

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DO EXTRATO DA FOLHA, CAULE E FRUTO DE *Amburana cearensis*

Amanda Aparecida Silva¹Jeyson Césary Lopes²

1 INTRODUÇÃO

Produtos naturais, especialmente aqueles derivados de plantas, têm sido empregados na medicina desde tempos antigos. As plantas têm a capacidade de produzir uma ampla gama de metabólitos secundários, os quais desempenham um papel fundamental na formulação de muitos medicamentos farmacêuticos comerciais, bem como nos remédios fitoterápicos provenientes de plantas medicinais (LI *et al.*, 2020).

Sabe-se que um dos primeiros registros escritos sobre o uso de plantas remonta a 2.800 a.C. Esses registros indicam que a utilização de plantas estava intrinsecamente ligada a experimentações resultantes da observação do meio natural. Por meio de tentativas e observações, as ervas eram utilizadas *in natura* de diversas formas, como na elaboração de xaropes, chás, óleos e banhos, com o propósito de tratar diversas doenças. Dessa forma, as propriedades, tanto tóxicas quanto curativas, eram descobertas e praticadas de maneira tradicional pelas comunidades (MONTEIRO; BRANDELLI, 2017).

Dentre os diversos gêneros de espécies vegetais de interesse medicinal, destaca-se a *Amburana cearensis*. Pertencente à família Fabaceae e ao gênero *Amburana*, esta planta é nativa da caatinga e possui inúmeros usos na medicina popular, como anti-inflamatório, antiedematogênico e antibacteriano. Também é conhecida pelos nomes cerejeira, amburana de cheiro, imburana de cheiro, camaru de cheiro, umburana vermelha, e sua eficácia terapêutica tem sido documentada em vários estudos prospectivos. As investigações fitoquímicas realizadas nesta espécie identificaram a presença de metabólitos secundários que podem explicar os seus efeitos terapêuticos (PAREYN *et al.*, 2018).

Conforme a Organização Pan-americana de Saúde - OPAS (2017) relata, a resistência antimicrobiana é, atualmente, uma das maiores ameaças globais à saúde, ao desenvolvimento comunitário e à segurança dos alimentos. Embora a resistência antimicrobiana possa ocorrer de forma natural, a utilização inadequada de medicamentos em humanos e animais está acelerando significativamente esse processo. Como resultado, o número de infecções, como tuberculose, pneumonia e gonorreia, está aumentando, enquanto os antimicrobianos disponíveis estão se tornando menos eficazes. Essa situação leva a internações mais prolongadas, resultando em aumentos significativos nos custos hospitalares e médicos, bem como no aumento da taxa de mortalidade.

Estima-se que aproximadamente 700 mil mortes anualmente sejam causadas pela resistência bacteriana. Caso não haja uma alteração significativa na abordagem para

¹ Discente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM). E-mail: amandaasilva@unipam.edu.br.

² Docente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM). E-mail: jeysoncl@unipam.edu.br.

combater esse problema, até 2050, a resistência bacteriana poderá resultar em um número de óbitos superior ao do câncer, particularmente em casos de infecções hospitalares. Um dos maiores desafios enfrentados na luta contra essa ameaça é a falta de inovação. O desenvolvimento de novas tecnologias na área de saúde não tem acompanhado a velocidade de adaptação dos microrganismos. Além disso, o número de laboratórios e empresas que investem em pesquisas para o desenvolvimento de novos antimicrobianos tem diminuído nos últimos anos, em grande parte devido à baixa rentabilidade (ESTRELA, 2018).

O aumento significativo no número de doenças infecciosas causadas por microrganismos como fungos e bactérias é uma preocupação crescente. Com essa incidência em ascensão, é imperativo que a comunidade científica busque alternativas para combater a crescente resistência antibiótica, principalmente em relação aos fármacos de primeira escolha. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é avaliar o potencial antibacteriano dos extratos provenientes do caule, folhas e frutos da *Amburana cearensis*, com a finalidade de identificar quais microrganismos são mais suscetíveis à ação desses extratos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 *Amburana cearensis*: características gerais

A *Amburana cearensis*, pertencente à família Leguminosae Papilionoideae (Fabaceae), é uma árvore de caule reto e caducifólia, com um tronco revestido por uma casca espessa de coloração castanho escuro, que pode atingir até 15 metros de altura. Ela possui uma copa curta e achatada, com flores brancas dispostas em panículas terminais. O período de floração ocorre no início da estação seca, entre os meses de abril e junho, e a frutificação acontece de agosto a outubro (MELO; SOUZA; DAMASCENO, 2014).

No Brasil, a *A. cearensis* é conhecida popularmente como imburana-de-cheiro, umburana-de-cheiro, imburana, cumaru-de-Ceará, cumaru, amburana e cumaré. Embora considerada nativa do sertão Nordeste, a ocorrência dessa espécie pode ser observada em praticamente toda a América do Sul. No Brasil, sua presença se estende desde a região Nordeste até a parte central do país (ALMEIDA *et al.*, 2010).

Amburana cearensis possui um elevado valor e potencial, sendo utilizada comercialmente em indústrias cosméticas e madeireiras. No entanto, seu maior destaque está relacionado ao seu potencial terapêutico. A alta demanda por essa espécie, devido à sua exploração econômica motivada pelo uso medicinal e madeireiro, tem representado uma grande ameaça à sua sobrevivência. Segundo o Ministério do Meio Ambiente do Brasil, a *Amburana cearensis* está classificada como em risco vulnerável de extinção (MELO; SOUZA; DAMASCENO, 2014).

O uso tradicional da planta na medicina popular, em especial no Nordeste, tem finalidades terapêuticas. Suas sementes e cascas são empregadas na preparação de xaropes, infusões, chás e também na confecção de remédios caseiros para o tratamento de afecções e inflamações do trato respiratório, como resfriados, gripes, asma e

bronquites. Além disso, a casca do caule é utilizada na forma de banho para combater dores reumáticas, agindo como espasmolítico e analgésico. Tribos étnicas bolivianas que vivem em uma região endêmica para malária usam uma decoção aquosa da casca da *Amburana cearensis* para aliviar sintomas de calafrios e febre dessa doença (RODRIGUES, 2020).

2.1.2 Bactérias

As bactérias são uma parte integral e inseparável da vida na Terra. Elas estão presentes em todos os lugares, revestindo as mucosas, a pele e colonizando o trato intestinal de animais e seres humanos. Sua presença está intrinsecamente relacionada à vida de organismos e aos diversos ambientes em que habitam. Os microrganismos que atuam como patógenos se distinguem pela sua resposta e ação nos diferentes tecidos de um mesmo hospedeiro (SANTOS, 2004).

Houve avanços notáveis nos estudos da relação entre estrutura e função na maioria das moléculas bacterianas que desempenham papéis significativos em doenças infecciosas. Esses conhecimentos abrangem moléculas que compõem estruturas como a proteína M estreptocócica, fimbrias e toxinas. A combinação de análise de epítomos, mutagênese, técnicas moleculares e cristalografia por raios X tem proporcionado novas abordagens para compreender o papel dessas moléculas na virulência (GOMES, 2013).

Os antibióticos são uma classe fundamental de medicamentos que foram desenvolvidos devido à necessidade de combater infecções potencialmente fatais. No entanto, a eficácia dos antibióticos está diminuindo, como tem sido demonstrado em vários estudos (MOREL *et al.*, 2020). Há um grande aumento de casos, não apenas de resistência a um único medicamento, mas a múltiplos antimicrobianos.

Existem vários mecanismos pelos quais as bactérias podem resistir aos efeitos dos antimicrobianos. Isso pode ocorrer de forma natural, quando a própria bactéria desenvolve resistência ao antibiótico, ou pode ser adquirida, resultando de características estruturais ou funcionais do microrganismo que impedem a ação do antibiótico, independentemente de um primeiro contato com a droga. Entre os principais mecanismos de resistência bacteriana estão a modificação dos alvos da DNA girase, a produção de enzimas que inativam o medicamento, alterações na estrutura molecular dos antimicrobianos, mudanças nas proteínas de ligação ou outros pontos-alvo nas paredes celulares, modificações ribossômicas e mutações na permeabilidade (MUNITA; ARIAS, 2016; CDC, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 COLETA E OBTENÇÃO DOS EXTRATOS BRUTOS

As partes vegetais, incluindo caule, folhas e frutos da *Amburana cearensis* foram gentilmente cedidas pela professora Dra. Lorryne de Barros Bosquetti. A amostra do caule foi coletada nas dependências da Cachaçaria Batista, localizada entre os municípios de Pedregulho (SP) e Sacramento (MG) (20°2'41.17"S; 47°24'17.98"O). Os frutos foram obtidos na Comunidade de Passagem Funda, no município de Bonfinópolis

(GO) (16°37'8.89"S; 48°58'3.88"O). Já as folhas foram coletadas no município de Unai (MG) (16°21'53.73"S; 46°53'36.86"O).

Para a preparação dos extratos hidroalcoólicos, foram utilizados 15 gramas de folhas, 30 gramas de frutos e 50 gramas de madeira moída da *A. cearensis*. Esses materiais foram submetidos a extração em um aparelho de Soxhlet utilizando 120mL de álcool a 70% por um período de 12 horas, resultando nos extratos. Posteriormente, os extratos brutos das três partes da planta foram concentrados em um rotavapor a uma temperatura de 40 °C. Após a concentração, os extratos brutos foram armazenados em um freezer até a realização dos bioensaios.

3.2 ENSAIOS DE ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Para avaliar o efeito antibacteriano, realizamos uma triagem empregando o teste qualitativo de disco-difusão em meio ágar, adaptado de acordo com Vieira *et al.* (2019). Em seguida, determinamos a Concentração Inibitória Mínima (CIM) por meio da diluição dos extratos a 75% e 50%.

Os testes de atividade antibacteriana foram conduzidos com quatro espécies bacterianas, incluindo uma gram-positiva (*Staphylococcus aureus*) e três gram-negativas (*Escherichia coli*, *Pseudomonas* sp. e *Salmonella* sp.). Todas as espécies utilizadas foram mantidas em armazenamento a -4 °C, com uma variação de ± 1 °C, em caldo nutriente Infusão Cérebro Coração (BHI) até o momento da utilização.

Para avaliar a atividade antimicrobiana, utilizamos o método de difusão em disco de papel com discos de 6mm de diâmetro. Primeiramente, em placas de Petri (150mm x 15mm) contendo meio Müller Hinton (Oxoid) (70mL), adicionamos 0,5mL da cultura de microrganismos, espalhando-a uniformemente com uma alça de Drigalsky. Em seguida, aplicamos os discos de papel impregnados com o extrato, bem como os discos de controle.

Para cada extrato testado, adotamos o seguinte procedimento: dividimos cada placa inoculada com os microrganismos testados em três partes. Em cada parte, colocamos discos contendo o extrato nas três concentrações testadas, totalizando três discos de papel impregnados com o extrato bruto, três com o extrato a 75% e outros três com o extrato a 50%. Além disso, adicionamos um disco impregnado apenas com água destilada, usado como controle negativo de inibição, e outros dois discos, um contendo cloranfenicol e outro contendo gentamicina, como controles positivos de inibição.

As placas foram incubadas em uma estufa a 35 °C, com monitoramento do crescimento dos microrganismos e da formação dos halos de inibição a cada 12 horas, ao longo de 48 horas de incubação. Quando presentes, os halos de inibição foram medidos com a ajuda de um halômetro. Os testes foram realizados em triplicata.

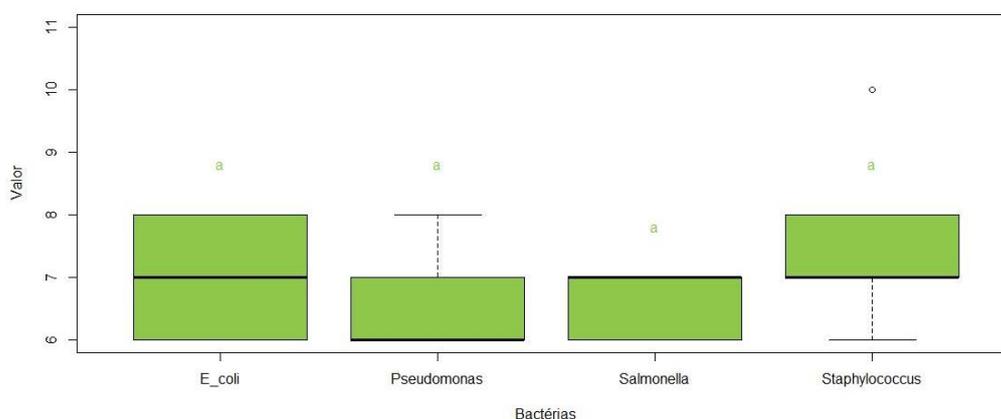
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística, utilizou-se o *software* R (versão 4.0, R Core Team, 2022). Os dados foram verificados quanto à distribuição normal por meio de ANOVA, com um nível de significância de ($P < 0,05$). Em seguida, os valores de cada extrato em relação a cada microrganismo foram comparados utilizando o teste T.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Durante a realização deste estudo, não se observou um aumento no tamanho dos halos de inibição entre as 12 e 48 horas após a incubação. Além disso, não foram observados halos de inibição para os extratos de caule e folha, enquanto apenas o extrato de fruto na sua forma bruta demonstrou efeito inibitório, sem formação de halos nas diluições testadas. Não foram encontradas diferenças significativas na atividade dos extratos entre os microrganismos testados, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Tamanho dos halos de inibição (mm) formados no extrato do fruto



* Cada caixa inclui os dados entre o 1º e 3º quartil, a mediana é representada como a linha horizontal dentro da caixa. Valores máximos e mínimos estão plotados nas linhas horizontais fora da caixa. Caixas sobrepostas com mesma letra não diferem entre si pelo teste de T ($p > 0.05$).

As substâncias biologicamente ativas das plantas são distribuídas de forma desigual entre suas diferentes estruturas. Geralmente, as folhas apresentam concentrações menores de agentes antimicrobianos do que outras partes da planta, devido às especializações das células foliares (SILVA, 2015).

Os glicosídeos fenólicos encontrados na composição da *Amburana cearensis* apresentam atividade antimalárica, antiprotozoária, antifúngica e antibacteriana *in vitro*. Eles podem ser encontrados em formas livres, principalmente em frutas e vegetais, ou em formas conjugadas, mais comumente em grãos e sementes, onde representam a maior parte dos compostos fenólicos. Essa distribuição desigual está relacionada ao fato de que os glicosídeos fenólicos são compostos formados por uma parte glicona (açúcar) e uma aglicona. Frutos, devido à sua alta reserva de açúcar, tendem a apresentar concentrações mais elevadas desses compostos (ARNOSO; COSTA; SCHMIDT, 2019).

A disposição dos compostos nas diferentes partes da planta é influenciada por diversos fatores, e como mencionado, o fruto, devido à sua alta concentração de água e carboidratos, pode ser mais vulnerável ao crescimento de microrganismos. Portanto, a presença de substâncias de defesa contra a ação de microrganismos é mais evidente nas partes do fruto (SILVA, 2019).

Estudos anteriores também destacaram a atividade antimicrobiana variável de diferentes partes da planta. Sá *et al.* (2014) não encontraram atividade antimicrobiana para o extrato da casca do caule de *Amburana* contra *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* e *Salmonella enterica Typhimurium* pelo método de microdiluição em placas. Da mesma forma, Pinho *et al.* (2012) observaram ação bacteriostática para cepas gram-positivas e nenhuma ação contra cepas gram-negativas em extratos hidroalcoólicos de folhas de várias plantas.

Koohsari *et al.* (2015), ao estudarem a atividade antimicrobiana de extratos aquosos e etanólicos de seis plantas nativas da cidade de Azad Shahr, no norte do Irã, também constataram que as bactérias Gram-positivas eram mais susceptíveis do que as Gram-negativas, com destaque para o *S. aureus*.

As bactérias Gram-negativas possuem uma parede celular constituída interna e externamente por membranas separadas por glicopeptídeo. Essa composição celular oferece uma dupla proteção, o que reduz a ação de substâncias antimicrobianas. Para uma substância antimicrobiana entrar na célula bacteriana, ela precisa atravessar a parede celular por meio de canais proteicos de porina, presentes na bicamada lipídica, e que possuem características hidrofílicas em seu interior. Portanto, os compostos antimicrobianos mais sensíveis às bactérias Gram-negativas são aqueles que contêm grupos ionizáveis em suas estruturas (SÁ *et al.*, 2014).

Vários fatores podem contribuir para a ação antimicrobiana dos extratos, incluindo substâncias que são adicionadas durante o processo de preparo. Sá *et al.* (2014), assim como Fernandes *et al.* (2015), destacam que o etanol utilizado como solvente durante o preparo do extrato pode liberar algum composto com capacidade antimicrobiana, influenciando os resultados encontrados. Além disso, as concentrações dos compostos na planta variam de acordo com a variedade, sazonalidade, localização e métodos de processamento, como a obtenção dos extratos.

Quanto ao tamanho dos halos de inibição, resultados positivos foram considerados quando apresentaram um tamanho médio superior a 6mm. Dessa forma, o extrato bruto do fruto mostrou potencial antimicrobiano positivo apenas para a *Escherichia coli* e *Salmonella sp.*, enquanto não houve diferença significativa entre as espécies tratadas, incluindo o *Staphylococcus aureus*.

A resistência ao gênero *Pseudomonas* a vários compostos antimicrobianos é bem conhecida. É importante destacar que autores como Lima *et al.* (2013) também não encontraram resultados que evidenciassem atividade antimicrobiana contra cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, já que o extrato aquoso das sementes de *Amburana cearensis* não foi capaz de inibir o crescimento das bactérias nas concentrações e metodologia empregada. Os autores ressaltam que a atividade antimicrobiana pode depender não apenas das características da planta estudada, mas também da variabilidade nos princípios ativos presentes, bem como das particularidades das cepas testadas e da metodologia analítica utilizada, o que torna a comparação dos resultados desafiadora.

Um estudo recente conduzido por Silva *et al.* (2021) com extratos de sementes de cumaru (*Dipteryx odorata*), também pertencente à família Fabaceae, mostrou halos de inibição de crescimento contra a bactéria Gram-positiva *S. aureus* e Gram-negativa *E. coli*. No estudo mencionado, o efeito bactericida mais notável foi observado sobre o *S. aureus*,

com médias de halos de 8 a 10mm, confirmando que as substâncias antibactericidas tendem a ser mais eficazes contra bactérias Gram-positivas.

É relevante notar que esta planta, além de pertencer à mesma família da amburana, possui uma substância chamada cumarina, que também demonstra forte atividade antimicrobiana e é encontrada em concentrações significativas na Amburana, como indicado por diversos estudos citados neste trabalho (WINK, 1992; WINK, 2013). Além disso, ao comparar esses resultados com os obtidos no presente estudo, percebemos que os tamanhos dos halos de inibição são muito semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

Entre os grupos de plantas de grande importância tanto em termos econômicos quanto medicinais, a família Fabaceae é reconhecida na literatura como a principal fonte de moléculas fitoquímicas bioativas. Essas moléculas são produzidas principalmente como mecanismos de defesa química das plantas e são conhecidas como metabólitos secundários. Elas podem atuar nas células devido à sua natureza tóxica, causando perda do controle quimiosmótico, possivelmente devido à sua alta lipofilicidade. Uma possível explicação para esse efeito é que os terpenos, como as cumarinas, podem potencializar os efeitos de outras toxinas, atuando como solventes que facilitam a penetração dessas substâncias nas membranas bacterianas (INOUE *et al.*, 2004).

Estudos demonstram que plantas da família Fabaceae, como *Mimosa candollei*, *Cajanus cajan*, *Desmodium adscendens* e *Amburana cearensis*, apresentam notáveis propriedades antibacterianas contra diversos microrganismos, incluindo *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Essas pesquisas relacionam os efeitos antibacterianos à presença de metabólitos secundários, como os terpenos, encontrados em todas as plantas citadas (VILELA, 2018).

Um estudo recente conduzido por Silveira *et al.* (2022) demonstrou que os extratos da casca do caule da *A. cearensis* apresentaram efeitos antibacterianos contra *S. aureus*, *Salmonella spp.*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*. Esses efeitos provavelmente se devem a interferências nas bicamadas lipídicas, induzindo a ruptura da membrana bacteriana e à inibição de processos como a formação de biofilme, a síntese do envelope celular, a síntese de ácido nucleico, o transporte de elétrons na cadeia respiratória e a síntese de ATP nesses microrganismos. Essas ações são desempenhadas por metabólitos secundários, como os flavonoides, que têm sido considerados fontes promissoras de agentes antimicrobianos terapêuticos.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que o extrato do fruto de *Amburana cearensis* apresenta um efeito bactericida contra diversas espécies de microrganismos, sem diferenças significativas entre as espécies testadas. No entanto, é importante ressaltar que essas atividades antibacterianas requerem investigações mais aprofundadas por meio da purificação e isolamento das moléculas que possam ter exercido atividade antimicrobiana. Essa abordagem permitirá uma compreensão mais detalhada dos compostos responsáveis pela atividade antimicrobiana e seu potencial terapêutico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. R. *et al.* *Amburana cearensis* – uma revisão química e farmacológica. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 6, n. 11, p. 01-08, 2010. Disponível em: <https://www.scientia plena.org.br/sp/article/view/106/65>.
- ARNOSO, B. J. M.; COSTA, G. F.; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutrição Brasil**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 39-48, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/nb.v18i1.1432>.
- CDC. Centers for Disease Control and Prevention. **Antibiotic resistance threats in the United States**, 2019. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2019. Disponível em: <https://www.cdc.gov/drugresistance/pdf/threats-report/2019-ar-threats-report-508.pdf>.
- ESTRELA, S. E. Resistência antimicrobiana: enfoque multilateral e resposta brasileira. In: LIMA, A. E. L. *et al.* (org.). **Saúde e política externa: os 20 anos da Assessoria de Assuntos Internacionais de Saúde (1998-2018)**, Brasília: Ministério da Saúde, 2018. p. 307-327. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_politica_externa_20_anos_aisa.pdf.
- FERNANDES, A. W. C. *et al.* Atividade antimicrobiana *in vitro* de extratos de plantas do bioma caatinga em isolados de *Escherichia coli* de suínos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Maringá, v. 17, n. 4, p. 1097-1102, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_159.
- GOMES, M. J. P. **Parasitismo e patogenicidade**. FAVET-UFRGS, 2013. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/306730993/Parasitismo-e-Patogenicidade-4-2013-1>.
- INOUE, Y. *et al.* The antibacterial effects of terpene alcohols on and their mode of action. **Microbiology Letters**, [S. l.], v. 237, n. 2, p. 325-331, 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15321680/>.
- KOOHSARI, H. *et al.* The investigation of antibacterial activity of selected native plants from North of Iran. **Journal of Medicine and Life**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 38-42, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5327717/>.
- LIMA, L. R. *et al.* Avaliação da atividade antiedematogênica, antimicrobiana e mutagênica das sementes de *Amburana cearensis* (A. C. Smith) (Imburana-de-cheiro). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Maringá, v. 15, n. 3, p. 415-422, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000300015>.
- MELO, C. A.; SOUZA, P. O.; DAMASCENO, E. Atividade farmacológica da planta *Amburana cearensis* (imburana) frente a estudo etnofarmacológico em Monte Azul-MG.

Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências da Saúde, Brasília, v.1, n. 2, p. 31-34, 2014. Disponível em: <http://revistas.icesp.br/index.php/RBPeCS/article/view/10>.

MONTEIRO, S. C.; BRANDELLI, C. L. C. **Farmacobotânica**: aspectos teóricos e aplicação. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 138. Disponível em <https://pdfcoffee.com/farmacobotanica-pdf-free.html>.

MOREL, C. M. *et al.* Industry incentives and antibiotic resistance: an introduction to the antibiotic susceptibility bonus. **The Journal of Antibiotics**, [S. l.], v. 73, n. 7, p. 421-428, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41429-020-0300-y/>.

MUNITA, J. M.; ARIAS, C. A. Mechanisms of antibiotic resistance. **Microbiology Spectrum**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 481-511, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.vmbf-0016-2015>.

OPAS. Organização Pan-americana de Saúde. **Research for Health Newsletter**, [S. l.], n. VIII-2, 2017. 14 p. Disponível em: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&view=download&alias=40648-research-for-health-newsletter-april-june-2017-648&category_slug=2017-8981&Itemid=270&lang=pt.

PAREYN, F. G. *et al.* *Amburana Cearensis*: amburana de cheiro. In: CORADIN, L. *et al.* (Ed.) **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro: região Nordeste. 1. ed. Brasília: MMA. Cap. 5, p. 732-739, 2018.

PINHO, L. *et al.* Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n.2, p. 326-331, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000003>.

RODRIGUES, N. L. C. **Bioprospecção e seleção de ativos de *Amburana cearensis* com efeito leishmanicida (*Leishmania braziliensis*) por imunomodulação**. 2020. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência Farmacêuticas), Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Departamento de Farmácia, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/56082>.

SÁ, M. C. A. *et al.* Antimicrobial activity of caatinga biome ethanolic plant extracts against gram negative and positive bacteria. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 18, n. 2/3, p. 62-66, 2014. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/rbcv/article/view/6955>.

SANTOS, N. Q. A resistência bacteriana no contexto da infecção hospitalar. **Texto & Contexto - Enfermagem**, Florianópolis, v. 13, n. spe, p. 64-70, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072004000500007>.

SILVA, I. F. Atividade antimicrobiana do extrato etanólico de *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett frente a *Staphylococcus* spp. isolados de casos de mastite em ruminantes. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 20, e57228, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v20e-57228>.

SILVA, I. F. **Qualidade do óleo da polpa de macaúba após tratamento de pós-colheita**. 2019. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia), Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/29702>.

SILVA, G. M. *et al.* Estudo químico e antimicrobiano dos extratos de sementes e folhas do cumaru, *Dipteryx odorata* (Fabaceae). **Ensaio e Ciência**, [S. l.], v.25, n.1, p. 34-38, 2021. Disponível em: <https://ensaioseciencia.pgskroton.com.br/article/view/8997>.

SILVEIRA, Z. S. *et al.* Phytochemistry and biological activities of *Amburana cearensis* (Allemão) ACSm. **Molecules**, [S. l.], v. 505, n. 27, p. 2-19, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules27020505>.

VIEIRA, V. H. C. *et al.* Atividade antimicrobiana de fungos liquenizados ocorrentes no campus Belém da Universidade Federal do Pará, estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 10, e201900037, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-6223201900037>.

VILELA, L. M. B. **Seleção de genes das classes PR para obtenção de peptídeos antimicrobianos (AMPs) a partir de plantas da família Fabaceae**. 2018. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34574>.

WINK, M. The role of quinolizidine alkaloids in plant-insect interactions. **Insect-plant interactions**, [S. l.], v. 4, p. 131-166, 1992. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781351271004-9/role-quinolizidine-alkaloids-plant-insect-interactions-michael-wink>.

WINK, M. Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). **South African Journal of Botany**, [S. l.], v. 89, p. 164-175, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629913002858>.