



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Biociências

JOSÉ PEDRO FAUSTINO DE LIMA

**PESQUISA DA CITOTOXICIDADE DO EXTRATO ETANÓLICO DE FOLHAS DE
SYZYGIUM CUMINI (L.) SKEELS PELO TESTE *ALLIUM CEPA***

Recife
2024

JOSÉ PEDRO FAUSTINO DE LIMA

**PESQUISA DA CITOTOXICIDADE DO EXTRATO ETANÓLICO DE FOLHAS DE
SYZYGium CUMINI (L.) SKEELS PELO TESTE *ALLIUM CEPA***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Biomedicina da Universidade Federal de
Pernambuco, como pré-requisito à
obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marta Gerusa
Soares de Lucena

Coorientadora: Prof.^a Dra. Camilla Vila
Nova Soares Silva de Freitas

Recife
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Lima, José Pedro Faustino de.

Pesquisa da citotoxicidade do extrato etanólico de folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels pelo teste *Allium cepa* / José Pedro Faustino de Lima. - Recife, 2024.

42 p. : il., tab.

Orientador(a): Marta Geresa Soares de Lucena

Coorientador(a): Camilla Vila Nova Soares Silva de Freitas

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Biomedicina, 2024.

Inclui referências, anexos.

1. Plantas medicinais. 2. Ciclo celular. 3. Genotoxicidade. 4. Extrato de planta. 5. Jamelão. I. Lucena, Marta Geresa Soares de. (Orientação). II. Freitas, Camilla Vila Nova Soares Silva de. (Coorientação). IV. Título.

610 CDD (22.ed.)

JOSÉ PEDRO FAUSTINO DE LIMA

**PESQUISA DA CITOTOXICIDADE DO EXTRATO ETANÓLICO DE FOLHAS DE
SYZYGIUM CUMINI (L.) SKEELS PELO TESTE *ALLIUM CEPA***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Graduação em Biomedicina da
Universidade Federal de
Pernambuco, como pré-requisito à
obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina.

Aprovada em: 01/04/2024

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
MARTA GERUSA SOARES DE LUCENA
Data: 29/04/2024 13:01:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora: Prof.^a Dra. Marta Gêrusa Soares de Lucena
Universidade Federal de Pernambuco/ Departamento de Histologia e Embriologia



Documento assinado digitalmente
SILVIA REGINA DA SILVEIRA NEVES
Data: 29/04/2024 10:05:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dra. Silvia Regina da Silveira Neves
Universidade Federal de Pernambuco/ Departamento de Histologia e Embriologia



Documento assinado digitalmente
THIAGO FELIX DA SILVA
Data: 27/04/2024 04:06:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Thiago Felix da Silva
Universidade Federal de Pernambuco/ Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas

Dedico este trabalho ao sonho de uma Palestina livre e soberana do rio ao mar. Em memória das universidades destruídas em Gaza e em homenagem aos reitores, professores, técnicos e discentes que tiveram suas vidas e sonhos interrompidos, assim como ao trabalho acadêmico, desenvolvido por eles, que foi perdido. Que a busca pelo conhecimento e pela liberdade continue a inspirar gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo a Deus por guiar meus passos e por todas as bênçãos e aprendizados ao longo desta jornada. Sou grato pelas oportunidades e por tudo que Ele me permitiu até agora e preparou para o futuro.

Agradeço a Nossa Senhora Aparecida por sempre interceder ao meu favor e pelas bênçãos concedidas.

Agradeço à minha orientadora, Prof.^a Dra. Marta Gerusa Soares de Lucena, que não apenas me orientou neste trabalho, como também me acompanhou durante boa parte da minha graduação. Muito obrigado pelas conversas, pela paciência e por me mostrar que até mesmo os maiores problemas têm solução.

Agradeço à minha coorientadora, Prof.^a Dra. Camilla Vila Nova Soares Silva de Freitas por todo suporte e conhecimento compartilhados.

Agradeço ao Dr. Erinaldo Viana de Freitas do Instituto Agronômico de Pernambuco por contribuir generosamente com o meu estudo ao fornecer a análise de solo.

Agradeço ao Prof. Dr. Antônio Fernando Moraes de Oliveira, do Departamento de Botânica-CB, por abrir as portas do Laboratório de Ecologia Aplicada e Fitoquímica (LEAF) para mim, e ao Dr. José Jailson Lima Bezerra, ambos por me ensinarem e auxiliarem na obtenção do extrato e do perfil fitoquímico do extrato.

Agradeço ao Prof. Dr. Jeymesson Raphael Cardoso Vieira, do Departamento de Histologia e Embriologia-CB, pelo acesso ao microscópio para a fotografia das células meristemáticas de *Allium cepa*.

Quero agradecer também à Prof.^a Dra. Eliete Cavalcanti da Silva, que também me guiou durante a graduação e pela qual eu tenho um carinho imenso.

Agradeço à Isabel por ter me apresentado o teste *Allium cepa*, a Laura e Glaucy por me darem suporte durante o experimento e a Kaynne e Isabelle.

Agradeço à Prefeitura da UFPE e a SINFRA, principalmente a Vanessa Geovanna e a Seu Ronaldo por me ajudarem durante a coleta das folhas de jamelão.

Agradeço à minha eterna colega, Endrielle Wanderley, por me

acompanhar durante toda uma tarde de coleta de solo e por todos os outros dias que foram divididos comigo.

Agradeço sinceramente a Eliane e a Thiago, que me acompanharam e compartilharam seus pontos e ensinamentos, durante a minha jornada acadêmica.

Agradeço aos técnicos Sandrine e Paulo, do Laboratório de Histotécnica do Depto. de Histologia e Embriologia-CB, por todo suporte que me deram.

Agradeço a Victória Rodrigues, que me ajudou a entender o mundo da estatística.

Também gostaria de expressar minha sincera gratidão à Universidade Federal de Pernambuco, ao Centro de Biociências, ao Departamento de Histologia e Embriologia e à Coordenação de Biomedicina pelo apoio e oportunidades que me foram oferecidas durante minha jornada acadêmica.

Agradeço ao meu avô, José Miguel, por todo apoio, por todo cuidado e por ser um exemplo de vida. Agradeço à minha mãe, Claudinilda, e ao meu pai, José Pedro, pelo amor e apoio inabaláveis e por dedicarem uma vida inteira ao trabalho da maternidade e da paternidade. Obrigado por todo esforço, por cada noite sem dormir, por cada lição e por cada sacrifício, seja ele grande ou pequeno, por cada palavra, abraço e carinho. Eu devo a vocês quem eu sou hoje. Agradeço à minha irmã, Maria de Fátima, que é, em curtas palavras, minha alma-gêmea, e à minha prima Sarah, por serem as melhores amigas que alguém poderia ter e por me apoiarem e incentivarem sempre e, também por sempre ouvirem em todos os momentos; também devo a vocês parte de quem eu sou. Amo muito todos vocês.

Agradeço aos meus amigos Ana Cartaxo, Beatriz Cristine, Emanuely Pereira, Endrielle Wanderley, Larissa Santiago, Laura Nascimento, Marcus Picorelli, Mariana Fernanda, Ramon Teixeira, Stéfani Gomes, Thaísa Moura e Wesley de Amorim, com os quais eu dividi muitas conversas, que cresceram comigo, me acompanharam durante a graduação ou durante o estágio, que pegaram um pouco de mim pra si e que me doaram muito deles próprios, que têm me incentivado incansavelmente e me apoiado incondicionalmente durante mais tempo do que eu posso contar. Eu sou melhor por causa de vocês. Me faltam palavras para expressar o tamanho do impacto que vocês têm na minha vida. Amo vocês.

“O combustível das estrelas vai acabar e, à medida que o universo se expande, tudo vai interagir cada vez menos. Há uma eternidade de frio e escuridão à nossa frente... devemos parar de nos importar com problemas pequenos, porque há coisas muito piores por vir.”

(Andrew Hozier-Byrne)

LIMA, José Pedro Faustino de. **Pesquisa de citotoxicidade da *Syzygium cumini* (L.) Skeels pelo teste *Allium cepa***. 2024. 37. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

RESUMO

O uso de plantas medicinais remonta a milhões de anos e continua sendo uma prática difundida em diversas comunidades, porém, a maioria dessas plantas carece de evidências científicas que comprovem sua eficácia e segurança. A *Syzygium cumini* (L.) Skeels, planta conhecida popularmente como jamelão, é usada na cultura popular para o tratamento de diabetes e colesterol e é conhecida por sua atividade antioxidante e anti-inflamatória. Visando contribuir para o aumento do conhecimento sobre a segurança do uso de extratos dessa espécie, o extrato etanólico de folhas de jamelão foi aplicado ao teste *Allium cepa* para a investigação da citotoxicidade e genotoxicidade desta planta. Com esse fim, foram coletadas as folhas de quatro espécimes de *Syzygium cumini*, do campus Recife da Universidade Federal de Pernambuco, assim como amostras de solo dos locais onde elas estão plantadas. As folhas foram secadas e trituradas, posteriormente sendo submetidas à extração etanólica. O extrato etanólico teve seu perfil fitoquímico determinado e foi diluído em água mineral nas concentrações de 70 e 140 µg/mL e foi aplicado ao teste *Allium cepa*, para avaliação de citotoxicidade e genotoxicidade. O solo se mostrou propício para o desenvolvimento da espécie e foram detectados flavonoides, saponinas e terpenos no extrato. O teste *Allium cepa* revelou a ausência de citotoxicidade, uma vez que as raízes tratadas com o extrato não apresentaram diminuição significativa de tamanho e as células analisadas não apresentaram alterações no ciclo celular; e de genotoxicidade, uma vez que o padrão das figuras mitóticas foi encontrado normal.

Palavras-chave: Plantas Medicinais. Ciclo Celular. Genotoxicidade. Extrato de Planta. Jamelão.

LIMA, José Pedro Faustino de. **Cytotoxicity Assessment of *Syzygium cumini* (L.) Skeels Using the *Allium cepa* Test.** 2024. 37. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024

ABSTRACT

The use of medicinal plants dates back millions of years and continues to be a widespread practice in several communities, however, most of these plants lack scientific evidence to prove their effectiveness and safety. *Syzygium cumini* (L.) Skeels, a plant popularly known as jamelão, is used in popular culture to treat diabetes and cholesterol and is known for its antioxidant and anti-inflammatory activity. Aiming to contribute to increasing knowledge about the safety of using extracts from this species, the ethanolic extract of jamelão leaves was applied to the *Allium cepa* test to investigate the cytotoxicity and genotoxicity of this plant. For this purpose, leaves were collected from four specimens of *Syzygium cumini*, from the Recife campus of Federal University of Pernambuco, as well as soil samples from the places where they are planted. The leaves were dried and crushed, later being subjected to ethanolic extraction. The ethanolic extract had its phytochemical profile determined and was diluted in mineral water at concentrations of 70 and 140 µg/mL and applied to the *Allium cepa* test, to evaluate cytotoxicity and genotoxicity. The soil proved to be suitable for the development of the species and flavonoids, saponins and terpenes were detected in the extract. The *Allium cepa* test revealed the absence of cytotoxicity, since the roots treated with the extract did not show a significant decrease in size and the cells analyzed did not show changes in the cell cycle; and absence of genotoxicity, since the pattern of mitotic figures was found to be normal.

Keywords: Medicinal Plants. Cell Cycle. Genotoxicity. Plant Extract. Jamun.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Distribuição da <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels no Brasil	17
Figura 2 – Árvore, Folhas e Flores de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	18
Figura 3 – Mapa das Árvores Usadas Para o Estudo	21
Figura 4 – Metodologia da Coleta de Folhas	22
Figura 5 – Metodologia da Coleta de Solo	23
Figura 6 – Grupos G0, G1 e G2	26
Figura 7 – Metodologia <i>Allium cepa</i>	27
Figura 8 – Coleta de Solo	29
Figura 9 – Identificação de Compostos Orgânicos no Extrato Etanólico de Folhas de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	30
Figura 10 – Análise Intragrupo do tamanho Radicular de Cebolas Tratadas com Água ou Com Extrato Etanólico de Folhas de <i>Syzygium cumini</i>	31
Figura 11 – Análise Intergrupo do Tamanho Radicular de Cebolas Tratadas com Água ou Com Extrato Etanólico de Folhas de <i>Syzygium cumini</i>	32
Figura 12 – Células Meristemáticas do Controle Negativo (G0)	34
Figura 13 – Células Meristemáticas Tratadas com Extrato Etanólico a 70 µg/mL (G1)	34
Figura 14 – Células Meristemáticas Tratadas com Extrato Etanólico a 140 µg/mL (G2)	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perfil Fitoquímico do Extrato Etanólico de Folhas de *Syzygium cumini* 30

Tabela 2 – Índices Mitóticos e Contagem de Células de raiz de *Allium cepa* Tratadas com Extrato Etanólico de Folhas de *Syzygium cumini* 33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. ETNOFARMACOLOGIA.....	14
2.2. SYZYGIUM CUMINI (L.) SKEELS.....	16
2.3. TESTE ALLIUM CEPA.....	19
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. OBJETIVO GERAL.....	20
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
4. METODOLOGIA.....	20
4.1. COLETA DE FOLHAS E SOLO.....	21
4.1.1. Determinação dos Espécimes e Coleta de Folhas.....	21
4.1.2. Coleta de Solo.....	23
4.2. EXTRAÇÃO ETANÓLICA.....	24
4.3. SCREENING FITOQUÍMICO DO EXTRATO.....	24
4.3.1. Identificação de Alcaloides.....	24
4.3.2. Identificação de Saponinas.....	24
4.3.3. Identificação de Flavonoides.....	25
4.3.4. Identificação de Terpenos.....	25
4.4. TESTE ALLIUM CEPA.....	25
4.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1. SOLO.....	29
5.2. PERFIL FITOQUÍMICO.....	29
5.3. TESTE ALLIUM CEPA.....	31
6. CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

As plantas são usadas para fins medicinais há milhões de anos, desde o período pré-histórico. A partir do século XX até a década de 70, a Botânica deu suporte a inúmeras pesquisas que ajudaram a moldar a medicina moderna (SILVA, 2002). Atualmente, o uso de plantas medicinais é feito por diversas comunidades, em todo o país, do interior a grandes centros urbanos.

Um exemplo de planta medicinal é a *Syzygium cumini* (L.) Skeels, uma planta da família Myrtaceae popularmente conhecida como jamelão, jambolão, guapê, azeitona-roxa, dentre outros (Silva; Lima, 2023). Seus frutos, casca, sementes e folhas são usados na cultura popular como plantas medicinais para tratar diarreia, inflamação, infecção microbiana, hemorragia, disenteria, infecções respiratórias, alergias, além de ter efeito antioxidante, diurético, hipolipidêmico e hipoglicemiante (Vicentini *et al.*, 2001; Schoenfelder *et al.*, 2010; Ramya; Neethirajan; Jayakumararaj, 2013). As atividades biológicas dessa planta poderiam ser atribuídas a seus metabólitos, onde Silva e Lima (2023) constataram a presença de alcaloides, antraquinonas, flavonoides, saponinas e taninos em amostras de folhas e flores de *S. cumini*.

A grande maioria das plantas conhecidas e usadas, na cultura popular, para fins medicinais não possui comprovação de sua eficácia, segurança ou qualidade, ainda que esses sejam atributos recomendados para a aprovação do uso de um fármaco sintético (Verri; Moura; Moura, 2017). Teixeira e colaboradores (2003) reforçam a importância da pesquisa de citotoxicidade e genotoxicidade de plantas medicinais, com o propósito de garantir o seu uso seguro; e Tedesco e Laughinghouse IV (2012) consideram que o estudo de extratos vegetais deveria ser prioridade e que essas pesquisas são um investimento na saúde pública.

Uma das opções para o estudo das plantas medicinais e seus potenciais citotóxico e genotóxico é o teste *Allium cepa*, o qual utiliza as raízes da cebola como bioindicador. As raízes crescem em contato direto com a substância pesquisada e, em seguida, é realizada uma análise dos cromossomos do meristema da raiz buscando alterações estruturais ou numéricas (Tedesco; Laughinhouse IV, 2012). Ele é um sistema de baixo custo, confiável e cujos resultados são equivalentes aos

de outros testes de citotoxicidade (Tedesco; Laughinghouse IV, 2012; Verri; Moura; Moura, 2017; Lessa; Silva; Cariello, 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho visou investigar o extrato etanólico de folhas de *S. cumini* ocorrentes no município de Recife-PE quanto a sua citotoxicidade utilizando o sistema *Allium cepa*, aspirando auxiliar na construção de conhecimento acerca dessa espécie e de seu uso seguro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ETNOFARMACOLOGIA

Plantas são fontes de alimento e fornecem, além de tudo, vitaminas e sais minerais (Firmo *et al*, 2012). Desde a pré-história, o ser humano tem explorado os princípios ativos de plantas tóxicas e medicinais. Essa prática é uma das formas mais antigas de prevenção, tratamento e cura e demonstra a relação entre a natureza e a saúde (Silva, 2002; Firmo *et al.*, 2012). A origem da medicina popular é, supostamente, a observação do comportamento animal; mas diferente dos outros animais, os humanos conseguem manipular o vegetal a fim de extrair os seus compostos secundários por meio de fervura, secagem, demolho, cozimento, etc. Ao longo do tempo, essa prática evoluiu e, hoje, dá suporte para pesquisa de novos fármacos (Costa-Neto, 2012; Abbott, 2014).

O desenvolvimento da habilidade de reconhecer e utilizar plantas medicinais ocorreu por meio de uma série de tentativas e erros ao longo da história. Os povos antigos não apenas identificavam diferentes gêneros e espécies vegetais, mas também compartilhavam esse conhecimento de geração a geração, inicialmente de forma oral e, posteriormente, por meio da escrita (Silva, 2002).

As primeiras anotações sobre emprego de plantas medicinais começam a surgir por volta do ano 4000 a.C. De modo geral, esses textos estavam intimamente ligados à religião. São encontrados registros fundamentados em rituais religiosos no Egito e na Mesopotâmia. Na China, a partir do ano 2838 a.C., surgiram textos inspirados no taoísmo. Na Índia, por volta de 1500 a.C., há textos sagrados hindus que definiram a base da medicina hindu. Além disso, tanto o Antigo quanto o Novo Testamento da Bíblia fazem o registro de usos de plantas medicinais. Grécia antiga e Roma também são exemplos de sociedades que catalogaram o uso de

fitoterápicos (Silva, 2002; Firmo *et al.*, 2012). Porém, durante a Idade Média, na Europa, o uso de plantas medicinais diminuiu consideravelmente, uma vez que a cultura da época não via a medicina popular com bons olhos (Silva, 2002).

Até o século XIX, plantas e extratos vegetais constituíam a maioria dos medicamentos, superando o uso de produtos animais, minerais ou de outra origem. Na primeira metade do século XX, o Brasil era predominantemente rural, com povos tradicionais usando extensivamente plantas medicinais, inclusive destinando papéis sociais para a coleta e uso delas. No entanto, isso começou a mudar quando o êxodo rural, a urbanização e o extermínio de povos nativos levaram ao declínio desse conhecimento, até então preservado pela tradição oral. Porém, na segunda metade do século XX, o destaque dado às questões ambientais acabou valorizando e resgatando esse conhecimento, revertendo a tendência anterior (Silva, 2002; Firmo *et al.*, 2012; Sales, Sartor, Gentili, 2015). Outros fatores de valorização do uso de plantas medicinais, nesta mesma época, foram: o aumento do preço de fármacos sintéticos, seus efeitos colaterais e o fácil acesso às plantas medicinais (Silva, 2002; Firmo *et al.*, 2012).

Existe uma ideia precipitada de que plantas medicinais, por virem diretamente da natureza, não apresentam efeitos colaterais e são atóxicas, quando comparadas com fármacos sintéticos. Plantas medicinais são complexas, uma vez que possuem substâncias de defesa e bioativos (Santos; Volejo, 2021). Sua bioatividade pode se dar pela presença de um só ativo ou pelo sinergismo das substâncias que compõem a planta (Souza-Moreira; Salgado; Pietro, 2010). Por conta dessa complexidade, a automedicação e seu uso indiscriminado podem causar interações farmacológicas em associação a outras drogas, e efeitos colaterais e tóxicos, principalmente pelo seu uso continuado (Veiga Jr.; Pinto; Maciel, 2005; Santos; Volejo, 2021).

É importante lembrar que a propriedade medicinal das plantas se dá pela presença de metabólitos secundários em seus tecidos. Esses metabólitos não participam da obtenção de energia, pela planta, como os metabólitos primários (carboidratos, lipídeos e proteínas). Os metabólitos secundários estão presentes em menor quantidade na planta e desempenham diversas funções. Os taninos e os alcaloides, por exemplo, têm um gosto amargo que afasta quem tenta se alimentar dos frutos verdes, com a semente imatura, e das folhas, servindo como mecanismo de defesa para a planta. Em contraste com essas moléculas, alguns metabólitos são produzidos a fim de atrair outros seres vivos, como os polinizadores; esses

metabólitos incluem pigmentos, como os flavonoides, e óleos voláteis, como os terpenos (Simões *et al.*, 2017).

2.2. *SYZYGIUM CUMINI* (L.) SKEELS

A *Syzygium cumini* (L.) Skeels é uma mirtácea (pertencente à família Myrtaceae) que se originou no sul da Ásia, no subcontinente indiano e regiões adjacentes, distribuindo-se pelos trópicos (Ayyanar; Subash-Babu, 2012). Seus frutos, quando maduros, têm cor violeta escuro e se assemelham ao fruto da oliveira tanto em forma quanto em peso (Costa *et al.*, 2018). Por causa dessa característica, a *S. cumini* é conhecida como azeitona-roxa; outros nomes populares desta planta incluem jamelão, jambolão e guapê (Silva; Lima, 2023).

Trazida para o Ocidente por volta do século XIX, a *S. cumini* se adaptou bem às condições edafoclimáticas brasileiras e é encontrada em áreas antrópicas, uma vez que não é nativa do país, de quatro domínios fitogeográficos: Amazônia, Cerrado, Mata-Atlântica e Pantanal. Distribui-se no Norte (Amazonas e Roraima), no Nordeste (Bahia, Pernambuco e Sergipe), no Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) e no Sul (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) (Figura 1) (Costa *et al.*, 2018; Pizzardo; Antonicelli, 2014).

Figura 1 – Distribuição da *Syzygium cumini* (L.) Skeels no Brasil



Fonte: Adaptado de Pizzardo e Antonicelli, 2014.

O jamelão (Figura 2-A) é uma árvore perene que tem entre 14m e 30m de altura e 8m e 11m de largura, podendo viver até 60 anos. Seu tronco é marrom-esverdeado e ele pode ser usado pela sua madeira dura e durável. As folhas do jamelão são verdes, ovais e coriáceas e sua copa é densa (Figura 2-B). Suas flores crescem agrupadas, são brancas e perfumadas e suas pétalas caem rapidamente (Figura 2-C). Os frutos de *S. cumini* são ovais e pequenos, parecidos com azeitonas, e variam de verde, quando ainda são muito jovens e variam de branco a um roxo escuro, quase preto, quando estão maduras (Ayyanar; Subash-Babu, 2012; Vidal *et al.*, 2023).

Figura 2 – Árvore, Folhas e Flores de *Syzygium cumini* (L.) Skeels



A) Árvore de *S. cumini*; **B)** Folhas da *S. cumini* em diferentes fases do desenvolvimento; e **C)** flores de *S. cumini*.

Fonte: Imagem do autor, 2024.

Por mais que todos os tecidos vegetais da *S. cumini* tenham uso na medicina popular, a folha e a casca são as partes mais importantes (Ramya; Neethirajan; Jayakumararaj, 2013). As folhas de jamelão têm múltiplos usos medicinais, sendo utilizadas para retrair o canal vaginal pós-parto, diminuir a produção de muco e controlar o odor. São eficazes no tratamento de indigestão, problemas renais, intoxicação por ópio e picadas de centopeia. Um suco composto por essas folhas, folhas de manga, myrobalan, leite de cabra e mel é utilizado para tratar disenteria. Além disso, os tecidos vegetais da *S. cumini* são usados para tratar a diabetes antes mesmo da descoberta da insulina. Para obter seu efeito hipoglicemiante, as folhas dessa árvore podem ser consumidas *in natura*, como chá, feito por infusão ou decocção, ou ainda como suco misturado com leite de vaca. As cinzas das suas folhas, ainda, são empregadas para fortalecer a gengiva e os dentes (Ramya; Neethirajan; Jayakumararaj, 2013; Ayyanar; Subash-Babu, 2012).

2.3 TESTE ALLIUM CEPA

A utilização de organismos como bioindicadores do estado de saúde de um ecossistema se baseia na sensibilidade dos seres vivos às mudanças físicas, químicas e ecológicas do ambiente. Esses organismos são capazes de refletir as alterações no ecossistema, servindo como indicadores ambientais, de poluição e de biodiversidade. A coleta e análise de dados sobre essas mudanças podem ser utilizadas para avaliar não apenas a saúde do ecossistema, mas também os possíveis impactos sobre a saúde humana. (Parmar; Rawtani; Agrawal, 2016; Asif; Malik; Chaudhry, 2018).

Estudos utilizam a cebola (*Allium cepa*) como um bioindicador de poluição, testando diretamente a citogenotoxicidade de uma amostra ambiental, extrato ou substância, já que as radículas crescem em contato direto com o objeto do estudo. Esse teste se destaca pela facilidade da sua aplicação, uma vez que ele não exige o uso de materiais sofisticados ou metodologia complexa. Outras vantagens incluem o fato do teste *Allium cepa* ser um teste sensível, de baixo custo e execução rápida (Tedesco; Laughinghouse IV, 2012; Verri; Moura; Moura, 2017; Lessa; Silva; Cariello, 2017).

A análise citotóxica é realizada pela medição do comprimento radicular ao fim de cada ensaio (controle e tratamento) e pela determinação do índice mitótico. Se houver uma diferença significativa no crescimento das raízes e nos índices mitóticos, a substância pode ser considerada citotóxica, pois ela diminui a proliferação celular. No entanto, o contrário também pode ser verdadeiro caso haja estimulação da proliferação celular. Por outro lado, a análise genotóxica se dá pela observação das células meristemáticas da cebola sob microscópio óptico. A análise da morfologia do ciclo celular busca identificar a presença ou ausência de alterações cromossômicas. O resultado da observação, se significativo, pode indicar tanto um efeito genotóxico quanto genoprotetor (Bagatini; Silva; Tedesco, 2007; Tedesco; Laughinghouse IV, 2012).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Investigar a citotoxicidade do extrato etanólico de folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels através do teste *Allium cepa*.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar folhas de *S. cumini* no campus Recife da Universidade Federal de Pernambuco;
- Colher amostras de solo no qual os espécimes do estudo estão plantados;
- Obter o extrato etanólico de folhas de *S. cumini*;
- Determinar o perfil fitoquímico do extrato etanólico de folhas de *S. cumini*;
- Avaliar a citotoxicidade do extrato etanólico de folhas de *S. cumini* através do teste *Allium cepa*.

4. METODOLOGIA

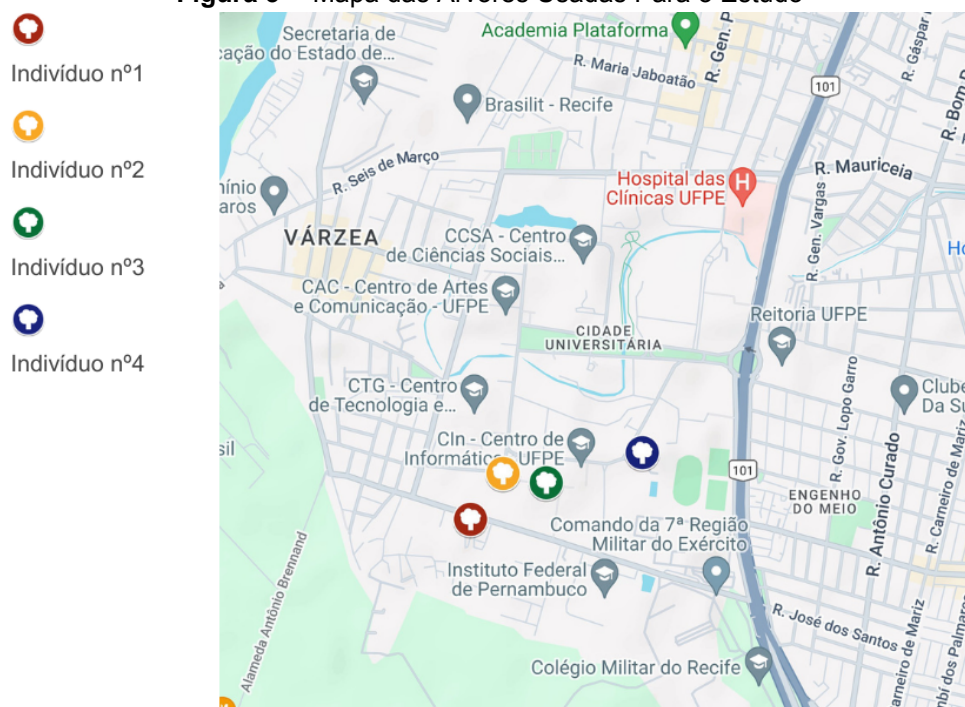
4.1 COLETA DE FOLHAS E SOLO

4.1.1. Determinação dos Espécimes e Coleta de Folhas

O presente estudo foi realizado com folhas coletadas de árvores de *S. cumini* do campus Recife da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A partir de um levantamento feito pela Superintendência de Infraestrutura (SINFRA) da UFPE para mapear a localização dos exemplares de jamelão no campus, quatro espécimes foram escolhidos para fazer parte do *pool* de folhas para obtenção do extrato etanólico. A maioria dos espécimes está concentrada na parte sul do campus e os espécimes do estudo foram selecionados por serem os mais distantes entre si, com o objetivo de garantir uma amostra representativa da população.

As árvores foram identificadas tanto por número, quanto pelo local onde se encontram, sendo: espécime nº 1 – Departamento de Energia Nuclear (DEN); espécime nº 2 – Área II, espécime nº 3 – Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN); e espécime nº 4 – Departamento de Terapia Ocupacional (DTO). A localização dos espécimes está descrita na Figura 3.

Figura 3 — Mapa das Árvores Usadas Para o Estudo



Fonte: Imagem do autor, 2024.

Depois da escolha dos espécimes para o *pool* de folhas, realizou-se uma coleta no dia 10 de agosto de 2023. A coleta foi feita quando as árvores ainda estavam em estado vegetativo. As folhas foram retiradas de dois níveis diferentes de cada árvore, copa inferior e média, e em dois pontos opostos (Figura 4), a fim de se obter uma amostra homogênea de folhas de cada árvore que compôs o *pool*. Com exceção apenas do espécime nº 3 (CCEN) que por causa de sua altura só permitiu a coleta em dois pontos opostos, na sua copa inferior. A média de temperatura e precipitação acumulada, no Recife-PE, nas duas semanas que antecederam a coleta foi de 25,7 °C, segundo dados da *Weather Underground* (2024), e 35,4 mm, segundo dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) (Alves, 2024).

Figura 4 — Metodologia da Coleta de Folhas

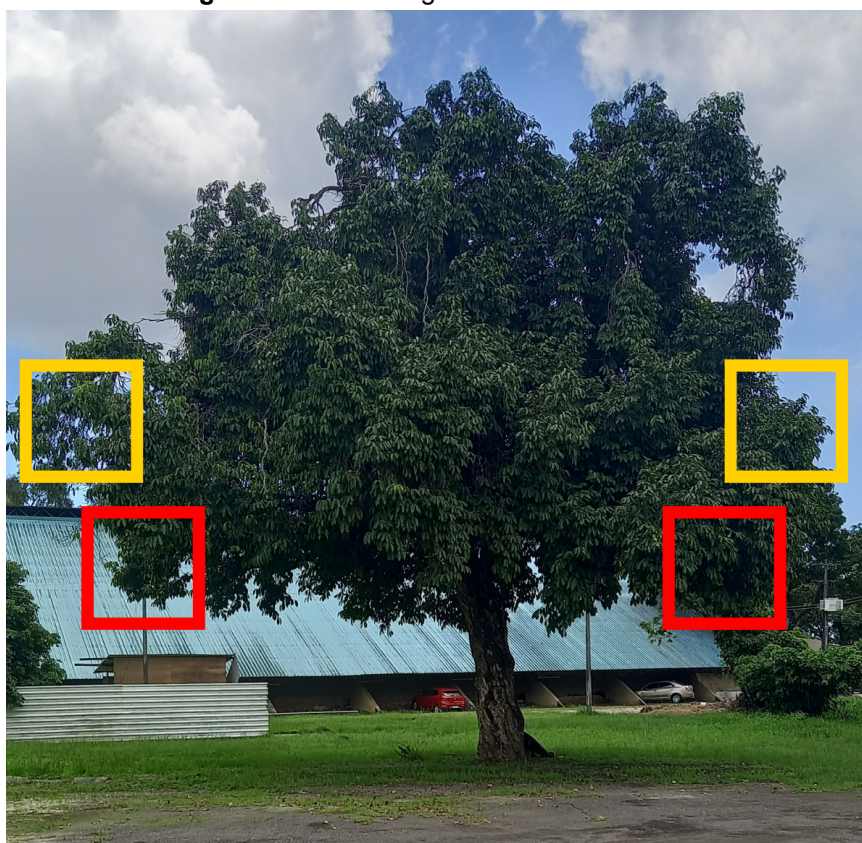


Imagem do espécime nº 4 destacando os pontos de coleta. Em vermelho, pontos opostos da copa inferior da árvore; e em amarelo, da copa média.

Fonte: Imagem do autor, 2024.

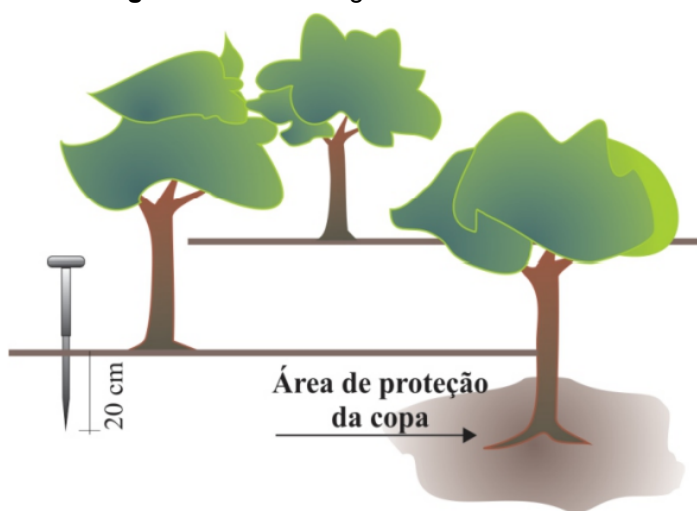
A confirmação da espécie aconteceu por meio da confecção de uma exsicata com galhos, folhas e flores, posteriormente coletadas. A amostra botânica se

encontra depositada no Herbário UFP - Geraldo Mariz sob número de tombamento 90.546. O Herbário é cadastrado como fiel depositário do patrimônio genético pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

4.1.2. Coleta de Solo

A coleta para análise de fertilidade do solo foi feita no dia 15 de setembro de 2023, seguindo o estabelecido pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA, 2024). A coleta aconteceu nas áreas sob a projeção de copa em dois pontos opostos. Inicialmente, toda cobertura vegetal dos pontos de coleta foi retirada. Por fim, o solo numa profundidade de 20 cm foi coletado, com o auxílio de uma enxada, e armazenado em recipientes limpos e secos (Figura 5). A média de temperatura e precipitação acumulada, no Recife-PE, nas duas semanas que antecederam a coleta foi de 26,1 °C, segundo dados da *Weather Underground* (2024), e 19,9 mm, segundo dados da APAC (Alves, 2024).

Figura 5 – Metodologia de Coleta de Solo



Fonte: IPA, 2024.

As amostras foram coletadas durante o período chuvoso e secaram naturalmente, durante duas semanas, sendo posteriormente levadas ao IPA para análise.

4.2. EXTRAÇÃO ETANÓLICA

Para a obtenção do extrato etanólico, seguindo a metodologia modificada *et al.* 2014 de Bona, 1,632 kg de folhas foram postas na estufa para secar a 50 °C durante 48 horas. Após a secagem, as folhas foram trituradas, aumentando a superfície de contato do material com o extrator. No fim, foram obtidos 0,570 kg de folhas secas e trituradas.

Duzentos gramas (200 g) do produto da secagem e trituração foram submetidos a uma extração alcoólica por esgotamento. Inicialmente, as folhas foram submersas em 1 L de álcool absoluto por 24 horas fora do alcance da luz. Em seguida, o produto foi filtrado por gotejamento e reservado em uma garrafa de vidro, também fora do alcance da luz; e as folhas foram novamente submersas em 600 mL de álcool absoluto por mais 24 horas. Por fim, o extrato passou por rota-evaporação durante 7 horas e posterior banho maria, durante 3 dias, para a retirada da sua fração alcoólica. Todo o processo de extração foi feito no Laboratório de Ecologia Aplicada e Fitoquímica (LEAF) do Departamento de Botânica da UFPE.

4.3. SCREENING FITOQUÍMICO DO EXTRATO

O extrato etanólico de folhas (EEF) de *S. cumini* (L.) Skeels foi testado para a identificação de alcaloides, saponinas, flavonoides e terpenos.

4.3.1. Identificação de Alcaloides

A identificação de alcaloides seguiu a metodologia descrita por Simões e colaboradores (2017). O extrato foi ressolubilizado em etanol e três gotas do reagente de Dragendorff foram pingadas na solução. Se houvesse a formação de um sal laranja e a precipitação dele, o teste seria positivo. O padrão usado foi Buscopan®, por conter escopolamina, um alcaloide (Dias, 2021).

4.3.2. Identificação de Saponinas

A determinação da presença de saponinas no extrato seguiu a metodologia de agitação descrita por Simões e colaboradores (2017). O extrato foi ressolubilizado em água, aquecido a 100 °C em banho-maria e agitado vigorosamente até a formação de espuma. Por fim, o tubo ficou em repouso durante

15 minutos e a presença da espuma foi checada. As saponinas diminuem a tensão superficial e sua presença é constatada pela persistência da espuma, após o tempo de espera. O extrato aquoso de juá (*Ziziphus joazeiro*) foi usado como padrão desse experimento, uma vez que a presença de saponinas nesta planta já é conhecida (Nascimento *et al.*, 2020).

4.3.3. Identificação de Flavonoides

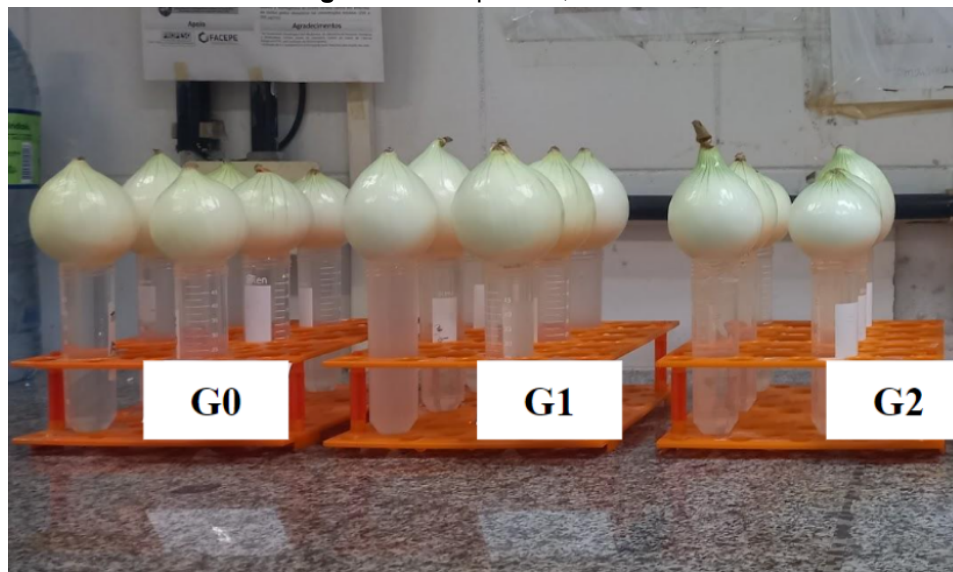
A identificação de flavonoides foi realizada através de cromatografia em camada delgada (CCD). O extrato ressolubilizado em etanol serviu como fase estacionária e a fase móvel usada foi uma solução de tolueno:éter:ácido acético (1:1:0,5). Ao fim da corrida, NP-PEG foi borrifado na placa cromatográfica, agindo como revelador e a leitura da placa foi realizada sob luz UV 366 nm (Wagner; Bladt, 1996). O padrão usado foi a quercetina (Lakhanpan; Rai, 2007).

4.3.4. Identificação de Terpenos

A identificação de terpenos seguiu a metodologia de Wagner e Bladt (1996) modificada. Realizou-se uma CCD, na qual uma solução de tolueno:acetato de etila (73:27) foi usada como fase móvel e também foi usada para ressolubilização do extrato e para diluição do padrão. Ao fim da corrida cromatográfica, a placa foi revelada com vanilina sulfúrica e ficou na estufa a 110 °C, até que o padrão de terpenos fosse visível. O padrão usado foi um extrato de *Cyperus brevifolius* anteriormente descrito na literatura (Komai; Tang, 1989).

4.4. TESTE ALLIUM CEPA

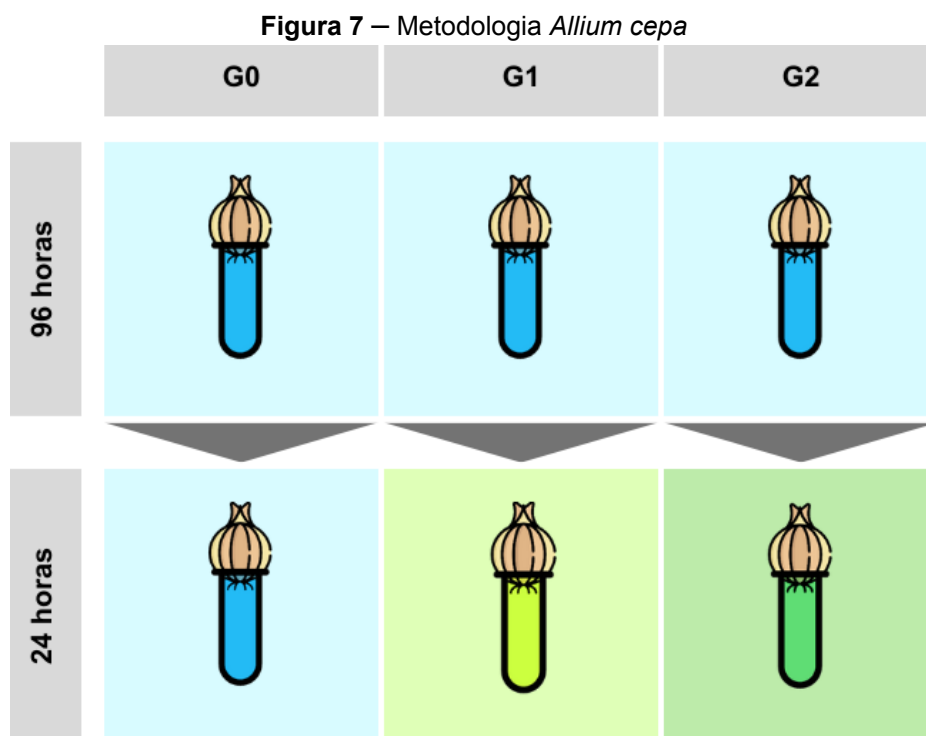
O teste foi realizado por meio da metodologia de Vicentini e colaboradores (2001) modificada. Os bulbos de *Allium cepa* foram adquiridos comercialmente de supermercado, sendo orgânicos, de mesma origem, saudáveis e não germinados, e mantidos em local livre de umidade e ao abrigo da luz. As concentrações utilizadas do extrato etanólico de folhas de *S. cumini* foram 70 µg/mL e 140 µg/mL, diluídos em água. Foram estabelecidos 3 grupos: Controle negativo (G0), Extrato Etanólico a 70 µg/mL (G1) e Extrato Etanólico a 140 µg/mL (G2), cada grupo sendo composto por 6 bulbos, somando ao todo 18 bulbos pesquisados (Figura 6).

Figura 6 – Grupos G0, G1 e G2

Fonte: Imagem do autor, 2024.

A preparação dos bulbos para o experimento consistiu em dois passos. O primeiro foi a retirada do catáfilo externo dos bulbos a fim de prevenir o apodrecimento do bulbo por ação de possíveis microrganismos contaminantes. O segundo passo foi a retirada das raízes antigas, expondo o prato (caule) do bulbo, com o intuito de possibilitar e estimular o crescimento de novas raízes.

Todos os grupos foram submetidos a dois ensaios: um ensaio controle (Co), com imersão do bulbo em água mineral durante 96h, visando o crescimento inicial de raízes; seguido por um ensaio tratamento (Tr), com imersão do vegetal durante 24 horas em água mineral, extrato etanólico a 70 $\mu\text{g/mL}$ e extrato etanólico a 140 $\mu\text{g/mL}$, para os grupos G0, G1 e G2, respectivamente, como mostra a Figura 7.



Esquema do teste *Allium cepa*. Os grupos G0, G1 e G2 estão representados nas colunas, enquanto que os ensaios Co e Tr estão representados nas linhas superior e inferior, respectivamente.

Fonte: Imagem do autor, 2024.

Ao fim de cada ensaio, as radículas foram medidas, para obtenção da média de crescimento radicular, a fim de se testar a citotoxicidade do extrato. Logo após, a maior radícula de cada bulbo foi coletada e fixada numa solução de etanol:ácido acético (3:1) durante 24 horas, como descrito por Tedesco; Laughinghouse IV (2012). Antes da análise, as radículas passaram por duas lavagens em placa de Petri com água destilada, foram hidrolisadas com HCl durante 9 minutos, lavadas duas vezes, novamente, e coradas com hematoxilina, durante 8 minutos. Depois disso, os meristemas, objetos da análise, foram cortados e postos nas lâminas com uma gota de ácido acético a 2%.

A contagem foi feita por extrapolação, se baseando no método de Fônio (Ávila; Sokolnik, 2016) modificado. As células em mitose, de cada lâmina, foram contadas em 5 campos com 200 células cada, totalizando 1000 células por lâmina. Foram contadas 36000 células ao fim, 6000 de cada ensaio (Co e Tr) de cada grupo (G0, G1 e G2), as quais foram classificadas de acordo com a fase mitótica em que se encontravam.

A partir da contagem, o índice mitótico (IM) de cada ensaio para todos os grupos foi determinado. Esse índice é estabelecido pela relação entre o número de células em prófase, metáfase, anáfase e telófase (P+M+A+T) e o número total de células contadas (NTC) multiplicado por 100; expresso pela equação: $IM = \frac{(P+M+A+T) \times 100}{NTC}$. A partir dos valores obtidos na equação acima, foi possível avaliar o potencial citotóxico das amostras em inibir ou aumentar a proliferação celular. Além disso, a análise microscópica permitiu a busca por mitoses irregulares, micronúcleos e células binucleadas, fenômenos que, se presentes, poderiam indicar a genotoxicidade do extrato.

4.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

As análises dos dados obtidos foram feitas através do *software* GraphPad Prism versão 10.2.1. As médias de crescimento radicular foram tratadas pelo teste ANOVA e teste de Tukey, com $\alpha = 0,05$.

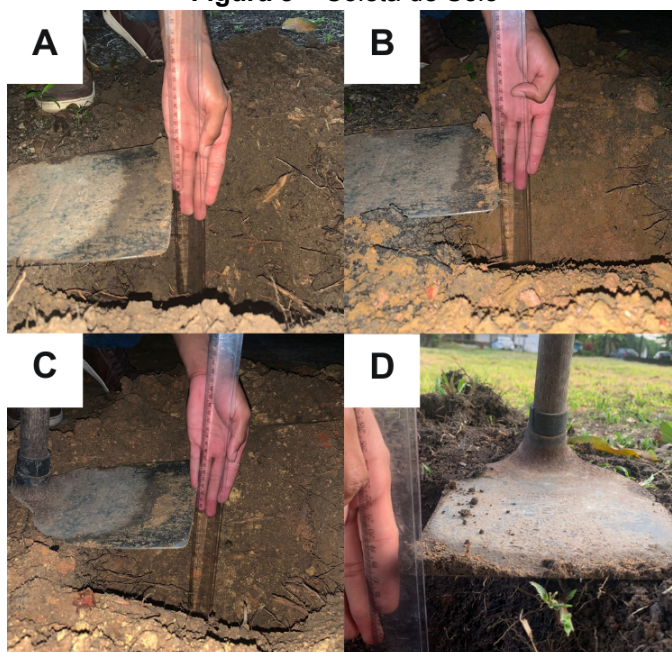
A análise do Índice Mitótico foi realizada através do teste estatístico qui-quadrado, com $\alpha = 0,05$, e usou a média dos índices mitóticos dos ensaios controle e tratamento do grupo G0 como os resultados esperados do teste. Depois, os ensaios dos grupos G1 e G2 foram individualmente comparados à média do grupo G0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. SOLO

Macroscopicamente, os solos do CCEN e da Área II apresentavam características pedregosas e arenosas, respectivamente. Em contraste, os solos do DEN e do DTO eram predominantemente humosos, com cobertura vegetal e presença significativa de matéria orgânica (Figura 8). Com base na análise realizada pelo IPA (conforme detalhado no Anexo A), verificou-se que todos os solos são adequados para o crescimento da *S. cumini* e que nenhum deles está contaminado por alumínio, um elemento que acidifica o solo e afeta a absorção de água e nutrientes, reduzindo o desenvolvimento da planta (Hartwig *et al.* 2007).

Figura 8 – Coleta de Solo



A) Ponto de coleta de solo no qual o espécime nº 1 está plantado; **B)** Ponto de coleta de solo no qual o espécime nº 2 está plantado **C)** Ponto de coleta de solo no qual o espécime nº 3 está plantado; e **D)** Ponto de coleta de solo no qual o espécime nº 4 está plantado.

Fonte: Imagem do autor, 2024.

5.2. PERFIL FITOQUÍMICO

Ao fim do *screening* fitoquímico do extrato etanólico de folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels foram constatadas a presença de saponinas, flavonoides e

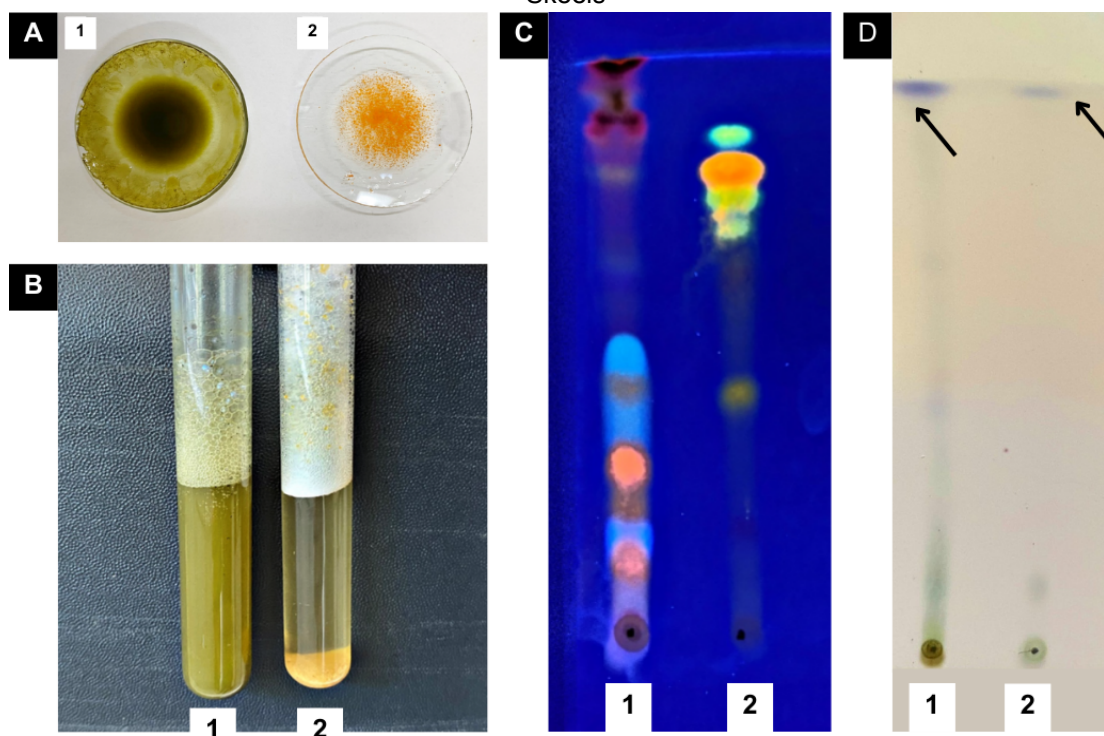
terpenos, e a ausência de alcaloides; esses resultados estão expressos na Tabela 1 e na Figura 9.

Tabela 1 – *Screening* Fitoquímico do Extrato Etanólico de Folhas de *Syzygium cumini*

Classes	Extrato etanólico de folhas de <i>Syzygium cumini</i>
Alcaloides	-
Saponinas	+
Flavonoides	+
Terpenos	+

Fonte: Tabela do autor, 2024.

Figura 9 – Identificação de Compostos Orgânicos no Extrato Etanólico de Folhas de *S. cumini* (L.) Skeels



A1) Teste de Dragendorff do extrato etanólico de folhas de *S. cumini* (EEFSc); **A2)** Teste de Dragendorff do padrão de alcaloides; **B1)** Teste de Saponinas do EEFSc; **B2)** Teste de Saponinas do padrão; **C1)** Cromatografia em Camada Delgada (CCD) para identificação de flavonoides sob luz UV do EEFSc; **C2)** CCD para identificação de flavonoides sob luz UV do padrão; **D1)** CCD para identificação de terpenos do EEFSc; e **D2)** CCD para identificação de terpenos do padrão.

Fonte: Imagem do autor, 2024.

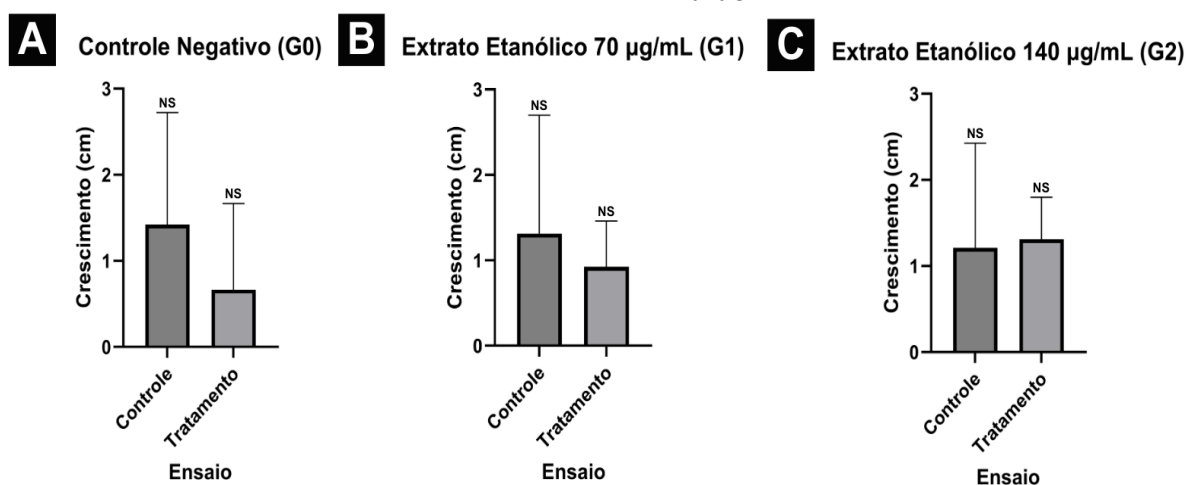
Esses dados concordam em sua maioria com outros *screenings* das folhas de jamelão (Ramya; Neethirajan; Jayakumararaj, 2013; Ayyanar; Subash-Babu 2012;

Ramos; Bandiola, 2017; Silva; Lima, 2023), porém a ausência de alcaloides diverge dos achados de Ramos e Bandiola (2017) e Silva e Lima (2023), que performaram quatro testes para detecção de alcaloides em extrato etanólico de folhas de *S. cumini*, incluindo o de Dragendorff, e tiveram resultados positivos em todos. Uma possível explicação para essa diferença seria uma presumível diminuição dos níveis de alcaloides pelos indivíduos do estudo, abaixo do nível de detecção, uma vez que a disponibilidade de metabólitos secundários depende de uma gama de fatores como: sazonalidade, pluviosidade, temperatura, exposição à radiação solar, disponibilidade de água e nutrientes, altitude, composição atmosférica, ataque de patógenos ou predadores (herbívoros), além da idade e ciclo circadiano da própria planta (Globbo-Neto; Lopes, 2007).

5.3. TESTE ALLIUM CEPA

As medições radiculares revelaram que o extrato etanólico das folhas de *S. cumini*, nas concentrações de 70 µg/ml e 140 µg/ml, não apresentou citotoxicidade. As medições foram analisadas tanto intragrupo, comparando os ensaios dentro de cada grupo (Figura 10), quanto intergrupo, comparando, primeiro, o ensaio controle de todos os grupos entre si (Figura 11-A) e, depois, o ensaio tratamento de todos os grupos entre si (Figura 11-B). Nenhuma comparação divergiu de forma estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

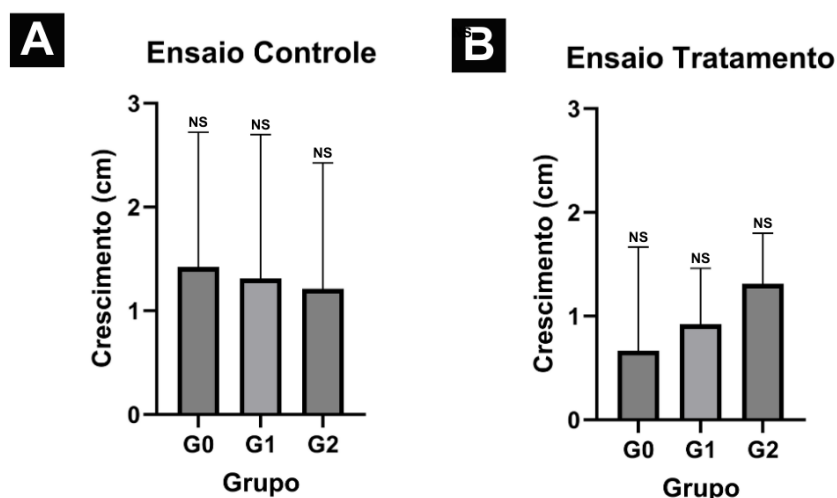
Figura 10 – Análise Intragrupo do Tamanho Radicular de Cebolas Tratadas com Água ou com Extrato Etanólico de Folhas de *Syzygium cumini*



NS=Não possui significância estatística, $p > 0,05$.

Fonte: Imagem do autor, 2024.

Figura 11 – Análise Intergrupo do Tamanho Radicular de Cebolas Tratadas com Água ou com Extrato Etanólico de Folhas de *Syzygium cumini*



Fonte: Imagem do autor, 2024.

Em relação aos índices mitóticos, nenhum tratamento, tanto na concentração de 70 $\mu\text{g/mL}$ quanto na concentração de 140 $\mu\text{g/mL}$, apresentou diferença estatisticamente significativa em relação à média dos ensaios do G0, sendo descartada a hipótese de que o extrato apresenta citotoxicidade. O controle do G2, porém, apresentou uma diferença significativa, com um índice mitótico maior do que o da média do G0, porém, dado que todas as cebolas, tanto do G0 quanto dos ensaios controle do G1 e G2 começaram o experimento nas mesmas condições e no mesmo dia e elas foram tratadas com água mineral, a explicação para essa diferença é de que as cebolas do ensaio controle do grupo G2, apresentaram essa tendência naturalmente, por fatores que estavam fora do controle do estudo, como exemplo idade e reserva energética (Tabela 2). A diferença na taxa de crescimento radicular justifica o grande desvio padrão apresentado nas figuras 10 e 11.

Tabela 2 - Índices Mitóticos e Contagem de Células de raiz de *Allium cepa* Tratadas com Extrato Etanólico de Folhas de *Syzygium cumini*

(continua)

Grupo	Ensaio	Total de Células	Índice Mitótico (%)	Células Contadas				
				I	P	M	A	T
G0	Co	6000	3	5818	69	57	32	24
	Tr	6000	4,9	5706	134	66	45	49
G1	Co	6000	3,7	5776	104	53	44	23
	Tr	6000	3,9	5762	115	58	43	22
G2	Co	6000	5,1*	5692	134	80	42	52
	Tr	6000	3,1	5814	100	43	21	22

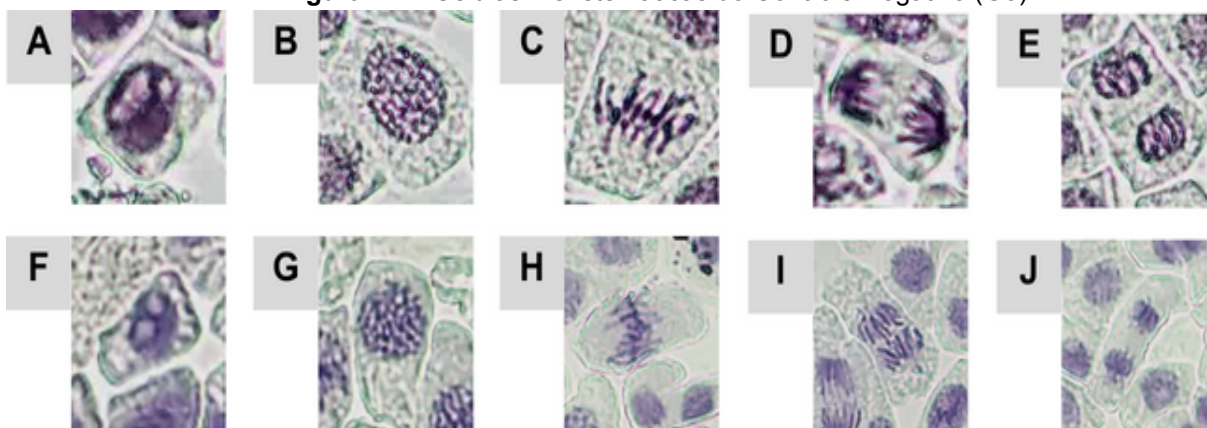
I=interfase, P=prófase, M=metáfase, A=anáfase e T=telófase. * apresenta diferença estatisticamente significativa quando comparado à média dos ensaios do G0 ($p < 0,05$).

Fonte: Tabela do autor, 2024.

Nas concentrações estudadas, o extrato etanólico de folhas de *S. cumini* (L.) Skeels não alterou o ciclo celular, quando comparados ao controle. Esses resultados concordam com o estudo de Vicentini e colaboradores (2001), que testaram duas concentrações de extrato aquoso de folhas de *S. cumini* (70 e 700 $\mu\text{g/mL}$) e nenhuma delas apresentou citotoxicidade.

Durante a análise microscópica, não foram verificadas alterações nas figuras de mitose das células meristemáticas de *Allium cepa* em nenhum ensaio de nenhum grupo (Figuras 12, 13, 14).

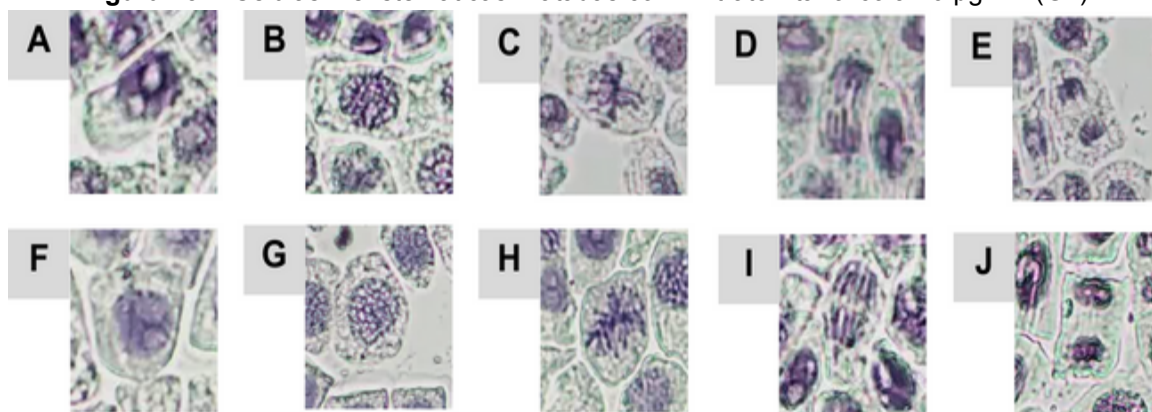
Figura 12 – Células Meristemáticas do Controle Negativo (G0)



A, B, C, D e E) Ensaio controle; e **F, G, H, I e J)** Ensaio tratamento com água. **A e F)** Interfase - nucléolos aparentes; **B e G)** Prófase - cromossomos iniciando a condensação; **C e H)** Metáfase - cromossomos condensados no plano equatorial da célula; **D e I)** Anáfase - cromossomos sendo puxados pelas fibras do fuso; e **E e J)** Telófase - cromossomos nos pólos da célula. Fotos tiradas na objetiva de 20 $\times$.

Fonte: Imagem do autor, 2024.

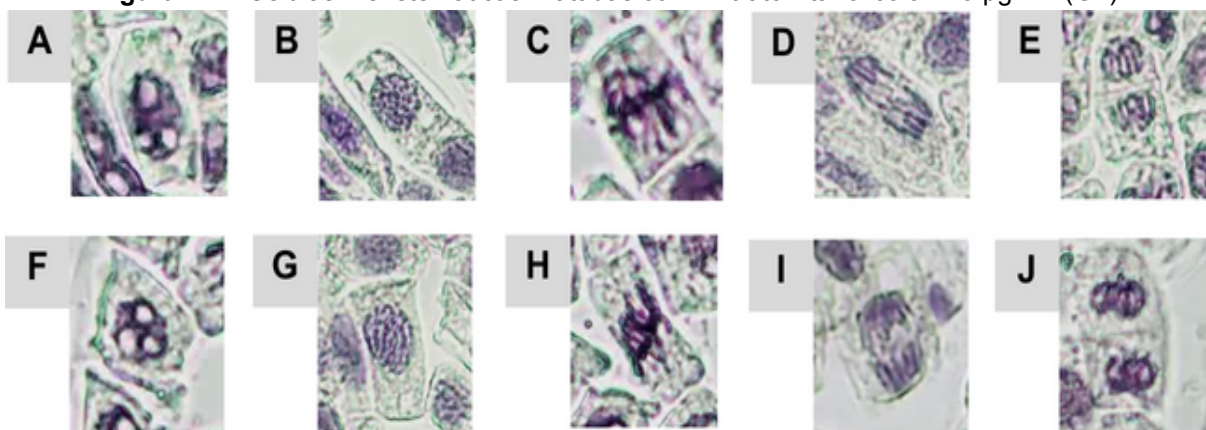
Figura 13 – Células Meristemáticas Tratadas com Extrato Etanólico a 70 $\mu\text{g/mL}$ (G1)



A, B, C, D e E) Ensaio controle; e **F, G, H, I e J)** Ensaio tratamento com extrato etanólico de *S. cumini* a 70 $\mu\text{g/mL}$. **A e F)** Interfase - nucléolos aparentes; **B e G)** Prófase - cromossomos iniciando a condensação; **C e H)** Metáfase - cromossomos condensados no plano equatorial da célula; **D e I)** Anáfase - cromossomos sendo puxados pelas fibras do fuso; e **E e J)** Telófase - cromossomos nos pólos da célula. Fotos tiradas na objetiva de 20 $\times$.

Fonte: Imagem do autor, 2024.

Figura 14 – Células Meristemáticas Tratadas com Extrato Etanólico a 140 µg/mL (G2)



A, B, C, D e E) Ensaio controle; e **F, G, H, I e J)** Ensaio tratamento com extrato etanólico de *S. cumini* a 140 µg/mL. **A e F)** Interfase - nucléolos aparentes; **B e G)** Prófase - cromossomos iniciando a condensação; **C e H)** Metáfase - cromossomos condensados no plano equatorial da célula; **D e I)** Anáfase - cromossomos sendo puxados pelas fibras do fuso; e **E e J)** Telófase - cromossomos nos pólos da célula. Fotos tiradas na objetiva de 20×.

Fonte: Imagem do autor, 2024.

Costa (2011) testou a genotoxicidade de extratos metanólicos de casca e folhas de *S. cumini* aplicados ao teste de micronúcleo em raiz de cebola. Ele usou os extratos de folha diluídos nas concentrações de 0,2%, 1% e 2% e comparou a média de micronúcleos de cada grupo com o controle com água, descrevendo atividade antimutagênica para o extrato de folhas. A presença de polifenóis, em concentrações baixas, tem potencial antimutagênico, graças à sua atividade antioxidante (Vicentini et al. 2001). Tal achado poderia explicar a ausência de aberrações cromossômicas nos grupos tratados com o extrato etanólico de folhas de *S. cumini* do presente estudo.

6. CONCLUSÃO

A análise dos solos, nos quais os espécimes do estudo estavam plantados, sugere que eles são adequados para o desenvolvimento da *Syzygium cumini*. Além disso, as árvores não estavam sob estresse causado pela presença de alumínio no solo, uma vez que foi atestada a sua ausência.

O perfil fitoquímico do extrato etanólico de folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels demonstrou a presença de flavonoides, saponinas e terpenos.

Através do teste *Allium cepa*, verificou-se que o extrato etanólico de folhas de *S. cumini*, nas concentrações testadas, não apresentou citotoxicidade, uma vez que não houve alteração no crescimento radicular ou no índice mitótico. Também não apresentou genotoxicidade, já que não houve alteração das figuras de mitose.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, J. Self-medication in insects: current evidence and future perspectives. **Ecological Entomology**, v. 39, n. 3, p. 273–280, 12 maio 2014.
- ALVES, A. **APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima**. [s.d.]. Disponível em: <<http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>>. Acesso em: 26 de março de 2024.
- ASIF, N.; MALIK, M.; CHAUDHRY, F. N. A Review of on Environmental Pollution Bioindicators. **Pollution**, v. 4, n. 1, p. 111–118, 2018.
- ÁVILA, F.; SOKOLNIK, L. Comparação da contagem de plaquetas entre o método de Fônio e automação. **Atas de Ciências da Saúde** (ISSN 2448-3753), v. 3, n. 3, 26 abr. 2016.
- AYYANAR, M.; SUBASH-BABU, P. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, p. 240-246, 2012.
- BAGATINI, M. D.; SILVA, A. C. F. DA; TEDESCO, S. B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 3, p. 444–447, set. 2007.
- BONA, E. A. M. D. et al. Comparação de métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima (cim) de extratos vegetais aquosos e etanólicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 3, p. 218–225, set. 2014.
- COSTA, A. L. N. **ANÁLISE MUTAGÊNICA DO EXTRATO HIDROSOLÚVEL DE JAMELÃO (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) EM TESTE DE MICRONÚCLEO EM *Allium cepa***. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, [S. I.], 2011.
- COSTA, G. G. S.; COSTA, E.; CARDOSO, E. D.; BINOTTI, F. F. S.; ZUFFO, A. M.; JORGE, M. H. A.; ZOZ, T. Substrates to produce Jambolan (*Syzygium cumini*) seedlings. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 12, p. 1997-2003, 2018.
- COSTA-NETO, E. M. Zoopharmacognosy, the self-medication behavior of animals. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 61-72, 29 set. 2012.
- DIAS, B. C. **DESENVOLVIMENTO DE UMA LÍNGUA OPTOELETRÔNICA UTILIZANDO DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS EM PAPEL PARA IDENTIFICAÇÃO DE BEBIDAS CONTAMINADAS COM DROGAS DE ABUSO**.

2021. 82 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

FIRMO, W. C. A.; MENEZES, V. J. M.; PASSOS, C. E. C.; DIAS, C. N.; ALVES, L. P. L.; DIAS, I. C. L.; NETO, M. S.; OLEA, R. S. G. CONTEXTO HISTÓRICO, USO POPULAR E CONCEPÇÃO CIENTÍFICA SOBRE PLANTAS MEDICINAIS. **Cadernos de Pesquisa**, [S. l.], p. 90-95, 29 fev. 2012.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374–381, abr. 2007.

HARTWIG, I. et al. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 28, n. 2, p. 219-228, abr./jun. 2007.

IPA. **Instituto Agrônomo de Pernambuco - Laboratório**. Disponível em: <<https://site.ipa.br/servicos-old/laboratorio/>>. Acesso em: 31 mar. 2024.

KOMAI, K.; TANG, C.-S. Chemical constituents and inhibitory activities of essential oils from *Cyperus brevifolius* and *C. kyllingia*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 15, n. 8, p. 2171–2176, ago. 1989.

LAKHANPAL, P.; RAI, D. K. Quercetin: A Versatile Flavonoid. **Internet Journal of Medical Update - EJOURNAL**, v. 2, n. 2, 1 nov. 2007.

LESSA, L. R.; SILVA, M. C. C.; CARIELLO, F. DE M. R. Fundamentos e aplicações do *Allium cepa* como bioindicador de mutagenicidade e citotoxicidade de plantas medicinais. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 10, n. 3, 30 out. 2017.

NASCIMENTO, A. M. et al. *Ziziphus joazeiro*, a Saponin-Rich Brazilian Medicinal Plant: Pharmacognostic Characterization of Bark and Leaves. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 30, n. 6, p. 756–764, 5 nov. 2020.

PARMAR, T. K.; RAWTANI, D.; AGRAWAL, Y. K. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. **Frontiers in Life Science**, v. 9, n. 2, p. 110–118, 2 abr. 2016.

PIZZARDO, R.C.; ANTONICELLI, M.C. Syzygium in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [2014] Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB86017>>. Acesso em: 5 mar. 2024

RAMOS, I. L.; BANDIOLA, T. M. B. Phytochemical Screening of *Syzygium Cumini* (Myrtaceae) Leaf Extracts Using Different Solvents of Extraction. **Der Pharmacia Lettre**, v. 9, n. 2, p. 74–78, 1 jan. 2017.

RAMYA, S.; NEETHIRAJAN, K.; JAYAKUMARARAJ, R. Profile of bioactive compounds in *Syzygium cumini* – a review. **Journal of Pharmacy Research**, [S. l.], v. 5, n. 8, p. 4548-4553, 2013.

SALES, M. D. C.; SARTOR, E. B.; GENTILLI, R. M. Ethnobotany and ethnopharmacology: traditional medicine and the bioprospection of phytotherapies. **Salus Journal of Health Sciences**, v. 1, n. 1, 2015.

SANTOS, R. X.; VOLEJO, I. P. G. Estudo experimental in vivo e in vitro de plantas medicinais nos processos de embriotoxicidade e teratogenicidade. **Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar**, [S. l.], v. 10, p. 227-240, 2021. DOI: 10.24302/sma.v10.2797. Disponível em: <<http://www.periodicos.unc.br/index.php/sma/article/view/2797>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

SCHOENFELDER, T.; WARMLIN, C. Z.; MANFREDINI, M. S.; PAVEI, L. L.; RÉUS, J. V.; TRISTÃO, T. C.; FERNANDES, M. S.; COSTA-CAMPOS, L. Hypoglycemic and hypolipidemic effect of leaves from *Syzygium cumini* (L.) Skeels, Myrtaceae. in diabetic rats. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 2, p. 222-227, 2010.

SILVA, J. J. C.; LIMA, M. J. S. Caracterização Da Droga Vegetal E Solução Extrativa Obtidos A Partir De *Syzygium Cumini* (L.) Skeels Para Futuro Desenvolvimento De Formas Farmacêuticas. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 27, n. 5, p. 2849-2860, 2023.

SILVA, R. B. L. **A ETNOBOTÂNICA DE PLANTAS MEDICINAIS DA COMUNIDADE QUILOMBOLA DE CURIAÚ, MACAPÁ-AP, BRASIL**. 2002. 172 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2002.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; MELO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. [S. l.]: Artmed, 2017.

SOUZA-MOREIRA, T. M.; SALGADO, H. R. N.; PIETRO, R. C. L. R. O Brasil no contexto de controle de qualidade de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacologia**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 435-440, jun. 2010.

TEDESCO, S. B.; LAUGHINGHOUSE IV, H. D. Bioindicator of Genotoxicity: The *Allium cepa* Test. **InTech**, [S. l.], p. 137-156, 29 fev. 2012. DOI 10.5772/31371. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/environmental-contamination/bioindicator-of-genotoxicity-the-allium-cepa-test>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

TEIXEIRA, R. O.; CAMPAROTO, M. L.; MANTOVANI, M. S.; VICENTINI, V. E. P. Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L., in in vitro and in vivo assays. **Genetics and Molecular Biology**, v. 26, n. 4, p. 551-555, 2003.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: Cura Segura?. **Química Nova**, [S. l.], p. 519–528, 1 maio 2005.

VERRI, A. M.; MOURA, A. A.; MOURA, V. M. Testes citogenéticos na avaliação da genotoxicidade de produtos naturais provindos de plantas medicinais. **UNINGÁ Review**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 55-61, 2017.

VICENTINI, V. E. P.; CAMPAROTO, M. L.; TEIXEIRA, R. O.; MANTOVANI, M. S. *Averrhoa carambola* L., *Syzygium cumini* (L.) Skeels and *Cissus sicyoides* L.: medicinal herbal tea effects on vegetal and animal test systems. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 593-598, 2001.

VIDAL, C. et al. *SYZYGIUM CUMINI*: MECANISMOS DE AÇÃO E AÇÃO TERAPÊUTICA NA SÍNDROME METABÓLICA. Editora **e-Publicar eBooks**, p. 282–297, 26 jun. 2023.

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

WEATHER UNDERGROUND. **Recife, Pernambuco, Brazil Weather History**. [2023]. Disponível em: <<https://www.wunderground.com/history/daily/br/recife/SBRF>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

ANEXO A

Análise de Fertilidade dos Solos

EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA = IPA
Vinculada a Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária

DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE FERTILIDADE DO SOLO

Boletim 563/2023 **Remetente:** JOSE PEDRO F. DE LIMA
Remessa 408 **UPPE-DEN**
Amostra(s) 1519/1522 **RECIFE-PE**
Entrada 11/12/2023
Saída 19/12/2023

FERTILIDADE
QUALIDADE EMBRAPA
Embrapa
Solos
VALIDADE 30/06/2024
Nº CA 004.766

RESULTADOS DE ANALISE

IDENTIFICACAO AMOSTRA	P	PH	cmolc/dm3	K	Al	Ca	Mg
1 DEM	9-51B	4	6.10	0.15	0.00	2.60	1.15
2 AREA II	0-52B	2	6.10	0.14	0.00	1.90	0.70
3 DEP. FISIOTERAPIA, 1-	26	8.00	0.33	0.00	7.85	1.30	
4 CEN	2-	2	7.30	0.06	0.00	1.40	0.60

CULTURA/FASE

Adubacao	Plantio	Outras	Adubacoes	Unidades
Adubacao	Plantio	Outras	Adubacoes	Unidades

Assist. Pesquisas **Visto** **OBS** **Crishna Ramos**
Engenheira Agrônoma
LICENÇA Nº PE-0037
Av. Gal. San Martín, 1371 - Boa Vista (CEP 50.761-000) - RECIFE-PE - C.P. 022 - Cx 10.912.233/001-37 - Home Page: <http://www.ipa.br>

Fertilizantes **2003** **LIMA & FILHO**