

UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO LEÃO SAMPAIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA

JOSÉ EDUARDO DOS SANTOS GOMES

**ANÁLISE CITOTÓXICA E CITOPROTETORA DO EXTRATO ETANÓLICO DAS
FOLHAS DE *Hymenaea martiana* HAYNE (JATOBÁ)**

Juazeiro do Norte – CE
2023

JOSÉ EDUARDO DOS SANTOS GOMES

**ANÁLISE CITOTÓXICA E CITOPROTETORA DO EXTRATO ETANÓLICO DAS
FOLHAS DE *Hymenaea martiana* HAYNE (JATOBÁ)**

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo científico, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Biomedicina do Centro Universitário Leão Sampaio, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Prof.^a Dra. Raíra Justino Oliveira Costa

JOSÉ EDUARDO DOS SANTOS GOMES

**ANÁLISE CITOTÓXICA E CITOPROTETORA DO EXTRATO ETANÓLICO DAS
FOLHAS DE *Hymenaea martiana* HAYNE (JATOBÁ)**

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo científico, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Biomedicina do Centro Universitário Leão Sampaio, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof.^a Dra. Raíra Justino Oliveira Costa

Data de aprovação: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a: Dra. Raíra Justino Oliveira Costa

Orientador

Prof.^a: Dra. Amanda Karine de Sousa

Examinador 1

Prof.^a: Esp. Vanessa Lima Bezerra

Examinador 2

"Dedico este trabalho aos meus pais, cujo amor, apoio e sacrifícios foram a força motriz que direcionou minha jornada acadêmica. Expresso minha profunda gratidão à minha orientadora pelos ensinamentos valiosos e orientação dedicada. Agradeço a todos os amigos que compartilharam risos, desafios e conquistas ao longo desta trajetória. Este trabalho reflete nossos esforços coletivos. A todos que fizeram parte desta jornada, meu sincero agradecimento."

AGRADECIMENTOS

Quero expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso, pois cada pessoa desempenhou um papel fundamental em minha jornada acadêmica.

Agradeço imensamente aos meus queridos parentes, cujo apoio incondicional e encorajamento foram alicerces sólidos ao longo desta trajetória. Suas palavras de estímulo e compreensão foram fontes de inspiração, tornando possível superar desafios e alcançar metas.

À minha dedicada orientadora, Raíra Justino, expressei minha gratidão pela orientação sábia, paciência e apoio constante. Seus valiosos ensinamentos moldaram não apenas este trabalho, mas também o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos participantes do projeto, que generosamente compartilharam seu tempo e conhecimento, meu sincero agradecimento. Sem a colaboração e engajamento de vocês, esta pesquisa não teria alcançado seus objetivos.

À técnica do laboratório, Amanda, agradeço a paciência, assistência e expertise que foram essenciais para a execução prática deste estudo. Sua orientação foi crucial, e sua dedicação ao trabalho é verdadeiramente apreciada.

Este trabalho é resultado do esforço coletivo de uma comunidade acadêmica e familiar, e cada um de vocês desempenhou um papel vital nesse processo. Obrigado por fazerem parte desta jornada, por acreditarem em mim e por tornarem possível a conclusão deste capítulo significativo da minha vida acadêmica.

ANÁLISE CITOTÓXICA E CITOPROTETORA DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DE *Hymenaea martiana* HAYNE (JATOBÁ)

José Eduardo dos Santos Gomes¹, Raíra Justino Oliveira Costa²

RESUMO

Essa pesquisa tem como objetivo, analisar a citotoxicidade e citoproteção do extrato etanólico da folha da *Hymenaea martiana* Hayne (jatobá). A espécie de *H. martiana* será coletada no município de Buíque-PE, e será encaminhada para o laboratório multidisciplinar do Centro Universitário Leão Sampaio para a obtenção do extrato etanólico. Para a análise da toxicidade, será utilizado o teste de citotoxicidade em hemácias, no qual, o extrato será diluído a fim de se obter seis concentrações diferentes e incubados com um lavado de hemácias pelo tempo de 1 hora. Após a incubação as amostras serão centrifugadas e o seu sobrenadante será lido através de espectrofotômetro na absorbância de 540 nm. O precipitado será ressuspenso para confecção de esfregaços que serão corados (May-Grunwald-Giemsa) e lidos em microscopia. Para análise do potencial citoprotetor, serão utilizadas as mesmas concentrações do teste de citotoxicidade, os tubos com hemácias serão incubados por 30 min e expostas a sete concentrações diferentes de NaCl a fim de verificar a capacidade de proteção celular do extrato. Logo após as amostras serão novamente incubadas por 1 hora e após esse período serão centrifugadas e o sobrenadante será lido em espectrofotômetro a 540 nm. O extrato etanólico de *H. martiana* demonstrou extensão de hemólise, indicando citotoxicidade em concentrações mais elevadas. As concentrações usadas no teste de citoproteção resultaram em níveis de hemólise significativamente inferiores em comparação com o controle negativo. **Palavras-chave:** Extrato vegetal. Teste de Citotoxicidade. Testes de Toxicidade Aguda.

CYTOTOXIC AND CYTOPROTECTIVE ANALYSIS OF ETHANOLIC EXTRACT FROM THE LEAVES OF *Hymenaea martiana* HAYNE (JATOBÁ)

ABSTRACT

This research aims to analyze the cytotoxicity and cytoprotection of the ethanolic extract from the leaf of *Hymenaea martiana* Hayne (jatobá). The species of *H. martiana* will be collected in the municipality of Buíque-PE, and will be sent to the multidisciplinary laboratory at Centro Universitário Leão Sampaio to obtain the ethanolic extract. To analyze toxicity, the cytotoxicity test on red blood cells will be used, in which the extract will be diluted to obtain six different concentrations and incubated with a red blood cell wash for 1 hour. After incubation, the samples will be centrifuged and their supernatant will be read using a spectrophotometer at an absorbance of 540 nm. The precipitate will be resuspended to prepare smears that will be stained (May-Grunwald-Giemsa) and read under microscopy. To analyze the cytoprotective potential, the same concentrations as in the cytotoxicity test will be used, the tubes with red blood cells will be incubated for 30 min and exposed to seven different concentrations of NaCl in order to verify the cellular protection capacity of the extract. Soon after, the samples will be incubated again for 1 hour and after this period they will be centrifuged and the supernatant will be read in a spectrophotometer at 540 nm. The ethanolic extract of *H. martiana* demonstrated extensive hemolysis, indicating cytotoxicity at higher

¹Discente do curso de Biomedicina. edusantos2016.es76@gmail.com. Centro Universitário Leão Sampaio.

² Docente do curso de Biomedicina. raira@leaosampaio.edu.br. Centro Universitário Leão Sampaio

concentrations. The concentrations used in the cytoprotection test resulted in significantly lower levels of hemolysis compared to the negative control.

Keywords: Plant extract. Cytotoxicity Test. Acute Toxicity Tests.

1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais são um tipo de recurso utilizado tanto na medicina tradicional quanto em práticas alternativas para tratar doenças e melhorar a saúde e que possui seu uso datado desde 50.000 a.C. Elas possuem em sua composição substâncias químicas que apresentam propriedades terapêuticas variadas e seu emprego para fins medicinais no Brasil tem origem na época anterior à colonização, quando as populações indígenas já faziam uso das propriedades terapêuticas das plantas para tratar diferentes doenças (Ceplant, 2016; Palandri, 2022).

Nesse cenário, o Brasil tem se destacado pela grande diversidade de espécies encontradas em seu território e em seus mais diversos ecossistemas, como por exemplo na Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro. Nesse ecossistema é comum a utilização de plantas locais para o preparo de medicamentos para diversas funções, e sua utilização ocorre de diversas partes como cascas, folhas e frutos (Ganem, 2017).

Este ecossistema abrange uma grande variedade de espécies vegetais, muitas das quais possuem metabólitos secundários que apresentam propriedades farmacológicas e medicinais. Dentre eles podem ser citados os taninos, que são compostos secundários que possuem propriedades adstringentes, antioxidantes, antimicrobiano e antifúngico e ação antiviral e moluscicida e podem ser encontrados em diversas plantas da caatinga, tais como espécies do gênero *Hymenaea* (Santos, 2012; Silva, 2013).

Dentro desse gênero, destaca-se a espécie *Hymenaea martiana* Hayne (Jatobá), planta de grande utilidade a população, a mesma tem diversos usos como no tratamento de problemas estomacais, inflamações, e até mesmo no tratamento de reumatismo. Além do uso no meio farmacêutico, seu fruto é bastante utilizado na culinária regional (Oliveira, 2015).

Porém, apesar do potencial terapêutico associado às plantas, estas também podem apresentar efeitos deletérios, pois, é essencial salientar que certos metabólitos secundários têm sido associados a efeitos tóxicos significativos em seres humanos e animais. A intoxicação por plantas pode ocasionar sintomas como diarreias, anúria, hipotensão, e muitos outros. Além disso, alguns desses compostos podem exibir propriedades carcinogênicas, podendo

representar uma ameaça à saúde humana e ao meio ambiente (Campos, *et al*, 2016; Pereira; Fernandes; Cunha, 2012).

Sendo assim, é importante que além de identificar plantas com potencial medicinal, sejam realizados testes que analisam a atividade tóxica de plantas. Desse modo, os Testes *in cito* como os de atividade hemolítica, foram comumente utilizados em análises de citotoxicidade e tem como objetivo avaliar o efeito de substâncias ou compostos em células ou tecidos (Siqueira *et al*, 2020; Verri; Moura; Moura, 2017; Zago, 2018).

Desse modo, por *Hymenaea martiana* ser amplamente utilizada pela população, o objetivo foi provar que essa planta não apresenta potencial citotóxico. Além de que essa espécie possui valor nutricional, buscou-se comprovar a contribuição da planta para a proteção celular. O objetivo principal visou analisar atividade citotóxica e citoprotetora do perfil do extrato etanólico das folhas de *H. martiana*.

2 METODOLOGIA

O estudo foi de caráter experimental *in vitro* com análise comparativa quantitativa. O experimento foi estruturado em três etapas, e realizado no laboratório multidisciplinar, do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio – Unileão *campus* saúde em Juazeiro do Norte – CE, entre os meses de agosto e outubro de 2023. Na primeira etapa ocorreu a coleta do material vegetal e obtenção do extrato das folhas. Na segunda etapa realizou-se a avaliação da ação toxicológica do extrato etanólico e na terceira, a avaliação da citoproteção desse extrato.

2.1 MATERIAL VEGETAL E PREPARAÇÃO DO EXTRATO

Para obtenção do extrato etanólico e realização dos experimentos, foi utilizada a espécie *H. martiana* pertencente ao gênero *Hymenaea*. A coleta do material vegetal foi realizada no período matutino, no mês de agosto de 2023, na cidade do Buíque, Pernambuco.

Inicialmente, as folhas foram separadas dos caules e lavadas em água corrente. Em seguida, as folhas passaram por um processo de secagem com papel toalha e pesadas, e posteriormente submetidas à secagem a temperatura ambiente.

Depois de submetidas à secagem, as folhas passaram novamente por um processo de pesagem, e com uma tesoura, e foram fragmentadas em pequenos pedaços, trituradas

manualmente e submetidas ao processo de maceração, usando como solvente o etanol a 95%, em uma proporção de 3 L de etanol para 150 g das folhas secas, para se obter o extrato fluido.

Após 96 horas o extrato foi filtrado em papel filtro qualitativo gramatura (80 g/m²), e o filtrado foi concentrado em evaporador rotativo a temperatura de ± 40° C para obtenção do extrato etanólico bruto das folhas de *H. martiana*. Após a rotaevaporação, foi depositado em um recipiente aberto e deixado à temperatura ambiente, para a completa evaporação do solvente. Após a secagem, submeteu-se o seguinte cálculo:

$$\text{RE\%: } P_{\text{ext}}/P_{\text{folhas}} \times 100.$$

Onde: RE = Rendimento total do extrato (%); P_{ext} = Peso do extrato seco (g); P_{folhas} = Peso das folhas frescas ou secas (g).

2.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE CITOTÓXICA E CITOPROTETORA

O sangue foi fornecido pelos autores do estudo que se encontram devidamente dentro dos parâmetros para realização dos testes. A amostra foi coletada por meio de punção venosa em tubos com anticoagulante citrato de sódio. A avaliação da citotoxicidade e citoproteção realizou-se seguindo metodologia descrita por Barros e colaboradores (2016) a submissão ao Comitê de Ética e Pesquisa em Humanos sob número de protocolo 75144223.7.0000.5048 (Brasil, 2016).

A avaliação da fragilidade osmótica das células vermelhas sanguíneas (citotoxicidade) foi realizada com amostras de suspensão de hemácias previamente lavadas com solução salina e incubadas com o extrato diluído em Dimetilsulfóxido (DMSO) a 1%, em seis concentrações distintas (5 µg/mL, 10 µg/mL, 25 µg/mL, 50 µg/mL, 100 µg/mL, 200 µg/mL), e posteriormente foram incubados em banho-maria (37°C) no tempo de 1 hora. Após o tempo determinado, os testes foram centrifugados (1.500 rpm por 15 min.) e seus sobrenadantes foram isolados e lidos em espectrofotômetro de massa (540nm). Os controles utilizados foram NaCl (0,12%) como controle positivo e NaCl (0,9%) como controle negativo, ambos diluídos em DMSO a 1%. As análises foram realizadas em triplicata.

Após a centrifugação e leitura dos sobrenadantes, as amostras passaram por ressuspensão para confecção de esfregaços, que posteriormente foram corados por *May-Grunwald-Giemsa* e lidos em microscopia óptica (x100).

A avaliação protetora (citoproteção) do extrato etanólico foi realizada com amostras de suspensão de hemácias previamente lavadas com solução salina e incubadas com o extrato diluído em DMSO (1%), em seis concentrações (5µg/mL, 10µg/mL, 25µg/mL, 50µg/mL,

100µg/mL, 200µg/mL). Para cada concentração ocorreu a exposição em sete concentrações de NaCl (0,12%, 0,24%, 0,36%, 0,48%, 0,60%, 0,72% e 0,90%), que foram utilizadas como agente causados de dano a membrana dos eritrócitos. Após a exposição foram incubados em banho-maria (37°C) por 1 hora e posteriormente as amostras foram centrifugadas (1.500 rpm por 15 min.) e seus sobrenadantes foram isolados e lidos em espectrofotômetro de massa (540nm). Como controle negativo utilizou-se uma amostra do lavado de hemácias incubadas com o extrato diluído em DMSO (1%). As análises foram realizadas em triplicata.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados procedeu-se através do software *Graph Pad Prism* versão 9.0. E seus resultados foram analisados pelo programa Análise de Variância – ANOVA seguidamente pelo teste de *Student Newman Keuls*. As análises estatísticas estão representadas pela Média ± Erro Padrão da Média (EPM).

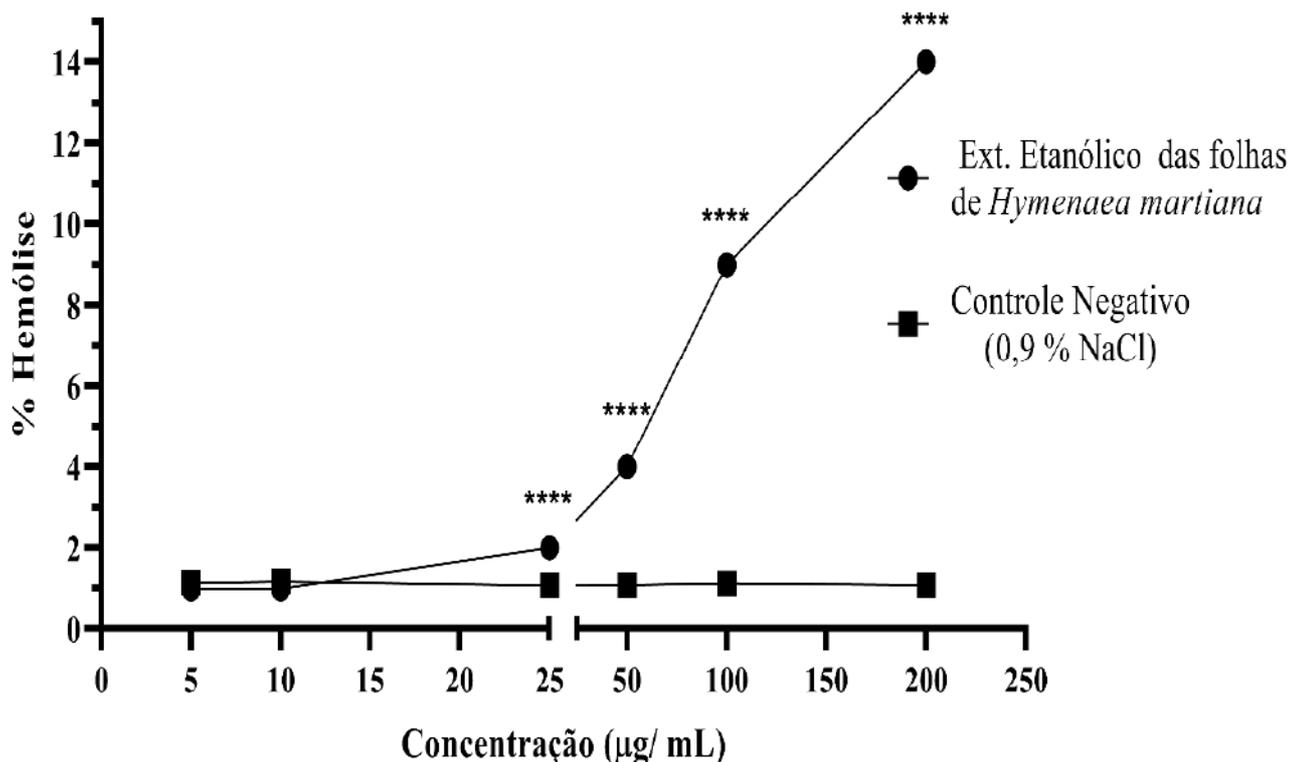
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a obtenção do extrato etanólico das folhas de *H. martiana*, foram utilizados 150 g do material seco, e resultou em 24,27g de extrato, sendo de 16,18% a taxa de rendimento calculada. O rendimento total do extrato encontrado neste estudo é semelhante aos dados da literatura. Em um estudo realizado por Santana (2015) o rendimento do extrato etanólico das folhas de *H. martiana* ficou em torno de 20%. Outra pesquisa realizada por Costa, (2023) utilizando a mesma espécie dessa pesquisa, obteve o rendimento de 17,3% para o extrato etanólico bruto das folhas.

3.1 Atividade Citotóxica

No que concerne à pesquisa, investigações relacionadas a essas espécies têm experimentado um crescimento notório. Para tal, foi realizada a análise de citotoxicidade eritrocitária utilizando o extrato etanólico das folhas de *H. martiana*, cujos resultados são dispostos no gráfico 1, demonstrando o nível de citotoxicidade nas concentrações avaliadas.

Gráfico 1: Citotoxicidade (Fragilidade osmótica de amostras de sangue) em diferentes concentrações do extrato etanólico das folhas de *Hymenaea martiana*



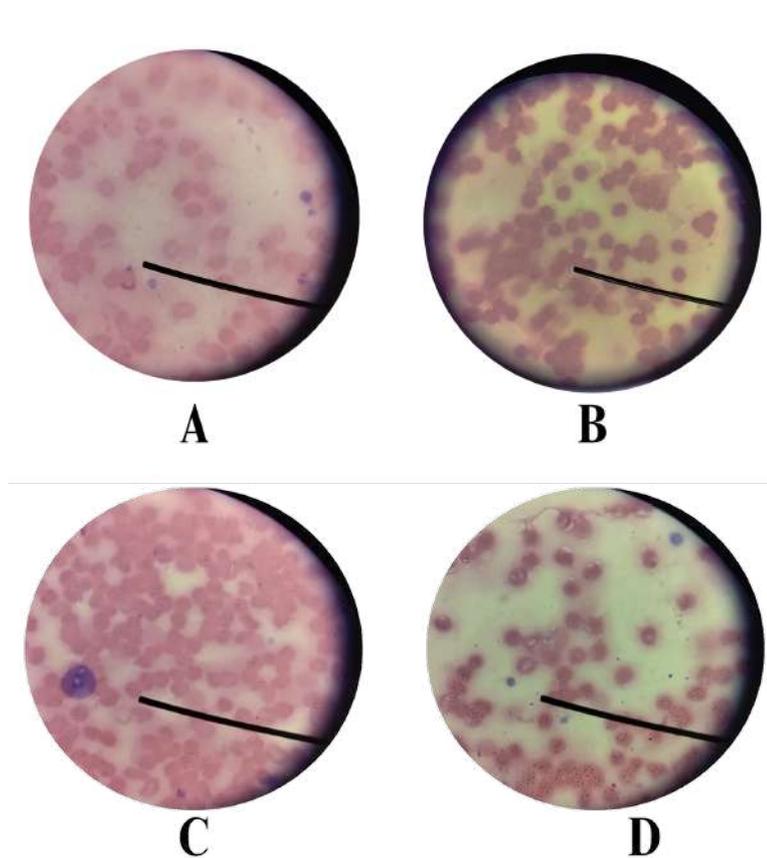
As amostras de sangue foram incubadas com diferentes concentrações do extrato com solução de cloreto de sódio (0,9% NaCl), como controle. A porcentagem de hemólise foi calculada e “curvas de fragilidade” foram traçadas plotando a porcentagem de hemólise (% de hemólise) para cada concentração de extrato (em relação a 100% do tubo de hemólise - 0,12% NaCl). Os resultados foram analisados por ANOVA de duas vias seguido do Test Bonferroni. “a” vs controle negativo quando **** = $p < 0,0001$. Foi usado o programa *GraphPad Prism 9.0*.

Fonte: Autoria própria (2023).

Os resultados obtidos indicam que a partir da concentração de 25 µg/mL todas as concentrações causaram hemólise significativa em relação ao controle, tais resultados indicam que o extrato pode ter apresentado um potencial tóxico nesse tipo de célula.

Após a obtenção dos percentuais de hemólise também foram analisadas as lâminas confeccionadas a partir do precipitado. Conforme ilustrado na Figura 1, é possível constatar que, apesar da presença de citotoxicidade positiva, as concentrações testadas não resultaram em danos ou modificações morfológicas das estruturas das hemácias quando comparadas as concentrações e o grupo controle.

Figura 1 - Imagens das Análises Provenientes dos Esfregaços das Concentrações de Citotoxicidade



Em A - Esfregaços da concentração do controle negativo. Aumento microscópico em 100x.
Em B - Esfregaços da concentração de 5 µg/mL. Aumento microscópico em 100x.
Em C - Esfregaços da concentração de 50 µg/mL. Aumento microscópico em 100x.
Em D - Esfregaços da concentração de 200 µg/mL. Aumento microscópico em 100x.

Fonte: A autoria própria (2023).

Os resultados obtidos após a análise de citotoxicidade podem ser relacionados com os metabólitos secundários presentes na espécie estudada. *H. martiana*, é uma planta que abriga diversos metabólitos secundários, incluindo flavonóides, triterpenos e taninos, conforme documentado por Costa *et al*, (2023) em seus estudos.

Oliveira et al. (2021), também identificou a presença de Flavonoides na espécie *H. martiana*, o associando a capacidade de atuar como antioxidantes, com potencial benefício para a saúde. Lima (2017), também identificou a presença de triterpenos no gênero

Hymenaea, compostos que desempenham funções importantes na defesa das plantas contra patógenos e herbívoros.

De acordo com Silva (2018), os metabólitos secundários presentes nos óleos essenciais de *H. martiana* têm a capacidade de influenciar as membranas celulares de maneira diversificada, cuja natureza é ditada pela composição química específica destes compostos. Alguns dos principais mecanismos pelos quais esses metabólitos podem interagir com as membranas celulares envolvem a perturbação da integridade da membrana, modificações na permeabilidade, ativação de canais iônicos, inibição de bombas de íons e ativação de receptores de membrana.

Tais fatores podem ter sido os responsáveis pela hemólise apresentada nas concentrações de 25, 50, 100 e 200 µg/mL. A presença de compostos com propriedades bioativas como os metabólitos secundários, incluindo os taninos, triterpenos e flavonóides encontrados nesta planta, apresentam notáveis propriedades que merecem destaque no âmbito da pesquisa biomédica, Costa, et al, (2023).

No tocante aos taninos presentes na *H. martiana*, estudos realizados por Panontin et al. (2020) sugerem que resultados positivos de citotoxicidade relacionados a esses compostos indicam um potencial aplicável à medicina tradicional e à pesquisa farmacêutica. Os taninos, reconhecidos por sua atividade antioxidante, desempenham um papel na proteção das células contra o estresse oxidativo, sendo particularmente significativos em contextos de alta carga oxidativa, como observado em células cancerosas, como documentado por Calazans *et al*, (2019).

É fundamental ressaltar que a interação dos metabólitos secundários com as membranas celulares pode resultar em efeitos tanto benéficos quanto prejudiciais, sendo a manifestação desses efeitos dependentes do contexto e da concentração específica dos compostos, conforme salientado por Pereira e Cardoso (2012).

3.2 Atividade Citoprotetora

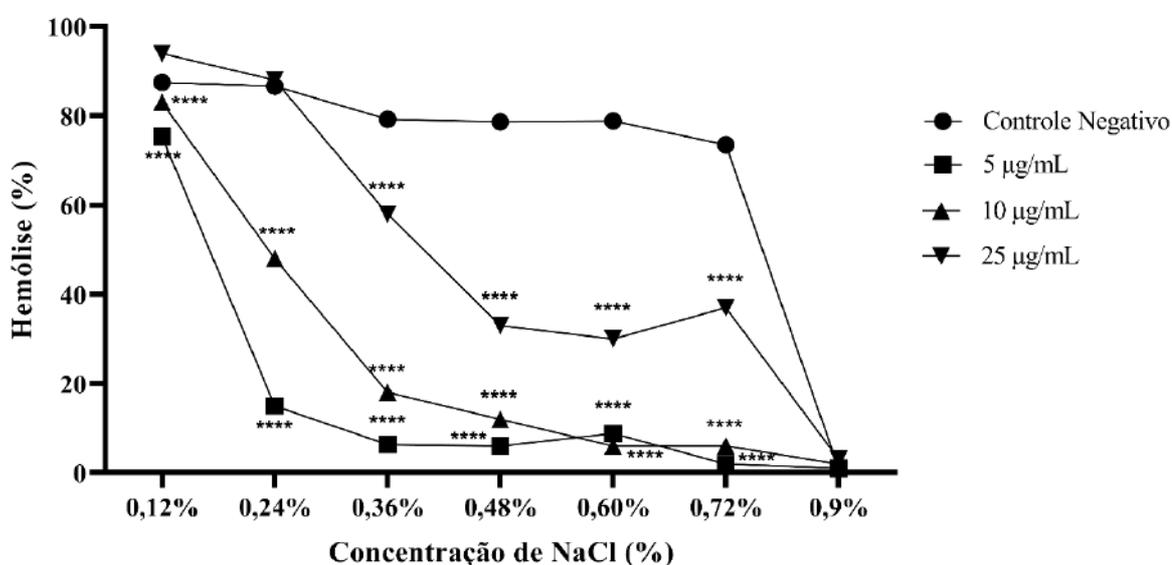
O estudo em questão também investigou os efeitos citoprotetores *in vitro* do extrato etanólico das folhas de *H. martiana*. Realizado em triplicata, o experimento buscou avaliar a capacidade do extrato em proteger células em ambiente controlado, fornecendo insights valiosos sobre seu potencial benefício citoprotetor.

O experimento envolveu a realização de testes de citoproteção *in vitro* utilizando o extrato etanólico das folhas de *H. martiana*. Estas análises foram conduzidas expondo as

suspensões de hemácias incubadas com as concentrações do extrato à diversas concentrações de NaCl (0,9%; 0,72%; 0,60%; 0,48%; 0,36%; 0,24%; 0,12%), que atuaram como agentes de estresses osmóticos. A escolha de diferentes concentrações permitiu uma avaliação abrangente da resposta citoprotetora, explorando potenciais efeitos em uma gama variada de meios.

A partir dos resultados obtidos no teste de citotoxicidade e com base na proposto por Barros *et al*, (2016), foram selecionadas as concentrações de 5, 10 e 25 µg/mL para avaliação da atividade protetora. Os resultados após a análise estão expostos no Gráfico 2.

Gráfico 2: Atividade citoprotetora do extrato etanólico das folhas de *Hymenaea martiana* nas concentrações de 5, 10 e 25 µg/mL frente a variações de concentrações de NaCl



Os resultados foram analisados por ANOVA de duas vias seguido do Test Bonferroni. “a” vs controle negativo quando **** = $p < 0,0001$. Foi usado o programa GraphPad Prism 9.0.

Fonte: Autoria própria (2023).

Ao verificar o gráfico 2 pode-se perceber que o extrato apresentou atividade protetora, no qual, as concentrações de 5, 10 e 25 µg/mL demonstraram valores de hemólise abaixo do controle negativo nos testes expostos as concentrações de NaCl de 0,12% (exceto a concentração de 25 µg/mL), 0,24%, 0,36%, 0,48%, 0,60%, 0,72% e 0,90%. Esta observação sugere um potencial efeito citoprotetor significativo nessas concentrações do extrato etanólico de *H. martiana*.

A correlação entre os metabólitos secundários identificados na *H. martiana* e os resultados de citoproteção destaca-se como uma área crucial de investigação. A presença

desses compostos na planta sugere um potencial influência direta nos efeitos observados, Calazans et al, (2019).

Os flavonoides encontrados na *H. martiana* desempenham um papel significativo na citoproteção, conforme indicado pelos estudos. Esses compostos poli fenólicos, como a rutina, demonstram propriedades antioxidantes, que podem contribuir para a proteção celular contra danos oxidativos, como apontado por Matos (2021).

A pesquisa conduzida por Pacheco *et al*, (2021) reforça a importância da associação entre flavonoides e a *H. martiana* em estudos de citoproteção. Essa ligação evidencia a potencial eficácia desses compostos na manutenção da integridade celular. Os flavonoides identificados nessa planta específica emergem como candidatos promissores para serem explorados como agentes que promovem a saúde celular. Essa descoberta destaca a relevância desses estudos para aplicações terapêuticas e medicinais, ressaltando o potencial das substâncias presentes na *H. martiana* para benefícios à saúde.

4 CONCLUSÃO

No decorrer do ensaio de citotoxicidade, foi possível perceber que o extrato etanólico de *H. martiana*, apresentou certa extensão da hemólise, revelando-se de uma magnitude considerada citotóxica nas concentrações acima de 25 µg/mL. Porém na análise microscópica das células que não foram lisadas, não foram observadas alterações significativas na membrana eritrocitária. Essa constatação sugere a presença de níveis substancialmente reduzidos de citotoxicidade, o que, por sua vez, pode indicar um nível de segurança manifestamente apropriado para a potencial utilização dessas substâncias em futuras aplicações.

No contexto abrangente do ensaio de citoproteção, uma meticulosa análise evidenciou que as concentrações utilizadas no teste culminaram em valores de hemólise que se revelaram manifestamente inferiores aos observados no controle negativo. Este fenômeno sugere, com considerável ênfase, que, nas concentrações anteriormente mencionadas, o extrato em questão exerce, de modo apreciável, uma ação protetora. Esses resultados devidamente substanciados enfatizam de maneira contundente a potencial eficácia do extrato na preservação da integridade celular, promovendo, assim, um contexto propício para considerações futuras no âmbito de pesquisas e aplicações científicas.

REFERÊNCIAS

- BARROS, F. J. *et al*, Activity of essential oils of *Piper aduncum* and *Cinnamomum zeylanicum* by evaluating osmotic and morphologic fragility of erythrocytes. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 8, n. 4, p. 2016.
- CALAZANS, R. S. P, Estudo fitoquímico e avaliação da citotoxicidade aguda frente à artemia salina (leach) de plantas comercializadas em feira-livre. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 17, n. 1, 2019.
- CAMPOS, S.C. *et al*, Toxicidade de espécies vegetais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.1, 2016.
- Centro especializado em plantas aromáticas, medicinais e tóxicas (CEPLANT), **plantas medicinais e fitoterápicos**, UFMG, Santa Inês, mg 2016. Disponível em: < – plantas medicinais e fitoterápicos (ufmg.br)>. Acesso em: 04 mai. 2023.
- COSTA, R. J. O.; *et al*, Perfil químico e avaliação da toxicidade aguda do extrato etanólico das folhas de *Hymenaea martiana* Hayne (Fabaceae), **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v.16, n.2, 2023.
- SOUZA, M. Z., LEAL, G. C. L., HUZITA, E. H. M, (2012). Um exemplo de estudo experimental conduzido sob a perspectiva de um processo. **Revista Tecnológica**, 21(1), 43-52.
- GANEM, R. S. Caatinga: estratégia de conservação. **Consultoria legislativa da câmara dos deputados**, 2017.
- MATOS, Y. M. L. S. **Avaliação da citoproteção de flavonoides contra a toxicidade do cloreto de mercúrio**. Programa de Pós-Graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2021.
- OLIVEIRA, F. G. S. Influência do método extrativo sobre a produção de compostos fenólicos em *Hymenaea martiana* (Fabaceae) e controle de qualidade da droga vegetal. **SIBI/UNIVASF**, v. 1, 2015.
- OLIVEIRA, F. G. S. *et al*, Photoprotective activity and HPLC-MS-ESI-IT profile of flavonoids from the barks of *Hymenaea martiana* Hayne (Fabaceae): **development of topical formulations containing the hydroalcoholic extract. Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 35, n. 1, 2021.
- PACHECO, A. G. M. Identification of flavonoids in *Hymenaea martiana* Hayne (Fabaceae) by HPLC-DAD-MSn analysis, **Natural Product Research**, 2021.
- PALANDRI, R. Plantas medicinais, sua história e usos. **Rede permacultura UFSC**, 2022.
- PANONTIN, J. F.; *et al*, Avaliação da atividade despigmentante do extrato hidroetanólico da casca do fruto do jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*). **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n.12, 2020.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes, **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Vol. 3, N. 4, 2012.

PEREIRA, V.L., FERNANDES, J. O., CUNHA, S. C. Micotoxinas em Portugal: Ocorrência e Toxicidade. **Acta Farmaceutica Portuguesa**. V.1. N.2, 2012.

SANTANA, T. C. **Uso do extrato de folhas do Jatobá (*Hymenaea martiana Hayne*) na redução das contagens de *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* em leite cru**. 2015. 52f. Dissertação de mestrado – Programa de Pós graduação em agricultura e Biodiversidade. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2015.

SANTOS, L. G. **Método de difusão radial: validação e otimização do processo de extração para doseamento de taninos de espécies medicinais da caatinga**. 70 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, 2012.

SILVA, C. J., *et al.*, Atividades biológicas associadas a taninos e flavonóides presentes em *Hymenaea stigonocarpa* e *Hymenaea courbaril*: Uma revisão sistemática. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 12, 2022.

SILVA, C. M. A. **Metabólitos secundários de plantas do semiárido de pernambuco – uma inovação no controle de fitopatógenos**. UFPE, centro de ciências biológicas, programa de pós-graduação em bioquímica e fisiologia, 2013.

SILVA, G. C. **Óleos essenciais de *Hymenaea* spp.: composição química e estudo ultraestrutural sobre atividade antimicrobiana em bactérias multirresistentes e *Candida* spp.** UFPE, Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2018.

SIQUEIRA, J. S. *et al*, Prospecção fitoquímica e avaliação dos potenciais citotóxico e antioxidante do extrato das folhas de *Microgramma vacciniifolia*. **Brazilian journal of development**, v. 6, n. 4, 2020.

VERRI, A. M., MOURA, A. A., MOURA, V. M. Testes citogenéticos na avaliação da genotoxicidade de produtos naturais provindos de plantas medicinais. **Revista UNINGÁ Review**, v.30, n.1, 2017.

ZAGO, L. M. S. Vinte e dois anos de pesquisa sobre plantas medicinais: uma análise cienciométrica. **Tecnia**, v.3, n.1, 2018.