

Composição Química em Espécies do Gênero *Marcetia* DC. (Melastomataceae)

Chemical Composition in Species of the Genus *Marcetia* DC. (Melastomataceae)

Joelma de Oliveira Cruz,^{a,*} Jamilly Bianca Santana da Horta Rocha,^b Andrea Karla Almeida dos Santos,^b Mariluze Peixoto Cruz^b

^aUniversidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Departamento de Genética, Av. Bandeirantes 3900, Vila Monte Alegre, CEP 14049-900, Ribeirão Preto-SP, Brasil.

^bUniversidade Federal da Bahia, Campus Anísio Teixeira, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Rua Rio de Contas 58, Quadra 17, Lote 58, Bairro Candeias, CEP 45055-090, Vitória da Conquista-BA, Brasil.

*E-mail: joelmaoliveira20@gmail.com

Recebido em: 14 de Dezembro de 2020

Aceito em: 20 de Setembro de 2021

Publicado online: 14 de Fevereiro de 2022

Melastomataceae has several compounds known for their biological effects and chemotaxonomic importance. *Marcetia* DC. (Melastomataceae) is a genus with 30 species but only three of these have been used in phytochemical studies, but without any chemotaxonomic study. Here we characterize the chemical composition of seven taxa of the genus and test the potential of these compounds as taxonomic markers and toxicity against *Artemia salina* Leach. Ethanol extracts were prepared, partitions were made in hexane and dichloromethane. As a result, polyphenols, alkaloids, steroids, saponins, and flavonoids were identified, with 52 compounds in the hexane fraction and 61 in the dichloromethane fraction. The chromatographic pattern revealed greater similarity between the preferred groups and distinction between species. Three species tested showed high toxicity in the assay with *A. salina* (LC₅₀ for the species was 75.35 µg.mL⁻¹ for *M. velutina*, 10.07 µg.mL⁻¹ for *M. grandiflora*, and 7.31 µg.mL⁻¹ for *M. macrophylla*). We suggest that *Marcetia* constitutes a genus with a rich phytochemical profile with bioactive compounds and the set of some of the compounds seems to have taxonomic importance in the genus.

Keywords: Secondary metabolites; chemotaxonomy; bioactivity; flora of Bahia; *Artemia salina* Leach

1. Introdução

Ao longo da história evolutiva, diferentes linhagens de plantas desenvolveram a capacidade de sintetizar metabólitos secundários como uma estratégia que garantiu o sucesso do grupo no ambiente. Tais metabólitos apresentam estruturas químicas e atividades biológicas distintas, bem como derivam de diferentes vias bioquímicas, as quais podem produzir moléculas com grande diversidade de esqueletos e grupos funcionais.² Estes representados, geralmente, por terpenos, óleos essenciais, resinas, alcaloides, taninos, compostos polifenólicos, ácidos graxos e pigmentos.³

Para além do difundido uso na área farmacêutica, esses compostos vêm ganhando visibilidade e importância devido ao grande potencial de aplicação em áreas como agroquímica, medicina e na botânica.⁴⁻⁶ Neste último caso, estudos em sistemática e taxonomia vegetal tem demonstrado, por exemplo, que alguns metabólitos secundários surgiram num dado momento da história evolutiva de uma família ou gênero de plantas e as relações evolutivas nesses grupos podem ser melhor compreendidas a partir da análise dos dados químicos micromoleculares.⁷ Combinando os usuais dados de DNA das filogenias com dados de marcadores químicos pode-se ter uma ferramenta de bioprospecção de plantas medicinais.^{8,9}

O Brasil possui uma flora rica e diversa que inclui espécies raras e endêmicas que são encontradas em seus mais diversos domínios fitogeográficos.¹⁰ Conhecer o potencial da nossa biodiversidade deve ser uma busca constante. Na flora brasileira, Melastomataceae é a sexta família mais rica em espécies, são 1554 das quais 952 endêmicas e no mundo a família está representada por cerca de 4960 espécies, distribuídas em 188 gêneros com distribuição Pantropical.^{11,12}

A grande diversidade de compostos químicos em Melastomataceae tem sido relatada para vários gêneros da família e com diferentes focos, os quais incluem desde estudos sobre efeitos biológicos até a análises taxonômicas.¹³⁻²¹

Afim de conhecer um pouco mais sobre o perfil químico das Melastomataceae, foi selecionado para este trabalho o gênero *Marcetia* DC., o qual apresenta 30 espécies das quais cerca de 90% destas encontradas na Bahia, principalmente nas áreas montanhosas da Chapada Diamantina, Bahia em formações conhecidas como “campos rupestres”.^{22,23}

Morfologicamente *Marcetia* é caracterizado pela presença de folhas sem pontuações glandulares, flores tetrâmeras, estames subisomorfos ou isomorfos, conectivo dorsalmente espessado, curto ou prolongado abaixo das tecas.²⁴

Para este gênero, apenas dois trabalhos foram realizados com extratos de plantas, sendo que um deles foi voltado para analisar os efeitos biológicos de algumas espécies de interesse médico ou o efeito como bloqueador solar.^{25,26}

Ensaio de letalidade frente a *Artemia salina* Leach é realizado para avaliar o potencial tóxico de extratos e substâncias isoladas, por ser um método relativamente simples, com a capacidade de gerar informações de grande utilidade de forma rápida, econômica e com reprodutibilidade. É extensamente utilizada na linha de pesquisa de produtos naturais, sendo observada sua aplicabilidade em áreas como síntese de medicamentos, farmacologia, neurologia, química, meio ambiente, ecologia, screening biológico e outros.²⁷

O foco do nosso trabalho foi investigar a composição química de espécies do gênero *Marcetia* e a toxicidade frente a *Artemia salina*, a fim de contribuir com a disponibilização de dados fitoquímicos que possam ser usados como marcadores quimiotaxonômicos do gênero ou da família, bem como na investigação de compostos bioativos.

2. Parte Experimental

2.1. Escolha da amostra

A amostragem foi baseada em sete táxons do gênero *Marcetia* escolhidos a partir do posicionamento dos mesmos na filogenia molecular, anteriormente proposta (Fig. 1S).²⁸ Foram selecionados táxons de três diferentes clados da filogenia do gênero. Seis táxons pertencentes a dois clados cujos táxons eram mais relacionados entre si, um grupo com as espécies *M. macrophylla* Markgraf. e *M. velutina* Markgr. e o outro grupo formado por *M. nummularia* Markgr., *M. aff. nummularia*, *M. grandiflora* Markgr.

Além desses dois grupos, foi incluída uma espécie mais distante filogeneticamente das demais espécies amostradas (*M. ericoides* (Spreng.) O.Berg ex Cogn.) e pertencente a um terceiro clado da filogenia.

2.2. Coleta e processamento das amostras

O material botânico foi coletado em populações naturais em municípios da Chapada Diamantina, Bahia (Tabela 1). Com as coordenadas dos locais de coleta das populações foi gerado um mapa no programa QGis, em que são destacados os municípios, para visualização da distribuição geográfica dos táxons amostrados.²⁹ Na Figura 1, cada município em que foram realizadas as coletas é evidenciado pelos pontos amarelos sobre a coloração preta (Cadeia do Espinhaço) no estado da Bahia.

Foram selecionados ramos de indivíduos aparentemente saudáveis de todos os táxons, sendo *M. nummularia* e *M. aff. nummularia* coletadas em de Rio de Contas; *M. ericoides*, *M. grandiflora* e *M. velutina*, em Piatã; além de *M. macrophylla* e uma outra população de *M. velutina* coletados em Mucugê e um material testemunho para cada táxon foi coletado segundo as normas usuais de coleta botânica³⁰ e depositados no Herbário Mongoyós (HVC).

Após coletados, e identificados, os materiais foram levados aos laboratórios do campus Anísio Teixeira da Universidade Federal da Bahia, Instituto Multidisciplinar em Saúde, em Vitória da Conquista (BA) para processamento. Os materiais foram secos à sombra em temperatura ambiente. O peso de folha seca de cada táxon variou de 90-510 g; sendo *M. aff. nummularia* (90 g), *M. ericoides* (100 g), *M. velutina* - Piatã (145 g), *M. grandiflora* (245 g), *M. velutina* - Mucugê (230 g), *M. nummularia* (300 g), *M. macrophylla* (510 g). Em seguida, foram maceradas em etanol 95% por 7 dias em temperatura ambiente. Os extratos foram dissolvidos em H₂O:EtOH 1:1 e particionados com hexano seguido de diclorometano e concentrados em evaporador rotativo para obtenção das frações.

Tabela 1. Espécies do gênero *Marcetia* coletadas na Chapada Diamantina, Bahia e utilizadas no presente estudo

Espécies	Município	Localidade	Localização	Voucher
<i>M. nummularia</i>	Rio de Contas	Pico das Almas	S 13°31'36,4" W 41°57'59,8"	AKAS1322
<i>M. aff. nummularia</i>	Rio de Contas	Trilha do Pico das Almas	S 13°30'53,4" W 41°56'54,7"	AKAS1320
<i>M. ericoides</i>	Piatã	Serra de Santana	S 13°09'04,4" W 0,41°45'50,4	AKAS1420
<i>M. grandiflora</i>	Piatã	Serra de Santana	S 13°09'04,4" W 0,41°45'50,4	AKAS1416
<i>M. velutina</i>	Piatã	Serra de Santana	S 13°09'04,4" W 0,41°45'50,4	AKAS1415
<i>M. macrophylla</i>	Mucugê	Estrada para Igatu	S 12°53' 46,7" W 41°18' 41,8"	AKAS1282
<i>M. velutina</i>	Mucugê	Estrada para Igatu	S 12°53' 58,3" W 41°18' 39,9"	AKAS1283

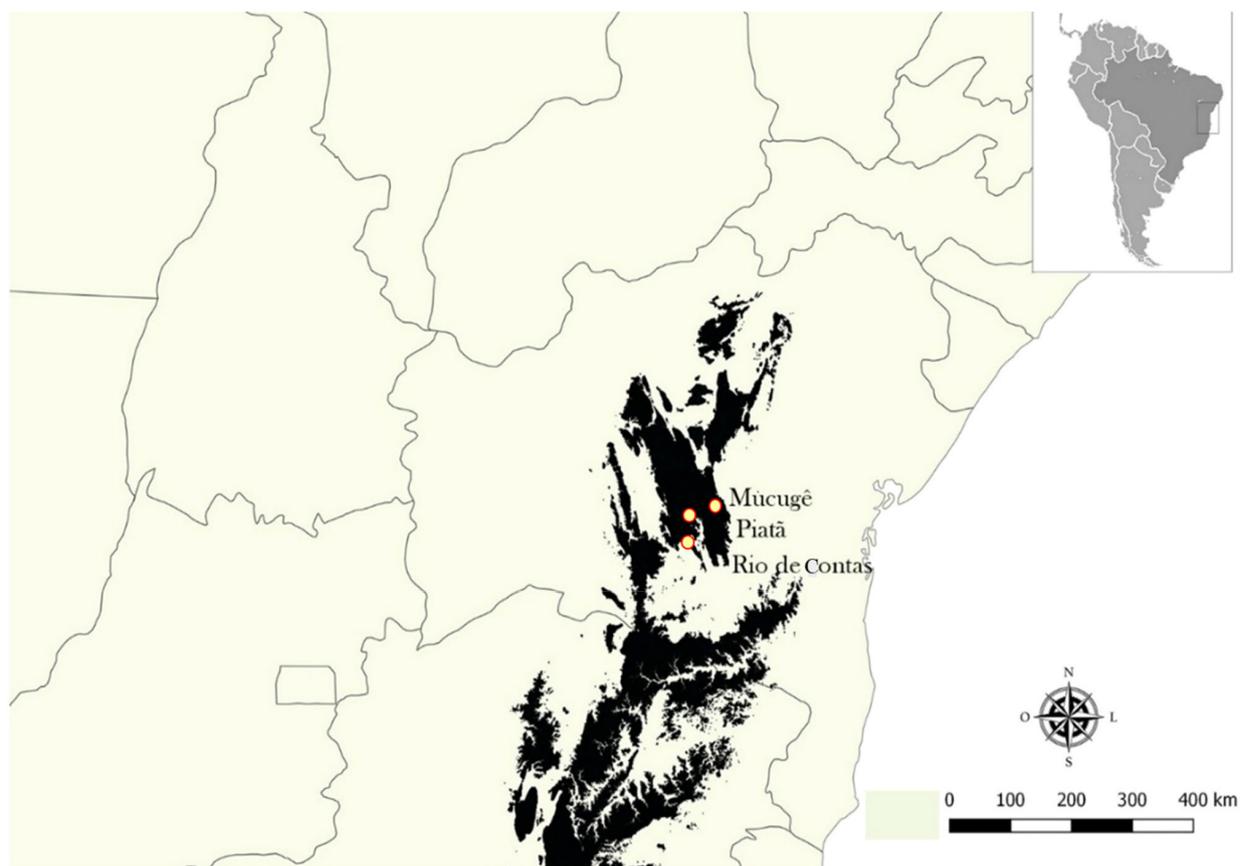


Figura 1. Mapa de localização dos municípios onde foram coletadas as populações de *Marcetia* utilizadas no estudo)

2.3. Análise qualitativa do perfil químico por CCD

Os extratos etanólicos e frações solúveis em hexano e diclorometano estudados foram avaliados por métodos qualitativos quanto à presença de alguns grupos de metabólitos especiais como polifenóis, saponinas, flavonoides, ácidos fenólicos, esteroides e alcaloides, como descrito na Tabela 2. A análise foi realizada através de cromatografia em camada delgada (CCD) utilizando placas pré-preparadas 20x20 de gel de sílica 60 F254 da Merck (0,25 mm de sílica gel com indicador de fluorescência UV254), os solventes empregados no preparo dos extratos e frações e nas eluições em CCD foram etanol, acetato de etila, diclorometano, hexano e metanol de grau analítico das marcas, Impex[®], Dinâmica[®], Synth[®] e Vetec[®] e as fases móveis usadas foram misturas de EtOAc:MeOH:H₂O (4:1:2)

para o extrato etanólico, Hex:EtOAc (4:1) para a fração solúvel em hexano e Hex:EtOAc (3:2) para a fração solúvel em diclorometano.

2.4. CG-EM

Os extratos brutos antes de serem analisados por cromatografia gasosa, foram submetidos a derivatização por siliilação. Para esta reação foram pesados 3 mg da amostra em vial, onde foram diluídos em 60 µL de piridina. A esta solução foram adicionados 100 µL da mistura reacional de N,O-Bis(trimetilsilil)trifluoroacetamida (BSTFA) contendo 1% de trimetilclorosilano (TMCS) (Sigma-Aldrich[®]). Essa mistura foi aquecida a 70 °C por 30 minutos e 1 µL da mistura foi injetado no CG-EM. Foi utilizado CG-EM (QP2010SE -GC2010 Plus) da marca Shimadzu[®] usando

Tabela 2. Análise das classes de compostos do extrato etanólico e frações solúveis em hexano e diclorometano de espécies do gênero *Marcetia*

Classe de compostos	Reveladores
Polifenóis	solução aquosa ferrocianeto de potássio 1%: cloreto de ferro 2% (1:1)
Saponinas	ácido sulfúrico concentrado em etanol a 5% (v/v) aquecido a 110 °C
Flavonoides	cloreto de alumínio em etanol a 1% (m/v)
Ácidos fenólicos	cloreto de alumínio em etanol a 1% (m/v) e luz UV (366 nm)
Esteroides	reagente de Liebermann-Burchard aquecido a 110 °C
Alcaloides	reagente de Wagner

coluna capilar de sílica fundida Rtx-5MS (30 m; 0,25 mm de diâmetro interno; filme de 0,25 µm) e hélio como gás de arraste. A temperatura empregada no injetor, detector e interface do sistema CG-EM foi de 290 °C. A temperatura inicial da análise foi de 80 °C por 5 min, aumentando a 285 °C na razão de 4 °C/min. A temperatura final permaneceu em 285 °C por 40 minutos.

Para a análise das frações, não houve derivatização e a metodologia aplicada ao CG-EM foi de temperatura no injetor, detector e interface do sistema CG-EM foi 280 °C. A temperatura inicial da análise foi de 190 °C por 5 min, aumentando a 280 °C na razão de 5 °C/min. A temperatura final permaneceu em 280 °C por 10 minutos. O detector de massas operou com ionização por impacto de elétrons (70 eV) e varredura de massas entre o intervalo de 30 a 600 Da. A identificação dos compostos foi realizada por meio da comparação dos espectros de massas das amostras, com aqueles existentes no banco de dados do aparelho e comparação com a literatura (NIST 08, FFNSC1.3 e WILEY8).

2.5. Toxicidade sobre *Artemia salina*

Os ensaios foram realizados seguindo a metodologia de Meyer adaptada, onde cistos de *Artemia salina* eclodidos, na forma de náuplios (n=10), em solução aquosa de sal marinho (3,84 g/L), 30 °C, sob iluminação artificial, foram incubados em solução salina dos extratos etanólicos de espécimes de *M. velutina*, *M. grandiflora* e *M. macrophylla* com 1% DMSO (v/v), em concentrações de 200, 100, 50, 25 e 12,5 µg.mL⁻¹, usando como controle negativo solução salina a 1% DMSO.³¹ Os testes foram realizados em triplicatas. Após 24 horas, foi feita contagem de microcrustáceos vivos e os dados foram utilizados para a construção de uma curva no programa Excel (versão 2010, Windows). A partir da equação da reta, foi calculada a Concentração Letal Média (CL₅₀) para cada extrato como parâmetro de avaliação da atividade biológica e considerou-se baixa toxicidade quando a CL₅₀ foi superior a 500 µg.mL⁻¹; moderada para CL₅₀ entre 100 a 500 µg.mL⁻¹ e muito tóxico quando a CL₅₀ foi inferior 100 µg.mL⁻¹.³²

3. Resultados

3.1. Perfil micromolecular

No presente estudo foram preparados os extratos dos sete táxons analisados e a partir desses foram obtidas duas frações (hexano e diclorometano), estes foram então juntamente com o extrato bruto utilizado para as análises CCD e CG-EM. Na Tabela 3 pode ser observada a ampla distribuição de quatro dos cinco grupos químicos investigados nas espécies analisadas. Nota-se principalmente a presença de esteroides que foram observados tanto no extrato bruto quanto nas frações.

3.2. CG-EM

Tendo em vista os resultados de CCD, os dados obtidos nas análises do CG-EM da fração em hexano evidenciaram a presença de grande número de compostos, somando-se um total de 52 para as diferentes espécies de interesse no estudo (Tab. 1S). Os compostos encontrados podem ser incluídos em várias classes químicas como, carboidratos, esteróis, ácidos, álcoois, hidrocarbonetos e terpenos. Na Figura 2 pode ser observado pelo perfil cromatográfico, a presença de mesmos compostos, confirmando a semelhança entre elas.

A fração diclorometano apresentou um total de 61 compostos. Destes, boa parte também foi encontrada na fração hexano, assim como também foi observado a presença de compostos exclusivos dessa fração (Tab. 2S), como a presença de flavonoides. Ainda nesta fração, apesar da frequência de ocorrência dos compostos, pode ser notada uma maior diferença no perfil cromatográfico das espécies quando comparadas com a fração anterior (Figura 3).

As análises por CG-EM foram capazes de identificar uma vasta gama de compostos tanto nas frações em hexano quanto em diclorometano. Esses compostos são ácidos graxos, ésteres de etila e metila, álcoois, hidrocarbonetos, terpenoides e flavonoides. Desses compostos, alguns não foram possíveis de serem identificados devido ao padrão

Tabela 3. Ensaios qualitativos para prospecção fitoquímica dos extratos etanólicos

Classe química	Polifenóis	Flavonoides	Alcaloides	Saponinas	Esteroides	Ácidos Fenólicos
Espécies	Bruto/Hex/Dic	Bruto/Hex/Dic	Bruto/Hex/Dic	Bruto/Hex/Dic	Bruto/Hex/Dic	Bruto/Hex/Dic
MVM	+/-	+/+	+/-	-/+	+/+	-/-
MVP	+/-	+/+	+/-	+/+	+/+	-/-
MMM	+/+	+/+	+/-	-/+	+/+	-/-
MGP	+/+	+/+	-/+	+/+	+/+	-/-
MEP	+/+	-/+	+/+	+/+	+/+	-/-
MaNRC	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-
MNRC	+/+	+/+	+/-	-/+	+/+	-/-

(-) não detectado; (+) detectado; (Hex) Hexano; (Dic) Diclorometano; (MVM) *M. velutina* - Mucugê; (MVP) *M. velutina* - Piatã; (MMM) *M. macrophylla* - Mucugê; (MGP) *M. grandiflora* - Piatã; (MEP) *Marcetia ericoides* - Piatã; (MaNRC) *M. aff. nummularia* - Rio de Contas; (MNRC) *M. nummularia* - Rio de Contas

Fração Hexano

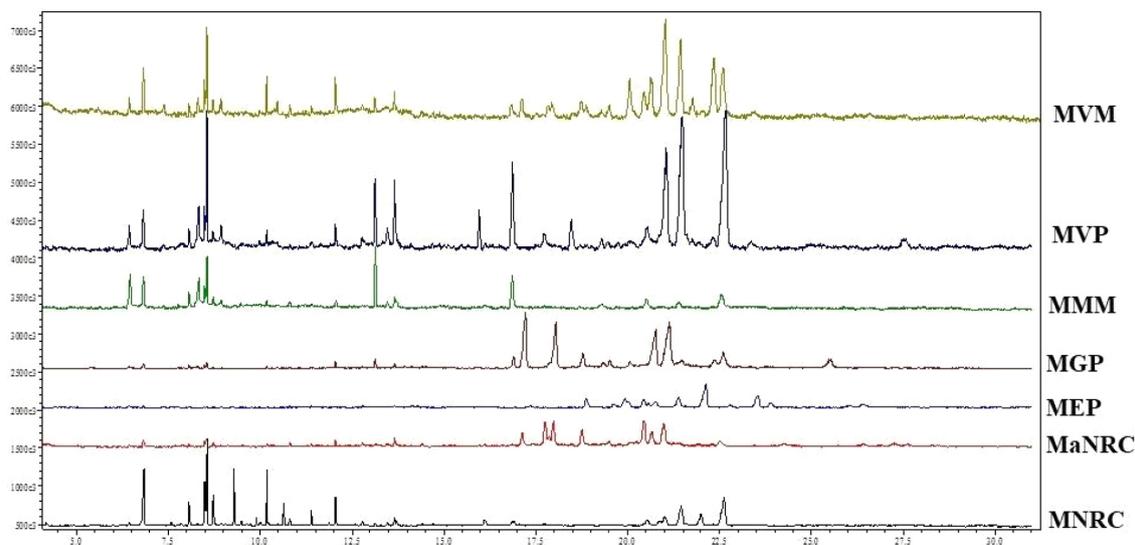


Figura 2. Cromatogramas obtidos da fração solúvel em hexano de *Marctia nummularia* - Rio de contas (MNRC), *M. aff. nummularia* - Rio de Contas (MaNRC), *M. ericoides* - Piatã (MEP), *M. grandiflora* - Piatã (MGP), *M. macrophylla* - Mucugê (MMM), *M. velutina* - Piatã (MVP) e *M. velutina* - Mucugê (MVM)

Fração Diclorometano

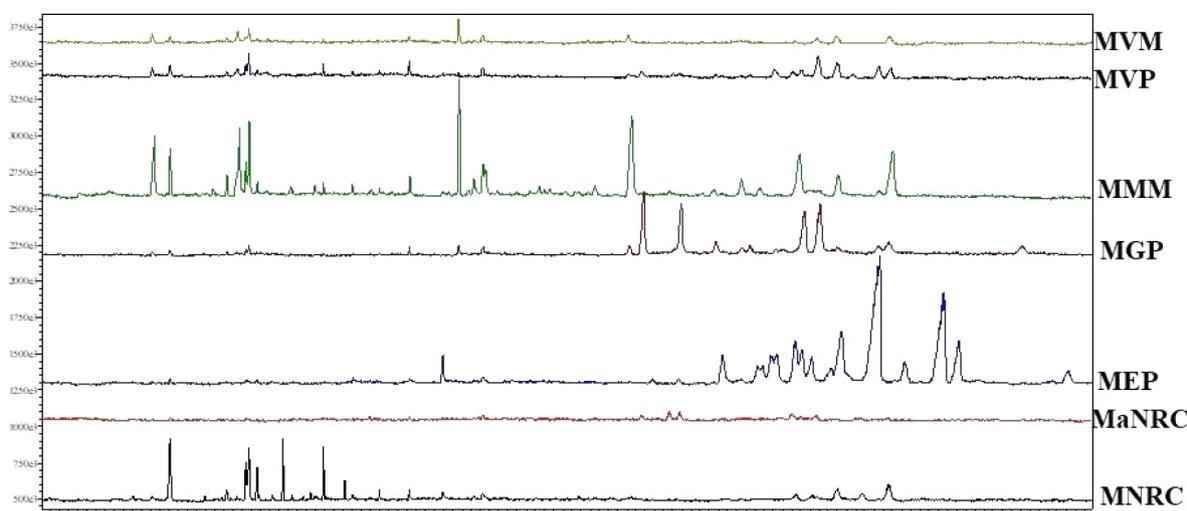


Figura 3. Cromatogramas obtidos da fração solúvel em diclorometano de *Marctia nummularia* - Rio de contas (MNRC), *M. aff. nummularia* - Rio de Contas (MaNRC), *M. ericoides* - Piatã (MEP), *M. grandiflora* - Piatã (MGP), *M. macrophylla* - Mucugê (MMM), *M. velutina* - Piatã (MVP) e *M. velutina* - Mucugê (MVM)

de fragmentação serem incompatíveis com os dados disponíveis na biblioteca para comparação. No total foram encontradas cinco substâncias não identificadas na fração hexano e sete na fração diclorometano, desses o composto do tempo de retenção 13.650 min se repetiu para todos os táxons em ambas as frações. Também foram encontradas substâncias que pelo padrão de fragmentação só foi possível determinar sua classe química. Na fração hexano foram encontrados doze compostos classificados apenas como terpeno e na fração diclorometano somou-se um total de 13 compostos e pelos tempos de retenção foi possível observar que estes compostos são exclusivos para cada fração. Na

fração diclorometano foram observados três compostos da classe flavonoides, porém não foi possível a identificação exata destes.

3.3. Afinidades taxonômicas x perfil fitoquímico

Comparando a detecção ou não das classes químicas em cada espécie, é possível verificar que os esteroides e os ácidos fenólicos não contribuem para reconhecer relações de afinidade entre os táxons (uma vez que não variou entre as espécies). Já os resultados observados para os polifenóis ressaltaram uma particularidade na fração Hexano para a

espécie *M. velutina*, que foi diferente de todas as outras, mesmo quando se compara populações de localidades diferentes. O padrão observado nos flavonoides para as espécies *M. velutina*, *M. macrophylla* e *M. grandiflora* corrobora o posicionamento delas no mesmo clado na filogenia. Para os alcaloides e saponinas, aparentemente não há um padrão comum com os cladogramas da filogenia.

Na análise das imagens dos cromatogramas de ambas as frações, é possível observar padrões que diferenciam as espécies. Ao observar as figuras 2 e 3, percebe-se que as diferentes populações de *M. velutina* (MVM e MVP) apresentam o mesmo padrão cromatográfico evidenciando, portanto, que se trata da mesma espécie, ao passo que todas as outras amostras (de espécies diferentes) apresentam padrões cromatográficos bem distintos entre si, evidenciando que se tratam de espécies distintas.

3.4. Toxicidade sobre *Artemia salina*

Com base no ensaio para verificação da toxicidade do extrato etanólico de *M. velutina*, *M. grandiflora* e *M. macrophylla* frente a *A. salina* houve um alto índice de mortalidade dos microcrustáceos, e o resultado de CL_{50} encontrado para as espécies foi de $75,35 \mu\text{g.mL}^{-1}$ para *M. velutina*, $10,07 \mu\text{g.mL}^{-1}$ para *M. grandiflora* e $7,31 \mu\text{g.mL}^{-1}$ para *M. macrophylla*, sendo considerados muito tóxico.

4. Discussão

A análise em CCD para os sete táxons aqui estudados mostrou um grande potencial químico no gênero, uma vez que apresentou a maioria das classes de compostos analisados nesta triagem, com destaque para o grupo dos esteroides que foram observados em todos os táxons e em todas as frações dos extratos, sendo que a presença das demais classes químicas estudadas não ocorreu em todas as frações. Os maiores constituintes da família estão entre os terpenoides, fenóis simples, quinonas, lignanas e glicosídeos, assim como também uma vasta variedade de taninos hidrolisáveis e alguns flavonoides e antocianinas.³³ Ácidos fenólicos não foram observados em nenhuma das espécies analisadas, porém a presença destes ácidos já foi referida para a família.¹⁶

A presença de saponinas foi algo claramente observado durante a partição dos extratos devido a formação de espuma que acabou dificultando a separação de fases pelos solventes utilizados. Na família, estas saponinas também já foram evidenciadas em *Osbeckia stellata* Buch.-Ham. ex D. Don.³⁴ Saponinas são caracterizadas pelas propriedades tensoativas e pela capacidade de formação de complexos com proteínas e fosfolipídios em membranas celulares.³⁵ Alcaloides, assim como encontrados em nosso estudo, foram também registrados para *Melastoma malabathricum* L.³⁶ Dessa forma a triagem por CCD das classes de compostos

químicos presentes em *Marcetia* corrobora em sua maioria os dados existentes na literatura para outros gêneros da mesma família e funciona como um parâmetro inicial para posterior análise mais específica do perfil fitoquímico de extratos vegetais.

As espécies do gênero *Marcetia* aqui estudadas apresentam uma grande variedade de compostos químicos que puderam ser identificados por CG-EM. O grande percentual destes compostos pode estar diretamente relacionado com a presença de muitos tricomas existentes nas espécies do gênero. É predominante no gênero espécies que apresentam tricomas glandulares, característica esta que pode ser influenciada pelo ambiente, uma vez que a grande diversidade de espécies de *Marcetia* se encontra em ambientes de intensa exposição solar e alguns compostos conferem proteção contra insolação ou mesmo contra a herbivoria.³⁷ Os estudos já realizados demonstram que existe uma ligação direta e funcional entre a radiação UV e o estresse hídrico no desenvolvimento e ativação de tricomas.³⁸ Dos táxons aqui estudados, *M. ericoides* foi a espécie que apresentou o menor número de compostos, 12 na fração hexano e 19 na fração diclorometano, e isso pode ser justificado pela ausência de tricomas glandulares nas faces adaxial e abaxial das folhas dessa espécie e apenas presença de tricomas tectores na nervura central.³⁷

4.1. Terpenoides

Dos compostos identificados apenas um pode ser classificado como diterpeno, o composto fitol, foi encontrado em quatro dos sete táxons estudados, e ausente nos táxons *M. aff. numularia* (Rio de Contas), *M. velutina* (Piatã) e *M. ericoides* (Piatã). Nos estudos encontrados sobre a composição química da família até o presente momento só há relato de dois diterpenos labdanos em *Microlicia hatschbachii* Wurdack, aos quais foram atribuídos atividade antimicrobiana contra bactérias gram positivas e negativas.¹⁸

Triterpenos são compostos amplamente distribuídos no reino vegetal apresentando uma grande diversidade tanto com relação ao seu esqueleto quanto a funcionalização que é predominantemente oxigenada.³⁹ Os triterpenos polinasterol, esqualeno, olean-3-ona, olean-12-en-3-ona, lupeol, lupenona, cicloartenol, cicloartano-3-25-diol, lanosterol, friedelina e lanosta-8,24-dien-3-ona foram encontrados nos táxons estudados o que é coerente com o perfil descrito para alguns gêneros da família. Para as espécies *M. taxifolia* (A.St-Hil.) DC., *M. macrophylla* e *M. canescens* Naud. realizaram a análise por CG-EM e constatou a presença de triterpenos que não foram identificados.²⁵

Quando se trata de outros gêneros dessa família há relatos de triterpenos no gênero *Miconia* Aubl., entre eles α β -amirina, α β -amirina acetato, lupeol, friedelina, ácido ursólico e ácido oleanoico, estes dois últimos com comprovada atividade contra microrganismos resistentes a antibióticos e contra a forma tripomastigota de *Trypanosoma cruzi*.⁴⁰⁻⁴³

Os fitoesteróis (ostreasterol, estigmasterol, gama-sitosterol, obtusifoliol, 24-metilenocicloartanol, alfa-tocoferol, cholest-7-en-3-ol, 6-metilcolest-5-en-3-ol, 14-metilergosta-8,24(28)-dien-3-ol, gama-sitosterol e lanosta-8,24-dien-3-ona) foram encontrados nos sete táxons estudados, sendo o primeiro registro para o gênero, mas um resultado esperado quando se observa o perfil químico geral da família. Em estudo com seis espécies de *Miconia*, observaram a presença dessa classe de composto.⁴⁰ Em *Osbeckia stellata* Buch.-Ham. ex Ker Gawl. também foi relatada a presença destes.³⁴

4.2. Flavonoides

Flavonoides são compostos do metabolismo secundário conhecidos pela sua ampla distribuição no reino vegetal e sua ação em processos biológicos, especialmente antioxidantes, antimicrobiano e atividade fotoprotetora.⁴⁴ Eles foram encontrados em dois dos sete táxons estudados, *M. grandiflora* e *M. ericoides*. Na família Melastomataceae tem sido recorrente relatos da presença desses compostos. Na análise com *Miconia*, foram identificados 11 compostos, dentre estes foram identificados os flavonoides derivados de kampeferol, apigenina e quercitina.⁴⁵ Em um outro estudo com a espécie *M. alypifolia* Naud. os flavonoides derivados dos mesmos compostos já citados foram isolados e a eles foi associada atividade antioxidante assim como também um possível valor taxonômico.⁴⁶ A maioria dos estudos envolvendo membros dessa família é relacionada aos efeitos biológicos de seus compostos, em *M. prasina* foram isolados os flavonoides, flavanona glicosídica miconiosídeo C, 7-O-β-D-apiofuranosil-(1→6)-β-D-glicopiranosilmatteucinol, miconiosídeo B, matteucinol, farrerol e desmetoximatteucinol, para estes compostos foi testada a capacidade de inibição de receptores canabidioides e apresentaram uma inibição fraca, em torno de 30% para o receptor CB2.⁴⁷

4.3. Quimiotaxonomia

O grupo dos flavonoides também já foi relatado na literatura em Melastomataceae como comprovado marcador taxonômico. O principal trabalho realizado para os gêneros *Microlicia* D. Don, *Lavoisiera* DC. e *Trembleya* DC., os autores encontraram 116 diferentes estruturas, sendo que destas 69 foram flavonoides e 47 glicosídeos de flavona, as espécies desses três gêneros foram caracterizadas de acordo com esses compostos e a partir daí foi realizado um agrupamento que determinou as afinidades das espécies analisadas e foi possível o reconhecimento, com base no perfil químico dos gêneros *Lavoisiera* e *Microlicia*.¹³ Posteriormente foram isolados 17 flavonoides das folhas de espécies do gênero *Huberia* e para estas foi observada uma correlação da presença de alguns flavonoides com a distribuição geográfica das populações, além disso foi determinada a afinidade entre as espécies baseada na

distribuição desses flavonoides.¹⁴ Outros estudos também sugerem que os flavonoides encontrados em *Miconia alypifolia* são semelhantes aos encontrados em *Lavoisiera* e *Microlicia* e, portanto, com valor taxonômico.⁴⁶

Para o grupo de espécies de *Marcetia* aqui investigado, os compostos voláteis tanto da fração hexano quanto diclorometano (ácidos graxos, ésteres de etila e metila, álcoois, hidrocarbonetos, terpenoides e flavonoides) apontam para um reconhecimento das espécies a partir desses compostos e possivelmente os polifenóis e os flavonoides são os mais promissores, corroborando, portanto, a importância dos flavonoides na taxonomia da família.^{13,14,46}

4.4. Bioatividade

Conforme já referido, *Marcetia* não se encontrava bem representada e caracterizada quanto à sua composição química. Até o presente momento as únicas espécies do gênero que foram estudadas são, *M. canescens*, *M. taxifolia* e *M. macrophylla*. Os flavonoides quercetina e flavonoides totais foram quantificados no extrato etanólico de *M. taxifolia* onde também foi avaliado a atividade fotoprotetora contra radiação UV-A e UV-B *in vitro* visando a possibilidade do desenvolvimento de um protetor solar a base deste.²⁶ Outro estudo que analisou estas três espécies concomitantemente, buscou verificar a atividade antimicrobiana destas frente a bactérias e leveduras.²⁵ Foram identificados os flavonoides glicosilados naringina, hesperidina e rutina, um flavonoide polihidroxilado quercetina, e o flavonoide polimetoxilado calicopterina, sendo que os flavonoides polimetoxilados foram identificados em *M. taxifolia*, e os flavonoides glicosilados foram identificados para as espécies *M. canescens* e *M. macrophylla* e os extratos de ambas as espécies mostrou atividade antimicrobiana e antimicótica.²⁵

O ensaio de toxicidade em *Artemia salina* é amplamente utilizado na área de Produtos Naturais, sendo um teste de baixo custo, rápido e confiável que permite a detecção de possíveis componentes com potencial bioatividade.⁵⁰ Em estudos anteriores já foi observada a toxicidade de espécies da família Melastomataceae frente à *A. salina*.²⁰⁻²¹ Alta toxicidade foi detectada para o extrato de *Miconia alborufescens* Naud. que apresentou CL₅₀ 61,6 µg mL⁻¹.²⁰ Enquanto a espécie *Pleroma granulatum* (Desr.) D. Don demonstrou atividade tóxica com DL₅₀ < 1000 µg mL⁻¹ em fração diclorometânica e hidroalcoólica. A espécie *Miconia ferruginata* DC. mostrou-se ativa contra *A. salina* em extrato etanólico e frações hexânica, diclorometânica e em acetato de etila.²¹ Os resultados obtidos no ensaio uma alta toxicidade dos extratos testados, uma vez que todos apresentaram CL₅₀ << 100 µg mL⁻¹. A toxicidade com *A. salina* mostra boa correlação com atividades antitumoral, inseticida^{48,50}, anti-*Trypanosoma cruzi*⁵⁰, antibacteriana⁵⁰ e antifúngica⁵⁰ substâncias com CL₅₀ < 103 µg mL⁻¹, o que mostra que espécies de *Marcetia* podem apresentar um potencial biológico a ser explorado.

5. Conclusão

Em suma, o presente estudo apresenta um panorama dos vários compostos químicos que podem ser encontrados nas espécies de *Marcetia* que foram analisadas. Esses compostos podem futuramente ser estudados pelas diversas áreas de interesse, tais como a investigação na sistemática e taxonomia do grupo, adicionalmente também na prospecção dos compostos de interesse na área médica e cosmética, por exemplo, além do grande potencial sugerido devido a alta toxicidade no ensaio usando *A. salina*. Diante da grande quantidade de compostos encontrados nessa pequena amostra, ressaltamos a importância da realização de incentivar e viabilizar mais estudos com as espécies da flora nativa do Brasil, com o objetivo de conhecer o potencial e melhor utilizar o nosso patrimônio biológico.

Agradecimentos

As autoras agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo financiamento da pesquisa (recursos do edital PPP 0038/2011); ao IMS/CAT/UFBA, pela disponibilidade dos laboratórios de Botânica e Química orgânica, onde a pesquisa foi desenvolvida; a A.F.P. Machado pelo apoio logístico em campo e na elaboração do mapa de distribuição; B. O. Moreira e A.F.P. Machado pela leitura e considerações da primeira versão deste artigo a A. P. G. Oliveira pela edição do *graphical abstract*.

Referências Bibliográficas

- Sampaio, B. L.; Edrada-Ebel, R.; Costa, F.B. Effect of the environment on the secondary metabolic profile of *Tithonia diversifolia*: a model for environmental metabolomics of plants. *Sci Reports*. **2016**, *6*, 1. [Crossref] [PubMed]
- Rodrigues, D. A.; Pereira, G. A. M.; Silva, A. A.; Santos, M. H.; Demuner, A. J.; Oliveira, P. M. Phytochemical profile of pasture weeds from the Brazilian cerrado. *Planta Daninha* **2019**, *37*. [Crossref]
- Wink, M. Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). *South African Journal of Botany* **2013**, *89*, 164. [Crossref]
- Youkparigha, F. O.; Nyananyo, B. L.; Oyedeji, A. A. Phytochemical and anti-nutritional potentials of leaves and stem-bark of *Cathormion altissimum* (Hook.f.) Hutch. & Dandy. *Biotechnol Res* **2019**, *5*, 5. [Link]
- Ma, Z. F.; Ahmad, J.; Zhang, H.; Khan, I.; Muhammad, S. Evaluation of phytochemical and medicinal properties of *Moringa* (*Moringa oleifera*) as a potential functional food. *South African Journal of Botany* **2018**. [Crossref]
- ageshwari.; Pandey, V. N. Phytochemical and therapeutic potential of bioenergetic plant: *Trapa bispinosa* Roxb. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. **2019**, *9*, 111. [Crossref]
- Wink, M. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*. **2003**, *64*, 3. [Crossref] [PubMed]
- Saslis-Lagoudakis, C. H.; Savolainen, V.; Williamson, E. M.; Forest, F.; Wagstaff, S. J.; Baral, S. R.; Watson, M. F.; Pendry, C.A.; Hawkins, J.A. Phylogenies reveal predictive power of traditional medicine in bioprospecting. *PNAS*. **2012**, *25*, 109, 15835. [Crossref] [PubMed]
- Rønsted, N.; Symonds, M. R. E.; Birkholm, T.; Christensen, S. B.; Meerow, A. W.; Molander, M.; Mølgaard, P.; Petersen, G.; Rasmussen, N.; van Staden, J.; Stafford, G. I.; Jäger, A. K. Can phylogeny predict chemical diversity and potential medicinal activity of plants? A case study of Amaryllidaceae. *BMC Evolutionary Biology*. **2012**, *12*, 182. [Crossref] [PubMed]
- Ferreira, M. C.; Cantrell, C. L.; Duke, S. O.; Rosa, L. H. New pesticidal diterpenoids from *Vellozia gigantea* (Velloziaceae), an endemic neotropical plant living in the endangered Brazilian biome rupestrian grasslands. *Molecules*. **2017**, *22*, 175. [Crossref] [PubMed]
- Flora do Brasil. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB161>>. Acesso em: 06 julho. 2020
- Angiosperm Phylogeny Website. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>. Acesso em: 06 julho. 2020
- Bomfim-Patricio, M.; Salatino, A.; Martins, A. B.; Wurdack, J. J.; Salatino, M. L. F. Flavonoids of *Lavoisiera*, *Microlicia* and *Trembleya* (Melastomataceae) and their taxonomic meaning. *Biochemical Systematics and Ecology* **2001**, *29*, 711. [Crossref] [PubMed]
- Mimura, M. R. M.; Salatino, A.; Salatino, M. L. F. Distribution of flavonoids and the taxonomy of *Huberia* (Melastomataceae). *Biochemical Systematics and Ecology* **2004**, *32*, 27. [Crossref]
- Isaza, J. H.; Veloza, L. A.; Guevara, C.; Ávila, Y. P.; Díaz, O. Estimación espectrofotométrica de fenoles totales en especies de la familia Melastomataceae. *Actual Biol* **2005**, *27*, 75. [Link]
- Rodrigues, J.; Michelin, D. C.; Rinaldo, D.; Zocolo, G. J.; Santos, L. C.; Vilegas, W.; Salgado, H. R. N. Antimicrobial activity of *Miconia* species (Melastomataceae). *Journal of Medicinal Food* **2008**, *11*, 120. [Crossref] [PubMed]
- Murugan, R.; Parimelazhagan, T. Study of anti-nociceptive, anti-inflammatory properties and phytochemical profiles of *Osbeckia parvifolia* Arn. (Melastomataceae). *Industrial Crops and Products* **2013**, *51*, 360. [Crossref]
- Cassiano, D. S. A.; Pacheco, A. G. M.; Da Costa, M. M.; Almeida, J. R. G. S.; Vieira, I. J. C.; Branco, A. Antimicrobial activity and chemical analysis of *Microlicia hatschbachii* Wurdack (Melastomataceae) extract. *Natural Product Research* **2014**, *28*, 333. [Crossref] [PubMed]
- Nono, R. N.; Baboni, L.; Teponno, R. B.; Quassinti, L.; Bramucci, M.; Vitali, L. A.; Petrelli, D.; Lupidi, G.; Tapondjou, A. L. Antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory activities and phytoconstituents of extracts from the roots of *Dissotis thollonii* Cogn. (Melastomataceae). *South African Journal of Botany* **2014**, *93*, 19. [Crossref]
- Bomfim, E. M. S.; Santos, T. G.; Carneiro, A. O. S.; Silva, M. C.; Marques, E. J.; Vale, V. L. C. Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activities and chemical profile of species of *Miconia* Ruiz & Pav., *Clidemia* D. Don and *Tibouchina* Aubl.

- (Melastomataceae). *Journal of Medicinal Plants Research* **2020**, *14*, 1. [Crossref]
21. Moreira, L. A. O. *Trabalho de Conclusão de Curso*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Brasil. 2013. [Link]
 22. Santos, A. K. A.; Martins, A. B.; Silva, T. R. S. Two New Species of *Marcetia* (Melastomataceae) from the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Systematic Botany* **2013**, *8*, 714. [Crossref]
 23. Santos, A.K.A. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB9646>>. Acesso em: 29 abril. 2020.
 24. Martins, A. B. *Tese de Doutorado*. Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 1989. [Link]
 25. Leite, T. C.; Sena, A. R.; Silva, T. R. S.; Santos, A. K. A.; Uetanabaro, A. P. T.; Branco, A. Antimicrobial activity of *Marcetia* DC species (Melastomataceae) and analysis of its flavonoids by reverse phase-high performance liquid chromatography coupled-diode array detector. *Pharmacogn Mag* **2012**, *8*, 209. [Crossref] [PubMed]
 26. Costa, S. C. C.; Detoni, C. B.; Branco, C. R. C.; Botura, M. B.; Branco, A. In vitro photoprotective effects of *Marcetia taxifolia* ethanolic extract and its potential for sunscreen formulations. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* **2015**, *25*, 413. [Crossref]
 27. Maia, A. B.; Do Nascimento, A. R. A.; Vidal, Y. P.; Cavalcante, R. F.; Resumo do II colóquio de estudos ambientais do bioma da Caatinga, Quixadá, Brasil. 2018. [Link]
 28. Santos, A. K. A. Estudos filogenéticos e biosistemáticos no gênero *Marcetia* DC. *Tese de doutorado*. Pós-graduação em Botânica Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil. 2009.
 29. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em março. 2016.
 30. Peixoto, A.L. & Maia, L.C. (Orgs.). *Manual de procedimentos para Herbários*. Recife: Editora UFPE, 2013. [Link]
 31. Meyer, B. N.; Ferrigini, N. R.; Putnan, J. E.; Jacobsen, L. B.; Nichols, D. E.; McLaughlin, J. L. Brine Shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. *Planta Med.* **1982**, *45*, 31. [Crossref] [PubMed]
 32. Araújo, M. G. F.; Cunha, W. R.; Veneziani, R. C. S. Estudo fitoquímico preliminar e bioensaio toxicológico frente a larvas de *Artemia salina* Leach. de extrato obtido de frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hill (Solanaceae). *Revista de Ciências Farmaceuticas Basica e Aplicada.* **2010**, *31*, 205. [Link]
 33. Serna, D. M. O.; Martinez, J. H. I. Phenolics and polyphenolics from Melastomataceae species. *Molecules* **2015**, *20*, 17818. [Crossref] [PubMed]
 34. Das, S.; Coku, A. Antimicrobial and antioxidant activities of *Osbeckia stellata* Buch.-Ham. Ex D. Don (Melastomataceae) prevalent of Darjeeling Hills. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* **2013**, *5*, 2, 0–3. [Link]
 35. Santos, H. L. L. R.; Souza, N.; Macedo, N. R.; Ramos, J. P. S.; Dias Júnior, A. F.; Nascimento, A. Phytochemical analysis of extracts from the Atlantic forest wood species. *Floresta e Ambiente* **2019**, *26*, 1. [Crossref]
 36. Susanti, D.; Sirat, H. M.; Ahmad, F.; Ali, R. M. Bioactive constituents from the leaves of *Melastoma malabathricum* L. *Jurnal Ilmiah Farmasi* **2008**, *5*, 1. [Link]
 37. Lima, M. O. Caracterização micromorfológica das espécies de *Marcetia* DC. (Melastomataceae) *Monografia*. Universidade Federal da Bahia, Vitória da Conquista, Brasil. 2014.
 38. Gitz, D. C.; Liu-Gitz, L. How do UV photomorphogenic responses confer water stress tolerance. *Photochemistry and Photobiology* **2003**, *78*, 529. [Crossref] [PubMed]
 39. Sasaki, C. M. *Tese de doutorado*. Universidade Federal do Paraná, Brasil. 2008. [Link]
 40. Crevelin, E. J.; Turatti, I. C. C.; Crotti, A. E. M.; Veneziane, R. C. S.; Lopes, J. L. C.; Lopes, N. P.; Cunha, W. R. Identification of biologically active triterpenes and sterols present in hexane extracts from *Miconia* species using high-resolution gas chromatography. *Biomedical Chromatography* **2006**, *20*, 827. [Crossref] [PubMed]
 41. Cunha, W. R.; Martins, M.; Ferreira, D. S.; Crotti, A. E. M.; Lopes, N. P.; Albuquerque, S. 2003. In Vitro trypanocidal activity of triterpenes from *Miconia* species. *Planta Medica* **2003**, *69*, 470. [Crossref] [PubMed]
 42. Cunha, W. R.; De Matos, G. X.; Sousa, M. G. M.; Tozari, M. G.; Silva, M. L. A.; Martins, C. H. G.; Silva, R.; Da Silva Filho, A. A. Evaluation of the antibacterial activity of the methylene chloride extract of *Miconia ligustroides*, isolated triterpene acids, and ursolic acid derivatives. *Pharmaceutical biology* **2010**, *48*, 166. [Crossref] [PubMed]
 43. Ferreira, D. S.; Esperandim, V. R.; Marçal, M. G.; Neres, N. B. R.; Cunha, N. L.; Silva, M. L. A.; Cunha W. R. Natural products and chagas' disease: the action of triterpenes acids isolated from *Miconia* species. *Universitas Scientiarum* **2013**, *18*, 243. [Crossref]
 44. Lacombe, A.; Wu, V. C. H.; Tyler, S.; Edwards, K. Antimicrobial action of the American cranberry constituents; phenolics, anthocyanins, and organic acids, against *Escherichia coli* O157:H7. *International Journal of Food Microbiology* **2010**, *139*, 102. [Crossref] [PubMed]
 45. Rodrigues, J.; Rinaldo, D.; Silva, M. A.; Santos, L. C.; Vilegas, W. Secondary metabolites of *Miconia rubiginosa*. *Journal of medicinal food* **2011**, *14*, 834. [Crossref] [PubMed]
 46. Mancini, E.; Martino, L. DE; Belisario, M. A.; Feo, V. D. E. Flavonoids of *Miconia Alypifolia* and their antioxidant activity. *Pharmacology online* **2008**, *2*, 452. [Link]
 47. Tarawneh, A. H.; León, F.; Ibrahim, M. A.; Pettaway, S.; Mccurdy, C. R.; Cutler, S. J. Flavanones from *Miconia prasina*. *Phytochemistry Letters* **2014**, *7*, 130. [Crossref] [PubMed]
 48. McLaughlin, J. L.; Rogers, L. L.; Anderson, J. E. The use of biological assays to evaluate botanicals. *Drug Inf. J.* **1998**, *32*, 513. [Crossref]
 49. Alves, T. M. D.; Silva, A. F.; Brandão, M.; Grandi, T. S. M.; Smânia, E. F. A.; Smânia, A.; Zani, C. L. Biological screening of brazilian medicinal plants. *Mem Inst Oswaldo Cruz* **2000**, *95*, 367. [Crossref] [PubMed]
 50. Lima, C. M. P.; Soares, R. P. F.; Bastos, I. V. G. A.; Granjeiro, A. R. S.; Gurgel, A. P. A. D.; Silva, A. C. P.; Silva, J. G.; Oliveira, R. A. G.; Souza, I. A. Avaliação da toxicidade aguda do extrato das cascas de *Pithecellobium cochliocarpum* (Gomez) Macbr. *Rev. Bras. Pl. Med.* **2014**, *16*, 832. [Crossref]