazilian medicinal plants involved in popular treatment of mycoses. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 111, n. 2, p. 409-412, 2007.
- CUNHA-LAURA, A. L.; OLIVEIRA, R. J.; DE BARROS, A. L. C.; DE SIQUEIRA, J. M.; DO CARMO VIEIRA, M.; AUHAREK, S. A. Maternal exposure to *Cochlospermum regium*: A toxicological evaluation. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 23, n. 2, p. 374-378, 2013.
- DE FIGUEIREDO, P. S.; RIBEIRO, É. K. M. D.; LACERDA, D. M. A.; GIRNOS, E. C. Estratégia reprodutiva de *Cochlospermum orinocense* (Kunth.) Steud.: fenologia, biologia floral e sistema de cruzamento em uma espécie pioneira de florestas na Amazônia. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 32, n. 4, p. 781-792, 2009.
- DE MORAIS, M. C.; KHOURI, A. G.; DA SILVEIRA, A. A.; SOUZA, Á. P. S.; DA COSTA, A. C.; DA CONCEIÇÃO, E. C. Controle de qualidade e perfil cromatográfico por cromatografia em camada delgada das raízes de *Brosimum gaudichaudii* Trécul. (*Moraceae*) coletadas no Cerrado goiano. *Revista Referências em Saúde da Faculdade Estácio de Sá de Goiás*, v. 2, n. 3, p. 141-146, 2019.
- DIXIT, B. S.; SRIVASTAVA, S. N. Flavonoids and Carotenoids of *Cochlospermum vitifolium* flower. *Fitoterapia*, v. 63, p. 270-273, 1992.
- DOMÍNGUEZ, O. G. P.; PESANTES, K. E. B.; MARTÍNEZ, M. M.; GAITÉN, Y. G. Estudio químico y evaluación biológica del extracto etanólico de *Allium schoenoprasum* L. Regel & Tiling (Cebollín). *Revista Cubana de Farmacia*, v. 52, p. 1, p. e98, 2019.
- DOS SANTOS, K. T. J.; SILVA, W. C.; TORQUATO, H. F. V.; SILVA BESERRA, A. M. S.; DOS SANTOS, R. A. N.; DA SILVA JÚNIOR, I. F. Abordagem fitoquímica preliminar e avaliação da atividade antimicrobiana de *Cochlospermum regium* em diferentes metodologias (bioautografia, disco-

- difusão e microdiluição). *Uniciências*, v. 16, n. 1, p. 51-61, 2012.
- DUARTE, M. R.; OLIVEIRA, R. B.; DRANKA, E. R. K.; YANO, M. Anatomia foliar de algodãozinho-do-cerrado: *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg., *Bixaceae*. *Visão Acadêmica*, v. 15, n. 2, p. 5-16, 2014.
- FARIAS, A. V.; FERNANDES, F. S.; DOS SANTOS, R. A.; DE SOUZA, E. S.; DE SOUZA, J. V. B. Estudo fitoquímico e análise de fotoproteção dos extratos e óleos essenciais de *Aniba canelilla* (H. B. K.) Mez. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 03, n. 04, p. 0614-0620, 2017.
- FERRARI, M. Desenvolvimento e avaliação da eficácia fotoprotetora de emulsões múltiplas contendo metoxicinamato de etilexila e óleo de andiroba (*Carapa guyanensis*). Ribeirão Preto, 142f. Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2002.
- FRAZEN, F. L.; FRIES, L. L. M.; DE OLIVEIRA, M. S. R.; LIDÓRIO, H. F.; MENEGAES, J. F.; LOPES, S. J. Teor e rendimento de extratos de flores obtidos por diferentes métodos e períodos de extração. *Acta Iguazu*, v. 7, n. 1, p. 9-21, 2018.
- FONTANILLS, Y. R.; ÁLVAREZ, L. M. H.; RABELO, J. J.; HERNÁNDEZ, Y. P.; TUNDIDOR, Y. P.; AVILA, A. L. V. Propriedades fitoquímicas y antibacterianas de los extractos de las hojas de *Agave fourcroydes* Lem. (henequén). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, v. 23, n. 2, 2018.
- GUARIM NETO, G. *Cochlospermum regium* (Mart. & Schrank) Pilger – *Bixaceae*. FLOVET – Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica, v. 1, n. 8, p. 27-34, 2016.
- HERNÁNDEZ, A. R. F.; DUARTE, T. M.; DEL TORO, M. T.; FERRER, M. E. A. Estudio de los compuestos esteroidales de las hojas y frutos de *Solanum sisymbriifolium* Lam (Joá, Juá, Jurubeba), Solanaceae. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, v. 24, n. 3, p. e793, 2019.
- KARABALIEV, M.; KOCHEV, V. Interaction of solid supported thin lipid films with saponin. *Sensors and Actuators B*, v.88, n. 1, p.101-105, 2003.
- KALAIVANI, T.; RAJASEKARAN, C.; SUTHINDHIRAN, K.; MATHEW, L. Free radical scavenging cytotoxic and hemolytic activities from leaves of *Acacia nilotica* (L.) Wild. Ex Delile subsp. *indica* (Benth.) Brenan. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v. 2011, p. 1-8, 2011.
- LLERAS, E. 2015. *Bixaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB27545>. Acesso: 26 de mai., 2020.
- LOPEZ, J. A. Flavonoids in *Cochlospermum vitifolium* Willd (*Cochlospermaceae*). *Ingeneria Ciencia Química*, v. 05, p. 101-102, 1981.
- MACEDO, N. S.; SILVEIRA, Z. S.; DA SILVA, T. S.; DA COSTA, J. G. M.; COUTINHO, H. D. M.; DA CUNHA, F. A. B. Prospecção fitoquímica e modulação da atividade antibiótica de *Cyperus rotundus* L. contra bactérias multirresistentes. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, v. 23, n. 2, 2018.
- MAI, C.; NAKORN, A.; PARK, I. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences (TJPS)*. *Thai Journal of Pharmaceutical Science*, v. 40, p. 9–12, 2016.
- MANSUR, J. S.; BREDER, M. V. R.; MANSUR, M. C. A.; AZULAY, R. D. Correlação entre a determinação do fator de proteção solar em seres humanos e por espectrofotometria. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 61, p. 167-172, 1986.
- MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. *Química Nova*, v. 31, n. 5, p. 1218-1223, 2008.
- MENEZES FILHO, A. C. P.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; CHRISTOFOLI, M.; CASTRO, C. F. S. Atividade antioxidante, conteúdo de fenólicos totais, carotenóides e provitamina A em extratos vegetais do Cerrado goiano. *Uniciências*, v. 22, n. 1, p. 28-32, 2018.
- MOURA, A. S.; SOUZA, A. L. G.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M.; LIRA, G. L. Caracterização físico-química da folha, flor e vagem da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck). In: Encontro Nacional de Moringa 02 a 04 de setembro de 2009. Anais. Aracajú – Sergipe, 4 p.
- NETO, M. S. Avaliação das atividades antinociceptiva, antiinflamatória e antipirética do extrato hidroalcoólico bruto de *Cochlospermum regium* (Mart & Schrank) Pilger em ratos (algodãozinho). 2010.
- NORONHA, M. R. P.; GOTTSBERGER, G. A polinização de *Aspilia floribunda* (*Asteraceae*) e *Cochlospermum regium* (*Cochlospermaceae*) e a relação das abelhas visitantes com outras plantas do cerrado de Botucatu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 3, p. 67-77, 1980.
- NOFIANI, R.; KURNIADI, R.; ARDININGSIH, P. Antimicrobial, antioxidant, hemolytic activities and toxicity of ethyl acetate extract from an unidentified coral-associated fungus, *Aspergillus brevipes* RK06. *Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention*, v. 2, n. 2, p. 212-216, 2011.
- NUNES, C. R. Estudo Químico e avaliação antineoplásica de *Anona muricata* L. f. 222. Tese (Doutorado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2015.
- OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES,

- F. E. P.; MEDEIROS FILHO, S. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. *Horticultura Brasileira*, v. 30, p. 480-483, 2012.
- PEDROSO, T. F. M.; BONAMIGO, T. R.; DA SILVA, J.; VASCONCELOS, P.; FÉLIX, J. M.; CARDOSO, C. A. L.; SOUZA, R. I. C.; DOS SANTOS, A. C.; VOLOBUFF, C. R. F.; FORMAGIO, A. S. N.; TRICHEZ, V. D. K. Chemical constituents of *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg. root and its antioxidant, antidiabetic, antiglycation, and anticholinesterase effects in Wistar rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 111, p. 1383-1392, 2019.
- RAMOS, R. M.; FEITOSA, J. M.; LIMA, V. S.; SANTOS, R. C.; DE OLIVEIRA, A. M.; SOARES, L. A. L.; DA SILVA, G. C. Estudo comparativo da composição fitoquímica, citotoxicidade e potenciais antioxidante e fotoprotetora da casca e folha de *Erythrina velutina*. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, p. 33140-33158, 2020.
- RANGEL, V. L. B. I.; CORRÊA, M. A. Fotoproteção. *Cosmetics and Toiletries*, (edição em português), v. 14, p. 88-95, 2002.
- RIBEIRO, R. T. M.; LOIOLA, M. I. B. Flora do Ceará, Brasil: Bixaceae. *Rodriguésia*, v. 68, n. 4, p. 1313-1322, 2017.
- RIBEIRO, R. V.; BIESKI, I. G. C.; BALOGUN, S. O.; MARTINS, D. T. O. Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 205, p. 69–102, 2017.
- SANTOS, E. P.; FREITAS, Z. M.; SOUZA, K. R.; GARCIA, S.; VERGNANINI, A. *In vitro* and *in vivo* determinations of sun protection factors of sunscreen lotions with octylmethoxycinnamate. *International Journal of Cosmetics Science*, v. 21, n. 1, p. 1-5, 1999.
- SARMENTO FILHA, M. J. Avaliação da composição química potencial biológico das flores, folhas, caules, frutos e sementes da espécie vegetal *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. (pacote). Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 142 f. 2018.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. Farmacognosia do produto natural ao medicamento. *Artmed*, 1ª Ed., 2016. 470 p.
- SIQUEIRA, J. S.; FERREIRA, L. R. D.; LIMA, V. S.; SANTOS, R. C.; OLIVEIRA, A. M.; SOARES, L. A. L.; SILVA, G. C. Prospecção fitoquímica e avaliação dos potenciais citotóxico e antioxidante do extrato das folhas de *Microgramma vaccinnifolia*. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 20318-20331, 2020.
- SHERMA, J.; FRIED, B. Handbook of thin-layer chromatography. 3th, Edition, Revised and Expandend. 2005. pp. 1330.
- SILVA, N. L.; VIANA, F. C.; ALVES, L. F.; SANTOS, E. C. S.; DE ANDRADE, L. R.; MORAIS, M. G.; DOS SANTOS, A. C.; AMARO, S. H. Avaliação da atividade antioxidante e antibacteriana do extrato da flor de *Hibiscus sabdariffa* e *Hibiscus rosa-sinensis*. *Conexão Ciência*, v. 14, n. 1, p. 14-20, 2019.
- SOLON, S.; CAROLLO, C. A.; BRANDÃO, L. F. G.; MACEDO, C. S.; KLEIN, A.; DIAS JR, C. A.; SIQUEIRA, J. M. Phenolic derivatives and other chemical compounds from *Cochlospermum regium*. *Química Nova*, v. 35, n. 6, p. 1169-1172, 2012.
- SOUSA, I. J. O.; SILVA, M. C. P.; LEOPOLDINO, G. L.; AGOSTINHO, L. S. Estudo fitoquímico, avaliação da capacidade hemolítica e antimicrobiana de um extrato bruto da casca do caule de *Ziziphus joazeiro* Mart. (*Rhamnaceae*). *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*, v. 14, n. 4, p. 208-225, 2018.
- SOUSA, J. P. B.; FURTADO, N. A. J. C.; JORGE, R.; SOARES, A. E. E.; BASTOS, J. K. Perfis físico-químico e cromatográfico de amostras de própolis produzidas nas microrregiões de Franca (SP) e Passos (MG), Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 17, n. 1, p. 85-93, 2007.
- SOUZA, T. M.; SANTOS, L. E.; MOREIRA, R. R. D.; RANGEL, V. L. B. I. Avaliação da atividade fotoprotetora de *Achillea millefolium* L. (*Asteraceae*). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 15, n. 1, p. 36-38, 2005.
- TOLEDO, M. I.; SIQUEIRA, J. M.; LUCIANE, C. L.; ARAÚJO, O. S. Acute and subacute toxicity of *Cochlospermum regium* (Mart. & Schr.) Pilger. *Phytotherapeutic Research*, v. 14, n. 5, p. 359-361, 2000.
- VINHA, A. F.; COSTA, A.; SOARES, M.; PIRES, P.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Atividade antioxidante de extratos aquosos de *Cochlospermum angolense* (borututu). *In: 11º Encontro de Química dos Alimentos*, 2012.
- VIOLANTE, I. M. P.; SOUZA, I. M.; VNTURINI, C. L.; RAMALHO, A. F. S.; SANTOS, R. A. N.; FERRARI, M. Avaliação *in vitro* da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 19, v. 2A, p. 452-457, 2009.

Submissão: 30/05/2019

Aprovado para publicação: 21/07/2020