



Prospecção fitoquímica de duas espécies vegetais de Piperaceae no Sul do Amazonas, Brasil

Carmen Malafaia Silva ^a, Doraci Brito de Souza ^a, Fernanda Mota da Silva ^a,
Joel Guerreiro Nascimento ^a, José Martins Gomes ^a, Manuel Saldanha Barbosa ^a,
Matheus Mendes Nina ^a, Priscila Beleza Cruz ^a, Rafaela Silva de Lima ^a, Renato Abreu Lima ^{a*}

^a Universidade Federal do Amazonas, Brasil

* Autor correspondente (renatoal@ufam.edu.br)

INFO

Keywords

plant extracts
Piper aduncum
Piper tuberculatum

ABSTRACT

Phytochemical prospecting of two plant species of Piperaceae in Southern Amazonas, Brazil

The genus *Piper*, belonging to the Piperaceae family, represents around 700 species, with dimensions in different habitats, being largely exposed in humid areas, deforested areas and forests. Using this approach, the work aimed to identify the secondary metabolites of the ethanolic extract of the species *Piper aduncum* L., and *Piper tuberculatum* Jacq. The following study was carried out in three stages: collection of botanical material and herborization, extraction and phytochemical study. The botanical collection was carried out at IEAA/UFAM, and then the herborization process was carried out, which consisted of pressing, drying and assembling the exsiccates, the second process was the methanolic extraction of the aerial parts (leaves and stems) of the plant species and finally, phytochemical prospecting. For *P. aduncum*, the presence of alkaloids, flavonoids, cardiotonic glycosides, triterpenes, coumarins and saponins and the absence of tannins were observed. While for *P. tuberculatum* the presence of alkaloids, flavonoids, cardiotonic glycosides, and saponins was observed and the absence of tannins, coumarins and triterpenes. From this perspective, knowing which metabolites are present in plants, whether of primary or secondary origin, becomes important for the production of new medicines with effective and accessible therapeutics. Therefore, the analysis of secondary metabolites in the analyzed ethanolic extracts offers valuable insights into their chemical and biological properties. However, it is essential to continue research to validate these findings and fully explore the practical applications of these compounds.

RESUMO

Palavras-chaves

extratos vegetais
Piper aduncum
Piper tuberculatum

O gênero *Piper*, pertencente à família Piperaceae representa cerca de 700 espécies, com dimensão em diferentes habitats, sendo em grande parte expostas em áreas úmidas, em áreas desmatadas e em florestas. A partir desta abordagem, o trabalho teve como objetivo identificar os metabólitos secundários do extrato etanólico das espécies *Piper aduncum* L., e *Piper tuberculatum* Jacq. O seguinte estudo foi realizado por três etapas: coleta do material botânico e herborização, extração e estudo fitoquímico. A coleta botânica foi realizada no IEAA/UFAM, e em seguida foi realizado o processo de herborização que consistiu na prensagem, secagem e montagem das exsiccatas, o segundo processo foi feito a extração metanólica das partes aéreas (folhas e talos) das espécies vegetais e por fim a prospecção fitoquímica. Para *P. aduncum*, observou-se a presença de alcalóides, flavonóides, glicosídeos cardiotônicos, triterpenos, cumarinas e saponinas e ausência para taninos. Enquanto para *P. tuberculatum* observou-se a presença de alcalóides, flavonóides, glicosídeos cardiotônicos, e saponinas e ausência para taninos, cumarinas e triterpenos. Nesta perspectiva, conhecer que metabólitos estão presentes nas plantas, seja de origem primária ou secundária, torna-se importante para a produção de novos medicamentos com terapêutica eficaz e acessível. Portanto, a análise dos metabólitos secundários nos extratos etanólicos analisados oferecem percepções valiosas sobre suas propriedades químicas e biológicas. No entanto, é essencial continuar a pesquisa para validar essas descobertas e explorar completamente as aplicações práticas desses compostos.



INTRODUÇÃO

O bioma Amazônico se destaca pela sua vasta extensão territorial e riqueza em biodiversidade, estendendo-se desde o oceano Atlântico até as encostas da Cordilheira dos Andes. Com uma média de altitude de cerca de 600 metros, esse bioma abrange aproximadamente 40% do território Sul-Americano. Dentro desse vasto território, que equivale a aproximadamente 7.000.000 quilômetros quadrados, cerca de 69% pertencem ao Brasil, totalizando aproximadamente 4.871.000 quilômetros quadrados (Ab'saber, 1977).

Uma variedade de desafios, incluindo desmatamento, mudanças climáticas e pressões econômicas, ameaçam a biodiversidade da região Amazônica. Esses desafios são agravados pela expansão da infraestrutura e abertura de novas estradas, que impulsionam o desmatamento (Soares-Filho, 2005). O dilema econômico entre desenvolvimento e conservação complica ainda mais a situação, uma vez que os recursos naturais da região têm um significativo valor econômico (Igliori, 2006). No entanto, a importância da conservação é ressaltada pelo papel das áreas protegidas na redução do desmatamento (Ferreira et al., 2005). Destaca-se a necessidade de equilíbrio entre desenvolvimento e conservação, com a proteção da biodiversidade sendo uma consideração fundamental para enfrentar os desafios ambientais na Amazônia.

Considerando essa vasta biodiversidade, muitas espécies florísticas da região são utilizadas a milhares de anos por povos da floresta com diversas finalidades, mas especialmente como forma de prevenção e tratamento de doenças.

Atualmente, a ideia de retornar às "raízes" da medicina está ganhando crescente popularidade. O avanço científico trouxe novas abordagens para a análise de diversas ervas utilizadas em diferentes culturas. As propriedades farmacológicas de plantas empregadas como alimento, remédio ou para propósitos científicos ao longo dos séculos foram descobertas por meio de experimentações em diferentes áreas como a Biotecnologia e a Fitoquímica. A tradição do uso medicinal de certas plantas é constantemente respaldada pelos efeitos comprovados através de pesquisas científicas (Salehi et al., 2019).

Um dos gêneros botânicos amplamente distribuídos nas regiões pantropicais é o "pimenta". O gênero *Piper*, pertencente à família Piperaceae representa cerca de 700 espécies, com dimensão em diferentes habitats, sendo em grande parte expostas em áreas úmidas, em áreas desmatadas e em florestas. Este gênero possui grande relevância econômica, principalmente por ter a presença de óleos em suas estruturas, na qual é muito utilizada

na medicina tradicional (Alves et al., 2017).

As espécies, entre elas está a espécie de *P. aduncum*, na qual se destaca em pesquisas nos ramos da química no setor agrícola como uma possibilidade aos produtos com substâncias não benéficas ao organismo (xenobióticos) e também na prospecção biotecnológica para a agricultura. Pois, estas plantas são conhecidas por produzirem óleos essenciais e pela abundância de metabólitos secundários, entre eles, fenilpropanóides, lignanas, amidas e alcalóides (Wanke et al., 2007; Silva et al., 2020).

P. aduncum desperta um interesse crescente, especialmente no que diz respeito à extração de seu óleo essencial, consolidando-se como um produto de considerável relevância econômica. Esse óleo é predominantemente empregado como inseticida e fungicida nas áreas da agricultura e medicina. Originária da América tropical, a *P. aduncum* é um arbusto medicinal amplamente distribuído por todo o território nacional, proporcionando oportunidades para novas pesquisas visando identificar seu potencial medicinal (Chahal et al., 2011; Silva et al., 2020).

Assim como as plantas pertencentes à sua família botânica, essa espécie está amplamente distribuída nos trópicos e subtropicais, sendo mais comumente encontrada nas Antilhas e nos continentes Americano e Sul-americano (Albiero et al., 2005). No Brasil, sua prevalência mais significativa foi registrada nas regiões Norte e Nordeste, especialmente nos estados do Amazonas, Rondônia, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba e Pernambuco. Ela também pode ser encontrada, embora com menor frequência, nos estados do Rio de Janeiro e Mato Grosso (Guimarães; Giordano, 2004). Estudos de Oliveira et al. (2018); Oliveira et al. (2021) têm revelado as atividades biológicas de *P. tuberculatum*, evidenciando seus efeitos antimicrobianos, inseticidas e antiprotozoários.

A *P. tuberculatum* é uma planta que atinge cerca de 2 a 2,5 metros de altura, apresenta-se como um arbusto com folhas de bainha alada e nervuras ascendentes em aproximadamente 8 a 10 pares, dispostas até o ápice da lâmina. Suas espigas são eretas, com comprimento variando de 4 a 7 cm, e o pedúnculo tem cerca de 1 a 1,5 cm de comprimento. Essa espécie pode ser encontrada tanto em ambientes florestais quanto em áreas urbanas, caracterizando-se por um crescimento rápido, favorecido pelo seu desenvolvimento em locais úmidos com facilidade. Popularmente conhecida como "pimenta longa", estudos associados a essa planta revelam uma significativa quantidade de metabólitos com atividades biológicas importantes (Guimarães; Giordano, 2004).

Com isso, a investigação fitoquímica e

etnofarmacológica assume crescente importância na expansão do entendimento sobre o uso popular de extratos naturais. Essa abordagem visa validar cientificamente as atividades dos componentes desses extratos, contribuindo para a identificação de princípios ativos eficazes contra diversas patologias. O Brasil, reconhecido globalmente por sua vasta biodiversidade, abriga milhares de famílias e espécies de plantas que são empregadas na medicina popular. No entanto, é comum observar a utilização das plantas nativas sem o devido conhecimento acerca de seus componentes fitoquímicos e suas propriedades farmacológicas reais. Torna-se, assim, imperativo conduzir pesquisas e estudos para compreender a função específica de cada planta no organismo, destacando a importância de estabelecer padrões de qualidade e diretrizes para sua comercialização (Lima; Silva, 2016).

Portanto, o objeto deste estudo foi identificar os metabólitos secundários dos extratos etanólicos das espécies de *P. aduncum* e *P. tuberculatum*.

MATERIAL E MÉTODOS

O seguinte estudo foi realizado em três etapas, que são: coleta do material botânico e herborização, extração e prospecção fitoquímica.

Coleta botânica e herborização

A coleta do material botânico foi realizada no Campus da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, especificamente no bloco I do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) em Humaitá-AM, em uma área de terra firme sombreada, com uma mata circundante. Suas coordenadas geográficas são: latitude: 07° 30' 22" S e longitude: 63° 01' 15" W.

Com o objetivo de garantir a representatividade da amostra, foram selecionadas plantas no período fértil, destacando-se pela presença de flores e frutos. A seleção priorizou amostras em estado de saúde vigoroso, sem evidências de danos aparentes. As amostras botânicas foram coletadas, cada uma numerada de acordo com a quantidade de coleta já realizada, correspondendo aos coletores da espécie.

Preparação para herborização

Após a coleta do material botânico, a mesma foi passada pelo processo de herborização - que consiste na prensagem, secagem e preparo do material botânico para enviar para o herbário. Antes de realizar a prensagem, as amostras foram

submetidas à remoção de quaisquer materiais indesejados aderidos, com precauções adicionais para eliminar insetos ou organismos que pudessem comprometer a integridade durante o processo de secagem.

Assim, foram utilizadas folhas de jornais, intercalado com papelão para as amostras, onde cada exemplar foi devidamente identificado. Em seguida os exemplares foram prensados entre folhas de jornal, montadas em uma prensa de madeira e fixadas com cordas. O conjunto foi submetido a uma estufa elétrica com temperatura de 80 °C por 24 horas, sendo posteriormente avaliadas quanto à completa desidratação.

Após a desidratação, todas as amostras foram cuidadosamente costuradas em uma cartolina de dimensões 42cm x 28cm, após a costura as amostras foram etiquetadas seguindo o protocolo do herbário da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), proporcionando uma organização sistemática para futuras análises.

Coleta para prospecção fitoquímica

Para a coleta destinada à prospecção fitoquímica, foram coletados 830 g de talos e folhas da espécie *P. aduncum* e 1.200 g de talos e folhas da espécie *P. tuberculatum*. Após a coleta botânica, as amostras foram picotadas em pedaços pequenos e submetidas à desidratação em estufa a 80°C por 24 horas. Posteriormente, as amostras desidratadas foram trituradas em um liquidificador até a formação de um pó fino, preparando-as para o procedimento de extração.

Para extração, foi utilizado o método Soxhlet, este método consiste na extração do óleo com solventes, constituintes solúveis (o óleo) de um material inerte (a matriz graxa). No laboratório, utilizou-se um balão de vidro com fundo redondo fixado a um condensador de refluxo apoiados sobre manta aquecedora. No balão de fundo redondo foram adicionados 830 g de folhas e talos finos de *P. aduncum* (Figura 1).

Com o objetivo de extrair os metabólitos secundários da planta, foi adicionado 150 mL do solvente metanol 95% e o sistema foi aquecido, permitindo que o solvente evaporasse, condensasse e percorresse pela amostra.

Neste aspecto, o tempo de extração ocorreu aproximadamente em oito dias até a finalização total dos extratos metanólicos. A solução extraída foi purificada, pela técnica de destilação, após a evaporação do solvente, o extrato foi armazenado em recipiente adequado, protegido da luz e do calor, na qual se resultou em 74 mL de extrato de *P. aduncum* e 71 mL de extrato de *P. tuberculatum*.



Figura 1 - Extração vegetal por refluxo do solvente

Prospecção fitoquímica dos extratos metanólicos

Para realização do processo fitoquímico do extrato, submeteu-se o extrato etanólico ao teste de identificação das classes de metabólitos secundários de acordo com precipitação e coloração seguindo a metodologia adaptada por Radi e Terrones (2007).

Alcaloides

Para realizar o ensaio foi necessária a utilização de 2,0 mL do extrato vegetal, sendo adicionados 2,0 mL de ácido clorídrico (10%), agitou-se a mistura por 5 minutos e em seguida adicionou-se 2,0 mL de Reativo de Dragendorff. Após esse processo realizou-se a observação da reação.

Glicosídeos cardiotônicos

Utilizou-se 2,0 mL de extrato vegetal, e em seguida adicionou-se 3,0 mL de solução de acetato de chumbo a 10% e 2,0 mL de água destilada. A solução foi agitada por 5 minutos.

Cumarinas

Em uma placa de Petri adicionou-se 2 mL de extrato vegetal e 2 mL de hidróxido de sódio (NaOH) foi agitada por 5 minutos. E após o tempo decorrido, observou-se a reação da mistura.

Flavonoides

Esta pesquisa baseia-se na modificação da estrutura do flavonoide em presença de ácido. Em uma placa com 2,0 mL do extrato vegetal, adicionou-se duas gotas de acetato de chumbo a 10%. Foi agitada por aproximadamente 5 minutos.

Taninos

Em uma placa de Petri com 2,0 mL do extrato vegetal foi adicionado 10 mL de água destilada e agitou-se a mistura. Em seguida, foi feita a filtração sendo adicionadas duas gotas de solução de cloreto férrico a 10%. Novamente, realizou-se a agitação da mistura.

Saponinas

Neste ensaio, utilizou-se 2,0 mL do extrato vegetal, em seguida adicionou-se 5,0 mL de água destilada e agitou-se a mistura por 5 minutos, após isso, a mistura ficou em repouso por 10 minutos.

Triterpenos

Neste ensaio, adicionou-se 2,0 mL do extrato vegetal em uma placa de Petri, e adicionou-se 5,0 mL de clorofórmio, agitou-se a mistura por 5 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado positivo da identificação de classes de metabólitos secundários das partes aéreas de *P. aduncum* foram alcalóides em um reagente (Dragendorff), glicosídeos cardiotônicos no reagente (Baljet), triterpenos nos reagentes (Liebermann-Buchard, Salkowski), cumarinas no reagente (hidróxido de sódio), flavonoides no reagente (acetato de chumbo), saponinas com presença de espuma e sendo negativo os taninos (Tabela 1).

Tabela 1 - Reconhecimento de metabólitos secundários no extrato metanólico de *P. aduncum*

Metabólitos Secundários	Presença/Ausência	Coloração
Alcalóides	Presença	Laranja
Glicosídeos cardiotônicos	Presença	Laranja
Cumarinas	Presença	Amarela
Flavonoides	Presença	Precipitado
Taninos	Ausência	Amarelo
Saponinas	Presença	Formação de espuma
Triterpenos	Presença	Verde

Nesta perspectiva, conhecer quais metabólitos estão presentes nas plantas, seja de origem primária ou secundária, torna-se importante para a produção de novos medicamentos com finalidade terapêutica eficaz e acessível. Os metabólitos secundários são compostos químicos produzidos pelas plantas que não são essenciais para o seu crescimento e

desenvolvimento, mas que desempenham um papel importante na defesa contra pragas e patógenos (Bittencourt *et al.*, 2018). Enquanto para *P. tuberculatum* observou-se a presença de alcalóides, flavonóides, glicosídeos cardiotônicos, e saponinas e ausência para taninos, cumarinas e triterpenos (Tabela 2).

Tabela 2 - Reconhecimento de metabólitos secundários no extrato metanólico de *P. tuberculatum*

Metabólitos Secundários	Presença/Ausência	Coloração
Alcalóides	Presença	Laranja
Glicosídeos cardiotônicos	Presença	Vermelho
Cumarinas	Ausência	Sem fluorescência
Flavonoides	Presença	Vermelho
Taninos	Ausência	Amarelo
Saponinas	Presença	Formação de espuma
Triterpenos	Ausência	Amarelo

Os metabolismos das plantas são influenciados pelo ambiente, além de outros fatores que podem alterar os resultados do teste de reconhecimento de metabolismo secundários, como as técnicas de coleta da planta, por isso a mesma planta pode apresentar resultados divergentes (Lima; Silva, 2016). Os metabólitos secundários são essenciais para a proteção das plantas (Pinto *et al.*, 2016), também desenvolvem papel importante como medicamentos e na farmacologia. Por outro lado, os metabólitos secundários e suas propriedades terapêuticas também são consideradas importantes na preservação e conservação da floresta.

A rica biodiversidade da região amazônica tem atraído significativamente a atenção de pesquisadores, com foco na importância da conservação de espécies e na identificação precisa para prevenir a exploração, isso é especialmente relevante no contexto da transformação industrial, onde o potencial de exploração econômica da biodiversidade é alto (Diniz *et al.*, 2019). A ampla variedade de produtos florestais não madeireiros da região, como exsudatos de espécies de árvores, também oferece oportunidades para o desenvolvimento econômico sustentável (Medeiros; Oliveira, 2022). No entanto, a ocupação rápida e descontrolada da Amazônia tem levantado preocupações sobre a conservação de seus recursos genéticos, destacando a necessidade métodos adequados de conservação (Paiva, 1994). A seguir são apresentados as descrições dos metabólitos secundários encontrados.

Alcaloides

A atividade farmacológica dos alcaloides se confunde com a própria história do homem. Ao longo dos anos acumularam-se muitos conhecimentos sobre esses compostos, principalmente através de tentativa e erro, superstição, religião e por fim, métodos científicos modernos, como por exemplo, o isolamento de alcaloides com atividade antineoplásica (Marques; Lopes, 2015).

Os alcaloides são compostos orgânicos heterocíclicos, que possuem um ou mais nitrogênios em seu esqueleto carbônico. Originados predominantemente de fontes vegetais, esses compostos desempenham um papel significativo na fabricação de medicamentos naturais (Gonçalves; Lima, 2016). Em vista disso, as propriedades farmacológicas são de suma importância na vida humana, uma vez que possuem efeitos fisiológicos em seres humanos e animais, na qual suas propriedades medicinais são muito utilizadas tradicionalmente na medicina.

Partindo desta perspectiva, com base nos testes

realizados para alcaloides, observou-se que estes mostraram-se positivos nos extratos de *P. aduncum* e *P. tuberculatum* nas amostras realizadas quando utilizados os reativos de Dragendorff, caracterizados pelo aparecimento da cor laranja. Assim, considerou-se positivo quando foi observado formação de precipitado.

Com efeito, cientistas sustentam a hipótese de que a existência de alcaloides nas plantas e na pele de certos anfíbios desempenha múltiplos papéis, incluindo mecanismo de defesa contra predadores, reserva de energia, proteção contra a intensidade dos raios UV, agente de desintoxicação e participação na biossíntese de biomoléculas essenciais, como aminoácidos e proteínas (Gonçalves; Lima, 2016).

Glicosídeos cardiotônicos

A Floresta Amazônica Brasileira, até pela sua riqueza e diversidade biológica, pode oferecer a oportunidade para descobertas de inovadoras e eficientes moléculas com potencial de uso, em larga escala. O interesse em metabólitos secundários tem crescido muito nos últimos anos, devido à sua ampla utilização como matéria-prima na preparação de substâncias com atividade biológica. Especificamente em relação às plantas amazônicas produtoras de óleos essenciais e extratos vegetais (Barbosa *et al.*, 2017).

Os glicosídeos cardiotônicos são uma classe de compostos químicos resultantes da ligação de moléculas, sendo os glicosídeos também referidos como "heterosídeos". Essas substâncias desempenham funções significativas nos organismos vivos e têm relevância terapêutica, sendo encontradas em plantas medicinais, especificamente em cardiotônicos. (Gonçalves; Lima, 2016). Partindo deste pressuposto, através dos testes realizados para glicosídeos cardiotônicos, observou-se que estes mostraram-se positivos nos extratos de *P. aduncum* e *P. tuberculatum* nas amostras realizadas quando utilizadas a solução de acetato de chumbo a 10% e H₂O destilada. Em suma, após agitação conforme descrito na metodologia e acréscimo de 10 mL de clorofórmio a 5% e agitação, notou-se o aparecimento da cor laranja. Assim, considerou-se positivo quando foi observado formação de precipitado.

Cumarinas

As cumarinas representam uma classe significativa de metabólitos secundários encontrados de maneira abrangente no reino vegetal. Elas se apresentam em várias partes das

plantas, incluindo raízes, flores e frutos. Além de apresentar um grande potencial medicinal e cosmético.

As cumarinas compreendem uma importante classe de metabólitos secundários amplamente distribuídos no reino vegetal, sendo encontradas em diversas partes de plantas, tanto em raízes como em flores e frutos (Franco *et al.*, 2021). As cumarinas são conhecidas por exibirem uma variedade de atividades farmacológicas, bioquímicas e terapêuticas, que dependem de padrões de substituição em sua estrutura.

A formação das cumarinas ocorre a partir do ácido cinâmico por meio do ciclismo da cadeia lateral do ácido o-cumárico. O termo "cumarina" tem origem no caribenho "cumaru", que é o nome popular da planta *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., também conhecido como fava-tonka. Essa planta é encontrada no norte do Brasil, e suas sementes contêm uma quantidade significativa de cumarina, geralmente variando de 1% a 3% (Kloss *et al.*, 2016).

De acordo com os estudos de Franco et al. (2021), as cumarinas são produtos naturais caracterizados como 2H-cromen-2-ona, segundo a IUPAC nomenclatura, amplamente distribuída em plantas, bem como em espécies de fungos e bactérias. Hoje em dia, muitos procedimentos sintéticos permitem a descoberta de cumarinas com espaço químico expandido.

Os compostos cumarínicos apresentam um aroma distintivo, sendo que alguns deles são empregados como agentes aromatizantes na produção industrial de alimentos, na fabricação de produtos de limpeza para uso doméstico e industrial, além de serem usados como coadjuvantes em cosméticos e na fabricação de medicamentos com propriedades anticoagulantes (Silva; Peixoto, 2013).

Flavonoides

Os flavonoides podem ser divididos em seis subtipos principais, que incluem chalcona, flavonas, isoflavonoides, flavanones, anthoxanthins e anticianinas. Muitas destas moléculas, particularmente os anthoxanthins causam a cor amarela de algumas pétalas, quando as anticianinas forem frequentemente responsáveis para a cor vermelha dos botões e a cor roxo, vermelha das folhas de outono (Kloss *et al.*, 2016).

Ainda sobre os estudos de Coutinho et al. (2009), na triagem da ação anti-inflamatória são utilizados diversos métodos *in vitro* e *in vivo*. Os ensaios *in vitro* são realizados em cultura de células e objetivam verificar se o flavonoide é capaz de reduzir ou até mesmo inibir a formação de

mediadores.

Já nos estudos de Flambó (2013), citam que as principais causas associadas às diversas atividades biológicas dos flavonoides são a capacidade destes compostos em modular a atividade enzimática e influência de sistemas biológicos. A capacidade dos flavonoides em atuar como modificadores naturais de respostas biológicas destaca-se como um ponto crucial. Portanto, é fundamental que a pesquisa nessas atividades persista, uma vez que os estudos mencionados ofereçam potenciais novas áreas terapêuticas.

Taninos

Os compostos taninos desempenham um papel crucial na manifestação da adstringência em diversos frutos e produtos vegetais. A adstringência se manifesta pela especificação das glicoproteínas salivares, resultando na diminuição do transporte (Bruneton, 2001).

Os taninos dividem-se em duas categorias: taninos hidrolisáveis, manifestando-se na coloração de fluorescência azul e taninos condensados, apresentando coloração verde. De acordo com Lima; Silva (2016), os taninos condensados presentes nas folhas e frutos do extrato etanólico de *E. uniflora* são comuns em diversos vegetais, sendo identificados em diferentes partes, como raízes, casca, folhas, frutos, sementes e seiva. Os taninos hidrolisáveis contêm um grupo poliol central, geralmente constituído por β -D-glicose, além de ácido químico, outros fenóis e diferentes glicosídeos, também apresentam hidroxilas esterificadas pelo ácido gálico na parte fenólica (Khanbabae; Ree, 2001).

Essa abordagem fundamenta-se na redução de Fe, que indica o poder redutor. Compostos fenólicos, como os taninos, demonstram a habilidade de reduzir o Fe, originando um complexo colorido composto por Fe. Conforme afirma Mello et al. (2001), esses compostos são suscetíveis à oxidação, seja por meio de enzimas vegetais específicas ou pela presença de metais, como o cloreto férrico, resultando no escurecimento de suas soluções.

Saponinas

As saponinas é uma substância conhecida por sua característica marcante, como sua a função emulsificante, são compostos provenientes do metabolismo secundário das plantas, associado ao sistema de defesa. Elas estão presentes nos tecidos mais suscetíveis ao ataque de fungos, bactérias ou insetos predatórios (Wina *et al.*, 2005).

Para o teste de saponinas, a partir do extrato

etanólico das folhas de *Piper aduncum*, teve resultado positivo, identificada a presença de saponinas, havendo formação de espumas. Dessa forma, as saponinas em solução aquosa formam espumas estáveis. Essas ações derivam da presença de uma porção lipofílica chamada aglicona ou sapogenina em sua estrutura, e uma porção hidrofílica composta por um ou mais açúcares (Mello *et al.*, 2001).

Triterpenos

Os triterpenos são substâncias amplamente distribuídas na natureza, especialmente no reino vegetal, e fazem parte de uma categoria de compostos químicos denominada terpenoides (terpenos). De acordo com Dewick (2002), esses compostos são todos resultantes da ligação de unidades de isopreno (C₅H₈), que se agrupam para formar cadeias mais extensas. Entretanto, sua estrutura química é caracterizada por triterpenos de 30 carbonos, com um núcleo triterpênico como aglicona, ou esteroides derivados do ciclopentanoperidrofenantreno, também chamado de núcleo esteroide (Fernandes *et al.*, 2019).

No caso da categoria de metabólitos secundários conhecida como triterpenos, ao empregar o reagente de Liebermann-Buchard e o reagente de Salkowski, observou-se um resultado positivo na amostra pelo surgimento e estabilidade de coloração levemente amarelada na solução pela reação de Liebermann-Burchard, mantendo-se estável e sem alterações.

Os compostos presentes nos triterpenos são de suma importância e desempenham papel de comunicação que atuam na proteção de diversas espécies de plantas. Roberts (2007), corrobora que os terpenos constituem uma ampla classe de produtos naturais, que possuem muitas funções no reino vegetal e na saúde humana.

CONCLUSÕES

Com base na realização dos testes fitoquímicos, observou-se a presença de metabólitos secundários de *P. aduncum* e *P. tuberculatum*, concluindo-se que estes são de grande relevância para estudos científicos, pois contribui para o conhecimento científico e destaca o potencial dessa planta na indústria farmacêutica e na pesquisa biotecnológica. Essa diversidade química é característica de muitas plantas medicinais, contribuindo para suas propriedades farmacológicas. Na qual, podem incluir para o desenvolvimento de medicamentos ou produtos naturais para tratar condições específicas, como infecções, inflamações ou doenças degenerativas.

Ressalta-se a importância crucial da preservação da biodiversidade amazônica, incluindo a conservação das espécies vegetais. A pesquisa científica sobre plantas medicinais da Amazônia não só contribui para o desenvolvimento sustentável da região, mas também promove o uso racional dos recursos naturais, gerando renda para as comunidades locais, demandando investigações mais aprofundadas em estudos futuros.

Dessa maneira, os resultados desse estudo nos fazem refletir sobre a importância das pesquisas dentro das comunidades, seja por meio das universidades ou empresas privadas ou públicas, correlacionando as diferentes formas de conhecimentos, de forma interdisciplinar, em busca de dar um retorno positivo, tanto em volta da economia, como educação, saúde e meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo apoio financeiro, ao Instituto Federal de Rondônia (IFRO), por sua contribuição valiosa na aquisição dos reagentes utilizados para os testes fitoquímicos, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) e ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'saber AN. Domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. Instituto de Geografia/USP. 1977.
- Albiero AL. Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper crassinervium* H.B.&K. (Piperaceae). Acta Botânica Brasilica, v.19, p.305-312, 2005.
<https://doi.org/10.1590/S0102-695X2006000300016>
- Alves EP, Lima RF, Almeida CM, Freires IA, Rosalen PL, Ruiz ALTG, Granville-Garcia AF, Godoy GP, Pereira JV, Costa EMMB. Antimicrobial and antiproliferative activity of *Bauhinia forficata* link and *Cnidioscolus Quercifolius* extracts commonly used in folk medicine. The Journal of Contemporary Dental Practice, v. 18, n. 8, p. 635-640, 2017.
- Barbosa HM, Albino AM, Cavalcante FS, Lima RA. Abordagem fitoquímica de metabólitos secundários em *Solanum acanthodes* (Solanaceae) Hook. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v. 4, n. 1, 2017.
- Bittencourt CB, Pinto JC, Silva JO, Santos JO, Andrade IM. Prospecção tecnológica de alcaloides usados como via alternativa no tratamento do câncer. Revista GEINTEC, v.8, n.4, p.4620-4631, 2018.
<https://doi.org/10.7198/S2237-0722201500030006>
- Bruneton J. Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia. AS/Espanha: Ed. Acribia, p.594, 2001.

- Chahal JR, Kandale RO, Kandale A, Walia A, Puri S. Introdução, fitoquímica, usos tradicionais e atividade biológica do gênero *Piper*: uma revisão. International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research, v.2, n.2, p.130-144, 2011.
- Coutinho MAS, Muzitano MF, Costa SS. Flavonoides: Potenciais Agentes Terapêuticos para o Processo Inflamatório. Revista Virtual de Química, v.1, n.3, p.241-256, 2009.
- Dewick PM. Medicinal natural products: a biosynthetic approach. John Wiley & Sons Ltd, 2. ed, p.168 e 212, 2002.
- Diniz MB, Diniz MJT, Ferreira AL, Barrios MLC, Lima EBF. Região amazônica: biodiversidade e possibilidades de transformação industrial. Cadernos CEPEC, v.6, p.1-6, 2019.
- Fernandes BF, Gonçalves HR, Guimarães MR, Alves AA, Bieski IGC. Estudo etnofarmacológico das plantas medicinais com presença de saponinas e sua importância medicinal. Revista da Saúde da AJES, v.5, n.9, p.16-22, 2019.
- Ferreira LV, Venticinque E, Almeida SMB. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. Estudos Avançados, v.19, p.157-166, 2005.
<https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000100010>
- Flambó DFALP. Atividades biológicas dos flavonoides: Atividade antimicrobiana. 2013. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013.
- Franco DP, Pereira TM, Vitória F, Nadura NF, Lacerda RB, Kummerle AE. A importância das cumarinas para a química medicinal e o desenvolvimento de compostos bioativos nos últimos anos. Química Nova, v.44, n.2, p.180-197, 2021.
<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170654>
- Gonçalves APS, Lima RA. Identificação das classes de metabólitos secundários do extrato etanólico de *Piper tuberculatum* Jacq. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v. 3, n. 2, p.100-109, 2016.
- Guimarães EF, Giordano LCDS. Piperaceae do Nordeste brasileiro I: estado do Ceará. Rodriguésia, v.55, p.21-46, 2004.
<https://doi.org/10.1590/2175-78602004558402>
- Igliori DC. Economia espacial do desenvolvimento e da conservação ambiental: uma análise sobre o uso da terra na Amazônia. Ciência e Cultura, v.58, n.1, p.29-33, 2006.
- Khanbabaee K, Ree T. Tannins: Classification and Definition. Natural Product. Reports, v.18, n.6, p.641-649, 2001.
- Kloss LC, Albino AM, Souza RG, Lima RA. Identificação de classes de metabólitos secundários do extrato etanólico de *Piper umbellatum* L.(Piperaceae). South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v.3, n.2, p.2446-4821, 2016.
- Lima IEO, Nascimento LAM, Silva MS. Comercialização de plantas medicinais no município de Arapiraca-AL. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.18,n.2, p.462- 472, 2016.
https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_201
- Lima RA, Silva AC. Identificação das classes de metabólitos secundários no extrato etanólico dos frutos e folhas de *Eugenia uniflora* L. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v.20, n.1, p.381-388, 2016.
<https://doi.org/105902/2236117019537>
- Marques JP, Lopes GC. Alcaloides como agentes antitumorais: considerações químicas e biológicas. Uningá Review, v.24, n.1, p.56-61, 2015.
- Medeiros TKA, Oliveira WLH. Exsudatos de espécies arbóreas amazônicas: diversidade e potencialidades. Research, Society and Development, v.11, n.6, e43811629318-e43811629318, 2022.
- Mello JCP, Santos SC. Taninos. In: Simões CM, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 3.ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/Ed.UFSC, Cap. 24, p.517-543, 2001.
- Oliveira AKM, Pauliquevis CF, Matias R, Silva PG, Zanella DFP, Roel AR, Porto KR. Efeito larvicida do extrato etanólico de *Piper umbellatum* sobre o mosquito *Aedes aegypti*. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v.8, n.1, p.84-101, 2021.
- Oliveira FADS, Oliveira MG, Oliveira DSS, Santos APDA, Oliveira AN, Oliveira JA, Oliveira M, Freitas EM, Medeiros PSDMD, Teles CBG, Facundo VA. Atividades Antiplasmodial e Antileishmania de Compostos de *Piper tuberculatum* Jacq Fruits. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.51, p.382-386, 2018.
<https://doi.org/10.1590/0037-8682-0309-2017>
- Paiva, JRD. Conservação *ex situ* de recursos genéticos de plantas na região tropical úmida. Acta Amazonica, v.24, n.1/2, p.63-80, 1994.
<https://doi.org/10.1590/1809-43921994242080>
- Pinto EG, Lima RA, Lana AJ. Estudo fitoquímico do extrato etanólico de *Piper tuberculatum* Jacq. sobre cepas de *Escherichia coli in vitro*. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v.3, n.2, p.27-36, 2016.
- Radi PA, Terrones MGH. Metabólitos secundários de plantas medicinais. Revista Brasileira de Farmácia, v. 20, n. 2, p. p18-22, 2007.
- Roberts SC. Production and engineering of terpenoids in plant cell culture. Nature Chemical Biology, n.3, 387, 2007.
<https://doi.org/10.1038/nchembio.2007.8>
- Salehi B, Zakaria ZA, Gyawali R, Ibrahim SA, Rajkovic J, Shinwari ZK, Khan T, Sharifi-rad J, Ozleyen A, Turkdonmez E, Valussi M, Tumer TB, Fidalgo LM, Martorell M, Setzer WN. *Piper* Species: A Comprehensive Review on Their Phytochemistry, Biological Activities and Applications. Molecules, n. 24, p. 2-118, 2019.
<https://doi.org/10.3390/molecules24071364>
- Silva MA, Passarini GM, Martinez LN, Facundo VA, Teles CGB, Kuehn CC. Chemical constituents and bioactivities of essential oils from plants of the genus *Piper* L. (Piperaceae): a review. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v.6, n.2, p.776-817, 2020.

- Silva RSG, Peixoto JC. Acantáceas do bioma cerrado: identificação dos fitoquímicos das folhas da espécie *Justicia thunbergioides* (Lindau) Leonard (Acanthaceae) ocorrente no Parque Estadual Serra dos Pireneus, Pirenópolis, GO. *Fronteira - Revista do Mestrado Multidisciplinar em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente*, v.2, n.1, p.16-27, 2013.
<https://doi.org/10.21664/2238-8869.2013v2i1.p16-27>
- Soares-Filho BS, Nepstad DC, Curran L, Cerqueira GC, Garcia RA, Ramos CA, Voel E, Mcdonald A, Lefebvre P, Schlesinger P, Mcgrath D. Cenários de desmatamento para a Amazônia. *Estudos Avançados*, v.19, n.54, 137-152, 2005.
<https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000200008>
- Wanke S, Jaramilo MA, Borsch T, Samain ME, Quandt D, Neinhuis C. Evolution of Piperales-matK gene and trnK intron sequence data reveal lineage specific resolution contrast. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v.42, n.2, p.477-497, 2007.
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.07.007>
- Wina E, Muetzel S, Becker K. The impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant productions: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.53, p.8093-8105, 2005.
<https://doi.org/10.1021/jf048053d>