



Estudo bioativo, físico-químico e potencial cosmético da espécie *Arrabidaea chica*

Bioactive, physicochemical and cosmetic potential study of the *Arrabidaea chica* species

H. R. Silva*; V. C. S. Nery; M. A. Silva; M. Bay

Laboratório de Biotecnologia aplicada a Produtos Naturais, Instituto Federal de Rondônia, 76820-441, Porto Velho, RO, Brasil

*ugohsilva00@gmail.com

(Recebido em 09 de dezembro de 2024; aceito em 25 de junho de 2025)

A espécie *Arrabidaea chica* (Bignoniaceae) é amplamente reconhecida na medicina popular por suas propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias. Este estudo investigou as propriedades físico-químicas, atividade antioxidante e os teores de compostos fenólicos e flavonoides totais do extrato hidroalcoólico liofilizado de suas folhas. O processo de extração apresentou rendimento de 15,66%, com teor de umidade de $12,25 \pm 0,41\%$ e massa seca de $87,78 \pm 0,44\%$. Os parâmetros físico-químicos analisados incluem densidade relativa ($0,69 \pm 0,05$ g/mL), índice de refração ($1,36 \pm 0,001$) e pH (6,28). Os teores de fenólicos e flavonoides foram de $21,47 \pm 0,24$ µg EAG/g e $231,65 \pm 1,99$ µg rutina/g, respectivamente. A atividade antioxidante apresentou CE50 de 22,31 µg/mL, com índice de atividade antioxidante (IAA) de 1,07%. A análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas identificou 16 compostos químicos, com destaque para ácidos carboxílicos. Testes de citotoxicidade indicaram um CC50 superior a 500 µg/mL frente à linhagem celular L929, demonstrando baixa toxicidade. O fator de proteção solar *in vitro* classificou o extrato como de proteção média. Os resultados reforçam o uso tradicional de *A. chica*, fornecendo uma base científica sólida para seu perfil químico e bioativo, além de incentivar pesquisas futuras sobre seu potencial terapêutico.

Palavras-chave: plantas medicinais, antioxidantes, fotoproteção.

The species *Arrabidaea chica*, which belongs to the Bignoniaceae family, is widely used in folk medicine for its antimicrobial and anti-inflammatory properties. This study evaluated the physicochemical properties, antioxidant activity and total phenol and flavonoid content of the freeze-dried hydroalcoholic extract of its leaves. The extraction yielded 15.66%, with a moisture content of $12.25 \pm 0.41\%$ and a dry mass of $87.78 \pm 0.44\%$. A relative density of 0.69 ± 0.05 g/mL, a refractive index of 1.36 ± 0.001 and a pH of 6.28 were determined. The levels of phenolic compounds and flavonoids were 21.47 ± 0.24 µg EAG/g and 231.65 ± 1.99 µg rutin/g, respectively. The antioxidant activity showed a EC₅₀ of 22.31 µg/mL and an antioxidant activity index of 1.07%. Analysis by gas chromatography coupled with mass spectrometry identified 16 chemical compounds, mainly carboxylic acids. In terms of cytotoxicity, the extract showed a CC₅₀ of more than 500 µg/mL against the L929 cell line, indicating low toxicity. The *in vitro* sun protection factor classified the extract as having medium protection. These results contribute to validating the traditional use of *A. chica*, expanding knowledge about its chemical and bioactive profile, as well as encouraging future studies into its therapeutic potential.

Keywords: medicinal plants, antioxidants, photoprotection.

1. INTRODUÇÃO

A família Bignoniaceae, pertencente à ordem Lamiales, inclui 113 gêneros e cerca de 800 espécies de plantas arbóreas, arbustivas e trepadeiras, distribuídas em regiões tropicais de todo o mundo, especialmente no continente americano. No Brasil, essas plantas ocorrem desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul, em diversos biomas como Cerrado, Mata Atlântica e a região Amazônica [1].

Entre as espécies de destaque está a *Arrabidaea chica* (crajiuru), também conhecida por nomes regionais como cipó-pau, carajuru e carapiranga. As folhas dessa planta são amplamente utilizadas na medicina popular em diversas regiões do Brasil. Os usos tradicionais incluem o tratamento de condições como cólicas intestinais, diarreias, anemias, inflamações uterinas, hemorragias, leucemia, icterícia, albuminúria, impingens, micoses e a lavagem de feridas e

úlceras na pele [2]. Também é utilizada para promover a cicatrização de ferimentos e para combater infecções cutâneas. O uso de plantas medicinais tem tradição milenar e continua relevante, sendo promovido por entidades como a Organização Mundial da Saúde (OMS), que incentiva sua incorporação aos sistemas de saúde devido a benefícios econômicos e acessibilidade [3]. A *A. chica* foi incluída, no ano de 2009, na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema único de Saúde do Brasil (SUS) (RENISUS), reconhecendo seu histórico de uso popular e potencial terapêutico para atenção básica de saúde [4].

O estudo de plantas medicinais, especialmente aquelas com uso tradicional consagrado, fornece um ponto de partida valioso para pesquisas farmacológicas e fitoquímicas, otimizando tempo e recursos [5]. Pesquisas sobre o cajuru indicam propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e cicatrizantes, além de potenciais efeitos no tratamento de câncer [6].

Dada a relevância biológica e o uso tradicional extensivo de *A. chica*, este estudo teve como objetivo identificar os constituintes fitoquímicos presentes no extrato hidroetanólico de suas folhas por meio de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) e correlacionar esses compostos com os benefícios medicinais atribuídos à planta, possibilitando a avaliação de parâmetros de qualidade que contribuam para um uso mais seguro e eficaz desse fitoterápico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no laboratório de Biotecnologia aplicada a produtos naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia Campus Calama. Para a realização do estudo, foi efetuado o registro no Sistema Nacional do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional (SISGEN), sob o número 1943C3.

2.1 Preparo do Extrato

As folhas de *A. chica* foram coletadas em agosto de 2024, no município de Porto Velho em Rondônia, as quais foram secas em temperatura ambiente por cerca de 24 horas. O extrato hidroetanólico 70%(v/v) foi preparado de acordo com a metodologia descrita por Sousa et al. (2018) [7]. As folhas de *A. chica* foram pesadas em balança analítica digital (BEL engineering modelo M214AI) e posteriormente maceradas em solução hidroetanólica por 3 dias. Passado o período, a solução foi filtrada e o sobrenadante foi submetido a rotaevaporação (Fisatom) à temperatura de 70 °C. Em seguida, a amostra foi filtrada e depositada em tubo tipo Falcon de 50,0 mL e conduzidas para o congelamento em freezer por 48h e temperatura de -18°C. Após o congelamento, a amostra foi transferida para o liofilizador (Terroni) e submetida a uma temperatura de -50 °C por 24 h. Após o processo de secagem total da amostra, a massa do extrato foi determinada com auxílio de balança analítica digital, e o rendimento calculado utilizando a equação 1 [8].

$$Rendimento(\%) = \frac{\text{extrato seco}(g)}{\text{material vegetal}(g)} \times 100 \quad 1$$

2.2 Parâmetros Físico-Químicos

A determinação do teor de umidade e da massa seca total foi realizada por método gravimétrico, utilizando a técnica de perda por secagem. Para tanto, 1,0 g da amostra *in natura* foi submetida à secagem a 105 °C por duas horas em um analisador de umidade por infravermelho (Marte ID200). O teor de umidade foi calculado com base na diferença de massa antes e após o aquecimento, enquanto a massa seca total foi obtida subtraindo-se o teor de umidade da massa inicial da amostra *in natura*. A densidade relativa foi mensurada em g/mL utilizando uma proveta graduada de 10,0 mL. Inicialmente, a proveta foi pesada em uma balança analítica digital, sendo em seguida adicionados 1,5 mL de extrato bruto e novamente pesada, conforme metodologia

descrita por Filho et al. (2021) [9]. O índice de refração foi determinado com um refratômetro digital. Por fim, foi realizada a análise de pH utilizando o pHmetro digital (Alfakit AT-355).

2.3 Teor de Fenóis

O teor de compostos fenólicos foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme metodologia de Pires et al. (2017) [10]. Em uma microplaca de 96 poços, foi adicionado carbonato de sódio a 10%, juntamente com o extrato que foi testado nas concentrações de 100,0; 50,0; 25,0; 12,5; 6,25 e 3,125 µg/mL. Em seguida, adicionou-se o reagente Folin-Ciocalteu 1N a cada poço. A placa foi incubada por 20 minutos, protegida da luz, e a leitura foi realizada a 630 nm, utilizando um espectrofotômetro UV-Vis (Heales modelo MB-580). A quantificação dos compostos fenólicos foi baseada no padrão de referência de ácido gálico.

2.4. Teor de Flavonoides

A determinação do teor de flavonoides foi realizada conforme a metodologia adaptada de Zhishen et al. (1999) [11]. Em uma microplaca de 96 poços, foram adicionados volumes conhecidos de extrato e água, com concentrações ajustadas para 100,0; 50,0; 25,0; 12,5; 6,25 e 3,125 µg/mL. Em cada poço, adicionou-se sequencialmente 12,0 µL de NaNO₂ a 10%; após 5 minutos, 12,0 µL de AlCl₃ a 10%; e, após mais 5 minutos, 79,0 µL de NaOH a 1 mol/L, totalizando 300,0 µL por poço. A placa foi incubada por 30 minutos, protegida da luz, e a leitura foi realizada em 510 nm utilizando o espectrofotômetro UV-Vis (Heales modelo MB-580). A quantificação do teor de flavonoides foi baseada no padrão de referência de rutina.

2.5 Atividade Antioxidante

A determinação da capacidade antioxidante foi avaliada utilizando a reação com o radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH), de acordo com Polez et al., 2023 [12]. Em uma microplaca de 96 poços, o extrato foi testado nas concentrações de 100,0; 50,0; 25,0; 12,5; 6,25 e 3,125 µg/mL. A solução etanólica de DPPH (0,06 mM) foi adicionada a cada poço. Foram incluídos na microplaca controles de DPPH, o branco do solvente (Etanol P.A), o solvente da amostra analisada (solução hidroetanólica), o branco da amostra analisada e o controle positivo (ácido gálico). A microplaca foi incubada por 30 minutos sob proteção da luz, e a leitura foi realizada em 517 nm utilizando um espectrofotômetro UV-Vis (Heales modelo MB-580). Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição do radical DPPH, utilizando a equação 2.

$$\% \text{ Inibição de DPPH} = 100 - \left(\frac{\text{Abs.Amostra}}{\text{Abs.Controle DPPH}} \times 100 \right) \quad 2$$

O valor de CE₅₀ (% de inibição do DPPH versus concentração) foi determinado utilizando o software GraphPad Prism 8. O Índice de Atividade Antioxidante (IAA) foi calculado utilizando a equação 3, proposta por Scherer e Godoy (2009) [13]. A atividade antioxidante das amostras foi classificada nas seguintes categorias: baixa (IAA < 0,5), moderada (0,5 < IAA < 1,0), forte (1,0 < IAA < 2,0) e muito forte (IAA > 2).

$$IAA(\%) = \frac{\text{Concentração DPPH}(\mu\text{g/mL})}{EC_{50}(\mu\text{g/mL})} \quad 3$$

2.6 Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas

A análise da composição do extrato foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-EM) no Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, utilizando o equipamento GC/MS-QP2010 Ultra (Shimadzu). Foi empregada uma coluna RTX-5MS com fase estacionária composta por 5% difenil e 95% dimetilpolisiloxano,

apresentando dimensões de 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e espessura de filme de 0,25 μm . Como gás de arraste, utilizou-se hélio (pureza 99,999%) em fluxo constante de 1,0 mL/min através da coluna cromatográfica. As temperaturas operacionais foram ajustadas conforme segue: injetor a 300 °C, linha de transferência ao espectrômetro de massas a 250 °C, quadrupolo a 150 °C e fonte de íons a 230 °C. O programa de temperatura do forno iniciou-se em 100 °C, mantido por 1 minuto, seguido de um aumento de 5,0 °C/min até 300 °C, permanecendo constante nessa temperatura por 43 minutos.

Os espectros de massa foram adquiridos por ionização por impacto eletrônico (70 eV) e comparados com os dados de referência da biblioteca instalada no equipamento. Os compostos foram considerados identificados quando apresentaram índices de similaridade iguais ou superiores a 75%.

2.7 Citotoxicidade

Para o teste de citotoxicidade, uma linhagem celular de fibroblastos derivada de tecido conjuntivo de camundongo, L929, foi cultivada em meio RPMI, suplementado com 50 $\mu\text{g/mL}$ de gentamicina e 10% de soro fetal bovino (FBS). As culturas foram incubadas em uma incubadora de CO_2 a 37°C. Para os ensaios de citotoxicidade, em placas de 96 poços, após os fibroblastos aderirem à placa por um período de 24 horas, foram tratados com 20,0 μL dos extratos em concentrações (500,0; 250,0; 125,0; 62,5; 31,25; 15,625; 7,8125 e 3,90625 $\mu\text{g/mL}$). O controle positivo consistiu de células sem tratamento, o controle negativo consistiu de células tratadas com tampão de lise - 100,0 μL e o branco consistiu no meio RPMI-1640 suplementado com FBS. Após 72 horas de tratamento, 20,0 μL de solução de resazurina foram adicionados a cada poço na concentração inicial de 2 mM. Após 5 horas de incubação a 37°C, a fluorescência foi determinada utilizando o espectrofotômetro Synergy HT (BioTek) com excitação em $\lambda=530/25$ e emissão em $\lambda=590/35$ [14]. Os ensaios foram realizados na Plataforma de Bioensaios de Malária e Leishmanioses da Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/RO.

2.8 Avaliação *in vitro* do Fator de Proteção Solar

A avaliação *in vitro* do fator de proteção solar (FPS) foi conduzida seguindo o protocolo descrito por Mansur et al. (1986) [15]. O extrato foi testado em concentrações variando de 500,0 a 3,125 $\mu\text{g/mL}$. As amostras, em volumes de 2,0 mL, foram acondicionadas em cubetas de quartzo e analisadas em um espectrofotômetro UV-Vis (Bel Engineering modelo Bel UV-51), com leituras realizadas na faixa de comprimento de onda de 290 a 320 nm, em incrementos de 5 nm. O cálculo do FPS baseou-se nos valores de absorbância obtidos, ponderados conforme os coeficientes estabelecidos por Sayre et al. (1979) [16]. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software GraphPad Prism, versão 5.0. Diferenças entre os grupos foram consideradas estatisticamente significativas quando $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros físico-químicos determinados para o extrato hidroetanólico das folhas de *A. chica*.

Tabela 1: Parâmetros Físico-Químicos do extrato hidroetanólico das folhas de *Arrabidaea chica*.

| Parâmetros | Resultados |
|---------------------------|------------------|
| Rendimento (%) | 15,66 |
| Teor de Umidade (%) | 12,25 \pm 0,41 |
| Massa Seca (%) | 87,78 \pm 0,44 |
| Densidade Relativa (g/mL) | 0,69 \pm 0,05 |
| Índice de Refração (RI) | 1,36 \pm 0,001 |
| pH | 6,28 |

Com base nos resultados obtidos, o teor de umidade do extrato hidroetanólico das folhas de *A. chica* foi de $12,25 \pm 0,41\%$, enquadrando-se nos limites estabelecidos pela Farmacopeia Brasileira para drogas vegetais, que permitem teores de umidade entre 8% e 14% para drogas secas, conforme descrito por Lopes et al. (2003) [17]. Esse valor indica que o material analisado possui uma quantidade de água adequada para minimizar o risco de degradação microbiológica significativa, contribuindo para a preservação da estabilidade e qualidade do extrato. O pH de 6,28 observado na amostra revela uma leve acidez, próxima à neutralidade, o que, embora geralmente aceitável, pode favorecer o crescimento microbiano, incluindo bactérias patogênicas, caso o armazenamento não seja realizado em condições adequadas [18].

Adicionalmente, os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos, como rendimento de 15,66%, massa seca de $87,78 \pm 0,44\%$, densidade relativa de $0,69 \pm 0,05$ g/mL e índice de refração de $1,36 \pm 0,001$, são de grande relevância para a aplicação do extrato, tanto em sua forma líquida quanto sólida. Esses dados são fundamentais no desenvolvimento de formulações farmacêuticas de uso tópico, incluindo cosméticos, protetores solares, redutores lipogênicos e produtos estéticos, além de possibilitar aplicações na indústria alimentícia como agentes antioxidantes [19].

Conforme apresentado na Figura 1, o extrato hidroetanólico de *A. chica* demonstrou um teor de compostos fenólicos de $21,47 \pm 0,24$ µg EAG/g na maior concentração testada (100,0 µg/mL), destacando seu potencial funcional em aplicações biotecnológicas.

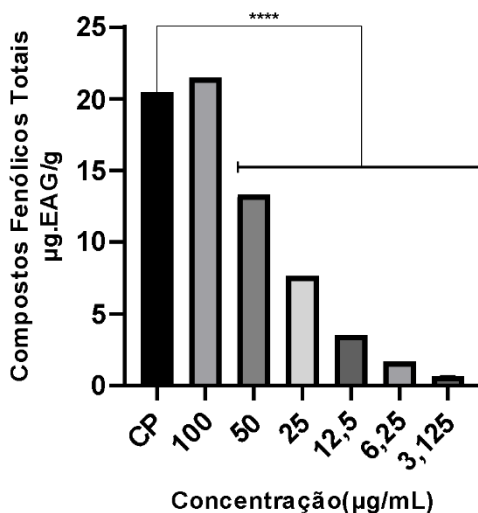


Figura 1: Teor de compostos fenólicos de *Arrabidaea chica* expressos em equivalente de ácido gálico (EAG).

Na maior concentração testada, o extrato de *A. chica* não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao controle (10,0 µg/mL). A análise estatística foi realizada por meio do teste ANOVA, que indicou um valor de $p < 0,0001$ (****), evidenciando diferenças estatisticamente significativas entre as médias das concentrações testadas e o controle, exceto na maior concentração, onde a diferença foi considerada não significativa.

No estudo realizado por Souza et al. (2022) [20], foram avaliadas 14 amostras comerciais de *A. chica*, com os teores de compostos fenólicos variando entre 107,67 e 421,11 mg EAG/g. Em comparação, Jorge et al. (2008) [21] reportaram um valor de $67,69 \pm 0,68$ mg EAG/g para o extrato de *A. chica* obtido utilizando uma solução de metanol/ácido cítrico a 0,3%. O maior teor de fenóis totais foi observado no extrato obtido por infusão aquosa, quando comparado ao extrato hidroetanólico a 70%, o qual foi submetido à rotaevaporação e liofilização. A maior eficiência da infusão pode estar relacionada à liberação rápida de compostos fenólicos hidrossolúveis pela ação da água quente, enquanto as etapas térmicas do extrato hidroetanólico podem ter promovido degradação ou oxidação de compostos sensíveis, reduzindo seu teor final, porém, a escolha do

solvente utilizado para extrair os compostos podem influenciar na composição final e na bioatividade do extrato [22, 23].

Conforme ilustrado na Figura 2, o extrato apresentou um teor de flavonoides totais de $231,65 \pm 1,99 \mu\text{g}$ de rutina/g na concentração de $100,0 \mu\text{g/mL}$, reforçando seu potencial bioativo.

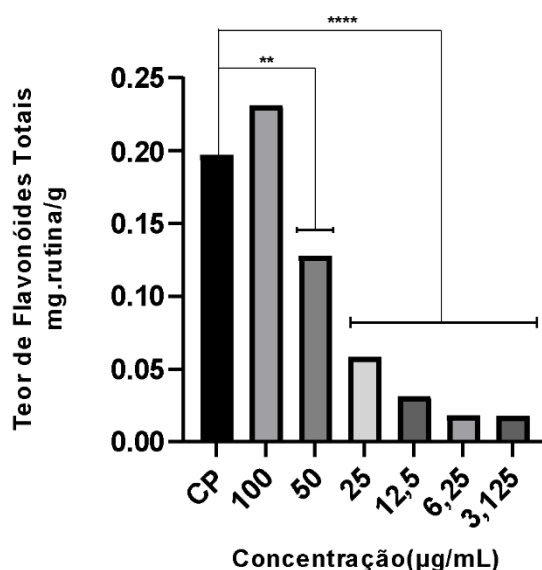


Figura 2: Teor de Flavonoides da *Arrabidaea chica* expresso em equivalente de Rutina.

O teste ANOVA revelou diferenças estatisticamente significativas entre as concentrações testadas e o padrão adotado ($200,0 \mu\text{g/mL}$), com valores de $p < 0,01$ (**) e $p < 0,0001$ (****), conforme apresentado na Figura 2. Contudo, na maior concentração testada, o extrato hidroetanólico de *A. chica* não exibiu diferença estatística significativa em relação ao padrão ($200,0 \mu\text{g/mL}$).

Embora não tenham sido encontrados dados na literatura sobre o teor de flavonoides totais presentes nas folhas de *A. chica*, os resultados obtidos foram satisfatórios quando comparados ao padrão utilizado. Segundo Moraes et al. (2022) [24], os flavonóides são responsáveis pela pigmentação amarela, vermelha e azul em flores e frutos. No caso de *A. chica*, as folhas liberam uma coloração avermelhada quando aquecidas ou maceradas, o que corrobora o alto teor de flavonoides detectado nas amostras. Esses achados estão alinhados com os resultados do presente estudo, que confirmam a elevada presença de compostos fenólicos, incluindo flavonóides, nas folhas de *A. chica*, compostos de grande interesse farmacológico.

Na análise da atividade antioxidante pelo método DPPH, o extrato hidroetanólico apresentou um valor de CE_{50} (concentração efetiva necessária para reduzir 50% do radical DPPH) de $22,31 \mu\text{g/mL}$, conforme mostrado na Figura 3. Esse desempenho é comparável ao relatado por Santos et al. (2013) [25], que observaram uma CE_{50} de $28,17 \mu\text{g/mL}$ na fração clorofórmica de *A. chica*. Com base na Equação 3, foi calculado um Índice de Atividade Antioxidante (IAA) de 1,07%, classificando o extrato hidroetanólico de *A. chica* como um antioxidante forte.

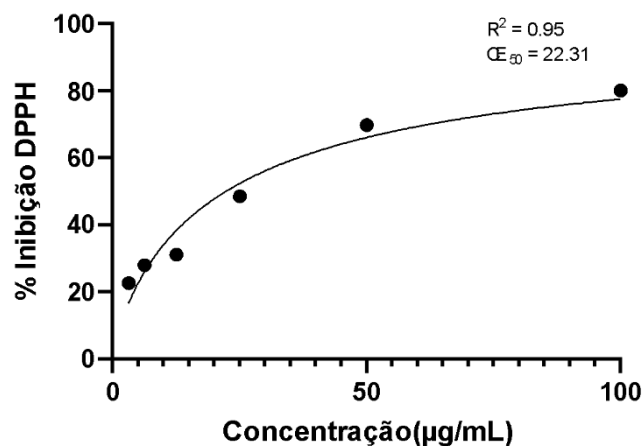


Figura 3: Atividade antioxidante do extrato hidroetanólico de *Arrabidaea chica*.

A análise realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) do extrato hidroetanólico das folhas de *A. chica* identificou a presença de 16 compostos, representados por 16 picos cromatográficos, conforme ilustrado na Figura 4. Entre os compostos identificados, destacam-se as classes de ácidos carboxílicos, ésteres, hidrocarbonetos e amidas. Alguns desses compostos apresentaram áreas percentuais mais expressivas, enquanto outros tiveram representatividade menor.

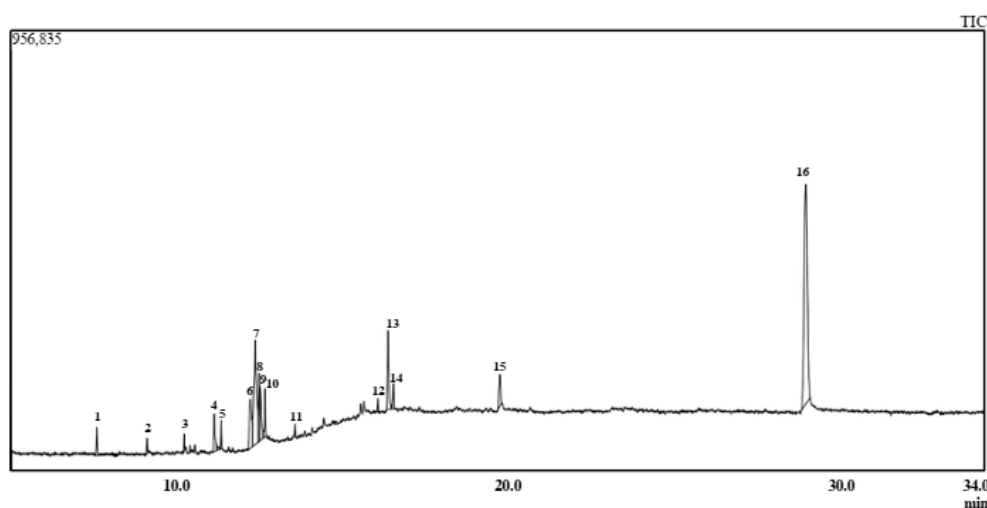
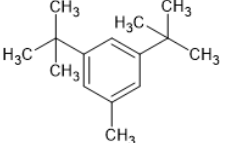
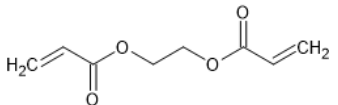
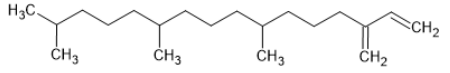
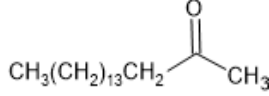
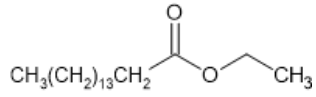
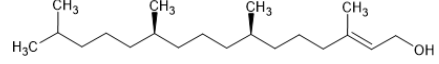
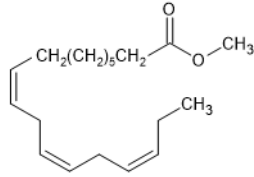
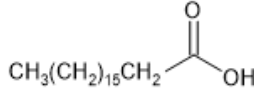
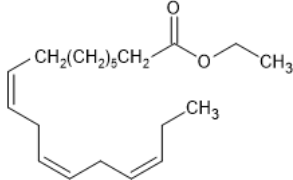
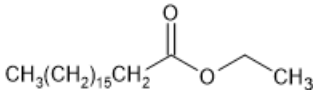
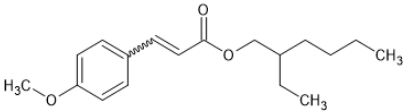
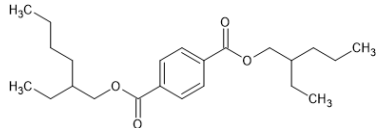
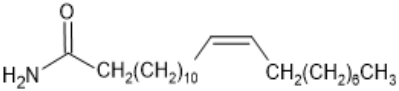


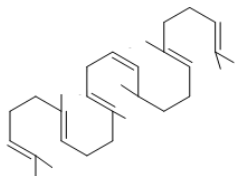
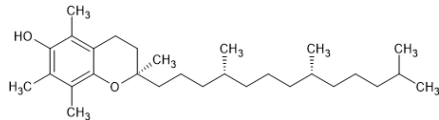
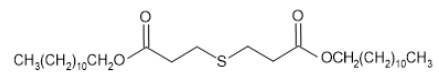
Figura 04: Cromatograma do extrato hidroalcoólico de *Arrabidaea chica*.

Os espectros de massa obtidos foram comparados à biblioteca do equipamento (NIST/EPA/NIH 2011 Mass Spectral Library), considerando índices de similaridade iguais ou superiores a 75% para a identificação dos compostos, cujos resultados estão detalhados na Tabela 2.

Tabela 2: Estruturas químicas e atividades biológicas dos compostos identificados por CG-EM da *Arrabidaea chica*. ACD/ChemSketch.

| Pico | Composto | Estrutura | Área(%) | Classe de Compostos Orgânicos | Atividade Biológica |
|------|--|--|---------|-------------------------------|---|
| 1 | 2,6-Di-terc-butil-4-metilfenol |  | 1,49 | Fenol | Antioxidante [26] |
| 2 | Ácido 2-propenóico, 2-metil-, 1,2-etanodil éster |  | 0,88 | Éster | - |
| 3 | 7,11,15-trimetil-3-metilenoheptadec-1-eno |  | 0,90 | Ácido Carboxílico | Antiinflamatório [27] |
| 4 | Ácido pentadecanóico |  | 3,31 | Ácido Carboxílico | Antiinflamatório, antifibrótico [28] |
| 5 | Hexadecanoato de Etila |  | 1,70 | Éster | Antimicrobiana e anticancer [29] |
| 6 | 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol |  | 7,61 | Álcool | Antinociceptivo e antiinflamatório [30] |

| | | | | | |
|----|--|--|-------|-------------------|---------------------------------------|
| 7 | <i>Cis , cis , cis</i> -9,12,15-octadecatrienoato de Metila |  | 16,99 | Éster | Oxidação Lipídica [31] |
| 8 | Ácido octadecanóico |  | 5,29 | Ácido Carboxílico | Atividade antimicrobiana [32]. |
| 9 | <i>Cis , cis , cis</i> -9,12,15-octadecatrienoato de Etila |  | 4,21 | Éster | Redução do Colesterol Plasmático [33] |
| 10 | Octadecanoato de etila |  | 2,53 | Éster | Neuroproteção [34] |
| 11 | Ácido 2-propenóico, 3-(4-metoxifenil)-, éster 2-etilhexílico |  | 0,63 | Éster | Ação fotoprotetora [35] |
| 12 | Bis(2-etilhexil)benzeno-1,4-dicarboxilato |  | 0,62 | Éster | - |
| 13 | (Z)-Docos-13-enamida |  | 6,58 | Amida | Indução do Sono [36] |

| | | | | | |
|----|--|--|-------|----------------|---|
| 14 | 2,6,10,15,19,23-Hexametil-2,6,10,14,18,22-tetracosahexaeno |  | 1,88 | Hidrocarboneto | Antioxidante, anticancerígeno e antimicrobiano [37] |
| 15 | 2,5,7,8-Tetrametil-2-(4',8',12'-trimetiltridecil)-6-cromanol |  | 2,91 | Fenol | Antioxidante [38] |
| 16 | Didodecil 3,3'-tiodipropionato |  | 42,47 | Éster | Antioxidante e agente antimicrobiano [39] |

Três compostos se destacaram com base em suas áreas de pico relativas, indicando a relevância biológica dos constituintes majoritários identificados por CG-EM no extrato de *A. chica*. Esses compostos apresentam atividades biológicas que corroboram o uso tradicional da planta como alternativa medicinal, frequentemente empregada em infusões para o tratamento de infecções urinárias e inflamações [40].

O principal composto identificado foi o Didodecil 3,3'-tiodipropionato, que representou 42,47% da área relativa, associado ao pico 16. Pertencente à classe dos ésteres, este composto possui propriedades antimicrobianas e antioxidantes. De acordo com Pauloi et al. (2024) [39], o Didodecil 3,3'-tiodipropionato é amplamente utilizado como antioxidante, protegendo materiais orgânicos contra degradações oxidativas ao capturar radicais livres. Este composto é particularmente eficaz como estabilizador em aplicações industriais e cosméticas, além de possuir potencial em formulações farmacêuticas. Estudos indicam que sua combinação sinérgica com antioxidantes fenólicos, como o 4,4'-metileno-bis(2-metil-6-terc-butilfenol), pode aumentar a eficácia antioxidante em até três vezes, devido à interação entre os componentes fenólicos e sulfidílicos, que interrompem cadeias oxidativas e decompõem hidroperóxidos [41].

O segundo composto mais abundante foi o *cis,cis,cis*-9,12,15-octadecatrienoato de metila (linolenato de metila), identificado no pico 7, com área relativa de 16,99%. Estudos de Zamora e Hidalgo (2003) [31] indicam que o linolenato de metila promove a oxidação lipídica mais rapidamente do que outros ácidos graxos insaturados, gerando produtos secundários, como aldeídos reativos, que podem danificar proteínas e alterar propriedades sensoriais e funcionais. Além disso, Gyeong-A et al. (2018) [42] destacam seu elevado potencial como agente clareador natural, com aplicações promissoras em cosméticos destinados ao tratamento de desordens de hiperpigmentação, fortalecendo a relevância do composto em formulações inovadoras baseadas em ativos naturais.

O terceiro composto identificado foi o 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol (fitol), conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antinociceptivas. O fitol é eficaz na redução do estresse oxidativo, protegendo células contra danos causados por espécies reativas de oxigênio, o que o torna relevante no tratamento de condições inflamatórias e degenerativas, como osteoartrite [30].

A classe predominante dos compostos identificados foi a dos ésteres, amplamente associada à atividade antimicrobiana. Fukahori et al. (1996) [43] relatam que o aumento da cadeia alquílica dos ésteres intensifica sua atividade antimicrobiana, embora reduza sua solubilidade em água. Fernandes et al. (2013) [44] destacam que a maior lipofilicidade dos ésteres favorece sua penetração em membranas celulares, aumentando sua eficácia contra microrganismos, mas a redução da solubilidade aquosa pode limitar seu uso em sistemas aquosos.

Adicionalmente, o extrato vegetal demonstrou baixa citotoxicidade, com um valor de $CC_{50} > 500,0 \mu\text{g/mL}$ frente à linhagem celular fibroblástica L929 (derivada de tecido conjuntivo de camundongo). O controle positivo, utilizando tampão de lise, resultou em 100% de viabilidade. Esses resultados estão alinhados com os de Mafioleti (2013) [45], que também demonstrou a ausência de efeitos citotóxicos na *A. chica*.

Por fim, na maior concentração testada, o fator de proteção solar (FPS) do extrato foi classificado como médio, conforme os critérios estabelecidos pela RDC N° 629/2022 [46]. Os resultados detalhados do ensaio de proteção solar *in vitro* estão apresentados na Tabela 3. Esse resultado pode estar associado à presença de compostos com propriedades antioxidantes, que desempenham um papel importante na proteção da pele. De acordo com Souza et al. (2013) [47], substâncias bioativas de origem vegetal, como vitaminas C e E, taninos, alcalóides e flavonóides, são altamente eficazes em aumentar a fotoproteção cutânea em formulações cosméticas. Esses compostos atuam neutralizando radicais livres e prevenindo danos celulares induzidos pela radiação UV, contribuindo para a manutenção da integridade e funcionalidade da pele.

Tabela 3: Fator de proteção solar *in vitro* do extrato de *Arrabidaea chica*.

| Concentração(µg/mL) | FPS |
|---------------------|-------|
| 300,0 | 20,75 |
| 250,0 | 17,30 |
| 200,0 | 14,00 |
| 150,0 | 8,47 |
| 100,0 | 6,42 |
| 50,0 | 3,40 |
| 25,0 | 1,98 |
| 12,5 | 1,03 |
| 6,25 | 0,36 |
| 3,125 | 0,23 |

4. CONCLUSÃO

A avaliação do extrato hidroetanólico de *Arrabidaea chica* revelou um perfil fitoquímico diversificado, caracterizado pela presença de compostos bioativos que reforçam seu potencial terapêutico. Os ensaios físico-químicos confirmaram que o extrato atende aos parâmetros de qualidade estabelecidos, assegurando sua segurança e eficácia. A identificação de diferentes classes de metabólitos secundários, amplamente reconhecidas por suas atividades farmacológicas, como propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas, valida cientificamente o uso tradicional da planta. Os achados deste estudo fornecem uma base promissora para o desenvolvimento de futuras pesquisas e aplicações biotecnológicas envolvendo *A. chica*.

5. AGRADECIMENTOS

Departamento de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Porto Velho Calama. Edital N° 13/2023/REIT - PROPESP/IFRO - Novos Projetos IT. Edital n° 2/2025 - Apoio à Comunicação Científica e Literária. Plataforma de Bioensaios de Malária e Leishmanioses da FIOCRUZ-RO.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pauletti PM, Bolzani VS. Constituintes químicos de *Arrabidaea samyoides* (Bignoniaceae). *Quím Nova*. 2003 Mai;26(5):641-643. doi: 10.1590/S0100-40422003000500003
2. Corrêa MP. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. 1. ed. Rio de Janeiro (RJ): Imprensa Nacional; 1926.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Práticas integrativas e complementares: Plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica. Brasília (DF): MS; 2012. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/praticas_integrativas_complementares_plantas_medicinais_cab31.pdf
4. Brasil. Ministério da Saúde. Relação nacional de plantas medicinais de interesse ao SUS (RENISUS) [Internet]. Brasília (DF): MS; 2009 [citado em 11 nov 2024]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/sus/pdf/marco/ms_relacao_plantas_medicinais_sus_0603.pdf
5. Brasileiro BG, Pizzio VR, Matos DS, Germano AM, Jamal CM. Plantas medicinais utilizadas pela população atendida no "Programa de Saúde da Família", Governador Valadares, MG, Brasil. *Rev Bras Cienc Farm*. 2008 Dez;44(4):629-36. doi: 10.1590/S1516-93322008000400009
6. Castro LLS. Saúde pública e os benefícios terapêuticos do crajirú na atenção primária à saúde. *Rev Foco*. 2023 Nov;16(11):01-17. doi: 10.54751/revistafoco.v16n11-211
7. Sousa IJO, Silva MCP, Leopoldino GL, Agostinho LS. Estudo fitoquímico, avaliação da capacidade hemolítica e antimicrobiana de um extrato bruto da casca do caule de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). *Rev Biofarm*. 2018 Dez;14(4):208-25
8. Alves MM, Pereira AMS, França SC, Bertoni BW. Caracterização química de tinturas e extratos secos de plantas medicinais do Cerrado por cromatografia em camada delgada. *Sci Plena*. 2011 Dez;7(12):129901.

9. Menezes Filho ACP, Santos MC, Castro CFS. Estudo fitoquímico, físico-químico e bioativo do extrato hidroetanólico floral de *Ouratea lancifolia* R. G. Chacon & K. Yamam. (*Ochnaceae*). *Sci Nat*. 2021 Mar;3(1):21-40. doi: 10.29327/269504.3.1-3
10. Pires JS, Torres PB, Santos DYAC, Chow F. Microplate assay of reducing substances using the Folin-Ciocalteu method for algae extracts. *IB USP*. 2017 Set;1-5. doi: 10.13140/RG.2.2.29127.80809
11. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*. 1999 Mar;64(4): 555-9. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00102-2
12. Polez VLP, Dantas KCS, Duarte AO, Magarelli G, Silva LP. Método de avaliação antioxidante de material vegetal por DPPH em microplaca e controle de qualidade. *Embrapa Rec Gen Biotec*. 2023 Out;216(1):1-18.
13. Scherer R, Godoy HT. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food Chem*. 2009 Feb;112(3):654-8. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.06.026
14. Riss TL, Moravec RA, Niles AL, Duellman S, Benink HA, Worzella TJ, et al. Cell viability assays. In: Markossian S, Grossman A, Baskir H, Arkin M, Auld D, Austin C, et al., editores. *Assay guidance manual*. Bethesda (MD): Eli Lilly & Company and the National Center for Advancing Translational Sciences; 2004. p. 1-40.
15. Mansur JS, Rodrigues BMN, Mansur MCA, Azulay RD. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An Bras Dermatol*. 1986 Jun;61(3):2-7.
16. Sayre RM, Agin PP, LeVee GJ, Marlowe E. A comparison of in vivo and *in vitro* testing of sunscreens formulas. *Photochem Photobiol*. 1979 Mar;29(3):559-66. doi: 10.1111/j.1751-1097.1979.tb07090
17. Lopes GC, Nakamura CV, Dias Filho BP, Mello JCP. Estudo físico-químico, químico e biológico de extrato das cascas de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (*Leguminosae*). *Rev Bras Farmacogn*. 2003;13(2):24-7. doi: 10.1590/S0102-695X2003000400009
18. Ribeiro MVS, Lima ARN, Oliveira TKB. Physical and chemical evaluation of the vegetable extract of the seed of *Cucurbita moschata*. *Res Soc Dev*. 2020 Mar;9(4):e145942998. doi: 10.33448/rsd-v9i4.2998
19. Menezes Filho ACP, Santos MC, Castro CFS. Prospecção fitoquímica, físico-química e biológica do extrato hidroetanólico floral de [*Tabebuia impetiginosa* (MART. ex DC.) STANDL.]. *Persp online: Biol & Saúde*. 2021 Mar;11(36):01-25. doi: 10.25242/8868113620212102
20. Souza GHC, Andrade VM, Machado AMR, Gomes, FCO. Análise da qualidade de amostras de Pariri (*Arrabidaea chica*) comercializadas em Belo Horizonte-MG. *Res Soc Dev*. 2022 Feb;11(3):e29711326663. doi: 10.33448/rsd-v11i3.26663
21. Jorge MP, Madjarof C, Ruiz ALTG, Fernandes AT, Rodrigues RAF, Sousa IMO, et al. Propriedades cicatrizantes do extrato de *Arrabidaea chica* Verlot. *J Etnofarmacol*. 2008 Ago;118(3):361-6. doi: 10.1016/j.jep.2008.04.024
22. Justino HFM, Cunha JS, Coelho Pacheco AF, Coelho Pacheco F, Nemer Martins CC, Costa Paiva PH, et al. Uso de tecnologias não convencionais para extração de compostos bioativos de subprodutos de frutas e vegetais: revisão. *Res, Soc Develop*. 2022;11(14):e44111435488.
23. Drużyńska B, Stępniewska A, Wołosiak R. The influence of time and type of solvent on efficiency of the extraction of polyphenols from green tea and antioxidant properties obtained extracts. *Acta Sci Pol Technol Aliment*. 2007;6(1):27-36.
24. Moraes GV, Jorge GM, Gonzaga RV, Santos DA. Potencial antioxidante dos flavonoides e aplicações terapêuticas. *Res Soc Dev*. 2022 Out;11(14):e238111436225. doi: 10.33448/rsd-v11i14.36225
25. Santos VC, Longo TB, Garcia ALH, Richter MF, Guecheva TN, Henriques JAP, et al. Evaluation of the Mutagenicity and Genotoxicity of *Arrabidaea chica* Verlot (*Bignoneaceae*), an Amazon plant with medicinal properties. *J Toxicol Environ Health Part A*. 2013 Mar;76(6):381-90. doi: 10.1080/15287394.2012.761947
26. Erasmus SW, Hoffman LC. Putting the spring back into the hare (*Pedetes capensis*): Meat chemical composition of an underutilized protein source. *Foods*. 2020 Ago;9(8):1096-110. doi: 10.3390/foods9081096
27. Bhardwaj M, Sali VK, Mani S, Vasanthi HR. Neophytadiene de *Turbinaria ornata* suprime resposta inflamatória induzida por LPS em macrófagos RAW 264.7 e ratos Sprague Dawley. *Springer Nat*. 2020 Jan;43(3):937-50. doi: 10.1007/s10753-020-01179-z
28. Venn-Watson S, Lumpkin R, Dennis EA. Efficacy of dietary odd-chain saturated fatty acid pentadecanoic acid parallels broad associated health benefits in humans: could it be essential? *Sci Rep*. 2020 May;10(1):1-14. doi: 10.1038/s41598-020-64960-y
29. Nanthini M, Chamundeeswari M, Seethalakshmi R, Lovlyna R, Sreekumar G. Cytotoxic activity of probiotic bacillus subtilis sk09 against human colon cancer cell line (ht-29). *Int Res J Pharm*. 2017 Abr;8(4):105-9. doi: 10.7897/2230- 8407.080458

30. Vasconcelos CC, Lopes AJO, Ataíde EJG, Carvalho KWP, Brito MFF, Rodrigues MS, et. al. *Arrabidaea chica* Verlot fractions reduce MIA-induced osteoarthritis progression in rat kness. *Inflammopharmacology*. 2021 Jun;29(3):735-52. doi: 10.1007/s10787-021-00803-0
31. Zamora R, Hidalgo FJ. Comparative methyl linoleate and methyl linolenate oxidation in the presence of bovine serum albumin at several lipid/protein ratios. *J Agric Food Chem*. 2003 Jul;51(16):4661-7. doi: 10.1021/jf025918j
32. Rahuman AA, Gopalakrishnan G, Ghouse BS, Arumugam S. Effect of *Feronia limonia* on mosquito larvae. *Rev Fitoter*. 2000 Set;71(5):553-5. doi: 10.1016/s0367-326x(00)00164-7
33. Holmer G, Kristesen G, Sondergaard E, Dam H. The influence of ethyl linoleate and ethyl linolenate on polyenoic fatty acids and cholesterol in tissues of chicks. *Z Ernährungswiss*. 1962 Jul;2:223-8. doi: 10.1007/BF02020814
34. Huang J, Yi L, Yang X, Zheng Q, Zhong J, Yes S, et. al. Neural stem cells transplantation combined with ethyl stearate improve PD rats motor behavior by promoting NSCs migration and differentiation. *CNS Neurosci Ther*. 2023 Jan;29(6):1445-704. doi: 10.1111/cns.14119
35. Hanson KM, Narayanan S, Nichols VM, Bardeen CJ. Photochemical degradation of the UV filter octyl methoxycinnamate in solution and in aggregates. *Photochem Photobiol. Sci*. 2015 May;14:1607-16. doi: 10.1039/C5PP00074B
36. Molehin OR, Oloyed O, Ajayl EI. GC-MS analysis of bioactive compounds in three extracts of *Clerodendrum volubile* P. Beauv leaves. *J Med Plants Stud*. 2017 Ago;5(5):191-5.
37. Gunes FE. Medical use of squalene as a natural antioxidant. *MUSBED*. 2013 Dez;3(4):220-8. doi: 10.5455/musbed.20131213100404
38. Batista ES, Costa AGV, Sant'ana HMP. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. *Rev Nutr*. 2007 Out;20(5):525-35. doi: 10.1590/S1415-52732007000500008
39. Pauloi L, Salim RMD, Chiang LK, Sundang M, Rusdi NA, Maid M, et. al. GC-MS analysis of bioactive compounds in ethanolic extract on different parts of *Ziziphus mauritiana*. *Biodiv*. 2024 Oct;25(10):3442-53. doi: 10.13057/biodiv/d251006
40. Caetano RS, Souza ACR, Feitozao LF. O uso de plantas medicinais utilizadas por frequentadores dos ambulatórios Santa Marcelina, Porto Velho-RO. *Saúde e Pesquisa*. 2014 Abr;7(1):55-63.
41. Jiráčková L, Pospíšil J. Effects of products of the oxidative transformation of 4,4'-Thio-bis(2-methyl-6-tert-butylphenol) on the oxidation of polypropylene. *Angew Makromol Chem*. 1979 Nov;82(1):197-205. doi: 10.1002/apmc.1979.050820115
42. Gyeong-A KO, Shrestha S, Kim CS. *Sageretia thea* fruit extracts rich in methyl linoleate and methyl linolenate downregulate melanogenesis via the Akt/GSK3 β signaling pathway. *Nutr Res Pract*. 2018 Jan;12(1):3-12. doi: 10.4162/nrp.2018.12.1.3
43. Fukahori M, Akatsu S, Sato H, Yotsuyanagi T. Relationship between uptake of p-hydroxybenzoic acid esters by *Escherichia coli* and antibacterial activity. *Chem Pharm Bull*. 1996 Aug;44(8):1567-70. doi: 10.1248/cpb.44.1567
44. Fernandes JPS, Amarante ACG, Sousa MR, Savino G. Estudo das relações entre estrutura e atividade de parabenos: uma aula prática. *Quím Nova*. 2013 Mar;36(6):1-4. doi: 10.1590/S0100-40422013000600026
45. Mafioleti L, Silva Junior IF, Colodel EM, Flach A, Martins DTO. Avaliação da toxicidade e atividade antimicrobiana do extrato hidroetanólico de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verl. *J Etnofarmacol*. 2013 Nov;150(2):576-82. doi: 10.1016/j.jep.2013.09.008
46. Brasil. Ministério da Saúde (MS); Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 629, de 10 de março de 2022. Dispõe sobre protetores solares e produtos multifuncionais em cosméticos e internaliza a Resolução GMC MERCOSUL nº 08/2011. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-rdc-n-629-de-10-de-marco-de-2022-386099957>
47. Souza FP, Campos GR, Packer JF. Determinação da atividade fotoprotetora e antioxidante em emulsões contendo extrato de *Malpighia glabra* L. – Acerola. *Rev Ciênc Farm Básica Apl*. 2013 Jan;34(1):69-77.