UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

JÉSSICA JULIANE FURTADO SANTOS

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE DAS ESPÉCIES VEGETAIS *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. E *Baccharis crispa* Spreng.

RIO DE JANEIRO
2026

JÉSSICA JULIANE FURTADO SANTOS

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE DAS ESPÉCIES VEGETAIS *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. E *Baccharis crispa* Spreng.

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito para obtenção do título de Doutora em Alimentos e Nutrição.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Felipe Alves Moreira

Rio de Janeiro
2026

Santos, Jéssica Juliane Furtado
S194 Caracterização química e avaliação da bioatividade das espécies vegetais Kalanchoe pinnata (Lam.) Pers. e Baccharis crispa Spreng. / Jéssica Juliane Furtado Santos. -- Rio de Janeiro : UNIRIO, 2026.
129 f.

Orientador: Ricardo Felipe Alves Moreira.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, 2026.

1. Fitoterapia. 2. Bioatividade. 3. Fitoquímica. I. Moreira, Ricardo Felipe Alves, orient. II. Título.

UNIRIO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

JÉSSICA JULIANE FURTADO SANTOS

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE DAS ESPÉCIES VEGETAIS *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. E *Baccharis crispa* Spreng.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito para obtenção do título de Doutora em Alimentos e Nutrição.

Aprovada em: 15/06/2026

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Ricardo Felipe Alves Moreira (Orientador e presidente da banca – PPGAN/UNIRIO)

Dra. Kheytiany Hellen da Silva Lopes (1ª examinadora) (Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG)

Dra. Érika Fraga de Souza (2ª examinadora) (EMBRAPA)

Dra. Simone Augusta Ribas (3ª examinadora) (PPGSAN/UNIRIO)

Dra. Cristina Yoshie Takeiti (4ª examinadora) (PPGAN/EMBRAPA)

RIO DE JANEIRO
2026

Documento assinado eletronicamente nos moldes do art. 10 da MP 2200/01 e Lei 14063/20
[Hash SHA256] 95fd5f410d48a6aa99aa12dad8c3c48d4f8b2b52198f2216119f599e2c38c629

ASTEN ASSINATURA

Datas e horários baseados em Brasília, Brasil
Sincronizado com o NTP.br e Observatório Nacional (ON) em
15/07/2026 às 07:27:34

ntp.br

Folha_assinaturas_banca_tese_Jéssica_PPGAN

Data e Hora da Criação: 13/07/2026 às 22:31:52

Documentos que originaram esse envelope:
- Folha_assinaturas_banca_tese_Jéssica_PPGAN.pdf (Arquivo PDF) - 1 página(s)

Hashs únicas referente à esse envelope de documentos

[SHA256]: 95fd5f410d48a6aa99aa12dad8c3c48d4f8b2b5215882216119f599e2c38c629
[SHA512]: 59603be61cbea4060862e0f22e987fd2503ef9b5beded3673255718406 3a5423fc314d2391eca9ebbb6c8d275221a7d999ee31778ebdaef7c616c5ed871650d

Lista de assinaturas solicitadas e associadas à esse envelope

ASSINADO - Ricardo Felipe Alves Moreira (ricardo.moreira@unirio.br)
Data/Hora: 13/07/2026 - 22:32:19, IP: 179.155.10.138
[SHA256]: bb186d4e16a05fb625681e10bec7e59a85c4efe77cc1be6327fcea16807de3d4
Assinatura Eletrônica Avançada (Conforme Lei nº 14.063/20, art. 4º, II)

Ricardo Felipe Alves Moreira

ASSINADO - Kheytiany Hellen da Silva Lopes (kheytianylopes@museu-goeldi.br)
Data/Hora: 14/07/2026 - 15:32:10, IP: 200.129.128.254
[SHA256]: abda871faf7f5f08a424c3d6495d5391e36c31333f000283314b576c55cc7120
Assinatura Eletrônica Avançada (Conforme Lei nº 14.063/20, art. 4º, II)

ASSINADO - Érika Fraga de Souza (erika.fraga@embrapa.br)
Data/Hora: 14/07/2026 - 16:23:20, IP: 200.143.246.150
[SHA256]: 9ae19a8f36fbe0013497a8bc6fc7b36833d0ad19341fd5673e7c547447a90630
Assinatura Eletrônica Avançada (Conforme Lei nº 14.063/20, art. 4º, II)

ASSINADO - Simone Augusta Ribas (simone.ribas@unirio.br)
Data/Hora: 14/07/2026 - 16:52:32, IP: 186.205.103.63
[SHA256]: 530132188646c5685ead82a0ebcb2451a8236e887040bcb485ba7fc5cfb1e6697
Assinatura Eletrônica Avançada (Conforme Lei nº 14.063/20, art. 4º, II)

ASSINADO - Cristina Yoshie Takeiti (cristina.takeiti@embrapa.br)
Data/Hora: 15/07/2026 - 07:27:34, IP: 179.178.240.46
[SHA256]: caf6ad2e4d21c2f32d033c37f11c0d80f55773d8569e086364d49a2e013b8fb4
Assinatura Eletrônica Avançada (Conforme Lei nº 14.063/20, art. 4º, II)

Histórico de eventos registrados neste envelope

15/07/2026 07:27:34 - Envelope finalizado por cristina.takeiti@embrapa.br, IP 179.178.240.46
15/07/2026 07:27:34 - Assinatura realizada por cristina.takeiti@embrapa.br, IP 179.178.240.46
15/07/2026 07:27:09 - Envelope visualizado por cristina.takeiti@embrapa.br, IP 179.178.240.46
14/07/2026 16:52:32 - Assinatura realizada por simone.ribas@unirio.br, IP 186.205.103.63
14/07/2026 16:23:20 - Assinatura realizada por erika.fraga@embrapa.br, IP 200.143.246.150
14/07/2026 16:23:10 - Envelope visualizado por erika.fraga@embrapa.br, IP 200.143.246.150
14/07/2026 15:32:10 - Assinatura realizada por kheytianylopes@museu-goeldi.br, IP 200.129.128.254
13/07/2026 22:32:19 - Assinatura realizada por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.155.10.138
13/07/2026 22:32:16 - Envelope visualizado por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.155.10.138
13/07/2026 22:32:09 - Envelope registrado na Blockchain por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.155.10.138
13/07/2026 22:32:08 - Envelope encaminhado para assinaturas por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.155.10.138
13/07/2026 22:31:52 - Envelope criado por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.155.10.138

ICP Brasil ITI

Documento assinado digitalmente em conformidade com o padrão ICP-Brasil e validado segundo as diretrizes do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI), em atendimento à Medida Provisória nº 2.200-2/2001 e à Lei nº 14.063/2020.

Os registros de assinatura presentes nesse documento pertencem única e exclusivamente a esse envelope.
Documento final gerado e certificado por **Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro**

Dedico este trabalho aos meus filhos, meus grandes amores.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora de Nazaré, por me proteger, fortalecer e guiar em todos os momentos da minha vida.

À CAPES, FAPERJ e CNPq pelo apoio financeiro.

À Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) por oportunizar o Curso de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição e contribuir para meu crescimento profissional.

Ao meu orientador, professor Ricardo, pelo aceite, pela orientação, pelos ensinamentos e por toda ajuda na construção deste trabalho.

Ao Laboratório de Avaliação da Composição e do Aroma de Produtos Alimentícios (LACAPA) da UNIRIO pela estrutura para realização dos experimentos.

Aos vendedores que forneceram as plantas medicinais do estudo, principalmente o Nilson, por sua ajuda e gentileza.

À Coordenação de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi, por possibilitar realização da secagem de amostras, e aos funcionários Mário e Delson pela ajuda.

Ao Pedro e a professora Márlia pelo auxílio durante a secagem e armazenamento de amostras.

Ao Laboratório de Alimentos Funcionais da UNIRIO e ao Matheus pela ajuda na realização de análise.

Aos colegas de laboratório: Kelly, João e Yago pela ajuda em análises e apresentação de trabalho.

Aos meus filhos amados: Alan e Lian, por serem a razão de tudo para mim e minha maior felicidade.

Ao meu esposo Paulo César, por todo amor, apoio, força, parceria, risadas e por tudo que faz por nós.

À minha mãe Maria, por todo apoio, incentivo e seus esforços para a realização dos meus objetivos ao longo da minha trajetória escolar e acadêmica.

Ao meu irmão Júnior, por todo apoio e parceria.

Ao meu cachorro Hachi, por todas as alegrias e por ter sido o melhor cachorro do mundo.

À minha gatinha Blanca, por todos os 17 anos que fez parte da minha vida.

Ao meu pai, José, que já se encontra em outro plano, por todo apoio e sua torcida por mim.

À minha prima e amiga Tayara, pela amizade, parceria e rolês pelo RJ.

À minha tia Conceição, pela ajuda e hospedagem.

À cidade do Rio de Janeiro, por todas as paisagens, lugares e momentos incríveis.

A mim mesma, por nunca desistir dos meus sonhos;

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para essa conquista.

Muito obrigada!

“Eu tenho uma alma que é feita de sonhos!”

(Chorão)

RESUMO

Esta tese investigou aspectos fitoquímicos, biológicos e terapêuticos de duas espécies vegetais amplamente utilizadas na medicina popular brasileira: *Baccharis crispa* Spreng. e *Kalanchoe pinnata*. O trabalho foi estruturado em cinco capítulos, incluindo revisões da literatura e estudos experimentais originais. As revisões destacaram a relevância medicinal dessas espécies, ambas integrantes da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS) e reconhecidas por seu potencial bioativo e pela presença de metabólitos secundários, principalmente terpenos, compostos fenólicos e flavonoides. *Baccharis crispa* apresentou propriedades antidiabéticas, antioxidantes, anti-inflamatórias e hepatoprotetoras descritas na literatura, enquanto *Kalanchoe pinnata* se destacou também como planta alimentícia não convencional (PANC), associada à atividade antioxidante e ao potencial funcional na alimentação. Além disso, a revisão sobre a diabetes *mellitus* (DM) e plantas medicinais destacou a reflexão acerca da importância da etnobotânica e farmacológica dos vegetais utilizados no controle de DM. Nos estudos experimentais, foi realizada a caracterização química do óleo essencial, das infusões e dos extratos hidroetanólicos das folhas de amostras de *Kalanchoe pinnata* comercializadas na Amazônia, sendo identificados compostos orgânicos voláteis majoritariamente pertencentes às classes dos ésteres e ácidos graxos. Os resultados demonstraram correlação positiva entre o teor de flavonoides e a capacidade antioxidante, sem influência significativa da sazonalidade amazônica sobre os parâmetros monitorados. Além disso, o óleo essencial de *Baccharis crispa* foi avaliado em modelo experimental de diabetes *mellitus* tipo 2 induzido em ratos Wistar, apresentando discreto efeito hipoglicemiante nos animais diabéticos e, também, potencial para a redução da hipertrigliceridemia diabética. De forma geral, os resultados reforçam o potencial farmacológico, funcional e biotecnológico dessas espécies vegetais, contribuindo para a valorização da biodiversidade brasileira e para o desenvolvimento de futuras pesquisas voltadas à aplicação segura e sustentável de produtos naturais.

Palavras-chave: fitoterapia, medicina tradicional, diabetes, bioatividade, carqueja, folha-de-pirarucu.

ABSTRACT

This thesis investigated phytochemical, biological, and therapeutic aspects of two plant species widely used in Brazilian folk medicine: *Baccharis crispa* Spreng. and *Kalanchoe pinnata*. The study was structured into five chapters, including literature reviews and original experimental studies. The reviews highlighted the medicinal importance of these species, both of which are included in the National List of Medicinal Plants of Interest to the Unified Health System (RENISUS) and recognized for their bioactive potential and the presence of secondary metabolites, particularly terpenes, phenolic compounds, and flavonoids. *Baccharis crispa* has been reported in the literature to possess antidiabetic, antioxidant, anti-inflammatory, and hepatoprotective properties. Meanwhile, *Kalanchoe pinnata* was also recognized as an unconventional food plant (PANC), associated with antioxidant activity and functional potential in human nutrition. In addition, the review on diabetes *mellitus* (DM) and medicinal plants highlighted the importance of ethnobotany and pharmacology in the study of plants used to manage DM. In the experimental studies, the chemical characterization of the essential oil and aqueous and hydroethanolic extracts from the leaves of *Kalanchoe pinnata* samples commercialized in the Amazon region of Pará was performed. Volatile organic compounds belonging predominantly to the ester and fatty acid classes were identified. The results demonstrated a positive correlation between flavonoid content and antioxidant capacity, with no significant influence of Amazonian seasonality on the monitored parameters. Furthermore, the essential oil of *Baccharis crispa* was evaluated in an experimental model of type 2 diabetes mellitus induced in Wistar rats, showing a mild hypoglycemic effect in diabetic animals as well as potential for reducing diabetic hypertriglyceridemia. Overall, the results reinforce the pharmacological, functional, and biotechnological potential of these plant species, contributing to the valorization of Brazilian biodiversity and supporting future research focused on the safe and sustainable application of natural products.

Keywords: herbal medicine, traditional medicine, diabetes, bioactivity, carqueja, pirarucu leaf.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO IV

Figura 1. Folhas de *Kalanchoe pinnata* coletadas em região metropolitana de Belém_ 78
Figura 2. Classes químicas presentes no óleo essencial da *Kalanchoe pinnata*_____ 87
Figura 3. Classes químicas presentes nos nas infusões de *Kalanchoe pinnata*_____ 92

CAPÍTULO V

Figura 1 - Glicemia dos ratos monitorada ao longo do desenvolvimento do protocolo experimental_____ 114
Figura 2 - Consumo de ração monitorado ao longo do desenvolvimento do protocolo experimental com os ratos_____ 116
Figura 3 - Massa corporal dos ratos monitorada ao longo do desenvolvimento do protocol experimental_____ 117
Figura 4 - Consumo de água monitorado ao longo do desenvolvimento do protocolo experimental com os ratos_____ 118
Figura 5 - Níveis plasmáticos de trigicerídeos monitorados após a eutanásia dos animais_____ 119
Figura 6 - Níveis plasmáticos de HDL-colesterol monitorados após a eutanásia dos animais_____ 121
Figura 7- Colesterol total monitorado após a eutanásia dos animais_____ 122
Figura 8- Níveis plasmáticos de albumina, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e fosfatase alcalina (FA) monitorados após a eutanásia dos animais_____ 123
Figura 9- Níveis plasmáticos de ureia e creatinina no plasma dos animais; monitoramento realizado após a eutanásia dos animais _____ 124

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Alguns dos principais compostos bioativos presentes na *Kalanchoe pinnata* de acordo com a literatura 26
Tabela 2. Pesquisas com análises *in vivo* sobre atividades farmacológicas da Kalanchoe pinnata relatadas em artigos recentes 29

CAPÍTULO II

Tabela 1- Artigos dos últimos sete anos sobre o uso popular da carqueja-amarga (*Baccharis crispa* Spreng.) no Brasil 45
Tabela 2 – Principais constituintes químicos da *Baccharis crispa* Spreng. relatados na literatura 46
Tabela 3 – Atividades farmacológicas da *Baccharis crispa* Spreng. relatadas em artigos dos últimos oito anos, com pesquisas realizadas com testes pré-clínicos *in vivo*, em ratos e camundongos 48

CAPÍTULO III

Tabela 1. Plantas medicinais utilizadas popularmente para o tratamento de diabetes mellitus citadas na literatura 67

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Compostos orgânicos voláteis presentes nos óleos essenciais das folhas de *Kalanchoe pinnata* 85
Tabela 2. Compostos orgânicos voláteis presentes nas infusões de *Kalanchoe pinnata* 90
Tabela 3. Teor total de flavonoides (TTFla) e potencial antioxidante (PRT, DPPH, ABTS e FRAP) das infusões e extratos hidroetanólicos de *Kalanchoe pinnata* 94

CAPÍTULO V

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng 112
Tabela 2 – Análise centesimal (g/100 g de amostra) das rações normal (RN) e hiperlipídica (RHL) (base úmida) 113

Sumário

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **17**
OBJETIVOS **21**
OBJETIVO GERAL 21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 21
CAPÍTULO 1: **22**
***Kalanchoe pinnata*: fitoquímica, bioatividade e potencial alimentício** **22**
RESUMO **23**
ABSTRACT **23**
RESUMEN **23**
1 INTRODUÇÃO **24**
2 METODOLOGIA **25**
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES **25**
3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA 25
3.2 AÇÕES FARMACOLÓGICAS 28
3.3 PROPRIEDADE ALIMENTAR 32
4 CONCLUSÃO **33**
AGRADECIMENTOS **33**
REFERÊNCIAS **34**
CAPÍTULO 2 ..... **39**
PERFIL QUÍMICO E PROPRIEDADES BIOATIVAS DE *Baccharis crispa* Spreng. (CARQUEJA-AMARGA) **39**
RESUMO **40**
ABSTRACT **40**
1. INTRODUÇÃO **41**
2. METODOLOGIA **42**
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO **42**
3.1 Caracterização botânica 42
3.2 Utilização na fitoterapia 43
3.3 Constituição química 44
3.4 Atividades farmacológicas 48
4. CONCLUSÃO **51**
AGRADECIMENTOS **52**
REFERÊNCIAS **52**
CAPÍTULO 3 ..... **58**
Plantas medicinais no tratamento de Diabetes *Mellitus* no Brasil: uma revisão da literatura **58**

Resumo **59**
Abstract **59**
1. Introdução **60**
2. Metodologia **61**
3. Resultados e Discussão **61**
3.1 Diabetes *Mellitus* 61
3.2 Plantas medicinais e Atenção à Saúde 64
3.3 Uso de plantas medicinais antidiabéticas no Brasil 66
4. Conclusão **71**
5. Referências **71**
CAPÍTULO 4 ..... **75**
Avaliação da fração volátil e do potencial antioxidante das folhas de *Kalanchoe pinnata* **75**
RESUMO **76**
ABSTRACT **76**
1. INTRODUÇÃO **77**
2. MATERIAL E MÉTODOS **78**
2.1 Amostras 78
2.2 Avaliação do teor de umidade das amostras de *kalanchoe pinnata* 78
2.3 Avaliação da fração volátil das folhas de *Kalanchoe pinnata* 79
2.3.1 Isolamento dos compostos orgânicos voláteis por hidrodestilação 79
2.3.2 Isolamento da fração volátil das infusões por microextração em fase sólida (SPME) 79
2.3.3 Identificação e quantificação dos compostos orgânicos voláteis 80
2.4 Avaliação do teor total de flavonoides e do potencial antioxidante das folhas de *K. pinnata* 81
2.4.1 Preparação das infusões das amostras de *Kalanchoe pinnata* 81
2.4.2 Preparação dos extratos hidroetanólicos (água/etanol - 1:1, v/v) das amostras de *Kalanchoe pinnata* 81
2.4.3 Determinação do Teor Total de Flavonoides (TTFla) 81
2.4.4 Avaliação da Capacidade Antioxidante 82
2.4.5 Determinação do poder redutor total (PRT) das infusões e extratos hidroetanólicos 82
2.4.6 Ensaio com o reagente 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) 82
2.4.7 Ensaio com o reagente 2,2-azino-bis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfonato) (ABTS) 83
2.4.8 Método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) 83
2.5 Análise Estatística 83
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO **83**
3.1 Teor de Umidade do pó das folhas secas e moídas de *Kalanchoe pinnata* 83
3.2 Composição química da fração volátil das folhas de *kalanchoe pinnata* 84

3.3 Teor de Total de Flavonoides (TTFla) e potencial antioxidante das infusões e extratos hidroetanólicos das folhas de *K. pinnata* 93
4. CONCLUSÃO **97**
AGRADECIMENTOS **98**
REFERÊNCIAS **98**
CAPÍTULO 5 ..... **104**
Avaliação do óleo essencial de *Baccharis crispa* como estratégia complementar para o controle metabólico em ratos com diabetes tipo 2 ..... **104**
Resumo **105**
1. Introdução **106**
2. Material e métodos **107**
2.1. Óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. 107
2.1.1. Avaliação da composição química dos óleos essenciais 107
2.2. Experimentos biológicos associados ao diabetes *mellitus* tipo II 108
2.2.1. Animais 108
2.2.2. Rações utilizadas na alimentação dos animais 108
2.2.2.1. Análises centesimais das rações 108
2.2.3. Protocolo experimental utilizado nos testes com os ratos (plano de intervenção) 109
2.2.4. Coleta de sangue e análises bioquímicas 109
2.3. Análise estatística 110
3. Resultados e discussão **111**
4. Conclusões **125**
5. Agradecimentos **126**
6. Conflito de interesse **126**
7. Referências bibliográficas **126**
CONSIDERAÇÕES FINAIS **129**

INTRODUÇÃO GERAL

Desde os primórdios da humanidade, os homens primitivos já utilizavam as plantas medicinais. No Brasil, o uso das plantas d ma medicinal tem sua origem associada às comunidades indígenas e aos conhecimentos de africanos e europeus que chegaram ao Brasil na época da colonização. Atualmente, mesmo em capitais de urbanização mais recente, há grande prevalência do uso de plantas medicinais pela população. Tal utilização consiste na fitoterapia, que é a utilização de plantas medicinais no combate e prevenção de doenças, tendo sua origem no conhecimento e uso popular (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; GALET et al., 2019; BRASIL, 2019a; BRASIL, 2011).

Os saberes relacionados às plantas medicinais são transmitidos por diferentes culturas, principalmente por meio dos mais velhos ou pelas mulheres. Dessa maneira, os conhecimentos tradicionais vão sendo repassados de geração a geração, contribuindo para a manutenção e renovação deste saber. Outrossim, cerca de 80% dos países em desenvolvimento utilizam plantas com finalidades terapêuticas, sobretudo em regiões menos favorecidas, já que parte significativa dessa população tem acesso limitado aos medicamentos alopáticos e a um sistema de saúde eficiente; entretanto, há utilização também por pessoas de maior condição socioeconômica, na busca por opções terapêuticas mais saudáveis; dessa forma, utilizam as fitopreparações como recurso terapêutico na prevenção e combate de doenças (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; GUIMARÃES et al., 2021; BRASIL, 2019a; BRASIL, 2011).

Nesse cenário, a partir da década de 1980, diversos documentos foram elaborados enfatizando a introdução de plantas medicinais e fitoterápicos na Atenção Básica do sistema público do Brasil (BRASIL, 2015). A criação da Política Nacional de Praticas Integrativas e Complementares (PNPIC) e a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF) foram fundamentais para a inserção do uso de plantas medicinais e fitoterápicos no Sistema Único de Saúde, além da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS), para direcionar e fortalecer o desenvolvimento de pesquisas acerca de plantas medicinais, bem como a criação de fitoterápicos, buscando possibilitar o acesso seguro por toda a população brasileira de forma gratuita e integral (ANDRADE; MEDEIROS, 2021).

Vale ressaltar que o Brasil abriga uma ampla sociobiodiversidade e grande potencial para ampliação das opções terapêuticas ofertadas aos usuários do Sistema Único de Saúde, com garantia de acesso a plantas medicinais e fitoterápicos, com segurança e qualidade, na perspectiva da integralidade da atenção à saúde. Além disto, a utilização de plantas medicinais e fitoterápicos nos serviços de atenção primária à saúde foi incentivada por várias diretrizes

estabelecidas em conferências nacionais de saúde (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; BRASIL, 2016; BRASIL, 2015).

As propriedades farmacológicas das plantas medicinais estão associadas aos seus compostos bioativos, que são substâncias provenientes do metabolismo vegetal secundário encontradas em seus diferentes órgãos (folhas, flores, caule, raízes e frutos); geralmente estão relacionadas aos mecanismos de defesa e de proteção da planta contra fungos, bactérias, vírus, insetos e, ainda, estresses abióticos, como variações de temperatura e umidade. As concentrações dessas substâncias podem variar de acordo com a estação do ano, idade e os diferentes órgãos da planta. Muitas dessas substâncias são encontradas nas classes dos compostos fenólicos, terpênicos, alcaloides e esteroides e podem prover benefícios à saúde (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; BRITO; PONTES, 2021; GALET et al., 2019; LEMOS et al., 2019; BUENO, 2016).

Contudo, a utilização inadequada de plantas medicinais com fins terapêuticos pode causar efeitos tóxicos, oferecendo riscos à saúde. Assim, é de suma importância o incentivo a pesquisas relacionadas à avaliação da toxicidade de plantas medicinais, para assegurar sua utilização racional e segura (BRASIL, 2019b; IBIAPINA et al., 2014).

Diversas plantas utilizadas pela população brasileira são encontradas no comércio de feiras e mercados nacionais (SANTOS et al., 2018; ALVARENGA et al., 2017). Dentre elas, tem-se a carqueja (*Baccharis crispa* Spreng.), a qual é nativa, com diversas aplicações terapêuticas, tais como anti-inflamatório, analgésico, diurético, anti-diabético, entre outros (CARVALHO et al., 2021; BRASIL, 2018); e a folha-de-pirarucu (*Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers.), que é uma planta exótica, utilizada para diversos fins medicinais, como analgésico, antimicrobiano e anti-inflamatório (SILVA; BOEIRA 2018; GRANDI, 2014).

É imprescindível avançar na pesquisa científica (*in vitro* e *in vivo*) sobre espécies vegetais com potencial para uso medicinal, por exemplo a *Kalanchoe pinnata* e a *Baccharis crispa.*, determinando sua composição química, propriedades terapêuticas, controlando sua qualidade e grau de toxicidade para garantir seu uso eficaz e seguro pela população e sistemas de saúde (LEMOS et al., 2019; SANTOS et al., 2019; CARDOSO et al., 2019; ALVARENGA et al., 2017).

Perante o exposto, o presente estudo objetivou determinar a composição química e avaliar o potencial bioativo de óleos essenciais, infusões e extratos hidroetanólicos das seguintes plantas medicinais: *Baccharis trimera* e *Kalanchoe pinnata*, a fim de contribuir com avanços referentes à importância medicinal dessas espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, C. F.; LIMA, K. M. N.; MOLLICA, L. R. et al. Uso de plantas medicinais para o tratamento do Diabetes Mellitus no Vale do Paraíba-SP. **Rev. Ciên. Saúde**, 2(2):36-44, 2017.

ANDRADE, T. J. A. S.; MEDEIROS, L. C. M. **Plantas medicinais e a saúde da mulher**. Teresina: EDUFPI, 2021.

BRASIL. Portaria Conjunta Nº 17, de 12 de novembro de 2019. Aprova o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas do Diabete Melito Tipo 1. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Especializada à Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos. 2019a.

_____. Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo. **Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Departamento de Apoio Técnico e Educação Permanente. Comissão Assessora de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. / Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo. – São Paulo: Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo, 4ª edição, 2019b.

_____. Plantas Medicinais. Ministério da Saúde. Prefeitura Municipal de Campinas. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos na modalidade. 1ª edição - Outubro/2018.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos** / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política nacional de práticas integrativas e complementares no SUS: atitude de ampliação de acesso** / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

_____. Secretaria Municipal de Saúde e Defesa Civil. Subsecretaria de Atenção Primária, Vigilância e Promoção de Saúde. Superintendência de Atenção Primária. Coordenação de Linhas de Cuidado e Programas Especiais. **Manual de Cultivo de Plantas Medicinais**. Subgerência do Programa de Plantas Medicinais e Fitoterapia. Gerencia do Programa de Práticas Integrativas e Complementares. – Rio de Janeiro: SMSDC, 2011.

BRITO, A. F. S.; PONTES, A. N. Metabólitos Secundários de plantas medicinais usadas em garrafadas populares comercializadas em feiras livres de Belém, Pará, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia-GO, v.18 n.36; p. 207, 2021.

BUENO, M. J. A. **Manual de plantas medicinais e fitoterápicos utilizados na cicatrização de feridas**. Pouso Alegre: Univás, 2016.

CARDOSO, J. C.; OLIVEIRA, M.; CARDOSO, F. C. I. Advances and challenges on the in vitro production of secondary metabolites from medicinal plants. **Horticultura Brasileira** 37: 124-132, 2019.

CARVALHO, A, C.; OLIVEIRA, A. A.; SIQUEIRA, L. P. Plantas medicinais utilizadas no tratamento do Diabetes Mellitus: Uma revisão. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.3, p.12873-12894, may./jun. 2021.

GALET, T. M. B. **Plantas medicinais nativas de uso popular no Rio Grande do Sul**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS: UFSM, PRE, 2019.

GRANDI, T. S. M. **Tratado das plantas medicinais: mineiras, nativas e cultivadas**. Belo Horizonte/MG: Adaequatio Estúdio, 2014.

GUIMARÃES, B. M.; RAMOS, K. A.; SOUZA, M. C. D. et al. Práticas terapêuticas com plantas medicinais para o tratamento do Diabetes Mellitus. **Research, Society and Development**, [*S. l.*], v. 10, n. 10, p. e474101018874, 16 ago. 2021.

IBIAPINA, W. V.; LEITÃO, B. P.; BATISTA, M. M. et al. Inserção da fitoterapia na atenção primária aos usuários do SUS. **Rev. Ciênc. Saúde Nova Esperança**, v. 12, n. 1, p. 58-68, jun. 2014.

LEMOS, M. A. C.; SILVA, J. A.; BARROS, R. T. et al. Metabólitos Secundários com ação hipoglicemiante. In: SLIVINSKI, C. T. **Análise crítica das ciências da saúde 4**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.

SANTOS, J. J. F.; COELHO-FERREIRA, M.; LIMA, P. G. C. Etnobotânica de plantas medicinais em mercados públicos da Região Metropolitana de Belém do Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, 8(1):1-9, 2018.

SANTOS, S. H. S.; FREITAS, D. F. et al. **Plantas medicinais**. Montes Claros: Caminhos Iluminados, 2019.

SILVA, K. C.; BOEIRA, A. S. P. **Catálogo Ilustrativo de Plantas alimentícias não convencionais comercializadas nas Feiras Livres e Mercados de Manaus-Amazonas**. Manaus/AM: Centro Universitário do Norte – Uninorte, 2018.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Caracterizar quimicamente e avaliar o potencial bioativo em análises *in vitro* e *in vivo* de diferentes frações isoladas das folhas de duas espécies de plantas medicinais: *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. e *Baccharis crispa* Spreng..

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolvimento de revisões de literatura sobre a caraterização das espécies *Kalanchoe pinnata* e *Baccharis crispa*, bem como sobre a diabetes *mellitus*;
- Identificar e quantificar os compostos orgânicos voláteis dos óleos essenciais e infusões por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas;
- Determinar o teor total de flavonoides de infusões e extratos hidroetanólicos de *Kalanchoe pinnata*;
- Determinar a capacidade antioxidante de infusões e extratos hidroetanólicos de *Kalanchoe pinnata*;
- Avaliar o potencial fitoterápico do óleo essencial de *Baccharis crispa* para o tratamento do diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) em um modelo animal.

O presente estudo é dividido em cinco capítulos correspondentes a artigos publicados ou em fase de submissão: do de revisão da literatura e dois com dados originais gerados a partir do trabalho experimental realizado durante o desenvolvimento do doutorado. O Capítulo I é denominado "*Kalanchoe pinnata*: fitoquímica, bioatividade e potencial alimentício". Esse artigo foi publicado na revista Observatorio de la Economia Latinoamericana. O Capítulo II tem o seguinte título: "Perfil químico e propriedades bioativas de *Baccharis crispa* Spreng. (carqueja amarga)". Este artigo foi publicado na revista Revista da Universidade Vale do Rio Verde. O capítulo III tem como título "Plantas medicinais no tratamento de Diabetes *Mellitus* no Brasil: uma revisão da literatura". O capítulo IV tem como título "Avaliação da fração volátil e do potencial antioxidante das folhas de *Kalanchoe pinnata*" e o capítulo V trata do "Potencial terapêutico do óleo essencial *Baccharis crispa* Spreng. para o tratamento de diabetes *mellitus* tipo II".

CAPÍTULO 1:

Este capítulo foi publicado na Revista Observatorio de La Economia Latinoamericana como artigo de revisão (v.23, n.1, p. 01-19. 2025).

Kalanchoe pinnata: fitoquímica, bioatividade e potencial alimentício

Kalanchoe pinnata: phytochemistry, bioactivity and food potential

Kalanchoe pinnata: fitoquímica, bioactividad y potencial alimentario

Jéssica Juliane Furtado Santos
Doutoranda em Alimentos e Nutrição
Instituição: Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Endereço: Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: jessica.juliane@edu.unirio.br

Ricardo Felipe Alves Moreira
Doutor em Ciências, área de concentração Bioquímica
Instituição: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Endereço: Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: ricardo.moreira@unirio.br

RESUMO

A espécie *Kalanchoe pinnata* é uma planta medicinal naturalizada que é muito utilizada na medicina popular no Brasil. Em vista disso, este estudo buscou realizar uma revisão da literatura sobre a composição química dessa planta e sobre suas propriedades bioativas e alimentícias. O levantamento bibliográfico foi efetuado nas bases de dados Pubmed, Scielo, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da Capes, incluindo trabalhos dos últimos dezoito anos. Os estudos demonstraram que a *K. pinnata* é uma planta alimentícia não convencional (PANC) cuja bioatividade, principalmente sua capacidade antioxidante, está associada à presença de compostos fenólicos, especialmente flavonoides. Outro grupo cuja bioatividade se destaca é o dos esteroides conhecidos como bufadienolídeos. A ampliação dos estudos acerca da constituição química, bioatividade e potencial alimentício de plantas como a *Kalanchoe pinnata* pode incentivar o uso seguro dessas PANCs, diversificanto a alimentação brasileira e melhorando a saúde da população.

Palavras-chave: Plantas Medicinais, PANC, Folha-da-Fortuna, Folha-de-Pirarucu.

ABSTRACT

Kalanchoe pinnata is a naturalized medicinal plant that is widely used in folk medicine in Brazil. In view of this, this study sought to carry out a literature review on the chemical composition of this plant and its bioactive and food properties. The bibliographic survey was carried out in the Pubmed, Scielo, Google Scholar and Portal de Periódicos da Capes databases, including works from the last eighteen years. The studies showed that *K. pinnata* is an unconventional food plant (PANC) whose bioactivity, especially its antioxidant capacity, is associated with the presence of phenolic compounds, especially flavonoids. Another group whose bioactivity stands out is that of the steroids known as bufadienolides. Further studies into the chemical constitution, bioactivity and food potential of plants such as *Kalanchoe pinnata* could encourage the safe use of these PANC, diversifying the Brazilian diet and improving the health of the population.

Keywords: Medicinal Plants, PANC, Fortune Leaf, Pirarucu Leaf.

RESUMEN

La especie *Kalanchoe pinnata* es una planta medicinal naturalizada y muy utilizada en la medicina popular en Brasil. Ante esto, este estudio buscó realizar una revisión de la literatura sobre la composición química de esta planta y sus propiedades bioactivas y nutricionales. El levantamiento bibliográfico se realizó en las bases de datos Pubmed, Scielo, Google Scholar y Capes Periodicals Portal, incluyendo trabajos de los últimos dieciocho años. Estudios han demostrado que *K. pinnata* es una planta alimenticia no convencional (PANC) cuya bioactividad, principalmente su capacidad antioxidante, está asociada a la presencia de compuestos fenólicos, especialmente flavonoides. Otro grupo cuya bioactividad destaca son los esteroides conocidos como bufadienólidos. Ampliar los estudios sobre la constitución química, la bioactividad y el potencial alimentario de plantas como Kalanchoe pinnata puede incentivar el uso seguro de esas PANC, diversificando la dieta brasileña y mejorando la salud de la población.

Palabras clave: Plantas Medicinales, PANC, Hoja de la Fortuna, Hoja de Pirarucu.

1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais são conhecidas desde os primórdios da humanidade e já eram utilizadas pelos povos primitivos, que as buscavam para suprirem suas necessidades orgânicas e, também, para uso em rituais religiosos. O conhecimento associado ao uso dessas plantas foi repassado de uma geração para outra através do compartilhamento de experiências (Araújo *et al*., 2019; Brasil, 2011).

No Brasil, o uso de plantas medicinais é uma prática comum fortalecida pela diversidade cultural resultante da miscigenação do provo brasileiro, por conta da colonização que envolveu populações europeias e africanas, e pelo conhecimento tradicional indígena, além da disponibilidade de uma grande biodiversidade vegetal no território nacional, equivalente a cerca de 25% da flora mundial. Ademais, as plantas são a matéria-prima para a fabricação de fitoterápicos e outros medicamentos (Araújo *et al*., 2019; Brasil, 2016; Vieira, 2016).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), por volta de 80% da população dos países em desenvolvimento, como o Brasil, depende da medicina tradicional para tratar de suas necessidades básicas de saúde; nesse grupo, cerca de 85% utiliza plantas ou preparações produzidas a partir delas. Nessa conjuntura, o uso de plantas medicinais, extratos e medicamentos fitoterápicos em suas diferentes formas farmacêuticas, sem a utilização de substâncias ativas isoladas, é caracterizado como "fitoterapia" (Bueno, 2016; Brasil, 2016; Vieira, 2016).

Dentre a fitodiversidade utilizada de forma medicinal pela população brasileira, há a espécie *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. (Crassulaceae) (sinônimo: *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken), popularmente conhecida como folha-da-fortuna, folha-de-pirarucu, pirarucu, corama, folha-santa e saião. As espécies do gênero de *Kalanchoe* são nativas de regiões subtropicais e tropicais da Ásia, África e América e amplamente utilizadas na medicina tradicional em todo o mundo. No Brasil, a *K. pinnata* é subespontânea e encontrada em estradas, locais rochosos, além de ser largamente cultivada; sendo consumida principalmente de forma medicinal, para o tratamento de diversas patologias. Apesar de ser amplamente utilizada pela população brasileira, ainda há poucos estudos disponíveis sobre a composição química e as propriedades farmacológicas desta espécie (Carriconde, 2020; Fernandes *et al*., 2019; Kinnup; Lorenzi, 2014; Moreira; Medeiros; Miranda, 2019).

Diante do exposto, este estudo pretendeu realizar uma revisão da literatura para destacar a importância da *Kalanchoe pinnata*, caracterizando sua fitoquímica, potenciais farmacológicos e propriedades alimentícias.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como sendo uma revisão da literatura, na qual o levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados Pubmed, Scielo, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da Capes, utilizando para a busca os seguintes descritores, de forma independente ou combinada: "*Kalanchoe pinnata*", "*Bryophyllum pinnatum*", "folha-da-fortuna", "folha-de-pirarucu", "plantas medicinais", "plantas alimentícias não convencionais".

Os trabalhos consultados correspondem a artigos científicos, dissertações, teses e documentos oficiais do governo brasileiro, nos idiomas português e inglês, publicados entre 2005 e 2022; com exclusão de trabalhos de conclusão de curso e resumos de anais. A seleção dos estudos baseou-se na presença nesses materiais de informações relacionadas à constituição química, potenciais farmacológicos, uso medicinal e uso alimentício da espécie.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

No que tange às classes de compostos químicos bioativos, o gênero *Kalanchoe* destaca-se por apresentar flavonoides, ácidos fenólicos, esteroides/esteróis e terpenoides/terpenos (Fernandes *et al*., 2019; Latif *et al*., 2020) (Tabela 1).

Tabela 1. Alguns dos principais compostos bioativos presentes na *Kalanchoe pinnata* de acordo com a literatura.

Classificação		Compostos
	Ácidos fenólicos	Ácido cafeico[1,3,10]
		Ácido ferúlico[3]
		Ácido gálico[3,10]
		Ácido p-cumárico[1,10]
		Ácido protocatecuico[3]
		Ácido seríngico[1,3]
		Ácido β-resorcílico[3]
		Ácido γ-resorcílico[3]
	Flavonoides	Eupafolina-O-hexosídeo-di-O-deóxi-hexosídeo[5,6]
		Kaempferol-3-O-ramnopiranosídeo[4]
		Kaempferol-3-O-α-L-arabinopiranosil-(1→2)-α-L-ramnopiranosideo[4,7]
		Miricetina-3-O-ramnopiranosídeo[1,7]
		Patuletina-O-hexosídeo-di-O-deóxi-hexosídeo[5,6]
		Quercetina-O-hexosídeo[6]
		Quercetina-3-O-α-L-ramnopiranosídeo[1]
		Quercetina 3-O-α-L-arabinopiranosil-(1→2)-α-L-ramnopiranosideo[4,7,10]
		Quercetina 3-O-β-D-xilopiranosil-(1→2)-α-L-ramnopiranosideo[7]
		Quercitrina[7]
		4',5,7-tri-hidróxi-3',8-dimetoxiflavona-7-O-β-D-glicopiranosídeo[7]
		Apigenina-7-O- β-D-glicosídeo[9]
		Luteolina-7-O- β-D-glicosídeo[9]
Esteroides	**Bufadienolídeos**	Bersaldegenina-1-acetato[2,8]
		Bersaldegenina-2-acetato[2]
		Bersaldegenina-3-acetato[2,8]
		Bersaldegenina-4-acetato[2]
		Bersaldegenina-5-acetato[2]
		Bersaldegenina-1,3,5-ortoacetato[1,2,8]
		Briofilina A[2,8]
		Briofilina C[1]

Referências: 1- Pandey; Pradhan; Adhikari (2020); 2- Stefanowicz-Hajduk et al. (2020); 3- Bogucka-kocka et al. (2018); 4- Fernandes (2019); 5- Araújo et al. (2018); 6- Araújo (2017); 7- Gonçalves (2017); 8- Oufir et al. (2015); 9- Chibli (2013); 10- El Abdellaoui et al. (2010).

Os flavonoides representam um dos principais grupos de metabólitos secundários da *Kalanchoe pinnata*, sendo frequentemente descritos nos estudos disponíveis na literatura; incluem vários derivados de flavonóis e flavonas. A quercetina *3-O-α-arabinopiranosil-(1→2)-O-α-L-ramnopiranosídeo* foi descrita como o flavonoide majoritário da espécie (0,575% do extrato hidroetanólico liofilizado) e sua presença não foi relatada em outra espécie do gênero

(Fernandes, 2019; Fernandes *et al*., 2019; Furer *et al*., 2016). Pandey; Pradhan; Adhikari (2020), ao estudarem o perfil químico do extrato metanólico de *k. pinnata*, determinaram a concentração total de flavonoides como sendo igual a 85,77 ± 2,98 mg de equivalentes de quercitina (EQ)/g de peso seco do extrato. Outros estudos sobre a composição do suco das folhas de *K. pinnata* (Araújo, 2017; Araújo *et al*., 2018) identificaram a presença de flavonoides como quercetina, patuletina, eupafolina e kaempferol. O trabalho de Chibli (2013), por sua vez, além de mostrar a presença de flavonoides como quercetina e canferol nas folhas da espécie, evidenciou, ainda, a presença do terpenoide β-amirina (abundância relativa de 33,47%) na fração hexânica dessas folhas. Essa fração foi analisada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). A presença desse terpenoide também foi relatada em um estudo de revisão sobre a espécie (Furer *et al*., 2016). Apesar disso, ainda é escasso o número de pesquisas acerca da fração terpênica da *K. pinnata*.

Ácidos fenólicos também foram detectados nessa espécie, como demonstrado por Bogucka-kocka *et al*. (2018) em avaliação da composição química dos extratos etanólicos das folhas da planta, identificando o ácido cafeico (25,8 ± 0,21 μg/g de peso seco do material vegetal), ácido protocatecuico (14,36 ± 0,03 μg/g), ácido ferúlico (34,8 ± 0,43 μg/g) e o ácido gálico (1,2 ± 0,01 μg/g). Da mesma forma, foi identificada a presença de compostos fenólicos, especialmente flavonoides e ácido fenólicos, em extratos aquosos, etanólicos, metanólicos e de acetato de etila das folhas da planta (Singh; Patel; Dangi, 2019; Gonçalves, 2017; El Abdellaoui *et al*., 2010). Também foi relatado o teor total de compostos fenólicos dos extratos aquosos das raízes de *k. pinnata* (114,93 ± 0,034 mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/g de extrato seco (Latif *et al*., 2020).

Os bufadienolídeos são um grupo de esteroides sintetizados por animais como sapos e, também, por plantas, como as espécies da família *Crassulaceae*, dentre as quais a *K. pinnata*. Embora alguns destes componentes sejam tóxicos, já foram descritas diversas propriedades biológicas para esses compostos, com destaque para a atividade anticâncer e cardiotônica (Kolodziejczyk-Czepas; Stochmal, 2017; Stefanowicz-Hajduk *et al*., 2020).

Alguns estudos avaliaram a composição de bufanelídeos em *Kalanchoe pinnata*, como Oufir *et al*. (2015). Eles identificaram e determinaram o teor de bufanelídeos do extrato etanólico das folhas da espécie, verificando que a briofilina A (1,50 – 5,06 mg/100 g de peso seco das folhas) e o bersaldegenina-3-acetato (1,31 – 5,25 mg/100 g de peso seco das folhas) são os principais componentes químicos desta classe. Igualmente, Stefanowicz-Hajduk *et al*. (2020) determinaram o teor de bufadienolídeos do extrato etanólico das folhas da planta, encontrando a bersaldegenina-5-acetato (1,14 ± 0,11 mg/g de extrato), bersaldegenina-2-acetato

(1,11 ± 0,05 mg/g de extrato), briofilina A (0,97 ± 0,07 mg/g de extrato) e a 16-hidróxi-bersaldegenina acetato (0,97 ± 0,04 mg/g de extrato) como os principais representantes dessa classe.

3.2 AÇÕES FARMACOLÓGICAS

A *Kalanchoe pinnata* está presente na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS), por conta de seu uso na medicina popular, onde suas folhas são utilizadas, geralmente como infusão, decocção, suco ou xarope, contra problemas respiratórios, como bronquite, pneumonia, gripes, resfriados e tosse; a planta também é usada para combater hipertensão, gastrite, úlceras e febre; seu uso externo na forma de emplastro é direcionado para curas lesões de pele, queimaduras, picadas de insetos, traumatismos, torções e, também, como agente cicatrizante. Além do mais, as folhas são utilizadas de forma mágico-religiosa em banhos para acalmar (Almeida, 2011; Fernandes *et al*., 2019; Moreira; Medeiros; Miranda, 2019; Tavares, 2015).

Diversos trabalhos já descreveram as propriedades bioativas da espécie, dentre as quais pode-se indicar as atividades antimicrobiana, antifúngica, antiviral, analgésica, cardioprotetora, anti-inflamatória, antioxidante, hepatoprotetora, gastroprotetora, antitumoral, anti-hipertensiva, hipocolesterolêmica, anti-hiperglicêmica, entre outras (Araújo *et al*., 2018; Bopda *et al*., 2014; Hajduk *et al*., 2020; Mahata *et al*., 2012; Mora-Pérez; Hernández-Medel, 2016; Patil *et al*., 2013; Perim; Zucchini; Carreiro, 2019; Santana *et al*., 2016; Santos *et al*., 2020; Stefanowicz; Singh; Patel; Dangi, 2019; Sytar *et al*., 2021; Yuliani; Dewijanti; Banjarnahor, 2016) (Tabela 2).

Tabela 2. Pesquisas com análises *in vivo* sobre atividades farmacológicas da *Kalanchoe pinnata* relatadas em artigos recentes.

Efeito biológico	Parte da planta	Forma de uso	Modelo animal	Modo de administração	Referências
Gastroprotetor	Folhas	Extrato aquoso (125, 250 e 500 mg de extrato/kg de peso corporal)	Ratos Wistar	Oral	Araújo *et al*. (2021)
Anti-hiperglicêmico	Caule	Extrato etanólico (200 e 400 mg de extrato/kg de peso corporal)	Ratos Wistar	Oral	Vijay; Kathiresan; Pandian (2021)
Anti-inflamatório	Folhas	Extrato hidroetanólico (250 e 500 mg de extrato/kg de peso corporal)	Ratos Wistar	Gavagem oral	Andrade *et al*. (2020)
Antioxidante	Folhas	Preparação aquosa (0,14 g de preparação/kg de peso corporal)	Ratos Sprague-Dawley	Oral	Menon; Sparks; Omoruyi (2016)
Anticonvulsivante	Raiz e Caule	Extrato metanólico (100, 200, 400 e 800 mg de extrato/kg de peso corporal)	Camundongos Balb/c	Oral	Mora-Pérez; Hernández-Medel (2016)
Nefroprotetor	Folhas	Extrato etanólico e hidroetanólico (100, 200 e 400 mg de extrato/kg de peso corporal)	Ratos Wistar	Oral	Yadav; Gulkari; Wanjari (2016)
Hipocolesterolêmico	Folhas	Preparação aquosa (0,14 g de preparação/kg de peso corporal)	Ratos Sprague-Dawley	Oral	Menon; Sparks; Omoruyi (2015)
Anti-hipertensivo	Folhas	Extrato aquoso (25, 50 e 100 mg de extrato/kg de peso corporal)	Ratos Wistar	Gavagem oral	Bopda *et al*. (2014)

Dentre os estudos acerca da avaliação dos potenciais farmacológicos da *Kalanchoe pinnata*, Araújo *et al*. (2021) avaliaram a atividade gastroprotetora do extrato aquoso e do flavonoide majoritário (quercetina *3-O-α-arabinopiranosil-(1→2)-O-α-L-ramnopiranosídeo*) isolado das folhas da espécie, contra modelos de úlcera crônica e aguda induzidos em ratos, mostrando a redução das lesões gástricas e estímulo à cicatrização das úlceras, além da melhora dos parâmetros de estresse oxidativo e inflamatório, o que evidenciou o potencial antiúlcera da planta. Do mesmo modo, Sobreira *et al*. (2017) revelaram uma diminuição de 50% nas lesões gástricas de ratos induzidos a úlceras, após serem tratados com uma fração de acetato de etila das folhas da *K. pinnata*. Foi sugerido que este potencial gastroprotetor estava associado à presença de flavonoides (teor total de flavonoides = 164,3 ± 5,4 mg de EQ/g de peso seco do extrato) e de outros compostos fenólicos presentes na espécie (teor total de compostos fenólicos = 363,3 ± 6,4 mg EAG/g de peso seco do extrato).

Quanto à propriedade antidiabética dessa erva, Vijay; Kathiresan; Pandian (2021) avaliaram o efeito do extrato etanólico do caule de *K. pinnata* em ratos induzidos à diabetes

mellitus (DM) e mostraram a redução da glicemia, assim como de outros parâmetros, como colesterol e triglicerídeos. Ibitoye *et al*. (2018) verificaram o potencial antidiabético de flavonoides isolados (quercetina e kaempferol) do extrato metanólico das folhas de *K. pinnata*. Esses compostos foram associados ao efeito dessa planta sobre a redução na glicose sanguínea, inibição das enzimas α-amilase e α-glicosidase, ação antidislipidêmica e antioxidante. Tais resultados sugerem contribuição para a prevenção de complicações associadas ao DM, como doenças cardiovasculares; além da redução do estresse oxidativo, que está relacionado à patogênese do DM, indicando que os extratos das folhas podem ser utilizados em suplementos alimentares para o controle do diabetes e de suas complicações metabólicas, já que é uma planta também alimentícia, além de medicinal. Estudos associaram o potencial antidiabético da espécie aos compostos fenólicos, como os flavonoides quercetina e kaempferol, aos ácidos fenólicos, como o ácido p-cumárico e o ácido cafeico, a alguns terpenoides, como β-amirina, e a minerais, como magnésio e zinco. Tais constituintes apresentam propriedades hipoglicemiante, antioxidante, anti-inflamatória e hipocolesterolêmica (Ibitoye *et al*., 2018; Latif *et al*., 2020; Menon; Sparks; Omoruyi, 2015; Menon; Sparks; Omoruyi, 2016; Ojewole, 2005; Pandey; Pradhan; Adhikari, 2020; Yuliani; Dewijanti; Banjarnahor, 2016).

No que corresponde a outras doenças crônicas, o estudo de Bopda *et al*. (2014) averiguou a atividade anti-hipertensiva do extrato aquoso das folhas de *Kalanchoe pinnata* em ratos induzidos à hipertensão, revelando seu potencial para prevenir o aumento da pressão arterial, além da melhora da atividade antioxidante, observada a partir da diminuição de biomarcadores de estresse oxidativo na aorta dos animais, o que pode ser benéfico no tratamento da doença. Mahata *et al*. (2012), por sua vez, investigaram o efeito *in vitro* do extrato de acetato de etila das folhas da espécie em células de câncer cervical humano e mostraram a inibição do crescimento das células cancerígenas e a indução da apoptose das mesmas, o que revela o potencial terapêutico da planta para o tratamento deste tipo de câncer. Menon; Sparks; Omoruyi (2015) evidenciou o benefício, em estudo *in vivo*, do extrato aquoso das folhas da *Kalanchoe pinnata* no controle dos níveis de colesterol associados ao diabetes *mellitus*, evidenciando a redução do nível sérico de colesterol total em ratos tratados com os extratos e demonstrando, dessa forma, o potencial hipocolesterolêmico da planta.

Andrade *et al*. (2020), ao analisarem a propriedade anti-inflamatória do extrato etanólico das folhas de *K. pinnata* em ratos induzidos à colite, notaram a melhora nos danos intestinais e redução dos mediadores pró-inflamatórios e oxidativos, revelando o potencial da planta para o tratamento de doenças inflamatórias intestinais humanas. Latif *et al*. (2020), por sua vez, estudaram o potencial anti-inflamatório das raízes de *K. pinnata*, em análise *in vitro*,

investigando a inibição da xantina oxidase, enzima associada à produção de ácido úrico que contribui para inflamações de articulações, como no caso de gota; seus achados revelaram que o extrato metanólico da planta tem efeito bloqueador da xantina oxidase, o que é benéfico para o tratamento de gota.

No que diz respeito à ação antioxidante da espécie, Menon; Sparks; Omoruyi (2016) avaliaram o efeito antioxidante em ratos que foram induzidos ao diabetes e verificaram que o extrato aquoso das folhas da *Kalanchoe pinnata* contribuiu para a redução da peroxidação lipídica e melhora do sistema de defesa antioxidante, o que sugere que a planta tem potencial para tratamento de doenças que geram estresse oxidativo. Além do mais, Gupta *et al*. (2016) estudaram o potencial antioxidante dos extratos aquoso, hidrometanólico e metanólico das folhas da espécie e evidenciaram uma atividade de combate aos radicais livres promissora nesses extratos.

Yadav; Gulkari; Wanjari (2016) investigaram o efeito nefroprotetor da *Kalanchoe pinnata* em ratos induzidos ao cálculo renal; os resultados mostraram que o extrato hidroalcóolico impediu a formação de novos cristais de oxalato de cálcio nos túbulos renais dos animais, além da diminuição dos danos oxidativos e histológicos nos rins, e sugeriram que essa propriedade pode ser atribuída à presença de compostos fenólicos, especialmente os flavonoides presentes nos extratos. O trabalho de Sohgaura; Bigoniya; Shrivastava (2018) mostrou o potencial *in vitro* do extrato de acetato de etila da planta, confirmando a atividade de inibição da cristalização do oxalato de cálcio, que também foi atribuída aos compostos fenólicos.

A raiz e o caule de *K. pinnata* foram estudados quanto à sua atividade anticonvulsivante, analisada por Mora-Pérez; Hernández-Medel (2016); eles verificaram os efeitos do extrato metanólico em camundongos induzidos a convulsões, mostrando a ação dos extratos no sistema nervoso central. Esses extratos agiram de forma semelhante ao medicamento Diazepam e os responsáveis por tal potencial, de acordo com o estudo, podem ter sido os esteroides e terpenos da espécie.

O potencial antimicrobiano também vem sendo relatado em estudos *in vitro* sobre as propriedades farmacológicas da *Kalanchoe pinnata*, evidenciando atividades antibacterianas, antifúngicas e antivirais. Perim; Zucchini; Carreiro (2019) avaliaram a atividade antibacteriana do extrato etanólico das folhas da planta contra bactérias resistentes a múltiplas drogas. Essas bactérias foram isoladas de pacientes diabéticos com lesões nos pés; os extratos mostraram capacidade de inibir o crescimento de bactérias gram-negativas e gram-positivas, dentre as quais *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Streptococcus pyogenes* etc.

Do mesmo modo, Santana *et al*. (2016) comprovaram o efeito antibacteriano e também antifúngico dos extratos etanólico, hexânico e metanólico das folhas de *K. pinnata* contra cepas multi-resistentes, resultando na redução da concentração desses microorganismos. Já Cryer *et al*. (2017) analisaram o efeito antiviral de compostos isolados do extrato da raiz da planta e revelaram a inibição de vírus patogênicos em humanos, a partir da redução da propagação das cepas em placas de cultura. Estes achados indicam, portando, o potencial da espécie para o tratamento de infecções bacterinas, fúngicas e virais.

3.3 PROPRIEDADE ALIMENTAR

A *Kalanchoe pinnata* pode ser considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC), isto é, ela está no grupo das plantas cujas potencialidades alimentares são desconhecidas pela maioria da população, não sendo produzidas ou comercializadas em grande escala. As PANC não estão presentes no dia a dia da maioria da população brasileira e não são encontradas regularmente em feiras, mercados ou supermercados das principais capitais brasileiras (Kinupp; Lorenzi, 2014; Ranieri *et al*., 2017).

As PANC incluem plantas que apresentam uma ou mais partes alimentares, como raízes, tubérculos, bulbos, rizomas, talos, folhas, brotos, flores, frutos ou sementes, podendo ser exóticas, nativas, espontâneas ou cultivadas. Incluem-se também plantas convencionais que possuem partes que não são consumidas frequentemente como alimento e, também, que podem ser convencionais e/ou tradicionais em outra região (Kinupp; Lorenzi, 2014).

Uma alimentação saudável consiste no menor consumo de alimentos industrializados e maior consumo de alimentos naturais, como frutas, verduras, legumes, os quais são compostos por vitaminas, minerais, fibras, proteínas, carboidratos e lipídios, que são importantes para regular as funções do organismo e proteção contra doenças (Brasil, 2010; Liberato; Lima; Silva, 2019). As PANC, neste cenário, podem oferecer vários nutrientes e, além disso, podem apresentar, também, compostos bioativos que promovem benefícios para a saúde, o que pode garantir, assim, um papel de alimentos funcionais, e, ao mesmo tempo, ampliam o repertório de sabores com a criação de receitas inéditas, representando uma alternativa de uma alimentação adequada e saudável (Kelen *et al*., 2015; Ranieri *et al*., 2017).

As plantas alimentícias não convencionais podem fazer parte da alimentação diária das pessoas, não obstante, em decorrência da ausência de conhecimento por grande parte da população, muitas PANC são consideradas mato e negligenciadas ou são consumidas apenas

como plantas medicinais, sendo bastante comercializadas nas feiras e mercados (Liberato; Lima; Silva, 2019; Santos, 2019).

Alguns estudos já descreveram o uso alimentício da *k. pinnata*, como por exemplo, suas folhas que podem ser utilizadas para preparar sucos verdes, acrescentando limão e açúcar a gosto, ou podem ser adicionadas ao leite ou, ainda, podem ser fatiadas e consumidas na forma de salada; seu consumo é comum na Amazônia (Kinupp; Lorenzi, 2014; Santos; Gomes, 2022; Silva; Boeira, 2018; Silva; Francelino; Barbosa, 2020). Nutricionalmente, as folhas da espécie contêm diversos minerais como zinco, cálcio, ferro, magnésio, potássio, fósforo e cobre, como descrito em alguns estudos (Latif *et al*., 2020; Zawirska-Wojtasiak *et al*., 2019). As folhas dessa planta também contêm várias vitaminas como ácido ascórbico, riboflavina, tiamina, niacina e piridoxina (Furer *et al*., 2016).

4 CONCLUSÃO

Esta revisão ressaltou a relevância da espécie *Kalanchoe pinnata*, utilizada no Brasil principalmente para fins medicinais, mas também sendo considerada uma PANC em muitas regiões brasileiras. Dentre os compostos bioativos presentes nessa planta destacam-se os compostos fenólicos, como flavonoides e ácidos fenólicos, e também os esteroides da classe dos bufanelídeos. O flavonoide conhecido como quercetina (*3-O-α-arabinopiranosil-(1→2)-O-α-L-ramnopiranosídeo*) pode ser um provável marcador químico da espécie. As propriedades farmacológicas da *K. pinnata* indicadas na literatura estão associadas o seu uso terapêutico contra diversas patologias, como as doenças crônicas não transmissíveis, doenças gástricas e doenças neurodegenerativas, que foram avaliadas, principalmente, em pesquisas pré-clínicas com os extratos das folhas. Todavia, é necessário realizar mais estudos relacionados à fitoquímica e bioatividade da *K. pinnata*, de forma a abranger as espécies cultivadas no Brasil e de ampliar o conhecimento sobre algumas frações menos conhecidas, como é o caso de seu óleo essencial. Estudos desse tipo são capazes de contribuir para a valorização da *Kalanchoe pinnata*, garantindo seu uso seguro, tanto para fins alimentares como medicinais.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPERJ, CNPq e UNIRIO.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. Z. **Plantas Medicinais**. 3ª edição. Salvador: EDUFBA, 2011. 221p. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/xf7vy/pdf/almeida-9788523212162.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2023.

ANDRADE, A. W. L. *et al*. Anti-Inflammatory and Chemopreventive Effects of Bryophyllum pinnatum (Lamarck) Leaf Extract in Experimental Colitis Models in Rodents. **Frontiers in Pharmacology**, v. 11, p. 998, 29 jul. 2020. DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00998.

ARAÚJO, E. R. D. ***Kalanchoe brasiliensis* CAMBESS e *Kalanchoe pinnata* (LAMARCK) PERSOON: Caracterização química, avaliação gastroprotetora e anti-inflamatória tópica**. 2017. 144p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

ARAÚJO, E. R. D. *et al*. Local anti-inflammatory activity: Topical formulation containing Kalanchoe brasiliensis and Kalanchoe pinnata leaf aqueous extract. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 113, p. 108721, maio 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.108721.

ARAÚJO, E. *et al*. Gastroprotective and Antioxidant Activity of Kalanchoe brasiliensis and Kalanchoe pinnata Leaf Juices against Indomethacin and Ethanol-Induced Gastric Lesions in Rats. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 5, p. 1265, 24 abr. 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms19051265.

ARAÚJO, E. R. D. *et al*. Gastric Ulcer Healing Property of Bryophyllum pinnatum Leaf Extract in Chronic Model In Vivo and Gastroprotective Activity of Its Major Flavonoid. **Frontiers in Pharmacology**, v. 12, p. 744192, 16 dez. 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2021.744192.

BOGUCKA-KOCKA, A. *et al*. Phenolic acid content, antioxidant and cytotoxic activities of four Kalanchoë species. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 25, n. 4, p. 622–630, maio 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.037.

BOPDA, O. S. M. *et al*. Antihypertensive activities of the aqueous extract of Kalanchoe pinnata (Crassulaceae) in high salt-loaded rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 153, n. 2, p. 400–407, abr. 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.02.041.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 190p.

BRASIL. Subsecretaria de Atenção Primária, Vigilância e Promoção de Saúde. **Manual de Cultivo de Plantas Medicinais**. Rio de Janeiro: SMSDC, 2011. 24p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Hortaliças não-convencionais (tradicionais)**. Brasília: MAPA/ACS, 2010. 52p.

BUENO, M. J. A. **Manual de plantas medicinais e fitoterápicos utilizados na cicatrização de feridas**. Pouso Alegre: Univás, 2016. 136p. Disponível em: <https://fitoterapiabrasil.com.br/sites/default/files/documentosoficiais/cicatrizacao_de_feridas-univas.pdf>. Acesso em: 11 marc. 2023.

CARRICONDE, C. **Plantas Medicinais**. Prefeitura Municipal de Afogados da Ingazeira, 2020. 55p.

CHIBLI, L. A. **Caracterização química e atividades biológicas de *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken**. 2013. 161p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

COUTINHO, M. A. S. *et al*. Flowers from *Kalanchoe pinnata* are a Rich Source of T Cell-Suppressive Flavonoids. **Natural Product Communications**, v. 7, n. 2, p. 1934578X1200700, fev. 2012. DOI: https://doi.org/10.1177/1934578X1200700211.

CRYER, M. *et al*. Isolation and identification of compounds from *Kalanchoe pinnata* having human alphaherpesvirus and vaccinia virus antiviral activity. **Pharmaceutical Biology**, v. 55, n. 1, p. 1586–1591, 1 jan. 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1310907.

EL ABDELLAOUI, S. *et al*. Bioactive molecules in Kalanchoe pinnata leaves: extraction, purification, and identification. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 398, n. 3, p. 1329–1338, out. 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/s00216-010-4047-3.

FERNANDES, J. M. ***Bryophyllum pinnatum* e *Kalanchoe laciniata*: estudo fitoquímico, metabolômico e avaliação da inibição da atividade fosfolipásica da peçonha de *Bothrops erythromelas* de extratos obtidos sob diferentes condições de cultivo**. 2019. 250p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

FERNANDES, J. M. *et al*. Kalanchoe laciniata and Bryophyllum pinnatum: an updated review about ethnopharmacology, phytochemistry, pharmacology and toxicology. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 29, n. 4, p. 529–558, jul. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.bjp.2019.01.012.

FERREIRA, R. T. **Mecanismos envolvidos com as atividades antinociceptiva, antiedematogênica e antiinflamatória do flavonoide majoritário das inflorescências de *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. (folha da fortuna)**. 2016. 93p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FÜRER, K. *et al*. Bryophyllum pinnatum and Related Species Used in Anthroposophic Medicine: Constituents, Pharmacological Activities, and Clinical Efficacy. **Planta Medica**, v. 82, n. 11/12, p. 930–941, 24 maio 2016. DOI: https://doi.org/10.1055/s-0042-106727.

GONÇALVES, F. S. M. **Mecanismos de ação relacionados à atividade antiúlcera de *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. (Crassulaceae)**. 2017. 134p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

GRANDI, T. S. M. **Tratado das plantas medicinais: mineiras, nativas e cultivadas**. 1 ed. Belo Horizonte: Adaequatio Estúdio, 2014. 1204p. Disponível em: < https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/2016/Janeiro/Jan.15.06.pdf> . Acesso em: 11 marc. 2023.

GUPTA, S. *et al*. *In vitro* efficacy of *Bryophyllum pinnatum* leaf extracts as potent therapeutics. **Preparative Biochemistry and Biotechnology**, v. 46, n. 5, p. 489–494, 3 jul. 2016. DOI: https://doi.org/10.1080/10826068.2015.1084515.

IBITOYE, O. B. *et al*. Bioactivity-guided isolation of antidiabetic principles from the methanolic leaf extract of *Bryophyllum pinnatum*. **Journal of Food Biochemistry**, v. 42, n. 5, p. e12627, out. 2018. DOI: https://doi.org/10.1111/jfbc.12627.

KELEN, M. E. B. *et al*. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC): hortaliças espontâneas e nativas**. 1ª. ed. Porto Alegre/RS: UFRGS, 2015. 44p. Disponível em: < https://www.ufrgs.br/viveiroscomunitarios/wpcontent/uploads/2015/11/Cartilha15.11online.df >. Acesso em: 11 marc. 2023.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

KOLODZIEJCZYK-CZEPAS, J.; STOCHMAL, A. Bufadienolides of Kalanchoe species: an overview of chemical structure, biological activity and prospects for pharmacological use. **Phytochemistry Reviews**, v. 16, n. 6, p. 1155–1171, dez. 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/s11101-017-9525-1.

LATIF, A. *et al*. Phytochemical analysis and *in vitro* investigation of anti-inflammatory and xanthine oxidase inhibition potential of root extracts of *Bryophyllum pinnatum*. **The Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 30, n. 1, 2020.

LIBERATO, P. D. S.; LIMA, D. V. T. D.; SILVA, G. M. B. D. PANCs - Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environmental Smoke**, v. 2, n. 2, p. 102–111, 1 jul. 2019. DOI: https://doi.org/10.32435/envsmoke.201922102-111.

MAHATA, S. *et al*. Anticancer property of Bryophyllum pinnata (Lam.) Oken. leaf on human cervical cancer cells. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 12, n. 1, p. 15, dez. 2012. DOI: https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-15.

MENON, N.; SPARKS, J.; OMORUYI, F. Hypoglycemic and hypocholesterolemic activities of the aqueous preparation of Kalanchoe pinnata leaves in streptozotocin-induced diabetic rats. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 5, n. 1, p. 3–9, jan. 2015. DOI: DOI: https://doi.org/10.1016/S2221-1691(15)30162-3.

MENON, N.; SPARKS, J.; OMORUYI, F. Oxidative stress parameters and erythrocyte membrane adenosine triphosphatase activities in streptozotocin-induced diabetic rats administered aqueous preparation of *Kalanchoe Pinnata* leaves. **Pharmacognosy Research**, v. 8, n. 2, p. 85, 2016. DOI: https://doi.org/10.4103/0974-8490.172656.

MORA-PÉREZ, A.; HERNÁNDEZ-MEDEL, M. D. R. Actividad anticonvulsivante del extracto metanólico de tallo y raíz de Kalanchoe pinnata Lam. en ratones: Comparación con diazepam. **Neurología**, v. 31, n. 3, p. 161–168, abr. 2016. https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.06.008.

MOREIRA, K. F. G.; MEDEIROS, L. C. M.; MIRANDA, R. G. **Guia prático de plantas medicinais para mulheres**. Teresina: EDUFPI, 2019. 130p.

OJEWOLE, J. A. O. Antinociceptive, anti-inflammatory and antidiabetic effects of Bryophyllum pinnatum (Crassulaceae) leaf aqueous extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 99, n. 1, p. 13–19, maio 2005. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.01.025.

OUFIR, M. *et al*. Quantification of Bufadienolides in Bryophyllum pinnatum Leaves and Manufactured Products by UHPLC-ESIMS/MS. **Planta Medica**, v. 81, n. 12/13, p. 1190–1197, 1 jul. 2015. DOI: https://doi.org/10.1055/s-0035-1546126.

PATIL, S. B. *et al*. Antidiabetic activity of *Kalanchoe pinnata* in streptozotocin-induced diabetic rats by glucose independent insulin secretagogue action. **Pharmaceutical Biology**, v. 51, n. 11, p. 1411–1418, nov. 2013. DOI: https://doi.org/10.3109/13880209.2013.794364.

PANDEY, B. P.; PRADHAN, S. P.; ADHIKARI, K. LC-ESI-QTOF-MS for the Profiling of the Metabolites and *in Vitro* Enzymes Inhibition Activity of *Bryophyllum pinnatum* and *Oxalis corniculata* Collected from Ramechhap District of Nepal. **Chemistry & Biodiversity**, v. 17, n. 6, p. e2000155, jun. 2020. https://doi.org/10.1002/cbdv.202000155.

PERIM, M. C.; ZUCCHINI, N. M.; CARREIRO, S. C. Efeito dos extratos das folhas de Kalanchoe pinnata (Lam.) Pers. sobre bactérias resistentes a multidrogas Effect of leaf extracts of Kalanchoe pinnata (Lam.) Pers. against multidrug resistant bacteria. v. 14, n. 1, 2019.

RANIERI, G. R. *et al*. **Guia prático sobre PANC: plantas alimentícias não convencionais**. 1ª ed. São Paulo/SP: Instituto Kairós, 2017. 44p.

SANTANA, P. S. *et al*. Efeito Antibacteriano e Antifúngico de Extratos Etanólico, Hexânico e Metanólico a Partir de Folhas de Kalanchoe pinnata (Lam.) Pers (Malva Corama) Contra Cepas Multi-Resistentes a Drogas. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 64–69, 30 mar. 2016. DOI: https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p64-69.

SANTOS, J. J. F.; GOMES, R. S. L. D. C. E. S. Plantas alimentícias não convencionais e medicinais: conhecimento e aplicações em feiras-livres de Belém, Pará, Brasil. **Revista Fitos**, 25 mar. 2022. DOI: 10.32712/2446-4775.2022.1207.

SANTOS, M. N. L. D. *et al*. O uso medicinal da kalanchoe pinnata (Corama) no tratamento da gastrite / The medicinal use of kalanchoe pinnata (Corama) in the treatment of gastritis. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 6, p. 18133–18144, 2020. DOI: https://doi.org/10.34119/bjhrv3n6-212.

SILVA, C.; FRANCELINO, D.; BARBOSA, R. A importância da popularizaçâo das plantas alimenticias não convencionais (panc): informação, saúde e qualidade de vida. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 33, 30 set. 2020. DOI: 10.18677/EnciBio_2020C1.

SILVA, K. C.; BOEIRA, A. S. P. **Catálogo Ilustrativo de Plantas alimentícias não convencionais comercializadas nas Feiras Livres e Mercados de Manaus-Amazonas**. Manaus: Centro Universitário do Norte-Uninorte, 2018. 105p.

SINGH, S. K.; PATEL, J. R.; DANGI, A. Physicochemical, Qualitative and Quantitative Determination of Secondary Metabolites and Antioxidant Potential of Kalanchoe Pinnata (Lam.) Pers. Leaf Extracts. **Journal of Drug Delivery and Therapeutics**, v. 9, n. 1, p. 220–224, 15 jan. 2019. DOI: https://doi.org/10.22270/jddt.v9i1.2225.

SOARES, A. M. S. **Propriedade anti-inflamatória de *kalanchoe pinnata* pode estar associada à inibição nitrérgica e a ação antioxidante**. 2017. 79p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém.

SOBREIRA, F. C. **Avaliação da Atividade Antiúlcera de *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers (Crassulaceae)**. 2013. 106p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOBREIRA, F. *et al*. Gastroprotective activity of the hydroethanolic extract and ethyl acetate fraction from Kalanchoe pinnata (Lam.) Pers. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 53, n. 1, 2017. DOI: 10.1590/s2175-97902017000116027.

SOHGAURA, A.; BIGONIYA, P.; SHRIVASTAVA, B. In vitro antilithiatic potential of Kalanchoe pinnata, Emblica officinalis, Bambusa nutans, and Cynodon dactylon. **Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences**, v. 10, n. 2, p. 83, 2018. DOI: https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_18_18.

STEFANOWICZ-HAJDUK, J. *et al*. Biological activities of leaf extracts from selected *Kalanchoe* species and their relationship with bufadienolides content. **Pharmaceutical Biology**, v. 58, n. 1, p. 732–740, 1 jan. 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/13880209.2020.1795208.

SYTAR, O. *et al*. COVID-19 Prophylaxis Efforts Based on Natural Antiviral Plant Extracts and Their Compounds. **Molecules**, v. 26, n. 3, p. 727, 30 jan. 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules26030727.

TAVARES, S. A. **Plantas Medicinais**. Brasília, DF: EMATER-DF, 2015.

VIEIRA, A. C. M. *et al*. **Manual sobre uso racional de plantas medicinais**. 1.ed. Rio de Janeiro: Cerceau, 2016. 175p.

VIJAY, A.; KATHIRESAN, K.; PANDIAN, P. Evaluation of Anti-Hyperglycaemic activity of Ethanolic Extract of Stems of *Bryophyllum pinnatum* against Type 2 Diabetic rats. **International Journal of Ayurvedic Medicine**, v. 12, n. 2, p. 309–313, 29 jun. 2021. DOI: https://doi.org/10.47552/ijam.v12i3.1950.

YADAV, M.; GULKARI, V.; WANJARI, M. Bryophyllum pinnatum leaf extracts prevent formation of renal calculi in lithiatic rats. **Ancient Science of Life**, v. 36, n. 2, p. 90, 2016. DOI: https://doi.org/10.4103/asl.ASL_90_16.

YULIANI, T.; DEWIJANTI, I. D; S. D.S. BANJARNAHOR. Antidiabetic activity of ethanolic extract of *kalanchoe pinnata* leaves in alloxan induced hyperglycaemic rats. **Indonesian Journal of Pharmacy**, v. 27, n. 3, p. 139, 1 jul. 2016. DOI: https://doi.org/10.14499/indonesianjpharm27iss3pp139.

CAPÍTULO 2:

Este capítulo foi publicado na Revista da Universidade Vale do Rio Verde como artigo de revisão (Volume 23 – Número 3 – 2025).

PERFIL QUÍMICO E PROPRIEDADES BIOATIVAS DE *Baccharis crispa* Spreng. (CARQUEJA-AMARGA)

Jéssica Juliane Furtado Santos[1]; Ricardo Felipe Alves Moreira[1]

[1]Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

PERFIL QUÍMICO E PROPRIEDADES BIOATIVAS DE *Baccharis crispa* Spreng. (CARQUEJA-AMARGA)

RESUMO

A carqueja-amarga (*Baccharis crispa* Spreng.) é uma planta amplamente utilizada popularmente de maneira medicinal para o tratamento de diversas doenças. É uma espécie nativa, que é bastante comercializada e consumida pela população brasileira. Diante disto, este estudo teve como objetivo apresentar uma revisão de literatura acerca da importância medicinal da carqueja, destacando suas características botânicas, composição química e bioatividades. A espécie pertence ao gênero *Baccharis*, subgênero *Baccharis* e secção *Caulopterae*, com maior diversidade no Brasil. A planta faz parte da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS), por conta de seu uso na medicina tradicional, especialmente na forma droga vegetal. As classes de fitoquímicos com maior presença em *B. crispa* compreendem os terpenos, sobretudo no seu óleo essencial, e também os fenólicos. O potencial bioativo da espécie está relacionado principalmente a propriedades antidiabéticas, anti-inflamatórias, antioxidantes, gastroprotetoras, hepatoprotetoras, cardioprotetoras. Contudo, faz-se necessário a realização de mais estudos, principalmente clínicos, a fim de validar e colaborar para o uso racional da carqueja como uma planta medicinal.

Palavras-chave: Carqueja. *B. crispa*. Fitoterapia. Fitoquímica. Bioatividade.

CHEMICAL PROFILE AND BIOACTIVE PROPERTIES OF *Baccharis crispa* Spreng. (CARQUEJA-AMARGA)

ABSTRACT

Bitter carqueja (*Baccharis crispa* Spreng.) is a plant that is widely used medicinally to treat various diseases. It is a native species that is widely marketed and consumed by the Brazilian population. In view of this, the aim of this study was to present a literature review on the medicinal importance of carqueja, highlighting its botanical characteristics, chemical composition and bioactivities. The species belongs to the genus Baccharis, subgenus Baccharis and section Caulopterae, with the greatest diversity in Brazil. The plant is part of the National List of Medicinal Plants of Interest to the Unified Health System (RENISUS), due to its use in traditional medicine, especially in plant drug form. The classes of phytochemicals most commonly found in B. crispa include terpenes, especially in its essential oil, as well as phenolics. The bioactive potential of the species is mainly related to antidiabetic, anti-inflammatory, antioxidant, gastroprotective, hepatoprotective and cardioprotective properties. However, it is necessary to carry out more studies, especially clinical ones, in order to validate and contribute to the rational use of carqueja as a medicinal plant.

Key words: Carqueja. *B. crispa*. Phytotherapy. Phytochemistry. Bioactivity.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior parcela da biodiversidade mundial, onde as plantas superiores compõem aproximadamente 24% desta biodiversidade. A diversidade vegetal é muito utilizada em práticas populares e tradicionais, por exemplo, para a preparação de remédios caseiros usados na medicina tradicional (CARVALHO *et al*., 2021; BRASIL, 2018; BRASIL, 2016). Este uso das plantas medicinais de forma terapêutica, em suas diferentes formas farmacêuticas e sem a utilização de substâncias ativas isoladas, é chamado de "fitoterapia" (BRASIL, 2016; BRASIL, 2015).

As plantas medicinais podem ser grandes aliadas da saúde; podem ser utilizadas de diversas formas como em infusões caseiras, fitoterápicos e, ainda, como matéria-prima para a produção de medicamentos alopáticos, cooperando com a prevenção e tratamento de doenças e contribuindo, dessa maneira, para o bem estar das pessoas e melhor qualidade de vida (BRASIL, 2019).

A carqueja amarga (*Baccharis crispa* Spreng.) é uma espécie medicinal nativa muito utilizada e comercializada no Brasil; ocorre no Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina), no Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), no Centro-oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso) e no Nordeste (Bahia, Pernambuco) do Brasil, além da ocorrência em países como Uruguai, Argentina, Paraguai e Bolívia (FLORA DO BRASIL, 2022; GALET *et al*., 2019; BRASIL, 2018).

Esta planta tem seu uso tradicional pela população associado ao tratamento de várias doenças, como úlcera, diabetes, malária, diarreia, verminoses, obesidade, entre outras (LORENZI & MATOS, 2002). É a espécie mais estudada farmacologicamente entre o gênero. No entanto, é fundamental o desenvolvimento de mais pesquisas que busquem determinar seus potenciais efeitos terapêuticos e mecanismos de ação, para que a carqueja amarga possa ser usada de forma mais segura e consciente para o tratamento de diversas condições patológicas (RABELO & COSTA, 2018; KARAM *et al*., 2013).

Perante o exposto, este trabalho objetivou produzir uma revisão da literatura sobre a carqueja amarga (*Baccharis crispa* Spreng.), tratando de seus aspectos botânicos, componentes químicos e potenciais bioativos, bem como de sua importância para a fitoterapia.

2. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de natureza qualitativa, que foi realizado a partir de uma revisão da literatura, onde o levantamento bibliográfico foi efetuado nas bases de dados Pubmed, Scielo, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da Capes. Os descritores utilizados para busca foram: "carqueja", "*Baccharis trimera*", "*Baccharis crispa*", "plantas medicinais", "fitoterapia".

Os trabalhos consultados corresponderam a artigos científicos, dissertações e teses, nos idiomas português e inglês, publicados entre 2002 e 2022. Para a elaboração do trabalho, foram selecionados estudos com as temáticas relacionadas à taxonomia, composição química, propriedades farmacológicas e uso medicinal da espécie; foram excluídos os trabalhos de conclusão de curso e resumos de anais de eventos científicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização botânica

Baccharis crispa Spreng. (= *Baccharis trimera* (Less.) DC.) é o nome cientifico da espécie conhecida popularmente como carqueja, carqueja-do-mato, carqueja-amarga, quina-decondamine ou cacália-amarga. Vale destacar que vários estudos anteriores fazem referência principalmente ao sinônimo *Baccharis trimera*. No entanto, no presente estudo adotou-se a nomenclatura aceita atualmente pela Lista de Espécies da Flora do Brasil (FLORA DO BRASIL, 2022), de *Baccharis crispa*.

Essa espécie pertence à família Asteraceae, que é a maior família dentre as angiospermas, com cerca de 1.600 gêneros e 23.000 espécies, o que representa 10% da flora mundial e, no Brasil, há aproximadamente 2.000 espécies e 250 gêneros (VIEIRA *et al*., 2016; GIULIETTI *et al*., 2009; LORENZI & MATOS, 2002). A planta pertence ao gênero *Baccharis*, que é caracterizado pela presença de tricomas com células basais adjacentes nas folhas e caules e flores unissexuais; e ao subgênero *Baccharis*, que inclui 241 espécies; e também faz parte da secção *Caulopterae*, a qual compreende 15 espécies presentes desde a Colômbia até a Argentina, com maior diversidade no Sudeste e Sul do Brasil (HEIDEN *et al*., 2019).

Os estudos filogenéticos demonstram que o gênero *Baccharis* tem origem sulamericana e a maior diversidade de espécies no Brasil sugere que é a provável área principal das primeiras radicações do gênero, juntamente com os Andes (HEIDEN, 2021; HEIDEN *et al*., 2019). Os vegetais desse gênero são importantes economicamente para o homem, uma vez que ajudam no combate à erosão e podem ser utilizadas como plantas ornamentais. Contudo, a maior

relevância está na medicina tradicional, onde várias espécies são utilizadas popularmente (BUDEL *et al*., 2005).

A *Baccharis crispa* é nativa das Américas e amplamente distribuída na América do Sul, sendo encontrada principalmente nos campos de altitude, em formações campestres, montanhas, campos e beiras de matas. Além disto, é uma espécie que pode crescer em solos pobres em nutrientes tais como o fósforo, o nitrogênio e o potássio (GALET *et al*., 2019; RABELO & COSTA, 2018; VIEIRA *et al*., 2016; GIULIETTI *et al*., 2009; LORENZI & MATOS, 2002).

Quanto à morfologia, a planta é um subarbusto de até 1 metro de altura, perene, ereto, lenhoso, ramificado na base, de caules e ramos verdes com expansões trialadas; folhas muito reduzidas ao longo dos caules e ramos como expansões aladas de cor verde-clara. Apresenta inflorescências do tipo capítulo, com flores pequenas branco-amareladas, aromáticas, dispostas ao longo dos ramos e fruto do tipo aquênio (GALET *et al*., 2019; BRASIL, 2018; BRASIL, 2017; VIEIRA *et al*., 2016; GRANDI, 2014; LORENZI & MATOS, 2002).

3.2 Utilização na fitoterapia

O uso da carqueja na medicina tradicional é muito comum no Brasil e advém dos costumes indígenas, os quais já usavam plantas medicinais para o tratamento de várias doenças (LORENZI & MATOS, 2002). O primeiro registro escrito do consumo desta planta no país é de 1931, com o uso da infusão das folhas e ramos para o tratamento da esterilidade feminina e da impotência masculina (LORENZI & MATOS, 2002) e, ao longo dos anos, estendeu-se para problemas hepáticos, estomacais, intestinais, renais, diabetes, entre outros (GALET *et al*., 2019; BERG, 2010).

É importante destacar que este vegetal está contido na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS), bem como no Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, contendo os padrões de qualidade necessários para aplicação na fitoterapia, com indicações, preparações e contraindicações de uso para garantir o seu acesso seguro e uso racional, uma vez que é amplamente utilizado na medicina popular (GRANDI, 2014; GALET *et al*., 2019; BRASIL, 2018; BRASIL, 2021).

No Brasil, a carqueja-amarga já é encontrada na forma de fitoterápico, ou seja, o medicamento obtido da planta medicinal ou seus derivados, sem a presença de substâncias isoladas (BRASIL, 2015). Contudo, ela é majoritariamente utilizada na medicina popular sob a forma de droga vegetal, isto é, a planta desidratada e triturada (BRASIL, 2016). Seu consumo ocorre principalmente como bebida preparada por meio de infusão ou decocção das partes

aéreas (BRASIL, 2021; BRASIL, 2014), sendo considerada alimento, conforme a legislação brasileira (BRASIL, 2010).

O uso terapêutico da carqueja-amarga já foi relatado em diversos trabalhos, tanto em revisões (ANTUNES *et al*., 2022; PEREIRA *et al*., 2021; MORAES & SOUZA, 2021; SUN *et al*., 2021; MARMITT *et al*., 2016), quanto em pesquisas sobre o levantamento do uso de plantas medicinais empregadas pela população brasileira para o tratamento de diversas doenças (SOBRINHO *et al*., 2021; FREITAS JUNIOR *et al*., 2020; ALBERGARIA *et al*., 2019; BOSCOLO & GALVÃO, 2019; SACRAMENTO *et al*., 2019; NETO & GOMES, 2018; CAJAIBA *et al*., 2016; BIESKI *et al*., 2015; MATTOS *et al*., 2015) (Tabela 1).

3.3 Constituição química

A bioatividade da carqueja está associada a diversos compostos químicos presentes na espécie, distribuídos em diferentes grupos químicos, tais como flavonoides, compostos terpênicos, resinas, saponinas, vitaminas, fitoesteroides e taninos (Tabela 2) (RABELO & COSTA, 2018; GRANDI, 2014; KARAM *et al*., 2013; BRASIL, 2018; GALET *et al*., 2019; BRASIL, 2021; LAGO *et al*., 2008).

De acordo com Bogo *et al*. (2016), o gênero *Baccharis* é uma rica fonte de óleos essenciais nos quais há predominância de compostos terpênicos. Dentre os compostos terpênicos encontrados na *Baccharis crispa* Spreng., destacam-se os monoterpenos/monoterpenos oxigenados e os sesquiterpenos/sesquiterpenos oxigenados; o carquejol e o acetato de carquejila já foram relatados como marcadores químicos dessa espécie (TEIXEIRA et al., 2022; MORENOPIZANI *et al*., 2020; MINTEGUIAGA *et al*., 2015; PAROUL *et al*., 2016; LAGO *et al*., 2008).

Teixeira *et al*. (2022) investigaram os constituintes químicos dos óleos essenciais extraídos de amostras de carqueja comercializadas na forma de sachês e, também, de um óleo essencial de carqueja-amarga vendido já isolado (referência para fins de comparação). Nesses óleos essenciais foi possível observar uma maior ocorrência de compostos terpênicos, principalmente monoterpenos oxigenados e sesquiterpenos oxigenados; o acetato de carquejila, palustrol, espatulenol e β-eudesmol foram encontrados em todas as amostras analisadas; com destaque no aspecto quantitativo para o palustrol e o β-eudesmol nos óleos essenciais das amostras de sachês e para o acetado de carquejila no óleo essencial vendido já isolado. No estudo de Silva *et al*. (2021), por sua vez, acerca da análise do óleo essencial das folhas frescas da *B. crispa*, o acetato de carquejila, o palustrol e o β-pineno se destacaram como constituintes majoritários.

Tabela 1 – Artigos dos últimos sete anos sobre o uso popular da carqueja-amarga (*Baccharis crispa* Spreng.) no Brasil.

Local do estudo	Parte usada	Uso terapêutico	Referência
Iguatu - CE	Caule	Obesidade e dor na coluna	Sobrinho et al. (2021)
São Luís - MA	Casca	Obesidade	Freitas-Junior et al. (2020)
Lagoa Grande - PE	Raiz	Osteoporose, infecção urinária, problemas renais	Albergaria et al. (2019)
Nova Friburgo e Rio Bonito - RJ	-	Gastrite, problemas no fígado, obesidade, gripe	Boscolo; Galvão (2019)
Interior da BA	Folhas	Má digestão	Sacramento et al. (2019)
Oliveira Fortes - MG	Folhas	Dores musculares, anemia, feridas/úlceras, dores musculares, colesterol alto	Neto; Gomes (2018)
Uruará - PA	Folhas	Anemia, gastrite, infecções dos rins, verminoses	Cajaiba et al. (2016)
Montes Claros - MG	Folhas	Problemas no estômago e fígado	Mattos et al. (2015)
Juruena - MT	Folhas	Diabetes, distúrbios gastrointestinais, malária, inflamação, obesidade	Biesk et al. (2015)

Fonte: Os autores.

Do mesmo modo, outros estudos também revelaram os compostos majoritários constituintes dos óleos essenciais de carqueja (MORENOPIZANI *et al*., 2020; STRUIVING *et al*., 2020; MINTEGUIAGA *et al*., 2015; MORAIS & CASTANHA, 2011; LAGO *et al*; 2008). Moreno-Pizani *et al*. (2020), ao estudarem o óleo essencial das folhas de espécies de *Baccharis crispa* cultivadas observaram elevados teores de sesquiterpenos oxigenados, especialmente o espatulenol. Silva *et al*. (2007) mostraram a predominância do sesquiterpeno germacreno D em espécies de silvestres e cultivadas de *B. crispa*. Struiving *et al*. (2020) evidenciaram maiores concentrações de monoterpenos oxigenados e sesquiterpenos oxigenados, entre os quais acetato de carquejila, palustrol e carquejol, como constituintes do óleo essencial de amostras *in natura* de *B. crispa*; já no óleo essencial de amostras comerciais, as maiores concentrações foram de espatulenol, acetato de carquejila e palustrol. Além disso, no que se refere aos compostos fenólicos, este estudo indicou concentrações elevadas de ácido gálico, catequina e ácido clorogênico nos extratos de acetato de etila das amostras *in natura* e comerciais avaliadas. Cosenza *et al*. (2019), avaliando a composição química do extrato hidroetanólico de amostras *in natura* da carqueja-amarga, notaram a presença de flavonoides, com destaque para a quercetina como composto majoritário do grupo. Cabe ressaltar que dentre os compostos

fenólicos, o grupo dos flavonoides são os principais compostos isolados dos extratos de *Baccharis crispa* (RABELO & COSTA, 2018).

Ainda nesse cenário, Besten *et al*. (2013) mostraram consideráveis concentrações de monoterpenos oxigenados, destacando-se o carquejol, acetato de carquejila e ledol, na fração volátil de amostras de cladódios, flores e brotos de *B. crispa in natura*. Em contrapartida, Paroul *et al*. (2016) relataram a presença do monoterpeno *β*–pineno como componente majoritário do óleo essencial dessa planta (carqueja) *in natura*.

Tabela 2 – Principais constituintes químicos da *Baccharis crispa* Spreng. relatados na literatura.

Classificação		**Compostos**	**Concentração (%)**
Compostos Fenólicos	Ácidos fenólicos	Ácido cafeico[4,5]	4,3 - 12,34
		Ácido clorogênico[4,5]	4,12 - 10,2
		Ácido elágico[4]	0,69 - 4,9
		Ácido gálico[4]	3,72 - 4,19
	Flavonoides	Apigenina[6,9]	-
		Catequina[4]	0,18 - 1,54
		Cirsiliol[9]	-
		Cirsimaritina[9]	-
		Eriodictiol[9]	-
		Eupatorina[9]	-
		Epicatequina[4,9]	0,21 - 1,61
		Genkwanina[9]	-
		Hispidulina[9]	-
		Kaempferol[4]	0,81 - 4,85
		Luteolina[4]	0,67 - 2,93
		Nepetina[9]	-
		Quercetina[4,5]	4,23 - 12,34
		Rutina[4]	0,62 - 3,51
Compostos Terpênicos	Monoterpenos	3-Careno[1,6]	1,98 - 2,2
		Cis-β-Ocimeno[1,6]	1,24 - 2,82
		E-β-Ocimeno[2,9]	0,17 - 1,44
		Limoneno[1,7,8]	1,15 - 2,6
		α-Pineno[7,9,13]	1,11 - 6,10
		β-Pineno[1,2,6,7,8,10]	2,82 - 23,28
		Sabineno[2,9,12]	0,62 - 3,97
	Monoterpenos oxigenados	Acetato de carquejila[1,2,4,6,8]	21,84 - 73,5
		Carquejol[1,4,6,8]	3,17 - 8,89
		DL-Mentol[1,6]	2,56
		Mirtenol[4]	1
		α-Terpineol[4,7,8]	0,26 - 0,31
		Trans-β-ocimeno[8]	0,4 - 3,4
	Sesquiterpenos	β-Bisaboleno[1,6]	0,48 - 1,04

	β-Cadineno[1,6]	1,06 - 2,74
	α-Calacoreno[1,6,7,10,11]	0,71 - 2,8
	β-Cariofileno[4]	0,87 - 4,34
	β-Copaeno[1,6,7]	0,27 - 4,24
	α-Cubebeno[4,7]	0,13 - 5,41
	Desidroaromadendreno[1,6]	0,8 - 1,14
	β-Elemeno[1,2,6,7,10,11,12]	0,88 - 7,5
	Germacreno A[8,13]	1,39 - 11,16
	Germacreno D[2,4,6,7,8,10,11,12]	0,93 - 27,38
	α-Guaieno[4,7,12]	0,30 - 2,14
	α-Humuleno[7,10,11,12]	1,12 - 3,68
	α-Muuroleno[4,7,12]	0,80 - 8,2
	γ-Muuroleno[4,6,7,8,10,12]	0,1 - 2,17
	β-Selineno[7,12]	1,3 - 3,91
Sesquiterpenos oxigenados	α-Cadinol[2,4,7,11,12]	0,89 - 4,16
	Cubenol[1,6]	0,59 - 1,94
	Epiglobulol[1]	2,27 - 3,3
	β-Eudesmol[1,2,4,6]	0,92 - 8,7
	Elemol[1,4,8]	0,68 - 0,8
	Espatulenol[1,3,4,6,7,8,10,12]	0,9 - 27,45
	Globulol[1,6,7,11,12]	0,11 - 24,10
	Guaiol[10,13]	2,35 - 3,1
	Ledol[1,2,6,7,8,10,12]	1,1 - 17,5
	Óxido de Aloaromadendreno[1,6]	1,13 - 1,46
	Óxido de cariofileno[1,4,6,7,8,10]	0,3 - 15,24
	Palustrol[1,2,4,6,7,8]	0,98 - 24,58
	Viridiflorol[1,2,4,6,7,8,10,12]	0,3 - 12,16

Referências: 1-Teixeira et al. (2022); 2-Silva et al. (2021); 3-Moreno-Pizani et al. (2020); 4-Struiving et al. (2020); 5-Cosenza et al. (2019); 6-Rabelo; Costa (2018); 7-Minteguiaga et al. (2015); 8-Besten et al. (2013); 9-Karam et al. (2013); 10-Morais; Castanha (2011); 11-Lago et al. (2008); 12-Silva et al. (2007).

Vale destacar que os compostos descritos como marcadores químicos da espécie (carquejol e acetado de carquejila) foram encontrados de forma variada nos estudos. Em Teixeira *et al*. (2022), o acetato de carquejila exibiu altas concentrações nos óleos essenciais de referência e baixas concentrações nos óleos essenciais extraídos das amostras comercializadas como sachês. Por outro lado, o carquejol foi encontrado em baixas concentrações em ambas os óleos essenciais. Já nos estudos com óleo essencial de *B. crispa* coletadas e identificadas botanicamente, Silva *et al*. (2021) relatou a presença do acetato de carquejila, enquanto Struiving *et al*. (2020) e Besten *et al*. (2013) apresentaram ambos marcadores químicos. Entretanto, em outros estudos também com identificação da espécie, como Silva *et al*. (2007), Lago *et al*. (2008), Morais & Castanha (2011), Minteguiaga *et al*. (2015), Paroul *et al*. (2016) e Moreno-Pizani *et al*. (2020), esses compostos não foram identificados. Isso indica que tais diferenças podem ser resultantes de variações climáticas, ecológicas e geográficas e, também,

dos métodos de extração empregados, que podem alterar a composição química das espécies (TEIXEIRA *et al*., 2022; STRUIVING *et al*., 2020; MINTEGUIAGA *et al*., 2015; LAGO *et al*., 2007).

3.4 Atividades farmacológicas

As propriedades terapêuticas da carqueja vêm sendo evidenciadas em vários trabalhos que revelaram o seu potencial anti-inflamatório, antifúngico, antioxidante, anti-helmíntico, antihiperlipidêmico, anti-hiperglicêmico, antiadipogênico, anticâncer, antiúlcera, gastroprotetor, hepatoprotetor, neuroprotetor, antimicrobiano, entre outros (BUENO *et al*., 2021; MENDES *et al*., 2021; LÍVERO *et al*., 2016; PAROUL *et al*., 2016; CANESCHI *et al*., 2015; PAIVA *et al*., 2015; OLIVEIRA *et al*., 2012; VIEIRA *et al*., 2011). A maioria destes estudos se baseia em pesquisas pré-clínicas que relatam as atividades biológicas do óleo essencial e de diferentes extratos obtidos principalmente das partes aéreas da planta, como pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3 – Atividades farmacológicas da *Baccharis crispa* Spreng. relatadas em artigos dos últimos oito anos, com pesquisas realizadas com testes pré-clínicos *in vivo*, em ratos e camundongos.

Efeito biológico	Parte da planta	Forma de uso	Modo de administração	Referências
Anti-inflamatório	Partes aéreas	Extrato aquoso	Gavagem	Almeida et al. (2021)
Gastroprotetor	Partes aéreas	Óleo essencial	Gavagem	Bueno et al. (2021)
Hepatoprotetor	Partes aéreas	Extrato etanólico	Gavagem	Barbosa et al. (2020)
Cardioprotetor	Partes aéreas	Extrato etanólico	Gavagem	Souza et al. (2020)
Antidiabético	Partes aéreas	Extrato hidroetanólic	Oral via dieta	Cosenza et al. (2019)
Antioxidante	Folhas	Extrato aquoso	Gavagem	Sabir et al. (2017)
Anti-esquistossomo	Partes aéreas	Extrato de diclorometExtrato aquoso	Oral por via esofágica	Oliveira et al. (2014)

Fonte: Os autores.

Almeida *et al*. (2021) avaliaram o efeito anti-inflamatório do extrato aquoso da carqueja em modelo de inflamação subcutânea, aguda e crônica, induzida em camundongos e mostraram que os animais tradados com *B. crispa* Spreng. tiveram diminuição do número de linfócitos sanguíneos. Da mesma maneira, Oliveira *et al*. (2012) relataram a atividade anti-inflamatória do extrato etanólico de partes aéreas da carqueja em ratos induzidos à inflamação intrapleural, reforçando o potencial anti-inflamatório da planta. Ambos os estudos atribuíram tal afeito à presença de compostos fenólicos (flavonoides e ácidos fenólicos) nos extratos testados.

No que concerne ao potencial antidiabético da carqueja, o estudo de Cosenza *et al*. (2019) avaliou a atividade anti-hiperglicêmica de algumas espécies do gênero, dentre elas a *B. crispa* Spreng., em camundongos submetidos a uma dieta rica em carboidratos refinados. A suplementação da dieta dos animais com extratos hidroetanólicos de *B. crispa* provocou uma redução na glicemia, o que pode contribuir para o tratamento da diabetes. Da mesma forma, Kaut *et al*. (2018) avaliaram o efeito do extrato hidroetanólico da planta em modelos de ratos induzidos à diabetes por aloxana, revelando a redução de biomarcadores de estresse oxidativo (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico e proteína carbonila) e consequente diminuição do dano oxidativo causado pela diabetes no organismo, o que pode melhorar, assim, o perfil metabólico de indivíduos com a doença. Nessa conjuntura, estudos atribuíram o potencial antidiabético (com redução da glicemia, triglicerídeos e colesterol total) da carqueja à presença de compostos fenólicos como a quercetina e os ácidos clorogênicos (OLIVEIRA *et al*., 2021; KAUT *et al*., 2018; ARAÚJO *et al*., 2017; SOUZA *et al*., 2020; CONSENZA *et al*., 2019; OLIVEIRA *et al*., 2005).

Souza *et al*. (2020) estudaram a ação cardioprotetora do extrato etanólico da carqueja em ratos expostos a fatores de risco (diabetes induzida por estreptozotocina; dislipidemia provocada por uma dieta rica em colesterol; tabagismo pela exposição dos animais a nove cigarros de tabaco comerciais por 1 h/dia, 5 dias/semana, durante quatro semanas, para doenças cardiovasculares e evidenciaram a reversão do espessamento da parede da aorta abdominal, normalização da pressão arterial e frequência cardíaca, além de redução da dislipidemia e do estresse oxidativo, ressaltando a eficácia da planta como um protetor cardiovascular. De forma semelhante, Mendes *et al*. (2021) demonstraram o efeito cardioprotetor do extrato etanólico de partes aéreas da carqueja em ratos submetidos a fatores de risco para doenças cardiovasculares, tais como dislipidemia, tabagismo e hipertensão. Nesse caso, a condição patológica foi induzida por um procedimento de colocação de um clipe de prata na artéria renal, para indução da isquemia renal. Os resultados indicaram diminuição dos níveis de triglicerídeos e colesterol e, também, redução do estresse oxidativo cardíaco, hepático e renal, sugerindo que *B. crispa* Spreng. pode ser utilizada no tratamento de pacientes com doenças cardiovasculares e hepáticas, associadas a múltiplos fatores de risco.

Outras doenças crônicas não transmissíveis também foram avaliadas em estudos *in vitro* com a carqueja-amarga. Por exemplo, Nascimento *et al*. (2017) sugeriram que a planta pode ser promissora como alternativa para o tratamento da obesidade. Eles demonstraram, em um experimento *in vitro*, a capacidade antiadipogênica dos extratos aquosos e metanólicos dos brotos de *B. crispa*. Esses extratos foram capazes de atenuar o processo de diferenciação de

pré-adipócitos a partir da diminuição dos níveis dos fatores de transcrição adipogênicos, o que pode contribuir para a perda de peso. Já Oliveira *et al*. (2013) avaliaram *in vitro* o efeito do extrato etanólico de partes aéreas de *B. crispa* Spreng. em células de câncer cervical humano e perceberam a promoção de apoptose ou necrose destas células, o que demonstrou um potencial ação anticâncer da espécie.

No que tange a doenças gástricas, estudos tanto com óleo essencial quanto com extrato hidroetanólico de *B. crispa* já revelaram efeitos gastroprotetores. Por exemplo, Bueno *et al*. (2021) estudaram o efeito do óleo essencial de partes aéreas de *B. crispa* Spreng. contra lesões agudas e crônicas de úlcera gástrica induzidas em ratos e concluíram que houve redução das lesões nos animais tratados com a planta. Outrossim, Lívero *et al*. (2016) descreveram a eficácia do extrato hidroetanólico de partes aéreas da espécie para diminuição das lesões de úlceras gástricas agudas e crônicas em ratos e camundongos. O tratamento com esse extrato gerou a atenuação do estresse oxidativo gástrico, demonstrando o potencial terapêutico da carqueja como uma alternativa para o tratamento de úlceras gástricas.

Para demonstrar o efeito hepatoprotetor da planta, Barbosa *et al*. (2020) investigaram a ação da carqueja em ratos que foram induzidos ou expostos a fatores de risco (dislipidemia, diabetes, tabagismo) para doença hepática. Esses animais foram tratados com extratos etanólicos de partes aéreas de *B. crispa*, o que provocou a reversão dos danos hepáticos, com melhora da esteatose e diminuição do dano oxidativo hepático. Segundo os autores, esses efeitos podem ter sido resultantes da atividade dos compostos presentes nesses extratos etanólicos, como ácidos fenólicos e flavonoides. O trabalho de Pádua *et al*. (2014), por sua vez, observou o efeito protetor do extrato hidroalcóolico de partes aéreas da *B. crispa* contra danos hepáticos induzidos por paracetamol em ratos, demonstrando a ação hepatoprotetora da planta frente à intoxicação, como consequência da diminuição do estresse oxidativo.

Outros estudos demonstraram a aplicação da planta no combate a doenças que produzem estresse oxidativo, tais como o de Sabir *et al*. (2017), no qual estudou-se *in vivo* a capacidade antioxidante de *B. crispa*, revelando a diminuição da peroxidação lipídica no cérebro e fígado de camundongos. Igualmente, Paiva *et al*. (2015) avaliaram o potencial antioxidante do extrato hidroalcóolico da carqueja em uma espécie de nematódeo com paralisia induzida, mostrando a redução da produção de espécies reativas de oxigênio, o que pode ser uma alternativa promissora para a diminuição de estresse oxidativo e sintomas em pacientes com doenças neurodegenerativas, como o Alzheimer.

Alguns achados validaram a ação da carqueja contra doenças infecciosas e parasitárias, dentre os quais o de Sahib *et al*. (2021). Nesse estudo, comprovou-se a ação leishmanicida do

extrato de acetato de etila das folhas da carqueja em análise *in vitro* contra o protozoário *Leishmania amazonensis* em células de macrófagos, demonstrando a eficácia e possível alternativa para o tratamento da leishmaniose. Silva *et al*. (2021) sugeriram que os monoterpenos e sesquiterpenos, presentes no óleo essencial da carqueja, foram responsáveis pela inibição do crescimento de *Candida albicans* em análise *in vitro*, comprovando o efeito antifúngico da planta e seu potencial uso para o combate da candidíase e de outras infecções fúngicas. Para demonstrar a ação anti-helmíntica da planta, Oliveira *et al*. (2014) realizaram experimento *in vivo* com camundongos infectados com *Schistosoma mansoni*. Os animais foram tradados com uma única dose oral por via esofágica do extrato de diclorometano e extrato aquoso das folhas da carqueja-amarga; foi demonstrada a mortalidade dos parasitas juvenis e adultos, assim como dos ovos, o que revelou o potencial terapêutico da planta para utilização contra esquistossomose.

4. CONCLUSÃO

O presente estudo revisou as informações disponíveis na literatura sobre o perfil químico e o potencial bioativo da *Baccharis crispa* Spreng.. Como mostrado, é uma planta medicinal muito utilizada no Brasil, geralmente na forma de infusão das suas partes aéreas. A bioatividade da planta é frequentemente associada aos compostos fenólicos, como flavonoides e ácidos fenólicos, e aos compostos terpênicos, especialmente os monoterpenos oxigenados e os sesquiterpenos oxigenados. Os compostos relatados como marcadores químicos (carquejol e acetado de carquejila) estavam presentes na minoria (38%, n=5) dos 13 estudos, nos quais as amostras foram identificadas botanicamente, que pode ser explicado pela presença de alterações climáticas e ambientais e/ou método de extração utilizado, os quais influenciam na composição química das espécies. Os trabalhos relacionados à avaliação dos potenciais bioativos da planta incluíram aqueles que tratavam de seu efeito sobre doenças crônicas não transmissíveis, distúrbios gástricos e hepáticos, doenças neurodegenerativas, doenças infecciosas e parasitárias e doenças que causam estresse oxidativo, envolvendo comumente experimentos pré-clínicos com as partes aéreas da espécie. Embora existam vários estudos desenvolvidos com *B. crispa*, vale ressaltar a necessidade da realização de mais pesquisas referentes à determinação da composição química da espécie, para possível ampliação dos marcadores químicos da planta, e para validação das propriedades bioativas da espécie, especialmente em estudos clínicos, os quais não foram encontrados na literatura. Dessa forma, esses estudos poderiam contribuir para a utilização mais segura e consciente da carqueja na fitoterapia.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPERJ, CNPq e UNIRIO.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. S. *et al*. *Baccharis trimera* aqueous extractmodulates inflammation and nociception in mice. **Clinical Phytoscience**, v. 7, n. 1, p. 82, 2021.

ANTUNES, C.; ARBO, M. D.; KONRATH, E. L. Hepatoprotective Native Plants Documented in Brazilian Traditional Medicine Literature: Current Knowledge and Prospects. **Chemistry & Biodiversity,** v. 19, n. 6, p. e202100933, 2022.

ARAÚJO, G. R. *et al*. *Baccharis trimera* inhibits reactive oxygen species production through PKC and down-regulation p47 *phox* phosphorylation of NADPH oxidase in SK Hep-1 cells. **Experimental Biology and Medicine**, v. 242, n. 3, p. 333–343, fev. 2017.

BARBOSA, R. J. *et al*. Promising therapeutic use of Baccharis trimera (less.) DC. as a natural hepatoprotective agent against hepatic lesions that are caused by multiple risk factors. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 254, p. 112729, maio 2020.

BERG, M. E. V. D. **Plantas medicinais na Amazônia: contribuição ao seu conhecimento sistemático**. 3a ed. Belém/PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 268 p.

BESTEN, M. A. *et al*. Chemical composition of volatiles from male and female specimens of *Baccharis trimera* collected in two distant regions of southern brazil: a comparative study using chemometrics. **Quim. Nova***,* v. 36, n. 8, p. 1096-1100, 2013.

BOGO, C. A. *et al*. Comparative analysis of essential oils of *Baccharis* L.: a review. **Revista Stricto Sensu**, v. 1, n. 2, p. 1–11, 31 dez. 2016.
BORELLA, J. C. *et al*. Variabilidade sazonal do teor de saponinas de *Baccharis trimera* (Less.) DC (Carqueja) e isolamento de flavona. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 4, p. 557–561, dez. 2006. BRASIL, 2021. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira**. 2ª ed. Brasília/DF: Anvisa, 2021.

BRASIL, 2019. Ministério da Saúde. Universidade Federal de Santa Catarina. **Guia de Plantas Medicinais de Florianópolis**. 1ª edição. Primavera, 2019.

BRASIL, 2017. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: produção e beneficiamento** / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília: SENAR, 2017.

BRASIL, 2018. **Plantas Medicinais.** Ministério da Saúde. Prefeitura Municipal de Campinas.

Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos na modalidade. 1ª edição - Outubro/2018. Disponível em: https://saude.campinas.sp.gov.br/assist_farmaceutica/Cartilha_Plantas_Medicinais_Campinas.pdf.

BRASIL, 2016. Ministério da Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos.** Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em:https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_programa_nacional_plantas_medicinais_fitoterapicos.pdf.

BRITO, A; PONTES, A. Metabólitos secundários de plantas medicinais usadas em garrafadas populares comercializadas em feiras livres de Belém, Pará, Brasil. **Enciclopédia Biosfera,** v. 18, n. 36, 2021.

BUDEL, J.M.; DUARTE, M, R.; SANTOS, C. A. M. et al. O progresso da pesquisa sobre o gênero Baccharis, Asteraceae: I – Estudos botânicos. **Revista Brasileira de Farmacognosia,** v. 15, n. 3, p. 268–71, 2005.

BUENO, G. *et al*. The essential oil from *Baccharis trimera* (Less.) DC improves gastric ulcer healing in rats through modulation of VEGF and MMP-2 activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 271, p. 113832, 2021.

CANESCHI, C. A. *et al*. B. *In vitro* Antifungal Activity of *Baccharis trimera* Less (DC) Essential Oil against Dermatophytes**. Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v. 14, n. 11, p. 2083, 2015.

CARVALHO, A, C.; OLIVEIRA, A. A.; SIQUEIRA, L. P. Plantas medicinais utilizadasno tratamento do Diabetes Mellitus: Uma revisão. **Brazilian Journal of Health Review**, v.4, n.3, p.12873-12894, 2021.

CERCATO, L. M. *et al*. A Systematic Review of Medicinal Plants Used for Weight Loss in Brazil: Is There Potential for Obesity Treatment?, **Journal of Ethnopharmacology,** v. 176, p. 286–96, 2015.

COSENZA, G. P.; VIANA, C. T. R.; CAMPOS, P. P. et al. Chemical characterization, antihyperlipidaemic and antihyperglycemic effects of Brazilian bitter quina species in mice consuming a high-refined carbohydrate diet. **Journal of Functional Foods**, v. 54, p. 220–230, 2019.

CRUZ, C. K. S. *et al*. O Uso de Plantas Medicinais No Tratamento Da Obesidade: Revisão Integrativa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e439997167, 2020.

FREITAS JUNIOR, L. M.; MONTEIRO, S. G.; ALMEIDA JUNIOR, E. B. Alternativas etnobotânicas para o tratamento da obesidade. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais,** v. 11, n.. 7, p. 652–671, 2020.

GARLET, T. M. B. **Plantas medicinais nativas de uso popular no Rio Grande do Sul**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS: UFSM, PRE, 2019.

GIULIETTI, A. M. **Plantas raras do Brasil**. Belo Horizonte, MG. Feira de Santana, Brazil: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009.

GÓMEZ, M. A.; MIGUES, I.; CAGGIANI, M. et al. Vasorelaxant Effect of a *Baccharis Trimera* Infusion on Precontracted Rat Aortic Rings. **Natural Product Communications**, v. 11, n. 3, p. 1934578X1601100, 2016.

GONÇALVES, R. N. *et al*. Plantas medicinais na Atenção Primária à Saúde: riscos, toxicidade e potencial para interação medicamentosa, **Revista de APS**, v. 25, n. 1, 2022.

GRANDI, T. S. M. **Tratado das plantas medicinais: mineiras, nativas e cultivadas**. Belo Horizonte/MG: Adaequatio Estúdio, 2014. 1204 p.

KARAM, T. K. *et al*. Carqueja (*Baccharis trimera*): utilização terapêutica e biossíntese. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.15, n.2, p.280-286, 2013.

KAUT, N. N. N. *et al*. *Baccharis trimera* (Carqueja) Improves Metabolic and Redox Status in an Experimental Model of Type 1 Diabetes. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2018, p. 1–12, 4 dez. 2018.

LAGO, J. H. G.; ROMOFF, P.; FÁVERO, O. A. et al. Composição química dos óleos essenciais das folhas de seis espécies do gênero *Baccharis* de "campos de altitude" da Mata Atlântica paulista. **Química Nova**, v. 31, n. 4, p. 727-730, 2008.

LÍVERO, F. A. R. *et al*. Hydroethanolic extract of *Baccharis trimera* promotes gastroprotection and healing of acute and chronic gastric ulcers induced by ethanol and acetic acid. **Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology,** v. 389, n. 9, p. 985–998, set. 2016.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.

MARMITT, D. J. *et al*. Plantas Medicinais da RENISUS Com Potencial Anti-inflamatório: Revisão Sistemática Em Três Bases de Dados Científicas. **Revista Fitos**, v. 9, n. 2, 2015.

MENDES, T. C. *et al*. Hepato- and cardioprotective effects of *Baccharis trimera* (Less.) DC. against multiple risk factors for chronic noncommunicable diseases. **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** v. 93, n. 3, p. e20200899, 2021.

MINTEGUIAGA, M. *et al*. Recent Findings in the Chemistry of Odorants from Four Baccharis Species and Their Impact as Chemical Markers. **Chemistry & Biodiversity,** v. 12, n. 9, p. 1339–1348, 2015.

MORENO-PIZANI, M. A. *et al*. Essential Oil Content of Baccharis crispa Spreng. Regulated by Water Stress and Seasonal Variation. **AgriEngineering**, v. 2, n. 3, p. 458–470, 2020.

MORAES, J. N.; SOUZA, G. O. Plantas medicinais amazônicas utilizadas na terapêutica de distúrbios do sistema digestório: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n.15, 2021.

MORAIS, L. A. S.; CASTANHA, R. F. Composição química do óleo essencial de duas amostras de carqueja (*Baccharis* sp.) coletadas em Paty do Alferes - Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, p. 628–632, 2011.

NASCIMENTO, D. S, M. *et al*. *Baccharis trimera* (Less.) DC Exhibits na Anti-Adipogenic Effect by Inhibiting the Expression of Proteins Involved in Adipocyte Differentiation. **Molecules**, v. 22, n. 6, p. 972, 2017.

OLIVEIRA, A. C. P. *et al*. Effect of the extracts and fractions of *Baccharis trimera* and *Syzygium cumini* on glycaemia of diabetic and non-diabetic mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 102, n. 3, p. 465–469, 2005.

OLIVEIRA, C. B. *et al*. Phenolic Enriched Extract of *Baccharis trimera* Presents Anti-inflammatory and Antioxidant Activities. **Molecules**, v. 17, n. 1, p. 1113–1123, 2012.

OLIVEIRA, C. B. *et al*. The Inhibitory Effects of Phenolic and Terpenoid Compounds from *Baccharis trimera* in Siha Cells: Differences in Their Activity and Mechanism of Action. **Molecules**, v. 18, n. 9, p. 11022–11032, 9 set. 2013.

OLIVEIRA, M. D. L.; RIBEIRO, S. G.O.; LIBERATO, M. C. T. C. Análises das propriedades e atividades biológicas de ervas frescas e as secas obtidas em Fortaleza – CE - Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 91112–91136, 2021.

OLIVEIRA, R. N. *et al*. Anthelmintic activity in vitro and in vivo of *Baccharis trimera* (Less) DC against immature and adult worms of *Schistosoma mansoni*. **Experimental Parasitology**, v. 139, p. 63–72, 2014.

PAIVA, F. A. *et al*. Carqueja (*Baccharis trimera*) Protects against Oxidative Stress and β-Amyloid-Induced Toxicity in Caenorhabditis elegans. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2015, p. 1–15, 2015.

PAROUL, N. *et al*. Composição química e atividade antioxidante de *Baccharis trimera* pers e *Baccharis dracunculifolia* dc (Asteraceae). **Perspectiva**, v. 40, n.151, p. 55-64, 2016.

PEREIRA, K.; LIMA, M. A.; SOUZA, G. O. Plantas nativas da região amazônica: uma revisão integrativa acerca da sua aplicação na fitoterapia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e313101422333, 2 nov. 2021.

RABELO, A. C. S.; COSTA, D. C. A Review of Biological and Pharmacological Activities of *Baccharis Trimera*. **Chemico-Biological Interactions**, v. 296, p. 65–75, dez. 2018.

SABIR, S. M. *et al*. Antioxidant activities and phenolic profile of *Baccharis trimera*, a commonly used medicinal plant from Brazil. **South African Journal of Botany**, v. 113, p. 318–323, 2017.

SAHID, E. D. N. *et al*. *Baccharis trimera* (Less.) DC leaf derivatives and eupatorin activities against *Leishmania amazonensis*. **Natural Product Research**, v. 36, n. 6, p. 1599–1603, 2022.

SILVA, F. G. *et al*. Seasonal variability in the essential oils of wild and cultivated *Baccharis trimera*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 5, p. 990–997, 2007.

SILVA, T. G. *et al*. Phytochemical characterization and inhibition of Candida sp. by the essential oil of *Baccharis trimera* (Less.) DC. **Archives of Microbiology**, v. 203, n. 6, p. 3077–3087, 2021.

SOUZA, M. M. Q. *et al*. *Baccharis trimera* (Less.) DC: An Innovative Cardioprotective Herbal Medicine Against Multiple Risk Factors for Cardiovascular Disease. **Journal of Medicinal Food**, v. 23, n. 6, p. 676–684, 2020.

STRUIVING, S. *et al*. Effects of Gender and Geographical Origin on the Chemical Composition and Antiradical Activity of *Baccharis myriocephala* and *Baccharis trimera*. **Foods**, v. 9, n. 10, p. 1433, 2020.

SUN, W.; SHAHRAJABIAN, M. H.; CHENG. Q. Natural Dietary and Medicinal Plants with Anti-Obesity Therapeutics Activities for Treatment and Prevention of Obesity during Lock Down and in Post-COVID-19 Era. **Applied Sciences**, v. 11, n. 17, p. 7889, 2021.

TEIXEIRA, I. E. A.-Z. *et al*. Avaliação do perfil químico e dos potenciais antioxidante e toxicológico dos óleos essenciais de amostras de *Baccharis trimera* comercializadas em sachês. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, 2022.

VIEIRA, A. C. M.; ANDRADE, S. R.; SEIXAS, I. M V. et al. **Manual sobre uso racional de plantas medicinais**. 1.ed. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro: Cerceau, 2016.

TAVARES, S. A. **Plantas medicinais**. Brasília, DF: EMATER-DF, 2015.VIEIRA, T. O. *et al*. Antioxidant effects of crude extracts from *Baccharis* species: inhibition of myeloperoxidase

activity, protection against lipid peroxidation, and action as oxidative species scavenger. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 21, n. 4, p. 601–607, 2011.

XAVIER, A. T.; NUNES, J. D. S. Tratamento de Diabetes Mellitus com plantas medicinais. **Revista Científica FAEMA**, v. 9, p. 603–609, 2018.

CAPÍTULO 3:

Este capítulo é um artigo de revisão que será submetido a uma revista Qualis A na área de Ciência de Alimentos.

Plantas medicinais no tratamento de Diabetes *Mellitus* no Brasil: uma revisão da literatura

Jéssica Juliane Furtado Santos[1]; Ricardo Felipe Alves Moreira[1]

[1]Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Resumo

A diabetes *mellitus* (DM) é uma doença metabólica que, atualmente, afeta milhões de pessoas no mundo todo; e o uso medicinal de plantas para o tratamento da doença, é comum entre populações rurais e urbanas. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo apresentar uma revisão de literatura acerca do uso popular de plantas medicinais pela população brasileira. A pesquisa caracteriza-se como revisão narrativa, com busca bibliográfica realizada nas bases de dados *PubMed, SciELO, Web Science* e *Scopus*, com inclusão de trabalhos dos últimos quinze anos. Foram levantadas 48 espécies de plantas usadas popularmente para o controle de diabetes. Ademais, é muito recorrente a prática da fitoterapia voltado ao tratamento da DM pela população brasileira. É importante a realização de mais pesquisas sobre a composição química das plantas antidiabéticas e suas propriedades farmacológicas, bem como os efeitos tóxicos, para contribuição ao uso seguro e também valorização do conhecimento tradicional associado às plantas medicinais.

Palavras-chave: Fitoterapia. Diabetes. Atenção à Saúde.

Abstract

Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disease that currently affects millions of people worldwide; the medicinal use of plants to treat the disease is common among both rural and urban populations. Given this, the present study aimed to present a literature review on the traditional use of medicinal plants by the Brazilian population. The study is a narrative review, with a literature search conducted in the *PubMed, SciELO, Web Science,* and *Scopus databases*, including studies from the past fifteen years. A total of 48 plant species used in folk medicine to control diabetes were identified. Furthermore, the use of herbal medicine to treat diabetes is very common among the Brazilian population. It is important to conduct further research on the chemical composition of antidiabetic plants and their pharmacological properties, as well as their toxic effects, to contribute to their safe use and to promote the traditional knowledge associated with medicinal plants.

Keywords: Herbal Medicine. Diabetes. Health Care.

1. Introdução

Diabetes *Mellitus* (DM) é uma doença metabólica, com diversas etiologias, que advém de várias disfunções referentes à ação e/ou secreção da insulina, que consiste em um hormônio produzido pelo pâncreas para reverter situações de hiperglicemia. O organismo de um indivíduo diabético não produz ou não consegue secretar adequadamente a insulina, devido à destruição das células beta do pâncreas ou à resistência dos tecidos à ação desse hormônio, o que desencadeia um quadro de hiperglicemia crônica que pode causar a falência de diversos órgãos, como rins, cérebro e coração, e provocar outros processos degenerativos crônicos (CARVALHO et al., 2021; LEMOS et al., 2019; COMAN et al., 2012; XAVIER; NUNES, 2018).

O número de pessoas diabéticas tem crescido cada vez mais nos últimos anos, afetando milhares de pessoas em todo o mundo, tornando-se um sério problema de saúde pública. A diabetes é responsável pelo desenvolvimento de importantes distúrbios crônicos conhecidos na sociedade moderna, ocasionando índices elevados de morbidade e mortalidade (CARVALHO et al., 2021; LEMOS et al., 2019; MARMITT et al., 2015; COMAN et al., 2012).

Nesse contexto, no Brasil, uma porcentagem significativa da população, tanto urbana quanto rural, usa plantas medicinais e fitoterápicos como alternativa para o tratamento da DM. Essas plantas e fitoterápicos apresentam propriedades benéficas, como ação hipoglicemiante, que podem melhorar as funções fisiológicas do organismo, sendo muito procurados pelos idosos portadores da doença (CARVALHO et al., 2021; ANDRADE; MEDEIROS, 2021; LEMOS et al., 2019; NASRI et al., 2015; COMAN et al., 2012).

Os tratamentos à base de plantas medicinais na saúde pública são mais baratos e acessíveis do que os tratamentos à base de medicamentos convencionais. Além disso, contribui para valorização da agricultura familiar, reduzindo o consumo dos recursos financeiros públicos e possibilitam a melhoria da atenção à saúde da população e a inclusão social (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; CARDOSO et al., 2019). Contudo, os estudos e reflexões acerca das plantas medicinais devem avançar, considerando a relevância da fitoterapia na atenção à saúde de pessoas com DM, que fazem uso de fitopreprações tradicionais no país (CARVALHO et al., 2021; BRASIL, 2019b; ALVARENGA et al., 2017).

Perante o exposto, este estudo buscou fazer uma revisão narrativa sobre a importância da utilização popular de plantas medicinais no tratamento de Diabetes *mellitus*, destacando e

relacionando os principais aspectos da DM, a relação da fitoterapia com a saúde pública e o levantamento das plantas medicinais antidiabéticas utilizadas pela população brasileira.

2. Metodologia

O presente estudo foi produzido a partir de uma revisão de literatura narrativa, com abordagem qualitativa, na qual o levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados dados *PubMed, SciELO, Web Science* e *Scopus*. Foi utilizado para a busca os descritores: "diabetes mellitus", "plantas medicinais", "plantas antidiabéticas", "fitoterapia".

Os trabalhos consultados foram artigos científicos, dissertações, teses e documentos oficiais do governo brasileiro, nos idiomas português e inglês, publicados nos últimos quinze anos. Foram excluídos do estudo trabalhos de conclusão de curso e resumos de anais. Para a elaboração da pesquisa, foram incluídos estudos que abordavam o uso popular, etnobotânico e farmacológico de plantas medicinais utilizadas no tratamento ou controle da Diabetes *Mellitus*.

Cabe ressaltar que os nomes científicos das espécies levantadas neste trabalho foram atualizados de acordo com a Flora e Funga do Brasil (2026).

3. Resultados e Discussão

3.1 Diabetes *Mellitus*

Dentre os tipos de Diabetes *mellitus* mais comuns, tem-se a diabetes mellitus tipo 1 (DM1) corresponde a um percentual de 5 a 10% de todos os casos de DM, sendo mais frequentemente diagnosticada em crianças e adolescentes, principalmente entre 10 e 14 anos, e jovens adultos. A DM1 é uma doença poligênica autoimune associada à destruição das células beta pancreáticas, o que causa a curto prazo perda total da capacidade de produção da insulina Uma das hipóteses que explicam o desenvolvimento da DM1, é a hipótese dos neoautoantígenos gerados pelo estresse da célula beta pancreática, propondo que diversos fatores ambientais inespecíficos, como excesso de peso, rápido crescimento, infecções, deficiências nutricionais, microbiota intestinal, exposição precoce a alimentos com glúten e estresse psicológico poderiam produzir exaustão das células beta pancreáticas e, consequente, falência por destruição autoimune secundária. No Brasil estima-se que ocorram 25,6 casos de DM1 por 100.000 habitantes por ano (SBD, 2019; BRASIL, 2019c).

A diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2), por sua vez, também é uma doença poligênica e representa de 90 a 95% de todos os casos de DM; possui etiologia multifatorial, que inclui idade avançada, fatores genéticos e ambientais, como hábitos alimentares não saudáveis, inatividade

física, além de obesidade, hipertensão arterial e dislipidemia, que se destacam como os principais fatores de risco para o desenvolvimento da doença. Normalmente, a DM2 tem sido descrita como própria da maturidade, caracterizando-se pela falência das células beta e resistência hepática à insulina; acometendo indivíduos a partir de 40 anos de idade. Entretanto, tem ocorrido o aumento da sua incidência em crianças, adolescentes e jovens, geralmente associada à história familiar e excesso de peso. Além do mais, cerca de 50% dos diabéticos desconhecem a existência da doença (BRASIL, 2020; SBD, 2019; COSTA et al., 2017).

Os sintomas clássicos da DM consistem em poliúria, polidipsia, polifagia e perda de peso. O diagnóstico da doença se dá a partir de exames para detectar a hiperglicemia, com valores de glicemia em jejum (8 horas) superiores ou iguais a 126 mg/dL; valores de glicemia casual (realizada em qualquer hora do dia, independente da última refeição) superiores ou iguais a 200 mg/dL em pacientes que apresentam os sintomas clássicos da doença; valores de glicemia superiores ou iguais a 200 mg/dL após 2 horas de uma sobrecarga com 75 g de glicose oral (teste oral de tolerância à glicose – TOTG) (CARVALHO et al., 2021; SBD, 2019; BRASIL, 2013).

A diabetes pode levar ao surgimento de complicações agudas e crônicas, sendo as consequências agudas mais comuns a cetoacidose diabética, o coma diabético, infecções e perda de consciência. As complicações crônicas são categorizadas como distúrbios microvasculares (retinopatia, nefropatia, neuropatia) e macrovasculares (doença coronariana, doença cerebrovascular e doença arterial periférica) que podem causar morbimortalidade elevada. A diabetes não tratada ou tratada de forma inadequada está associada a uma maior incidência de doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, cegueira, insuficiência renal e amputações de membros inferiores, além de causar prejuízos para o sistema musculoesquelético, sistema digestório, função cognitiva, saúde mental e de também ter relação com alguns tipos de câncer. A DM está relacionada, ainda, a maiores taxas de hospitalizações e a uma frequência aumentada de uso dos serviços de saúde. A hipertensão arterial é 2,4 vezes mais frequente nos indivíduos com diabetes, chegando a ser 3,8 vezes maior nos indivíduos com menos de 44 anos de idade. Vale destacar que a doença cardiovascular é a principal causa de óbito entre as pessoas com diabetes, abrangendo aproximadamente metade dos óbitos por diabetes na maioria dos países (GUIMARÃES et al., 2021; SBD, 2019; BRASIL, 2013).

O tratamento da diabetes *mellitus* é centrado na manutenção da glicemia nos níveis mais normais possíveis, bem como no controle das complicações crônicas da doença, pela adoção de hábitos de vida saudáveis, como alimentação saudável e prática regular de atividade física, além

da utilização de fármacos hipoglicemiantes; no caso da DM1 e em casos mais graves de DM2, a terapia com insulina é imprescindível (CARVALHO et al., 2021; BRASIL, 2013).

Muitas pessoas com diabetes têm dificuldades para aderir ao tratamento da doença, por influência de diversos fatores, tais como baixo nível de escolaridade, crenças, não aceitação da doença, entre outros, os quais podem impedir o indivíduo de adotar mudanças necessárias para cuidar de sua saúde (BARBOSA et al., 2015). Além do mais, indivíduos com maior risco de desenvolver DM2 podem diminuir a taxa de desenvolvimento do diabetes com algumas intervenções no estilo de vida (SBD, 2019).

O cuidado nutricional em diabetes *mellitus* (DM) é uma parte muito importante do tratamento e das estratégias de mudança do estilo de vida. As escolhas alimentares promovem efeito direto sobre o peso corporal e os níveis pressóricos e de lipídios plasmáticos. As recomendações nutricionais devem considerar as preferências pessoais dos indivíduos, tendo como base uma alimentação variada e equilibrada, objetivando manutenção/obtenção de peso saudável, controle da glicemia e adequação dos níveis pressóricos e dos níveis séricos de lipídios (SDB, 2019). Uma alimentação recomendada para pacientes com DM é caracterizada pela ingestão maior de alimentos à base de plantas, como frutas, verduras e legumes, além de cerais integrais, e menor ingestão de carne vermelha; com baixo teor de colesterol, baixo teor de gordura saturada e alto teor de fibras, que contribuem para controle da glicemia, melhoria do peso corporal, redução do risco de complicações cardiovasculares, especialmente em DM2. Ademais, a manutenção de uma perda de peso, associado à prática de atividade física, pode reduzir a necessidade de medicamentos antidiabéticos e pode retardar a progressão de pré-diabetes para DM2 (FRATTARI et al., 2022; ROCHA; FERREIRA, 2021; SDB, 2019).

Outra modificação do estilo de vida que é importante no tratamento de todos os tipos de DM, é a prática de exercício físico, de no mínimo 150 minutos semanais de exercício aeróbio (ex.: caminhada rápida, corrida, bicicleta, natação) ou exercício resistido (ex.: pesos livres, aparelhos de musculação ou uso do próprio peso corporal) de moderada ou elevada intensidade; o que colabora para o controle do peso corporal, redução do risco cardiovascular e promoção do bem-estar (SBD, 2019).

Combinado com as mudanças de hábitos, é necessário a utilização de medidas farmacológicas para o tratamento de DM, com o uso de medicamentos antidiabéticos, prescritos de acordo com o perfil sintomático e metabólico de cada paciente; tais fármacos englobam biguanidas, secretagogos de insulina, tiazolidinadionas, inibidores da α-glicosidase, análogos de incretinas, entre outros, que permitem o controle glicêmico e redução de risco de complicações de curto e médio prazos. Todavia, os medicamentos sintéticos hipoglicemiantes

podem produzir efeitos colaterais e, nesse sentido, as plantas medicinais antidiabéticas são uma alternativa para o tratamento de DM e estão sendo foco de inúmeras pesquisas atualmente (SOUZA et al., 2021; NASRI et al., 2015; SDB, 2019).

3.2 Plantas medicinais e Atenção à Saúde

Desde os primórdios da humanidade, os homens primitivos já utilizavam as plantas medicinais. No Brasil, o uso das plantas de forma medicinal tem sua origem associada às comunidades indígenas e aos conhecimentos de africanos e europeus que chegaram ao Brasil na época da colonização. Atualmente, mesmo em capitais de urbanização mais recente, há grande prevalência do uso de plantas medicinais pela população. Tal utilização consiste na fitoterapia, que é a utilização de plantas medicinais no combate e prevenção de doenças, tendo sua origem no conhecimento e uso popular (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; GALET et al., 2019; BRASIL, 2019c; BRASIL, 2011).

Os saberes relacionados às plantas medicinais são transmitidos por diferentes culturas, principalmente por meio dos mais velhos ou pelas mulheres. Dessa maneira, os conhecimentos tradicionais vão sendo repassados de geração a geração, contribuindo para a manutenção e renovação deste saber. Outrossim, cerca de 80% dos países em desenvolvimento utilizam plantas com finalidades terapêuticas, sobretudo em regiões menos favorecidas, já que parte significativa dessa população tem acesso limitado aos medicamentos alopáticos e a um sistema de saúde eficiente; entretanto, há utilização também por pessoas de maior condição socioeconômica, na busca por opções terapêuticas mais saudáveis; dessa forma, utilizam as fitopreparações como recurso terapêutico na prevenção e combate de doenças (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; GUIMARÃES et al., 2021; BRASIL, 2019c; BRASIL, 2011).

A fitoterapia é uma terapêutica muito útil, uma vez que proporciona eficácia e baixo custo nos programas de atenção primária à saúde, colaborando para suprir a falta de medicamentos nos serviços de saúde, além da valorização cultural, principalmente em regiões onde é comum o uso de plantas medicinais (IBIAPINA et al., 2014).

Nessa perspectiva, em 2006, no Brasil, foi aprovada a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no SUS, a qual abriga a Fitoterapia para apoio e implementação em todos os níveis de atenção, com destaque para a atenção básica, voltada à promoção, proteção e recuperação da saúde (BRASIL, 2015); também foi aprovada a Política e o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, buscando garantir para a população brasileira o acesso seguro e o uso racional das plantas medicinais, com o uso sustentável da biodiversidade, o desenvolvimento da cadeia produtiva e da indústria nacional

(BRASIL, 2016). Para mais, em 2009, o Ministério da Saúde divulgou a Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS) para direcionar e fortalecer o desenvolvimento de pesquisas acerca de plantas medicinais, bem como a criação de fitoterápicos (ANDRADE; MEDEIROS, 2021); em 2011, foi lançada a 1ª edição do Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira para orientar a prescrição e uso de plantas medicinais e fitoterápicos no Brasil (BRASIL, 2021).

O Brasil, com seu amplo patrimônio genético e sua diversidade cultural, tem um grande potencial para o desenvolvimento da terapêutica de plantas medicinais aliado ao conhecimento tradicional; estabelecendo um modelo de desenvolvimento na área de saúde e uso de plantas medicinais e fitoterápicos, priorizando o uso sustentável dos componentes da biodiversidade. Além disso, há um crescente interesse e iniciativas governamentais, legislativas, acadêmicas e da sociedade pela inserção do uso de plantas medicinais nos serviços de atenção à saúde, no sentido de conhecer, legitimar, implementar e regular, para fortalecer a fitoterapia no SUS (BRASIL, 2016; BRASIL, 2015; MATSUCHITA; MATSUCHITA, 2015; IBIAPINA et al., 2014).

Há o registro de mais de 2 mil unidades básicas de saúde que disponibilizam plantas medicinais ou fitoterápicos no Brasil; e a implementação da fitoterapia no SUS representa o resgate cultural do uso medicinal das plantas, onde o conhecimento científico e o conhecimento tradicional se interligam. Para a melhoria e integralidade da atenção à saúde, é importante a ampliação do acesso a serviços relacionados à fitoterapia, com segurança, eficácia e qualidade (FERREIRA et al., 2022; BRASIL, 2019b; BRASIL, 2016).

Cabe destacar que o desconhecimento dos profissionais de saúde sobre a terapêutica de plantas medicinais é um fator que determina a falta de mais incentivo ao uso da fitoterapia na rede pública. Logo, a implementação de protocolos de orientação e capacitação de profissionais habilitados, como médicos, enfermeiros, farmacêuticos, nutricionistas, dentistas, assim como estudantes da área da saúde, para o uso e manejo das plantas medicinais, é primordial para garantir eficácia e segurança no uso de plantas medicinais pela população (BARRETO; OLIVEIRA, 2022; ANDRADE; MEDEIROS, 2021; IBIAPINA et al., 2014).

Além de tudo, as plantas medicinais possuem alto valor agregado para os laboratórios farmacêuticos, já que elas são provedoras de substâncias de alto valor medicinal, uma vez que alguns têm em sua fórmula substâncias isoladas de plantas e incorporadas na fórmula. Logo, a divulgação de informações científicas relacionadas ao uso de plantas medicinais é fundamental para a sociedade (ANDRADE; MEDEIROS, 2021).

As propriedades farmacológicas das plantas medicinais estão associadas aos seus compostos bioativos, que são substâncias provenientes do metabolismo vegetal secundário encontradas em seus diferentes órgãos (folhas, flores, caule, raízes e frutos); geralmente estão relacionadas aos mecanismos de defesa e de proteção da planta contra fungos, bactérias, vírus, insetos e, ainda, estresses abióticos, como variações de temperatura e umidade. As concentrações dessas substâncias podem variar de acordo com a estação do ano, idade e os diferentes órgãos da planta. Muitas dessas substâncias são encontradas nas classes dos compostos fenólicos, terpênicos, alcaloides e esteroides (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; BRITO; PONTES, 2021; GALET et al., 2019; LEMOS et al., 2019; BUENO, 2016).

Contudo, a utilização inadequada de plantas medicinais com fins terapêuticos pode causar efeitos tóxicos, oferecendo riscos à saúde. Assim, é de suma importância o incentivo a pesquisas relacionadas à avaliação da toxicidade de plantas medicinais, para assegurar sua utilização racional e seguro (BRASIL, 2019a; IBIAPINA et al., 2014).

Dessa maneira, é imprescindível reforçar a necessidade do conhecimento do uso de plantas medicinais para o tratamento de doenças, a fim de respaldar a formulação de novas políticas públicas, reforçando as que já existem no âmbito do SUS, melhorando a atuação dos profissionais de saúde na área e garantindo maior universalização do acesso a essa alternativa terapêutica, visando a sustentabilidade econômica e ecológica e, ainda, proporcionando a inclusão social. Ademais, apesar do grande número de pesquisas e estudos com plantas medicinais, há falta de investimento para a maior inserção e ampliação das plantas medicinais presentes no SUS, visando a promoção em saúde pública (FERREIRA et al., 2022; GUIMARÃES et al., 2021; MACHADO; CHAVES, 2018).

3.3 Uso de plantas medicinais antidiabéticas no Brasil

O número de pessoas com diabetes *mellitus* no mundo pode superar 628,6 milhões em 2045, sendo 20,3 milhões no Brasil, onde indivíduos de todas as faixas etárias serão atingidos, principalmente a faixa etária de 20 a 44 anos. O aumento da prevalência da diabetes está relacionado a vários fatores, como transição nutricional, sedentarismo, excesso de peso, crescimento e envelhecimento populacional, além de fatores genéticos, imunológicos e ambientais (BRASIL, 2020; SBD, 2019; BRASIL, 2013).

É preciso destacar que a diabetes tem um relevante impacto econômico nos países e nos sistemas de saúde, uma vez que os gastos com a saúde dos indivíduos com diabetes são de 2 a 3 vezes maiores do que os gastos com a saúde dos indivíduos sem diabetes. Isso está relacionado à utilização mais frequente dos serviços de saúde e aos cuidados prolongados necessários para

o tratamento das complicações crônicas associadas à doença. A estimativa de despesa com o tratamento de cada indivíduo com diabetes pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil é de US$ 2.108,00 (SBD, 2019).

Muitas plantas medicinais são usadas para o tratar diabetes *mellitus* na medicina popular no Brasil, seja por tradição cultural ou para superar o alto custo dos medicamentos convencionais e seus efeitos colaterais; sendo que algumas já fazem parte do RENISUS. Além disso, as plantas medicinais representam a origem de 25% dos produtos farmacológicos modernos, como a Metformina (hipoglicemiante oral) que é um medicamento utilizado no tratamento da Diabetes Mellitus e é derivada da *Galega officinales*; e tem crescido o interesse de pesquisadores sobre o conhecimento de substâncias das plantas medicinais que contribuem para a redução dos níveis glicêmicos em pessoas com DM, especialmente, em um país com as dimensões do Brasil, e com uma cultura popular tão rica (GUIMARÃES et al., 2021; MACHADO; CHAVES, 2018; SBD, 2019).

Nesse cenário, uma variedade de espécies vegetais é utilizada popularmente para o tratamento de diabetes mellitus em todas as regiões do Brasil (CARRIJO; MIRANDA, 2021; CARVALHO et al., 2021; RODRIGUES; SOBREIRA, 2020; MACHADO; CHAVES, 2018; VIRGÍNIO et al., 2018; ALVARENGA et al., 2017; DEFANI; OILVEIRA 2015; MARMITT et al., 2015; FEIJÓ et al., 2012; SANTOS et al., 2012; TROJAN-RODRIGUES et al., 2012; CECÍLIO et al., 2008; XAVIER; NUNES, 2018), sendo que a maior parte dessas plantas pertencem às famílias botânicas Asteraceae e Fabaceae (Tabela 1), as quais são algumas das famílias que apresentam elevado número de espécies medicinais, como demonstrado na maioria dos estudos.

Tabela 1. Plantas medicinais utilizadas popularmente para o tratamento de diabetes mellitus citadas na literatura.

Família	**Espécie**	**Nome popular**	**Parte usada**
Asparagaceae	*Aloe vera* (L.) Burm.f.	Babosa	Folha
Plantaginaceae	*Scoparia dulcis* L.	Vassourinha	Raiz
Alismataceae	*Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schltr.) Micheli	Chapéu-de-couro	Folha
Amaranthaceae	*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants	Mastruz	Folha
Amaryllidaceae	*Allium sativum* L.	Alho	Caule (Bulbo)
	Allium cepa L.	Cebola	Caule (Bulbo)
Anacardiaceae	*Anacardium occidentale* L.	Caju	Casca
Annonaceae	*Annona muricata* L.	Graviola	Folha
	Annona Squamosa L.	Sálvia	Folha

Apocynaceae	*Geissospermum laeve* (Vell.) Miers	Pau-pereira	Caule do caule
Aquifoliaceae	*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil	Erva-mate	Folha
Asteraceae	*Baccharis crispa* Spreng.	Carqueja	Folha
	Achyrocline satureioides (Lam.) DC.	Marcela	Flor
	Artemisia absinthium L.	Losna	Folha
	Taraxacum officinale F.H. Wigg.	Dente-de-leão	Folha
	Cynara cardunculus L.	Alcachofra	Folha
	Bidens pilosa L.	Picão	Haste foliar
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense* Cambess.	Jacareúba	Casca do caule
Celastraceae	*Monteverdia ilicifolia* (Mart. ex Reissek) Biral	Espinheira-santa	Folha
Crassulaceae	*Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers.	Pirarucu	Folha
Cucurbitaceae	*Momordica charantia* L.	Melão-de-são-caetano	Folha
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides* Kunth	Sucupira	Semente
	Tamarindus indica L.	Tamarindo	Folha
	Bauhinia forficata Link	Pata-de-vaca	Folha
	Cajanus cajan (L.) Huth	Feijão-guandu	Folha
	Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz var. *ferrea*	Pau-ferro	Casca
Lamiaceae	*Salvia hispanica* L.	Chia	Semente
	Ocimum gratissimum L.	Alfavaca	Folha e flor
	Mentha spicata L.	Hortelã	Folha
Lauraceae	*Cinnamomum verum* J.Presl	Canela	Folha e casca
Linaceae	*Linum usitatissimun* L.	Linhaça	Semente
Lythraceae	*Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J.F.Macbr.	Sete-sangrias	Folha e flor
	Punica granatum L.	Romã	Casca do fruto
Malvaceae	*Luehea divaricata* Mart.	Açoita-cavalo	Casca do caule
Meliaceae	*Carapa guianensis* Aubl.	Andiroba	Casca e óleo da semente
Myrtaceae	*Eucalyptus globulus* Labill.	Eucalipto	Folha
	Eugenia biflora (L.) DC.	Pedra-ume-caá	Folha
	Syzygium cumini (L.) Skeels	Jambolão	Folha
	Eugenia uniflora L.	Pitanga	Folha
Passifloraceae	*Passiflora incarnata* L.	Maracujá	Folha e casca do fruto
Phyllanthaceae	*Phyllanthus niruri* L.	Quebra-pedra	Planta inteira
Poaceae	*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf	Capim-santo	Folha
Rubiaceae	*Morinda citrifolia* L.	Noni	Fruto
	Uncaria tomentosa (Willd. ex Roem. & Schult.) DC.	Unha-de-gato	Caule
Simaroubaceae	*Quassia amara* L.	Pau-tenente	Casca do caule
	Simarouba amara Aubl.	Japecanga	Casca do caule

Vitaceae	*Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E.Jarvis subsp. *verticillata*	Insulina-vegetal	Folha
Zingiberaceae	*Curcuma alismatifolia* Gagnep.	Açafrão	Caule (Rizoma)

Referências: Carrijo; Miranda (2021); Carvalho et al. (2021); Guimarães et al. (2021); Rodrigues; Sobreira (2020); Machado; Chaves (2018); Silva et al. (2018); Xavier; Nunes (2018); Alvarenga et al. (2017); Defani; Oliveira (2015); Marmitt e al. (2015); Feijó et al. 2012; Santos et al. (2012); Trojan-Rodrigues et al. (2012); Cecílio et al. (2008).

O uso das plantas medicinais para o tratamento de DM é comum, principalmente, na população feminina e idosa, sobretudo por conta do saber acumulado ao longa da vida (GUIMARÃES et al., 2021; RODRIGUES; SOBREIRA, 2020; SILVA et al., 2018; VIRGÍNIO et al., 2018; (ASSUNÇÃO et al., 2017; DEFANI; OLIVEIRA, 2015; FEIJÓ et al., 2012). Além disso, de acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes, há maior taxa de diabetes (9,6%) nos indivíduos sem instrução ou com ensino fundamental incompleto (SBD, 2019), como constatado em alguns estudos (RODRIGUES; SOBREIRA, 2020; SILVA et al., 2018; VIRGÍNIO et al., 2018; ASSUNÇÃO et al., 2017; DEFANI; OLIVEIRA, 2015; SANTOS et al., 2012).

Na maioria das vezes, estas plantas medicinais são cultivadas nos próprios quintais ou adquiridas nos comércios locais (VIRGÍNIO et al., 2018; DEFANI; OLIVEIRA, 2015; FEIJÓ et al., 2012; SANTOS et al., 2012). As folhas são as partes mais utilizadas das plantas, e o consumo é geralmente na forma de infusão (RODRIGUES; SOBREIRA, 2020; DEFANI; OLIVEIRA, 2015; FEIJÓ et al., 2012; SANTOS et al., 2012).

Das 48 plantas encontradas, 19 estão presentes na RENISUS, tais como: *Aloe vera*; *Allium sativum*, *Anacardium occidentale*, *Baccharis crispa*, *Artemisia absinthium*, *Cynara cardunculus, Bidens pilosa*, *Kalanchoe pinnata*, *Momordica charantia, Bauhinia forficata*, *Libidibia férrea*, *Ocimum gratissimum*, *Eucalyptus globulus*, *Syzygium cumini*, *Eugenia uniflora*, *Passiflora incarnata*, *Phyllanthus niruri*, *Uncaria tomentosa* e *Curcuma alismatifolia*.

A *Bauhinia forficata*, conhecida popularmente como pata-de-vaca, destacou-se como a espécie mais citada em todos os trabalhos pesquisados. Em estudo com humanos, Tonelli et al. (2022) confirmou a eficiência da planta no tratamento de diabetes mellitus tipo 2, pois neste estudo randomizado com o uso de cápsulas de extrato de folhas de *B. forficata*, os resultados mostraram níveis menores de glicose plasmática em jejum e hemoglobina glicada nos pacientes diabéticos, em comparação com o grupo placebo, após quatro meses de ensaio clínico.

Posto isto, tais plantas apresentam-se eficientes no controle da diabetes mellitus, pois possuem propriedades bioativas, as quais são produzidas a partir do metabolismo vegetal, que englobam um grande número de constituintes químicos que desempenham efeitos

antidiabéticos; o que demonstra, dessa maneira, o potencial das plantas como agentes terapêuticos na prevenção e tratamento dessa doença crônica e de suas complicações (CARVALHO et al., 2021; LEMOS et al., 2019; COMAN et al., 2012).

Estudos já corroboraram que tais plantas reduzem os níveis de glicose sanguínea, a partir de mecanismos biológicos desencadeados por alguns de seus constituintes químicos, como terpenóides, flavonoides e alcaloides, em decorrência, principalmente, das suas atividades antioxidantes; o que pode contribuir, desse modo, para o a prevenção e controle da diabetes mellitus, assim como das suas complicações, além de servir de base para novos agentes hipoglicemiantes, possibilitando a criação de novos fármacos (LEMOS et al., 2019; SANTOS et al., 2019; CARVALHO et al., 2021; VIRGÍNIO et al., 2018; BUENO, 2016; NASRI et al, 2015; COMAN et al., 2012).

Estes fitoquímicos presentes nas plantas contém potencial medicinal, uma vez que apresentam atividades farmacológicas, tais como efeito antidiabético, antioxidante, anti-inflamatório, anticancerígeno, entre outros, podendo ser usados para tratar e reduzir os riscos de desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas como a diabetes mellitus (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; CARDOSO et al., 2019; GALET et al., 2019; LEMOS et al., 2019; BUENO, 2016; CUNHA et al., 2016).

Os mecanismos de ação dos compostos bioativos com potencial antidiabético (encontrados em plantas) são diversos e envolvem, por exemplo, estímulo às células beta pancreáticas para o aumento da liberação de insulina e melhora da captação e utilização da glicose, resistência a hormônios que elevam a taxa de glicose; elevação da sensibilidade e do número de sítios receptores de insulina; diminuição da taxa de digestão de açúcares complexos, eliminação de radicais livres e resistência à peroxidação lipídica (CARVALHO et al., 2021; LEMOS et al., 2019; ALVARENGA et al., 2017).

No entanto, apesar destes compostos terem potencial como recurso terapêutico, alguns deles podem causar intoxicações, normalmente dependentes da dosagem ingerida, da parte da planta usada, da forma de preparo e da interação com medicamentos alopáticos. Desse modo, também podem oferecer riscos à saúde se utilizados de forma equivocada e contínua (CARVALHO et al., 2021; BRASIL, 2019b; ALVARENGA et al., 2017).

Sendo assim, pelo fato de o diabetes *mellitus* ser uma doença crônica prevalente, as terapias baseadas no uso de plantas medicinais podem ser uma abordagem alternativa ou reforço aos tratamentos existentes. Para tanto, a catalogação das plantas hipoglicemiantes, bem como os estudos para identificação de substâncias bioativas, avaliação do potencial antidiabético, efeitos tóxicos e comprovação da eficácia terapêutica em seres humanos são fundamentais, para

possibilitar suas aplicações no tratamento de DM, contribuindo para sua utilização de forma segura e também incentivo à cultura do uso tradicional das plantas medicinais (LEMOS et al., 2019; MARMITT et al., 2015; COMAN et al., 2012; SANTOS et al., 2012).

4. Conclusão

O diabetes *mellitus* é um problema de saúde pública atual e diversas plantas medicinais são utilizadas na medicina popular para o controle da doença no Brasil, especialmente por mulheres e idosos. A literatura destaca que muitas destas plantas possuem efeitos antidiabéticos resultantes de sua constituição de fitoquímicos, que são responsáveis por suas ações terapêuticas. Apesar disso, ainda existe uma lacuna entre o uso tradicional das plantas e as evidências clínicas atualmente disponíveis; dessa forma, é de extrema importância a validação científica, com realização de novas pesquisas quanto ao levantamento das plantas, composição química, propriedades farmacológicas e efeitos toxicológicos de todas as plantas medicinais antidiabéticas, visando sua maior inserção nos sistemas de saúde pública, com capacitação dos profissionais de saúde; para garantir, desse modo, o uso responsável pela população brasileira e contribuir para a saúde dos pacientes com diabetes, além da valorização da cultura de utilização da fitoterapia no país.

5. Referências

1. SBD - SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2019-2020**. Clannad; 2019.

2. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

3. ANDRADE, T. J. A. S.; MEDEIROS, L. C. M. **Plantas medicinais e a saúde da mulher**. Teresina: EDUFPI, 2021.

4. BUENO, M. J. A. **Manual de plantas medicinais e fitoterápicos utilizados na cicatrização de feridas**. Pouso Alegre: Univás, 2016.

5. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política nacional de práticas integrativas e complementares no SUS: atitude de ampliação de acesso** / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

6. CARVALHO, A, C.; OLIVEIRA, A. A.; SIQUEIRA, L. P. Plantas medicinais utilizadas no tratamento do Diabetes Mellitus: Uma revisão. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.3, p.12873-12894, may./jun. 2021.

7. BRASIL. Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo. **Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Departamento de Apoio Técnico e Educação Permanente. Comissão Assessora de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. / Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo. – São Paulo: Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo, 4ª edição, 2019a.

8. SANTOS, S. H. S.; FREITAS, D. F. et al. **Plantas medicinais**. Montes Claros: Caminhos Iluminados, 2019.

9. CARDOSO, J. C.; OLIVEIRA, M.; CARDOSO, F. C. I. Advances and challenges on the in vitro production of secondary metabolites from medicinal plants. **Horticultura Brasileira** 37: 124-132, 2019.

10. BRASIL. Ministério da Saúde. Universidade Federal de Santa Catarina. **Guia de Plantas Medicinais de Florianópolis**. 1ª edição. Primavera, 2019b.

11. ALVARENGA, C. F.; LIMA, K. M. N.; MOLLICA, L. R. et al. Uso de plantas medicinais para o tratamento do Diabetes Mellitus no Vale do Paraíba-SP. **Rev. Ciên. Saúde**, 2(2):36-44, 2017.

12. FLORA E FUNGA DO BRASIL. 2026. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br.

13. BRASIL. Portaria Conjunta Nº 17, de 12 de novembro de 2019. Aprova o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas do Diabete Melito Tipo 1. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Especializada à Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos. 2019c.

14. BRASIL. Portaria SCTIE/MS Nº 54, de 11 de novembro de 2020. Aprova o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas do Diabete Melito Tipo 2. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos. 2020.

15. COSTA, A. F.; FLOR, L. S.; CAMPOS, M. R. et al. Carga do diabetes mellitus tipo 2 no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 33(2), 2017.

16. GUIMARÃES, B. M.; RAMOS, K. A.; SOUZA, M. C. et al. Práticas terapêuticas com plantas medicinais para o tratamento do Diabetes Mellitus. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e474101018874, 16 ago. 2021.

17. BARBOSA, M. A. G.; ALMEIDA, A. M. R.; FIGUEIREDO, M. A. et al. Alimentação e diabetes mellitus: percepção e consumo alimentar de idosos no interior de Pernambuco. **Revista Brasileira em promoção da Saúde**, v. 28, n. 3, p. 370–378, 30 set. 2015.

18. FRATTARI, N.; RIBEIRO, S.; OLIVEIRA, C. et al. Dieta plant based na prevenção e tratamento da diabetes mellitus tipo 2. **Concilium**, v. 22, n. 4, p. 676–694, 25 jun. 2022.

19. ROCHA, L. C. M.; FERREIRA, J. C. S. Benefícios da alimentação vegetariana na diabetes tipo 2. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 83014–83028, 20 ago. 2021.

20. SOUZA, A. K. A.; ARAÚJO, I. C. R.; OLIVEIRA, F. D. S. Fármacos para o tratamento do diabetes mellitus tipo 2: interferência no peso corporal e mecanismos envolvidos. **Revista de Ciências Médicas**, v. 30, p. 1, 23 mar. 2021.

21. NASRI, H.; SHIRZAD, H.; BARADARAN, A. et al. Antioxidant plants and diabetes mellitus. **Journal of Research in Medical Sciences**, may 2015.

22. GALET, T. M. B. **Plantas medicinais nativas de uso popular no Rio Grande do Sul**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS: UFSM, PRE, 2019.

23. BRASIL. Secretaria Municipal de Saúde e Defesa Civil. Subsecretaria de Atenção Primária, Vigilância e Promoção de Saúde. Superintendência de Atenção Primária. Coordenação de Linhas de Cuidado e Programas Especiais. **Manual de Cultivo de Plantas Medicinais**. Subgerência do Programa de Plantas Medicinais e Fitoterapia. Gerencia do Programa de Práticas Integrativas e Complementares. – Rio de Janeiro: SMSDC, 2011.

24. IBIAPINA, W. V.; LEITÃO, B. P.; BATISTA, M. M.; PINTO, D. S. Inserção da fitoterapia na atenção primária aos usuários do SUS. **Rev. Ciênc. Saúde Nova Esperança**, 12(1):58-68, Jun. 2014.

25. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos** / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

26. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira**. 2ª ed. Brasília/DF: Anvisa, 2021.

27. MATSUCHITA, H. L. P.; MATSUCHITA, A. S. P. A Contextualização da Fitoterapia na Saúde Pública. **UNICIÊNCIAS**, v.19, n.1, p.86-92, 2015.

28. FERREIRA, E. E.; CARVALHO, E. D. S.; SANT´ANNA, C. D. C. A importância do uso de fitoterápicos como prática alternativa ou complementar na atenção básica: revisão da literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, 11 jan. 2022.

29. BARRETO, A. C.; OLIVEIRA, V. J. D. S. D. Conhecimento de profissionais de saúde sobre as plantas medicinais e os fitoterápicos na Atenção Básica no município do Recôncavo da Bahia. **Revista Fitos**, 11 maio 2022.

30. BRITO, A. F. S.; PONTES, A. N. Metabólitos Secundários de plantas medicinais usadas em garrafadas populares comercializadas em feiras livres de Belém, Pará, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia-GO, v.18 n.36; p. 207, 2021.

31. LEMOS, M. A. C.; SILVA, J. A.; BARROS, R. T. et al. Metabólitos Secundários com ação hipoglicemiante. In: SLIVINSKI, C. T. **Análise crítica das ciências da saúde 4**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.

32. MACHADO, E. O.; CHAVES, A. C. T. Plantas utilizadas no tratamento do diabetes tipo II: uma revisão de literatura. **TEXTURA**, v. 11, n. 20, p. 48–56, 15 ago. 2018.

33. CARRIJO, V. D. S.; MIRANDA, M. L. D. O uso de plantas medicinais no controle do diabetes: a ciência em ação junto à comunidade de Uberlândia - MG. In: **Produtos Naturais e Suas Aplicações: da comunidade para o laboratório**. 1. ed.: Editora Científica Digital, 2021. p. 316–324.

34. RODRIGUES, L. D. S.; SOBREIRA, I. E. M. M. Uso de plantas medicinais por adultos diabéticos e/ou hipertensos de uma unidade básica de saúde do município de Caucaia-CE, Brasil. **Revista Fitos**, v. 14, n. 3, p. 341–354, 30 set. 2020.

35. VIRGÍNIO, T. B.; CASTRO, K. S. D.; LIMA, A. L. A. D.; ROCHA, J. V.; BONFIM, I. M.; CAMPOS, A. R. Utilização de plantas medicinais por pacientes hipertensos e diabéticos: estudo transversal no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 31, n. 4, 21 dez. 2018.

36. DEFANI, M. A.; DE OLIVEIRA, L. E. N. Utilização das Plantas Medicinais por Diabéticos do Município de Colorado - PR. **Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 3, p. 413, 31 dez. 2015.

37. MARMITT, D. J.; REMPEL, C.; GOETTERT, M. I. et al. Revisão sistemática sobre a produção científica de plantas medicinais da Renisus voltadas ao diabetes mellitus. **Caderno pedagógico**, Lajeado, v. 12, n. 1, p. 87-99, 2015.

38. FEIJÓ, A. M.; BUENO, M. E. N.; CEOLIN, T. et al. Plantas medicinais utilizadas por idosos com diagnóstico de Diabetes mellitus no tratamento dos sintomas da doença. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, n. 1, p. 50–56, 2012.

39. SANTOS, M. M.; NUNES, M. G. S.; MARTINS, R. D. Uso empírico de plantas medicinais para tratamento de diabetes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, n. 2, p. 327–334, 2012.

40. TROJAN-RODRIGUES, M.; ALVES, T. L. S.; SOARES, G. L. G.; RITTER, M. R. Plants used as antidiabetics in popular medicine in Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 139, n. 1, p. 155–163, jan. 2012.

41. CECÍLIO, A. B.; RESENDE, L. B.; COSTA, A. C. et al. Espécies vegetais indicadas no tratamento do diabetes. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 5, n. 3, 6 jan. 2008.

42. XAVIER, A.T.; NUNES, J. S. Tratamento de Diabetes Mellitus com plantas medicinais. **Revista Científica FAEMA**: Revista da Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA, Ariquemes, v. 9, n. ed esp, p. 603-609, maio-jun. 2018.

43. SILVA, H. G. N.; TORRES, M. V.; SILVA, H. F. N. et al. Retrato sociocultural: o uso de plantas medicinais por pacientes idosos com diabetes melittus tipo 2. **R. Interd**. v. 11, n. 4, p. 21-29, out. nov. dez. 2018.

44. ASSUNÇÃO, S. C.; FONSECA, A. P.; SILVEIRA, M. F. et al. Knowledge and attitude of patients with diabetes mellitus in Primary Health Care. **Escola Anna Nery**, v. 21, n. 4, 21 nov. 2017.

45. TONELLI, C. A.; OLIVEIRA, S. Q.; SILVA VIEIRA, A. A. D. et al. Clinical efficacy of capsules containing standardized extract of Bauhinia forficata Link (pata-de-vaca) as adjuvant treatment in type 2 diabetes patients: A randomized, double blind clinical trial. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 282, p. 114616, jan. 2022.

46. COMAN, C.; RUGINĂ, O. D. R.; SOCACIU, C. Plants and Natural Compounds with Antidiabetic Action. **Not Bot Horti Agrobo**, 40(1):314-325, 2012.

47. CUNHA, A. L.; MOURA, K. S.; BARBOSA, J. C. et al. Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal**, V 1, N 2, mai./ago., 2016

CAPÍTULO 4:

Este capítulo é um artigo original que será submetido a uma revista Qualis A na área de Ciência de Alimentos.

Avaliação da fração volátil e do potencial antioxidante das folhas de *Kalanchoe pinnata*

Jéssica Juliane Furtado dos Santos[a], Ricardo Felipe Alves Moreira[a,b,*]

[a]*Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rua Frei Caneca, 94, Cidade Nova, CEP: 20211-040, Rio de Janeiro, R.J., Brasil.*
[b]*Departamento de Saúde Coletiva, UNIRIO, Rua Frei Caneca, 94, Cidade Nova, CEP: 20211-040, Rio de Janeiro, R.J., Brasil*

[*]Autor correspondente em: Departamento de Saúde Coletiva, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), CEP: 20211-040, Rio de Janeiro, R.J., Brasil. Tel.: +55 21 25317978; fax: +55 21 25317677.

Endereços eletrônicos: jessicajulianef@gmail.com (J. J. F. Santos), ricardo.moreira@unirio.br (R.F.A. Moreira)

RESUMO

A *Kalanchoe pinnata* é uma planta medicinal e alimentícia não convencional, comumente presente nas feiras e mercados da região amazônica. Ela faz parte da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS). À vista disso, este estudo objetivou avaliar a composição dos compostos voláteis e potencial antioxidante do óleo essencial, infusões e extratos hidroetanólicos das folhas da *K. pinnata* comercializadas em Belém do Pará. A aquisição das amostras *in natura* ocorreu nos períodos de verão e inverno amazônico, em hortas da região metropolitana de Belém. Foram preparados infusões, extratos hidroetanólicos e obteve-se também o óleo essencial das folhas secas e moídas. Foi realizada a indenticação e quantificação dos compostos voláteis do óleo essencial e das infusões, além da avaliação do potencial antioxidante infusões e extratos hidroetanólicos. O rendimento do óleo essencial variou de 0,0126 % (amostra do verão) a 0,0752 % (amostra do inverno). Foram identificados 69 compostos orgânicos voláteis no óleo essencial e 24 compostos nas infusões, sobretudo das classes de ésteres e ácidos graxos, com oito compostos presentes tanto nos óleos quanto nas infusões. O teor de flavonoides dos extratos hidroetanólicos foram superiores às infusões, nas coletas de verão (213,37 ± 43,50) e de inverno (208,76 ± 24,82), assim como o atividade antioxidante. Este estudo apresentou dados inéditos sobre a composição de voláteis do óleo essencial e das infusões da *Kalanchoe pinnata* cultivadas no Brasil, os quais podem contribuir para o potencial bioativo da planta.

Palavras-chave: Folha-de-pirarucu. Fitoquímica. Antioxidantes naturais.

ABSTRACT

Kalanchoe pinnata is an unconventional medicinal and edible plant commonly found in markets and street fairs throughout the Amazon region. It is included in the National List of Medicinal Plants of Interest to the Unified Health System (RENISUS). In light of this, the objective of this study was to evaluate the composition of volatile compounds and the antioxidant potential of the essential oil, infusions, and hydroethanolic extracts from the leaves of *K. pinnata* sold in Belém, Pará. Fresh samples were collected during the Amazonian summer and winter seasons from vegetable gardens in the Belém metropolitan area. Infusions and hydroethanolic extracts were prepared, and essential oil was also obtained from the dried and ground leaves. The volatile compounds in the essential oil and infusions were identified and quantified, and the antioxidant potential of the infusions and hydroethanolic extracts was evaluated. The essential oil yield ranged from 0.0126% (summer sample) to 0.0752% (winter sample). A total of 69 volatile organic compounds were identified in the essential oil and 24 compounds in the infusions, mainly from the ester and fatty acid classes, with eight compounds present in both the oils and the infusions. The flavonoid content of the hydroethanolic extracts was higher than that of the infusions in both the summer (213.37 ± 43.50) and winter (208.76 ± 24.82) samples, as was their antioxidant activity. This study presented previously unpublished data on the volatile composition of the essential oil and infusions of *Kalanchoe pinnata* cultivated in Brazil, which may contribute to the plant's bioactive potential.

Keywords: Pirarucu leaf. Phytochemistry. Natural antioxidants.

1. INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais pelos seres humanos ocorre há milhares de anos e, apesar do grande avanço da medicina alopática a partir do século XX, continua sendo utilizado no mundo contemporâneo, especialmente em países economicamente subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. No Brasil, as plantas medicinais e seus derivados são amplamente utilizados como terapêutica alternativa, sobretudo por pessoas portadoras de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (BRASIL, 2019; CARDOSO et al., 2019; VIRGÍNIO et al., 2018; BRASIL, 2015).

Nesse contexto, entre as variedades de plantas medicinais utilizadas popularmente no Brasil, há a *Kalanchoe pinnata* (folha-de-pirarucu), que além do seu consumo para fins alimentícios, possui uso no tratamento de inflamações e diversos outros distúrbios, fazendo parte inclusive da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS) (SILVA; BOEIRA, 2018; GRANDI, 2014). O gênero *Kalanchoe* apresenta diversas atividades biológicas associadas com as várias classes de metabólitos secundários descritos em suas espécies, por exemplo, os compostos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides e taninos) e os compostos terpênicos (ANDRADE et al., 2023). Contudo, ainda há uma lacuna de estudos quanto à composição de compostos voláteis do óleo essencial e das infusões desta planta, especialmente sobre espécies cultivadas no Brasil.

O potencial terapêutico/nutracêutico das espécies medicinais está associado à constituição química dessas matrizes; alguns dos compostos bioativos presentes nessas plantas são capazes de promover efeitos metabólicos e fisiológicos benéficos, contribuindo para manutenção e melhoria das funções do organismo; sua bioatividade tem potencial para agregar valor aos seus produtos derivados produzidos pela indústria farmacêutica e alimentícia (TEIXEIRA et al., 2024). Nessa perspectiva, o Brasil, a partir de seu amplo patrimônio genético vegetal, tem um grande potencial para o desenvolvimento da terapêutica com plantas medicinais, aliando o conhecimento científico ao conhecimento tradicional. É necessário estabelecer um modelo de desenvolvimento na área de saúde para o aproveitamento das plantas medicinais de forma a priorizar o uso sustentável desses componentes da biodiversidade (BRASIL, 2015; BRASIL, 2016).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a composição da fração volátil, até o momento pouco estudada, e determinar o teor total de flavonoides e o potencial antioxidante das folhas da espécie *Kalanchoe pinnata*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras

As amostras de *Kalanchoe pinnata* foram adquiridas *in natura* (Figura 1), em dois diferentes "lotes", nos meses de maio de 2023 (A1, A2 e A3), período que é considerado o início do "verão amazônico", com diminuição do volume de chuvas na região e dezembro de 2023 (B1, B2 e B3), período referente ao "inverno amazônico", com aumento do volume de chuvas na região, em hortas da região metropolitana de Belém do Pará, responsáveis pelo abastecimento das feiras e mercados da capital. A confirmação botânica da espécie foi realizada no Museu Paraense Emílio Goeldi, onde foram retiradas somente as folhas das amostras coletadas, sendo em seguida submetidas à secagem em estufa convencional (FANEM, SP, Brasil) em temperatura de 70ºC, durante quatro dias. Essas amostras secas foram então moídas com o auxílio de um moinho analítico de bancada (Quimis, model 0298A21, Brasil) no laboratório de Avaliação da Composição e Aroma de Produtos Alimentícios (LACAPA/UNIRIO).



Figura 1. Folhas de *Kalanchoe pinnata* coletadas na região metropolitana de Belém. Autora: Jéssica Santos

2.2 Avaliação do teor de umidade das amostras de *kalanchoe pinnata*

Para avaliação do teor de umidade das folhas secas e moídas (pó) de *Kalanchoe pinnata* utilizou-se uma balança de infravermelho da marca GEHACA, modelo IV 2000, Brasil. As amostras foram analisadas em triplicata a uma temperatura de 105ºC. Durante as determinações foram utilizados 2,5 g de cada amostra.

2.3 Avaliação da fração volátil das folhas de *Kalanchoe pinnata*

2.3.1 Isolamento dos compostos orgânicos voláteis por hidrodestilação

A fração volátil das amostras de *Kalanchoe pinnata* foi isolada por hidrodestilação em aparelho de Clevenger com base no trabalho de Marques et al. (2022), com algumas modificações. Esse tipo de isolamento permitiu a obtenção dos óleos essenciais dessas amostras. Uma quantidade correspondente a 50 g de folhas secas e moídas sofreu hidrodestilação a 100ºC por um período de 4 horas, com o auxílio de um balão de 2000 mL contendo 1000 mL de água destilada. Ao final, a água foi eluída do aparelho de Clevenger e o óleo essencial foi capturado pela lavagem do sistema com 10 mL de acetato de etila. Esse extrato foi filtrado após adição de sulfato de sódio para eliminação da água residual e o solvente foi eliminado com um fluxo de N_2 industrial. Os óleos essenciais foram armazenados em temperatura de cerca de -4 Cº até a realização das análises.

2.3.2 Isolamento da fração volátil das infusões por microextração em fase sólida (SPME)

Para o isolamento da fração volátil através da microextração em fase sólida, as infusões foram preparadas adicionando-se 50 mL de água destilada fervente em 5 g de amostra, com agitação manual por dez minutos. Em seguida, o recipiente foi resfriado sob água corrente à temperatura ambiente e o extrato sofreu filtração a vácuo, sendo posteriormente transferido para balão volumétrico de 100 mL, cujo volume foi ajustado com água destilada para obtenção de uma concentração final de 5% (m/v) (JUNG et al., 2022). Os compostos orgânicos voláteis foram isolados dos *headspaces* das infusões recém preparadas de acordo com o seguinte protocolo: volumes de 30 mL das infusões foram transferidos para frascos de vidro de 100 mL tampados com septo de PTFE/silicone, contendo uma pequena barra magnética para agitação. Os frascos foram mantidos a uma temperatura de 60ºC por 60 minutos sob constante agitação, com uma fibra revestida de 100 μm de dimetilpolissiloxano (100% PDMS; Supelco, EUA) exposta ao *headspace* com o auxílio de um *holder* manual (Supelco, EUA) inserido através do septo. Antes da exposição da fibra ao *headspace*, seu pré-condicionamento foi feito a 250ºC por 30 minutos no injetor do cromatógrafo usado nas determinações. Posteriormente, a dessorção dos compostos orgânicos voláteis foi feita a 250ºC por 5 minutos no injetor do sistema de cromatografia a gás, antes do início das corridas cromatográficas (JUNG et al., 2022).

2.3.3 Identificação e quantificação dos compostos orgânicos voláteis

Para a quantificação dos compostos orgânicos voláteis dos óleos essenciais ou dos *headspaces* das infusões, as análises de cromatografia a gás com detector de ionização em chamas (CG/DIC) foram realizadas em um cromatógrafo GC-2010Plus (Shimadzu, Japão). Os compostos orgânicos voláteis foram separados em uma coluna capilar de sílica fundida (30 m x 0,25 mm d.i.) revestida de dimetilpolissiloxano (100%), com espessura de filme de 0,25 µm (SPB-1, Supelco, EUA). A temperatura do forno cromatográfico foi programada para aumentar de 60ºC a 240ºC a uma taxa de 3ºC/minuto. Dessa forma, a corrida cromatográfica consumiu 60 minutos. A temperatura do injetor foi fixada em 250ºC, enquanto a temperatura do detector foi mantida em 260ºC. O gás hélio foi usado como gás carreador em uma vazão de 1,0 mL/minuto. Volumes de 1 µL dos óleos essenciais diluídos em 50 µL de acetato de etila foram aplicados no sistema de CG/DIC em modo de *split* de 1:50. O tempo de corte do solvente foi de 5 minutos. No caso do isolamento por SPME, após a dessorção dos compostos orgânicos voláteis por 5 minutos no injetor, a injeção ocorreu em modo de *splitless* com tempo de amostragem e tempo de corte do solvente de 1 minuto. Os índices de retenção dos compostos na coluna foram estimados pelo método de kovats modificado (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963), com o auxílio de uma mistura de alcanos saturados (C_9-C_{26}, 1.000 µg/mL de cada componente em hexano) adquirida da Supelco (EUA). No caso da análise por SPME, a mistura de hidrocarbonetos também passou pelos mesmos processos de isolamento e análise que foram empregados para a avaliação da composição da fração volátil das infusões. As concentrações dos compostos orgânicos voláteis presentes nos óleos essenciais foram estimadas pela técnica de normalização de área, enquanto que as concentrações dos compostos orgânicos voláteis presentes nos *headspaces* das infusões foram estimadas através do método de padronização externa, com os padrões passando pelos mesmos processos de isolamento e análise que foram empregados para a avaliação da composição das infusões.

Para identificação desses compostos orgânicos voláteis presentes nos óleos essenciais ou nos *headspaces* das infusões, as determinações foram desenvolvidas em um sistema de cromatografia a gás acoplado a um espectrômetro de massas (CG/EM) do tipo GC-2010Plus/GCMS-QP2010 da Shimadzu (Japão). A coluna e as condições cromatográficas foram as mesmas descritas para as determinações por CG/DIC. O espectrômetro de massas operou em uma voltagem de ionização de 70 eV, realizando varreduras nos fragmentos na faixa de 35 a 400 m/z, em ciclos de 3 décimos de segundo. As temperaturas da fonte de íons e da interface com o CG foram mantidas em 260ºC. A identificação dos espectros de massas dos

compostos em análise baseou-se na comparação com os dados contidos nas bibliotecas NIST12.lib e NIST62.lib, disponíveis no software gerenciador desse sistema de CG/EM. A identificação foi complementada pela comparação dos índices de kovats calculados com aqueles disponíveis na literatura e com a coeluição com padrões de compostos voláteis disponíveis no laboratório.

2.4 Avaliação do teor total de flavonoides e do potencial antioxidante das folhas de *K. pinnata*

2.4.1 Preparação das infusões das amostras de *Kalanchoe pinnata*

Cada infusão foi preparada pela infusão de 1,0 g de amostra em 50 mL de água destilada fervente sob agitação durante 10 minutos. Após resfriamento sob água corrente à temperatura ambiente, cada extrato foi filtrado para balão volumétrico de 100 mL e o volume do balão foi ajustado com água destilada para obtenção de um extrato com concentração inicial de 1% (m/v), a partir do qual foram feitas as diluições necessárias aos experimentos subsequentes (ABI-ZAID et al., 2015).

2.4.2 Preparação dos extratos hidroetanólicos (água/etanol - 1:1, v/v) das amostras de *Kalanchoe pinnata*

Inicialmente foi preparada uma solução hidroetanólica (água/etanol – 1:1, v/v) misturando-se em cilindro graduado partes iguais de água destilada e etanol absoluto (P.A.). Em seguida, foram adicionados 50 mL dessa solução hidroetanólica a 1,0 g de amostra em um bécher. A extração foi mantida por 10 minutos em um banho de ultra-som. O extrato foi filtado para balão volumétrico de 100 mL de forma quantitativa. O volume do balão foi completado com a solução hidroetanólica e o extrato foi homogeneizado. Esse extrato tinha concentração de 1% ou 10.000 µg/mL. A partir desse extrato foram feitas as diluições necessárias aos experimentos subsequentes.

2.4.3 Determinação do Teor Total de Flavonoides (TTFla)

A determinação do teor total de flavonoides (TTFLA) das infusões (1%) e dos extratos hidroetanólicos (1%) foi realizada pelo emprego do método espectrofotométrico (equipamento EDUTEC EEQ-9023, Brasil) do cloreto de alumínio (NEVES; DE ALENCAR; CARPES,

2009). A rutina foi utilizada como composto de referência. O TTFla foi calculado a partir de uma curva de calibração de rutina (20, 60, 100, 150, 200, 300, 600 e 1200 mg/L) e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de rutina por litro de infusão (mg ER/L) ou em mg de equivalentes de rutina por g de amostra seca (mg ER/g). A absorbância foi monitorada no comprimento de onda de 510 nm (λ = 510 nm).

2.4.4 Avaliação da Capacidade Antioxidante

Para avaliação do potencial antioxidante das amostras foram utilizados quatro métodos: o ensaio de avaliação do poder redutor total (PRT) de Folin-Ciocalteu, o ensaio com 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), o ensaio com 2,2-azino-bis-(3-etilbenzo-tiazolina-6-sulfonato) (ABTS) e o ensaio FRAP, que mediu a habilidade dos compostos presentes nos extratos de reduzir o complexo férrico Fe^{+3} – 2,4,6-tripiridil-s-triazina $[(Fe^{+3} – (TPTZ)_2]^{+3}$ para um complexo ferroso $[(Fe^{+2} – (TPTZ)_2]^{+2}$, intensamente azul em meio ácido.

2.4.5 Determinação do poder redutor total (PRT) das infusões e extratos hidroetanólicos

O PRT das infusões e extratos hidroetanólicos foi determinado em espectrofotômetro (EDUTEC EEQ-9023, Brasil) pelo emprego do reagente de Folin-Ciocalteu (GOVINDARAJAN et al., 2003). O ácido gálico foi utilizado como composto referência. As infusões e extratos hidroetanólicos a 1,0% (m/v) sofreram diluição para 0,5% (m/v) antes de serem utilizadas nesta análise. O PRT das infusões e extratos hidroetanólicos foram calculados a partir de uma curva de calibração de ácido gálico (1, 5, 10, 25, 50, 100, 300, 600 e 1000 mg/L) e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por litro de infusão (mg EAG/L) ou em mg de equivalentes de ácido gálico por grama de amostra seca (mg EAG/g). A absorvância foi monitorada em λ = 760 nm.

2.4.6 Ensaio com o reagente 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH)

O potencial antioxidante das infusões foi determinado com auxílio de um espectrofotômetro (EDUTEC EEQ-9023, Brasil) pelo emprego do reagente DPPH (SOUZA et al., 2019). As infusões e extratos hidroetanólicos foram diluídos com seus respectivos solventes para as seguintes concentrações: 1.000, 1.500, 2.000, 2.500 e 3.000 μg/mL. A CI_{50} (concentração da infusão ou do extrato hidroetanólico que reduz o conteúdo de radicais DPPH• em 50%) foi calculada através de uma curva de regressão linear. As absorvâncias foram monitoradas em λ = 515 nm. O ácido gálico e a rutina foram utilizados como controles positivos.

2.4.7 Ensaio com o reagente 2,2-azino-bis-(3-etil-benzotiazolina-6-sulfonato) (ABTS)

O potencial antioxidante das infusões também foi determinado espectrofotometricamente (equipamento EDUTEC EEQ-9023, Brasil) pelo emprego do reagente ABTS (RUFINO et al., 2007). As infusões e extratos hidroetanólicos foram diluídos em seus respectivos solventes (100, 300, 600 e 1000 μg/mL) e usados para a produção da curva de atividade antioxidante que viabilizou o cálculo da CI_{50} (concentração da infusão ou do extrato hidroetanólico que reduz o conteúdo de radicais ABTS em 50%). As absorvâncias foram monitoradas em λ = 750 nm. O Trolox (Ácido 6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico) foi utilizado como controle positivo.

2.4.8 Método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

O potencial antioxidante das infusões e extratos hidroetanólicos ainda foi avaliado espectrofotometricamente (equipamento EDUTEC EEQ-9023, Brasil) pelo método FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) (RUFINO et al., 2006). As leituras de absorvância foram efetuadas a 595 nm. As infusões ou extratos hidroetanólicos a 1,0% (m/v) sofreram diluições e as infusões diluídas (1.000, 1.500 e 2.500 mg/L) foram utilizadas nesta determinação. Para fins de cálculo, a curva padrão foi feita com soluções de sulfato ferroso em diferentes concentrações (100, 200, 500, 1.000, 1.500 e 2.000 mg/L). Os resultados foram expressos em μM de sulfato ferroso por grama de amostra seca (μM FeSO4)/g).

2.5 Análise Estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software Graph Pad Prism 6.0. Os dados obtidos para os parâmetros avaliados passaram por uma análise de variância (One-way ANOVA) com pós-teste de Tukey, para avaliação da existência de diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre os grupos. Correlações entre os parâmetros analisados foram determinadas pelo emprego do teste do coeficiente de correlação de Pearson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor de Umidade do pó das folhas secas e moídas de *Kalanchoe pinnata*

A *Kalanchoe pinnata* apresenta um alto teor de água em suas folhas. Segundo Pinheiro e colaboradores (2016), o teor de umidade das folhas frescas dessa planta varia de 81,41 % a 92,97 %. A família Crassulaceae é caracterizada pela presença de estruturas especializadas que

permitem o armazenamento de água nas folhas e caules de várias de suas espécies, pois exibem folhas suculentas, com tecidos parenquimatosos bem desenvolvidos e cutículas cerosas e espessas nas superfícies foliares, que minimizam a perda de água por evaporação (SILVA; OLIVEIRA, 2024; ANDRADE et al., 2023; MILAD et al., 2013).

É importante destacar que os teores de umidade que estão sendo apresentados no presente trabalho não estão associados às amostras *in natura* recém coletadas, mas sim a essas amostras após processamento (secagem e moagem). A secagem desse tipo de amostra costuma ser uma estratégia comum e frequente para, por exemplo, aumentar o tempo de prateleira desse tipo de produto, com a redução da atividade de água. O teor de umidade é um relevante parâmetro físico-químico, pois quanto menor o nível de umidade, menor a chance de crescimento de bactérias, leveduras ou fungos durante o armazenamento. Esses microorganismos poderiam tornar o material vegetal impróprio para o consumo, por exemplo, devido à produção de substâncias tóxicas. Além disso, poderiam ocasionar a destruição e/ou alteração dos compostos biativos pesentes nessas plantas (LATIF et al., 2020; SINGH et al., 2019; PINHEIRO et al., 2016).

As folhas secas e moídas (pó) de *K. pinnata* do presente estudo apresentaram teores médios de umidade de (10,83 ± 1,02) % (amostras da coleta A) e (10,92 ± 0,76) % (amostras da coleta B). Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os dois grupos com relação a esse parâmetro. De qualquer forma, todas as amostras apresentaram teores de umidade dentro da faixa de 10 a 12 %, normalmente associada a amostras comerciais de plantas destinadas à preparação de infusões ou decocções (chás), de acordo com a portaria nº 519, de 26 de junho de 1998, da Secretaria de Vigilância Sanitária (SVS) (BRASIL, 1998).

3.2 Composição química da fração volátil das folhas de *kalanchoe pinnata*

A fração volátil das folhas de *Kalanchoe pinnata* foi avaliada pelo emprego de dois diferentes métodos de isolamento: a hidrodestilação em aparelho de Clevenger e a micro-extração em fase sólida (SPME – solid-phase microextraction). O primeiro método permitiu o isolamento dos compostos voláteis da matriz sólida (folhas secas e moídas) e essa fração volátil se apresentou na forma de um óleo essencial. O rendimento de obtenção desse óleo essencial variou de 0,0126 % (amostra A3) a 0,0752 % (amostra B2); não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as amostras dos dois grupos de coletas (A e B) com relação a esse parâmetro. Já o segundo método, a micro-extração em fase sólida, permitiu isolar os compostos

orgânicos voláteis presentes no *headspace* de infusões preparadas a partir das folhas secas e moídas (pó) de *Kalanchoe pinnata*.

Os compostos orgânicos voláteis constituintes dos óleos essenciais das amostras de *K. pinnata* estão listados na Tabela 1. Considerando todas as amostras analisadas, foram identificados sessenta e nove (69) compostos orgânicos voláteis. Esses compostos podem ser divididos em terpênicos (19) e não terpênicos (50). No grupo dos compostos terpênicos foram encontrados um (1) monoterpeno oxigenado, quatro (4) sesquiterpenos, onze (11) sesquiterpenos oxigenados e três (3) diterpenos oxigenados. Já no grupo dos compostos não terpênicos foram encontradas as seguintes classes químicas: ésteres (13 representantes), ácidos graxos (9), cetonas (8), aldeídos (7), hidrocarbonetos (4), álcoois (4), norisoprenoides (2), iso-cromano (1), fenol (1) e éter (1) (Figura 2).

Tabela 1. Compostos orgânicos voláteis presentes nos óleos essenciais das folhas de *Kalanchoe pinnata*.

Compostos	IKc	IKL	A1	A2	A3	B1	B2	B3
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Benzenoacetaldeído[Ald, CA]	1009	1009	--	--	--	0,47	--	--
2,6-Dimetil-ciclohexanol[Alc]	1082	1098	--	--	--	0,21	--	--
1-(4-Metilfenil)-etanona[Cet, CA]	1150	1150	--	--	--	0,45	--	--
Ácido octanoico[AG]	1170	1170	--	--	--	0,21	--	--
1,3-bis(1,1-Dimetiletil)-Benzeno[Hid, CA]	1238	1245	--	--	--	0,18	--	--
(E,E)-2,4-Decadienal[Ald]	1285	1285	--	--	--	0,43	--	--
1,2-Diidro-1,1,6-trimetil-Naftaleno[Hid, CA]	1326	1329	0,19	0,82	0,09	0,8	0,12	--
2,6,10-Trimetil-dodecano[Hid]	1336	1344	--	--	--	0,23	--	--
Ylangeno[S]	1363-1364	1364	--	--	0,18	--	0,10	0,04
Dodecanal[Ald]	1385	1385	--	--	--	0,60	--	--
6-Metil-5-(1-metiletilideno)-6,8-nonadien-2-ona[Cet]	1392	1389	--	--	0,02	--	--	--
Cariofileno[S]	1404	1404	--	--	--	--	0,20	--
2-Etilideno-6-metil-3,5-Heptadienal[Ald]	1409	1395	0,03	--	0,04	0,19	--	--
4-(2,4,4-Trimetil-ciclohexa-1,5-dienil)-but-3-en-2-ona[Cet]	1375-1450	1423	0,15	0,34	0,11	2,52	--	0,03
6-Metil-6-(5-metilfuran-2-il)heptan-2-ona[Cet]	1413-1451	1426	0,09	0,77	0,29	0,66	--	0,02
Nerilacetona[MO]	1424-1427	1427	0,39	3,21	0,42	6,49	0,51	0,14
Humuleno[S]	1437	1437	--	--	--	--	0,06	--
Epóxido de β-Ionona[N]	1452-1454	1456	0,04	0,34	--	0,18	--	0,02
trans-β-Ionona[N]	1455-1457	1455	0,17	2,97	0,28	2,77	0,27	0,09
2-Tridecanona[Cet]	1473-1474	1473	0,11	--	0,07	0,49	--	--
2,4-di-tert-Butilfenol[F, CA]	1489-1490	1494	0,39	0,85	0,30	0,53	0,14	0,12
(-)-δ-Cadineno[S]	1504	1509	0,03	--	--	--	--	--
Óxido de cariofileno[SO]	1520/1521	1521	0,02	--	0,02	--	--	--
Nerolidol[SO]	1542-1543	1543	0,08	0,47	0,06	0,85	0,10	0,06
Ácido dodecanoico[AG]	1552-1572	1559	0,01	1,59	0,25	2,03	0,07	0,10

6,10-Dimetil-3,5,9-undecatrien-2-ona[Cet]	1553	1556	--	--	--	0,59	--	--
Isobutil éster do ácido 2,2,4-trimetil-3-carbóxi-isopropil pentanoico[Est]	1574	1581	0,2	0,65	0,10	--	--	0,04
4,5-Dimetóxi-6-(2-propenil)-1,3-benzodioxol[Et, CA]	1582-1584	1582	0,09	--	--	--	--	0,32
Ledol[SO]	1583	1583	--	--	0,02	--	--	--
Tridecanol[Alc]	1586	1586	0,02	--	--	--	--	--
tau-Cadinol[SO]	1614	1614	--	--	0,02	--	--	--
Álcool de patchouli[SO]	1626-1627	1625	--	--	0,06	--	0,20	0,08
α-Acorenol[SO]	1635	1634	0,03	--	0,04	--	--	--
1-Tetradecanol[Alc]	1657-1659	1657	0,03	0,37	0,11	--	--	--
1-Heptadeceno[Hid]	1673	1673	0,16	--	0,06	--	--	--
2-Pentadecanona[Cet]	1675-1677	1675	0,09	0,32	0,07	0,35	--	--
Etil-hexil-benzoato[Est, CA]	1678-1680	1674	0,02	0,2	0,02	--	--	--
Farnesol[SO]	1682	1690	--	--	--	0,48	--	--
Acetato de nerolidil[SO]	1687	1687	--	--	--	0,46	--	--
Tetradecanoato de metila[Est]	1706	1706	0,05	--	0,05	0,67	--	--
Pentadecil éster do ácido trifluoroacético[Est]	1719-1720	1717	0,06	0,28	--	0,37	0,04	--
Nootkatona[SO]	1746	1751	--	0,57	0,03	--	--	--
Ácido tetradecanoico[AG]	1750-1788	1779	2,26	61,99	0,13	1,55	0,06	2,17
Etil-hexil salicilato[Est, CA]	1778-1777	1769	0,09	--	0,23	--	--	0,10
Galaxolida[IC]	1816-1818	1818,5	0,05	--	0,04	--	0,05	--
Hexahidrofarnesil acetona[SO]	1825-1829	1829	0,13	--	--	--	--	0,16
Hexadecanal[Ald]	1835-1836	1835	0,12	--	--	--	0,09	--
Ácido pentadecanoico[AG]	1844-1872	1860	--	5,08	0,37	4,69	--	--
1-Hexadecanol[Alc]	1862	1862	0,09	--	--	--	--	--
Heptadecanal[Ald]	1877	1880	--	--	0,03	--	--	--
2-Heptadecanona[Cet]	1884	1884	--	--	0,06	--	--	--
Farnesil acetona[SO]	1887-1897	1895	0,99	10,89	0,74	22,23	1,86	0,84
Palmitato de metila[Est]	1905-1912	1908	0,32	2,83	0,64	2,22	0,76	0,47
bis(2-Metilpropil) éster do ácido 1,2-benzenodicarboxílico[Est, CA]	1916	1916	--	--	--	--	0,21	--
Isofitol[DO]	1937-1940	1940	0,27	--	0,16	1,89	0,16	0,09
Ácido n-hexadecanoico[AG]	1961-2017	2009	47,97	--	--	3,39	--	57,97
Ácido heptadecanoico[AG]	2063-2102	2086	0,05	1,81	62,37	--	93,15	0,12
Metil linolenato[Est]	2070-2086	2084	2,25	--	--	--	--	2,82
Ácido linoleico[AG]	2083-2194	2132	25,29	--	2,46	5,31	--	30,73
Heptadecil acetato[Est]	2089	2089	0,01	--	--	--	--	--
Fitol[DO]	2096-2119	2115	14,79	--	3,71	21,35	--	2,16
Ácido oleico[AG]	2105	2102	--	--	--	--	0,31	--
Ácido octadecanoico[AG]	2175-2219	2200	1,54	--	1,15	9,69	0,43	0,63
Octadecanoato de etila[Est]	2182	2181	0,02	--	--	--	--	--
Linolenato de etila[Est]	2209	2214	--	--	22,78	--	--	--
Acetilcitrato de tributila[Est]	2227	2224	0,26	--	--	0,72	--	--
Desidroabietato de metila[DO]	2294	2293	0,05	--	--	--	--	--
bis(2-Etil-hexil) éster do ácido hexanodioico[Est]	2379	2381	--	--	--	0,18	--	--
Octadecanal[Ald]	2412-2415	2400	--	--	0,1	0,25	--	--

Total	99,19	96,44	97,86	96,86	99,00	99,42

A1 - amostras coletadas na horta 1 em maio de 2023; A2 - amostras coletadas na horta 2 em maio de 2023; A3 - amostras coletadas na horta 3 em maio de 2023; B1 - amostras coletadas na horta 1 em dezembro de 2023; B2 - amostras coletadas na horta 2 em dezembro de 2023; B3 - amostras coletadas na horta 3 em dezembro de 2023; IKc – índice de Kovats modificado calculado (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963); IKL– índice de Kovats da literatura obtido nos bancos de dados NIST, PubChem ou Pherobase; Ald – aldeído; CA – composto aromático; Alc – álcool; Cet – cetona; AG – ácido graxo; Hid – hidrocarboneto; S – sesquiterpeno; MO – monoterpeno oxigenado; N – norisoprenoide; F – fenol; SO – sequisterpeno oxigenado; Est – éster; Et – éter; IC – iso-cromano. DO – diperteno oxigenado.

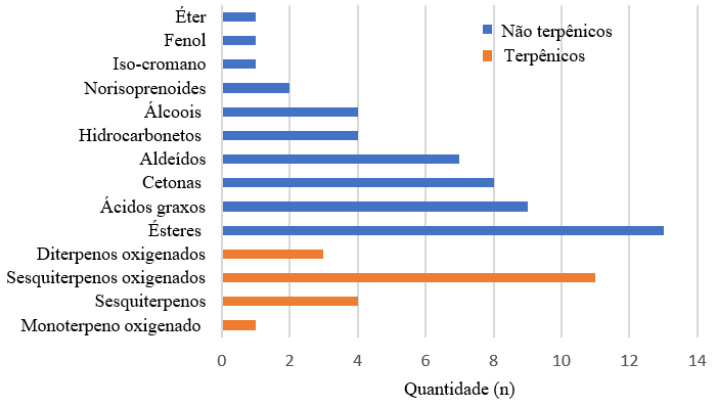


Figura 2. Classes químicas presentes no óleo essencial da *Kalanchoe pinnata*.

Desses cinquenta compostos não terpênicos, nove podem ser classificados como compostos aromáticos. Dos sessenta e nove compostos orgânicos voláteis identificados, oito foram encontrados em todos os óleos essenciais avaliados: nerilacetona, trans-β-ionona, 2,4-di-tert-butilfenol, nerolidol, ácido dodecanico, ácido tetradecanoico, farnesil acetona e o palmitato de metila. Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as concentrações estimadas para esses oito compostos quando os óleos essenciais das amostras A1, A2 e A3, coletadas no período correspondente ao verão amazônico, foram comparados aos óleos essenciais das amostras B1, B2 e B3, coletadas no período correspondente ao inverno amazônico. Em alguns casos, as diferenças de concentração de certos compostos mostraram-se muito grandes dentro do mesmo período de coleta, fazendo com que os desvios padrões superassem as médias e, dessa forma, a diferença estatística entre os grupos não pôde ser observada. É o que aconteceu, por exemplo, com a farnesil acetona.

Conforme Santos e colaboradores (2024), a Amazônia brasileira apresenta um regime de precipitação modulado por sistemas atmosféricos dinâmicos em escalas micro, meso e em grande escala. A região amazônica é caracterizada por apenas duas estações: seca e chuvosa. Com o clima úmido e quente, a Amazônia apresenta o maior volume de chuvas de dezembro a maio, a estação chuvosa, e o menor volume de junho a novembro, a estação seca. Os outros meses são períodos de transição entre as estações. Todavia, estas estações podem mudar a depender dos fenômenos atmosféricos que atingem a região. Estes autores analisaram a

influência da sazonalidade sobre os óleos essenciais da espécie exótica *Pogostemon heyneanus* (patchouli) também cultivada na Amazônia paraense, demonstrando que a composição do óleo essencial da espécie não sofreu mudanças significativas pelas variações climáticas.

Os compostos orgânicos voláteis majoritários da amostra A1 foram o ácido n-hexadecanoico (47,97 % do conteúdo desse óleo essencial), o ácido linoleico (25,29 %) e o fitol (14,79 %); para a amostra A2 os compostos majoritários foram o ácido tetradecanoico (61,99 %), a farnesil acetona (10,89 %) e o ácido pentadecanoico (5,08 %); no caso da amostra A3, os compostos principais foram o ácido heptadecanoico (62,37 %), o linolenato de etila (22,78 %) e o fitol (3,71 %).

Na amostra B1, os compostos orgânicos voláteis majoritários foram a farnesil acetona (22,23 %), o fitol (21,35 %) e o ácido octadecanoico (9,69 %); para a amostra B2 os compostos quantitativamente mais relevantes foram o ácido heptadecanoico (93,15 %), a farnesil acetona (1,86 %) e o palmitato de metila (0,76 %); já na amostra B3 os compostos majoritários foram o ácido hexadecanoico (57,97 %), o ácido linoleico (30,73 %) e o éster linolenato de metila (2,82 %).

Os ésteres e ácidos graxos merecem destaque tanto no aspecto qualitativo, pois são dois dos grupos com maior diversidade de representantes nesses óleos essenciais, quanto no aspecto quantitativo, pois possuem representantes incluídos entre os compostos majoritários das várias amostras analisadas. Nesse sentido, o fitol e a farnesil acetona também merecem destaque. O fitol é conhecido por ser um dos principais constituintes dos óleos essenciais de diversas plantas como, por exemplo, das espécies *Pereskia grandifolia* e *Pereskia aculeata* (ISLAM et al., 2018; MORAES et al., 2020). Esse diterpeno oxigenado é associado a propriedades antibacteriana (PEJIN et al., 2015), citotóxica (PEJIN, et al., 2014) e antioxidante (COSTA et al., 2016). O sesquiterpeno oxigenado farnesil acetona é um produto derivado provavelmente dos carotenoides fitoeno ou fitoflueno (BARONE et al., 2023).

Outro composto importante presente na maioria das amostras foi ao ácido linoleico, que é um ácido graxo essencial, já que o ser humano não consegue produzi-lo e, assim, o mesmo deve ser consumido através da dieta. Este composto pode promover benefícios à saúde, tendo propriedade anti-inflamatória e sendo capaz de estimular o bem-estar cardiovascular, neurológico e metabólico; estimula a produção de eicosanoides anti-inflamatórios, regula o metabolismo lipídico e protege o sistema cardiovascular (MITITELU et al., 2024).

Alguns dos compostos orgânicos voláteis apresentados na Tabela 1 podem contribuir de forma relevante para o aroma dos óleos essenciais dos quais fazem parte. A β-ionona, por exemplo, produto da degradação de carotenoides, possui um limiar de odor em água de 0,007

µg/L. O limiar de odor é definido como a concentração mínima de um composto volátil que pode ser percebida pelo olfato humano. Quanto menor o valor de limiar de odor de uma substância, maior será seu potencial odorífero (MARQUES et al., 2022). Desse modo, mesmo estando presente em baixas concentrações, esse composto é capaz de influenciar o aroma dos óleos essenciais analisados. O aroma desse composto pode ser descrito como amadeirado, tipo violeta, frutal, com notas de perfume e de sabão (BARONE et al., 2023; LIU et al., 2022).

O nerolidol, também presente em todos os óleos essenciais das amostras de *k. pinnata*, possui um limiar de odor em água que ainda é considerado baixo: 12 µg/L. Seu aroma é associado a notas amadeiradas, de maçã, cítricas e doces (KIM et al., 2000; CHOI et al., 2002; TEIXEIRA et al., 2020). O nerolidol é capaz de aumentar a suscetibilidade de microorganismos a agentes antimicrobianos como, por exemplo, os antibióticos (BREHM-STECHER; JOHNSON, 2003; SIMÕES et al., 2008; KAMATOU; VILJOEN, 2010). Os estudos realizados por Van Zyl e colaboradores (2006) e Kamatou; Viljoen (2010) mostraram que esse composto terpênico é um inibidor eficiente do crescimento de *S. aureus*, *B. cereus*, *E. coli* e *C. albicans*. O nerolidol é capaz de interferir no desenvolvimento da malária pela inibição da biossíntese de glicoproteínas (LOPES et al., 1999). Ele inibiu o crescimento do *Plasmodium falciparum* com uma atividade (CI_{50} = 0,20 mg/L) superior à observada para a quinina (VAN ZYL et al., 2006). Esse composto orgânico volátil também possui potencial antioxidante (VAN ZYL et al., 2006).

O presente estudo é o primeiro do Brasil a analisar a composição volátil da *K. pinnata*, pois a revisão da literatura sobre a fração volátil não indicou a existência de estudos desenvolvidos no Brasil que tratassem da composição química dos seus óleos essenciais. Em contrapartida, na mesma espécie cultivada na Venezuela (OBREGÓN-DÍAZ et al., 2019), foi identificado 19 compostos orgânicos voláteis como constituintes de seu óleo essencial obtido a partir de suas folhas frescas; o único composto em comum com as amostras do presente estudo foi o ácido hexadecanoico. O fato desse estudo ter sido conduzido com as folhas frescas pode explicar, pelo menos em parte, essa diferença de perfil observada.

Um outro estudo, conduzido com amostras da Ásia, verificou a composição do óleo essencial do pó (folhas secas e moídas) da *K. pinnata* (ABDULRAHMAN, 2022). Nesse estudo foram encontrados cinco compostos que também foram identificados na presente pesquisa: ledol, 1-hexadecanol, óxido de cariofileno, *tau*-cadinol e fitol. Compostos como o ácido hexadecanoico e o ácido octadecanoico também foram encontrados na fração volátil de outras espécies da família da *K. pinnata* (Crassulaceae). Por exemplo, na planta medicinal *Rhodiola álgida* foi descrita a existência de ambos os compostos no óleo essencial extraído de suas raízes,

com o ácido hexadecanoico sendo indicado como o composto majoritário (ZHUMAGUL et al., 2023).

A composição da fração volátil isolada do *headspace* das infusões das amostras secas e moídas de *K. pinnata* é apresentada na Tabela 2. Em função do tipo de isolamento empregado (SPME), os compostos orgânicos voláteis contidos nesta tabela têm potencial para estarem associados com a primeira impressão odorífera relacionada às infusões dessa erva. Neste caso, foram identificados 24 compostos orgânicos voláteis considerando as infusões de todas as amostras analisadas. Sete desses compostos estavam presentes em todas as amostras analisadas: isobutil éter do ácido 2,2,4-trimetil-3-carbóxi-isopropil pentanoico, tributil fosfato, tetradecanoato de metila, 2-etil-hexil-salicilato, homosalato, thunbergol e 1-octadecanol. Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as concentrações estimadas para esses sete compostos quando as amostras A1, A2 e A3, coletadas no período correspondente ao verão amazônico, foram comparadas às amostras B1, B2 e B3, coletadas no período correspondente ao inverno amazônico.

Tabela 2. Compostos orgânicos voláteis presentes nas infusões de *Kalanchoe pinnata*.

Compostos	IKc	IKL	A1	A2	A3	B1	B2	B3
			(µg/mL)	(µg/mL)	(µg/mL)	(µg/mL)	(µg/mL)	(µg/mL)
Isobutil éster do ácido 2,2,4-trimetil-3-carbóxi-isopropil pentanoico[Est]	1577	1581	9,48	4,67	7,45	5,65	6,02	7,11
Tributil fosfato[COF, Est]	1615	1615	0,14	0,09	0,12	0,12	0,13	0,12
Álcool de patchouli[SO]	1628	1625	--	--	--	0,03	0,01	--
α-Acorenol[SO]	1635	1583,4	--	--	0,01	0,01	--	0,02
α-Bisabolol[SO]	1641-1642	1646,4	--	--	--	0,01	0,01	--
1-Tetradecanol[Alc]	1658	1658	--	0,04	0,03	0,03	--	0,03
Etil-hexil benzoato[Est]	1678-1679	1674	--	0,02	0,03	0,01	0,03	0,03
1-Iodo-dodecano[HidHa]	1697	1644	--	--	--	--	--	0,01
Tetradecanoato de metila[Est]	1707-1708	1726,2	0,14	0,12	0,10	0,16	0,09	0,15
Ácido tetradecanoico[AG]	1750	1750	--	--	--	0,04	--	--
2-Etil-hexil salicilato[Est, CA]	1775-1777	1769	0,23	0,18	0,20	0,28	0,20	0,51
Isopropil miristato[Est]	1809-1811	1812	--	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04
Galaxolida[IC]	1814	1818,5	--	0,05	0,06	0,05	0,10	0,15
Homosalato[Est, CA]	1851-1855	1903,8	0,50	0,38	0,39	0,57	0,33	0,75
1-Hexadecanol[Alc]	1860-1861	1861	--	0,09	0,05	0,06	0,05	0,05
Farnesil acetona[SO]	1887	1886	--	--	0,12	0,06	0,04	0,01
Ácido n-hexadecanoico[AG]	1946-1949	1946	--	0,14	0,09	0,17	0,40	0,10
Juvabiona[SO]	1971-1972	2017	0,08	0,09	0,10	0,16	0,15	--
Thunbergol[DO]	2024-2025	2032	0,23	0,34	0,24	0,31	0,18	0,23
1-Octadecanol[Alc]	2063	2063	0,11	0,23	0,11	0,55	0,44	0,21
Z,Z-3,13-Octadecedien-1-ol[Alc]	2066	2065	--	--	0,02	--	--	--

Metil linolenato^{Est}	2069	2069	--	--	0,07	--	0,02	0,01
Fitol^{DO}	2093-2094	2091	--	--	0,02	--	0,01	--
Ácido linoleico^{AG}	2110	2111	--	--	--	--	0,01	--

A1 - amostras coletadas na horta 1 em maio de 2023; A2 - amostras coletadas na horta 2 em maio de 2023; A3 - amostras coletas na horta 3 em maio de 2023; B1 - amostras coletadas na horta 1 em dezembro de 2023; B2 - amostras coletadas na horta 2 em dezembro de 2023; B3 - amostras coletadas na horta 3 em dezembro de 2023; IKc – índice de Kovats modificado calculado (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963); IKL– índice de Kovats da literatura obtido nos bancos de dados NIST, PubChem ou Pherobase; Est – éster; COF – composto organofosforado; SO – sequisterpeno oxigenado; Alc – álcool; HidHa – hidrocarboneto halogenado; AG – ácido graxo; IC - iso-cromano; DO – diperteno oxigenado.

Quinze dos compostos orgânicos voláteis encontrados nos *headspaces* das infusões de *K. pinnata* também estavam presentes nos óleos essenciais desta planta: isobutil éter do ácido 2,2,4-trimetil-3-carbóxi- isopropil pentanoico, álcool de patchouli, α-acorenol, 1-tetradecanol, etil-hexil benzoato, tetradecanoato de metila, ácido tetradecanoico, 2-etil-hexil salicilato, galaxolida, 1-hexadecanol, farnesil acetona, ácido n-hexadecanoico, metil linolenato, fitol e ácido linoleico. Isso mostra que o processo de infusão das folhas secas e moídas de *K. pinnata* é capaz de arrastar, mesmo que em pequena quantidade, alguns dos compostos constituintes dos óleos essenciais das folhas desta planta para a bebida.

Os componentes isolados por SPME dos *headspaces* das infusões de *K. pinnata* podem ser divididos em compostos terpênicos (7) e não terpênicos (17). O grupo dos compostos terpênicos é representado por sesquiterpenos oxigenados (5) e por dipertenos oxigenados (2). Já o grupo dos compostos não terpênicos é formado por substâncias pertencentes às seguintes classes químicas: ésteres (8), álcoois (4), ácidos graxos (3), hidrocarboneto halogenado (1) e isocromano (1) (Figura 3). Mais uma vez, o grupo dos ésteres merece destaque, tanto no aspecto qualitativo quanto no aspecto quantitativo. Esse grupo contém o composto orgânico volátil majoritário encontrado nos *headspaces* das infusões das folhas de *K. pinnata*: o isobutil éster do ácido 2,2,4-trimetil-3-carbóxi-isopropil pentanoico. Além disso, é o grupo que apresenta a maior variedade de componentes, tendo inclusive um composto organofosforado e dois compostos aromáticos derivados do ácido salicílico.

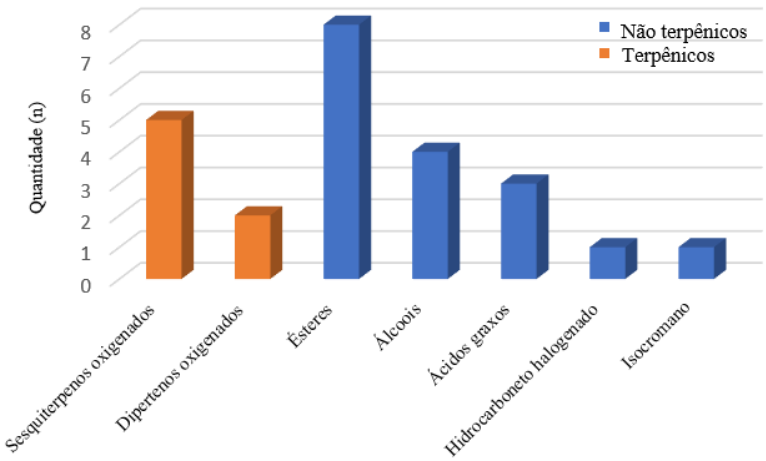


Figura 3. Classes químicas presentes nas infusões de *Kalanchoe pinnata*.

São escassos os estudos acerca da composição de compostos voláteis dos extratos de *K. pinnata*, sobretudo em imfusões (extratos aquosos). Saravanan et al. (2020) analisaram a composição de voláteis do extrato etanólico das folhas da espécie e identificaram oito compostos, entre os quais o fitol e o ácido palmítico (ácido hexadecanoico) que também foram encontrados no *headspace* de algumas das infusões analisadas no presente estudo. Esses dois compostos e o ácido oleico também foram encontrados nos óleos essenciais de algumas das amostras de *K. pinnata* do presente estudo.

Em pesquisa realizada na Europa (ZAWIRSKA-WOJTASIAK et al., 2019), foi analisada a fração volátil por SPME das folhas e dos sucos das folhas da *K. pinnata*. Um total de 29 compostos voláteis foram identificados, considerando todas as matrizes analisadas. No entanto, nenhum desses compostos foi identificado nas infusões de *K. pinnata* do presente estudo. Isso pode estar associado ao fato das fibras de SPME serem distintas e, portanto, possuírem características de isolamento bem diferentes.

No trabalho de Zawirska-Wojtasiak e colaboradores (2019), a fibra utilizada foi a Carboxem-PDMS (Supelco, EUA) de 75 µm que é especializada na adsorção de compostos voláteis de baixo peso molecular. A fibra de 100% PDMS de 100 µm (Supelco, EUA), utilizada no presente estudo, é recomendada para analitos apolares de maior peso molecular e semivoláteis. Além disso, Zawirska-Wojtasiak e colaboradores (2019) utilizaram uma coluna cromatográfica de característica polar do tipo Supelcowax-10 (Supelco, EUA), enquanto no presente estudo o trabalho foi desenvolvido com uma coluna apolar SPB-1 (Supelco, EUA).

Diferenças entre os perfis de compostos voláteis de amostras naturais podem ser explicadas, por exemplo, pela disponibilidade hídrica, incidência de radiação solar, período de coleta, condições climáticas, salinidade do solo e herbivoria. Além disso, a idade e os diferentes

órgãos da planta também afetam a quantificação e a proporção destes metabólitos. Tecidos vegetais mais novos, por exemplo, geralmente são maiores produtores desses compostos (HELDT; PIECHULLA, 2011; BUENO, 2016; ZHOU et al., 2017; LI et al., 2021). Esses fatores podem interferir no metabolismo secundário da planta, provocando variações na composição de vários de seus constituintes.

Avaliando o perfil de compostos voláteis dos óleos essenciais e dos *headspaces* das infusões de *k. pinnata*, foi possível perceber que as principais diferenças, tanto qualitativas, quanto quantitativas, estavam associadas à origem das amostras, ou seja, à horta de onde foram coletadas. A influência do período de coleta (inverno ou verão amazônico) sobre o perfil de voláteis dessas amostras não se mostrou clara, pois não foi possível, por exemplo para os compostos presentes em todas as amostras, observar diferenças estatísticas significativas de concentração entre esses dois grupos (amostras coletadas no inverno amazônico x amostras coletadas no verão amazônico).

Nesse cenáio, vale destacar que alguns desses compostos orgânicos voláteis, provenientes do metabolismo secundário da planta, exercem funções ecológicas e fisiológicas importantes como, por exemplo, ação atratora de polinizadores, participação em estratégias de proteção contra a herbivoria, formação de pigmentos fotossintéticos e ação hormonal. Por conta disso, tais metabólitos podem colaborar com uma grande diversidade de ações farmacológicas (HELDT; PIECHULLA, 2011; ZHOU et al., 2017; ANDRADE; MEDEIROS, 2021; LI et al., 2021).

3.3 Teor de Total de Flavonoides (TTFla) e potencial antioxidante das infusões e extratos hidroetanólicos das folhas de *K. pinnata*

Os valores médios para o teor total de flavonoides (TTFla) e para o potencial antioxidante (expresso como poder redutor total (PRT), $CI_{50(DPPH)}$, $CI_{50(ABTS)}$ e como poder de redução de íons Fe^{3+} (FRAP) das infusões e extratos hidroetanólicos das folhas secas e moídas (pó) de *K. pinnata* são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Teor total de flavonoides (TTFla) e potencial antioxidante (PRT, DPPH, ABTS e FRAP) das infusões e extratos hidroetanólicos de *Kalanchoe pinnata*.

Amostras	TTFla (mg ER/g)	TTFla (mg ER/L)	PRT (mg EAG/g)	PRT (mg EAG/L)	CI_{50DPPH} (µg/mL)	CI_{50ABTS} (µg/mL)	FRAP (µM FeSO4/g)
IA	17,31 ± 0,83[a]	173,15 ± 8,34[a]	14,11 ± 4,05[a]	141,12 ± 40,50[a]	1.714,05 ± 337,07[a,b]	628,02 ± 182,36[a,b]	370,71 ± 144,63[a]
IB	14,34 ± 0,73[a]	143,46 ± 7,36[a]	11,46 ± 0,94[a]	114,62 ± 9,46[a]	2.102,97 ± 266,32[a]	1.011,34 ± 179,03[b]	236,62 ± 37,79[a]
HEA	21,33 ± 4,35[a]	213,37 ± 43,50[a]	11,24 ± 1,79[a]	112,46 ± 17,94[a]	1.863,52 ± 238,81[a,b]	516,36 ± 115,63[a]	275,5 ± 35,91[a]
HEB	20,87 ± 2,48[a]	208,76 ± 24,82[a]	14,77 ± 0,72[a]	147,72 ± 7,23[a]	1.620,67 ± 152,66[b]	506,06 ± 40,27[a]	416,49 ± 201,64[a]

IA – infusões das amostras da coleta A (maio de 2023); IB - infusões das amostras da coleta B (dezembro de 2023); HEA – extratos hidroetanólicos das amostras da coleta A (maio de 2023); HEB – extratos hidroetanólicos das amostras da coleta B (dezembro de 2023); TTFla – teor total de flavonoides; PRT – poder redutor total; CI_{50} (concentração do extrato capaz de neutralizar 50% dos radicais DPPH ou ABTS). FRAP- *Ferric Reducing Antioxidant Power* = poder antioxidante de redução de íons Fe^{3+}; mg ER/g – miligramas de equivalentes de rutina por grama de amostra seca; mg EAG/g – miligramas de equivalentes de ácido gálico por grama de amostra seca; Letras sobrescritas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre os resultados ($p < 0,05$).

Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as infusões ou entre os extratos hidroetanólicos quando o TTFla médio das amostras coletadas durante o verão amazônico (coleta A – período de diminuição do volume de chuva) foi comparado ao TTFla médio das amostras coletadas durante o inverno amazônico (coleta B – período de aumento do volume de chuva). Também não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) que permitisse atribuir às soluções hidroetanólicas maior poder extrator de flavonoides do que o das infusões, nas condições específicas de extração empregadas no presente estudo.

Os conteúdos totais de flavonoides das infusões e dos extratos hidroetanólicos de *K. pinnata* do presente estudo mostraram-se numericamente inferiores ao observado por Chibli (2013) para o TTFla médio dos extratos etanólicos das folhas dessa planta (42,10 ± 0,20 mg ER/ g de amostra seca). O TTFla médio das amostras de *K. pinnata*, considerando todos os extratos (infusões e extratos hidroetanólicos) analisados, foi de (18,46 ± 3,28) mg ER/g de amostra seca. Esse mostrou-se próximo do conteúdo total de flavonoides [(14,78 ± 7,64) mg de ER/g de amostra seca] das infusões de uma outra erva medicinal conhecida como pata-de-vaca (*Bauhinia forfitaca*), produzidas a partir de amostras de referência e comerciais originárias do estado do Rio de Janeiro (JUNG et al., 2022).

Por outro lado, o TTFla médio dos extratos das amostras de *K. pinnata* do presente estudo mostrou-se numericamente superior ao observado para as infusões da carqueja conhecida como *Baccharis myriocephala* [(11,58 ± 1,25) mg de ER/g de amostra seca] (TEIXEIRA et al., 2024b).

Com relação à capacidade antioxidante das infusões e dos extratos hidroetanólicos das folhas de *k. pinnata*, um dos métodos empregados em seu monitoramento foi o de Folin-Ciocalteu. Esse método é frequentemente utilizado para a determinação do teor total de

compostos fenólicos de diferentes matrizes. Entretanto, é importante destacar que o teste de Folin-Ciocalteu mede na realidade o poder redutor total das amostras. Em vista disso, associar os resultados deste teste exclusivamente à presença de compostos fenólicos é um equívoco. Isso pode produzir resultados superestimados para a concentração desse grupo, visto que outras substâncias com potencial redutor (p. ex.: açúcares redutores, vitamina C, carotenoides) podem contribuir positivamente com o teste. Sendo assim, o teste foi considerado como mais uma forma de avaliarmos a capacidade antioxidante dos extratos de *K. pinnata* testados.

Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as infusões ou entre os extratos hidroetanólicos quando o PRT médio das amostras coletadas durante o verão amazônico (coleta A – período de diminuição do volume de chuva) foi comparado ao PRT médio das amostras coletadas durante o inverno amazônico (coleta B – período de aumento do volume de chuva). Também não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) que permitisse diferenciar as infusões dos extratos hidroetanólicos com relação às suas capacidades de extração de compostos associados ao PRT.

Pinheiro e colaboradores (2024) encontraram um PRT médio para amostras de *K. pinnata* de cerca de 22,86 mg EAG/g de planta seca, valor numericamente superior aos valores de PRT encontrados para os extratos de *K. pinnata* do presente estudo. Essas amostras (folhas) também sofreram extração hidroetanólica (etanol:água – 1:1, v/v) em condições um tanto diferentes das empregadas no presente estudo; por exemplo, o tempo de extração utilizado por Pinheiro e colaboradores (2024) foi de 30 minutos. Isso pode explicar, pelo menos em parte, o maior PRT dos extratos avaliados por Pinheiro e colaboradores. Chibli (2013) determinou um PRT médio para os extratos etanólicos das folhas de *K. pinnata* de (95,90 ± 0,30) mg EAG/g de amostra seca, valor superior aos valores médios de PRT das infusões e extratos hidroetanólicos analisados no presente estudo (Tabela 3).

A capacidade antioxidante (CA) dos extratos de *K. pinnata* testados também foi expressa como a concentração de cada extrato necessária para neutralizar 50% dos radicais DPPH ou ABTS ($CI_{50(DPPH)}$ ou $CI_{50(ABTS)}$). Quanto menor é o CI_{50} de uma solução, maior será seu potencial antioxidante. A CA dos extratos medida pelo ensaio com o reagente DPPH produziu valores de CI_{50} que variaram de 1.502,44 µg/mL (IA1) a 2.409,63 µg/mL (IB1). Só foi possível observar diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre a $CI_{50(DPPH)}$ média das infusões das amostras da coleta B e a $CI_{50(DPPH)}$ média dos extratos hidroetanólicos das amostras dessa mesma coleta (B). Neste caso, a CA desses extratos hidroetanólicos mostrou-se superior à CA das infusões.

O valor médio de $CI_{50(DPPH)}$ das infusões de *K. pinnata* é de (1.908,51 ± 345,25) µg/mL. Esse valor pode ser considerado próximo do valor de $CI_{50(DPPH)}$ [(2.210,00 ± 270,00) µg/mL] estimado para as infusões de *Baccharis myriocephala* (TEIXEIRA et al., 2024b). Desse modo, é provável que as infusões dessas ervas apresentem potenciais antioxidantes (determinados pelo uso do reagente DPPH) semelhantes.

A CA antioxidante das infusões e extratos hidroetanólicos de *K. pinnata* também foi determinada pelo teste com o reagente ABTS. Nesse caso, foi possível observar diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre a $CI_{50(ABTS)}$ média das infusões das amostras da coleta B e os valores de $CI_{50(ABTS)}$ médios dos extratos hidroetanólicos das amostras da coleta A e da coleta B, com ambos os extratos hidroetanólicos apresentando potenciais antioxidantes superiores aos das infusões da coleta B. A CA média, considerando todos os extratos de *K. pinnata* analisados, foi representada pelo valor de $CI_{50(ABTS)}$ de (665,45 ± 237,12) µg/mL. Esse resultado mostrou-se bem superior ao valor de $CI_{50(ABTS)}$ do Trolox (6-hidróxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico), que foi estimado em 28 µg/mL (MARQUES et al., 2022).

Por último, a CA de cada extrato foi testada pelo método de FRAP. Os valores associados à CA medida por esse método variaram de 209,94 µM de Fe^{2+}/g de amostra seca (IB1) a 648,93 µM de Fe^{2+}/g de amostra seca (HB2). Os potenciais antioxidantes de infusões e extratos hidroetanólicos de *k. pinnata* mostraram-se semelhantes ($p > 0,05$) independente do período de coleta das amostras.

A avaliação dos dados com o auxílio do teste de correlação de Pearson mostrou que a influência dos flavonoides sobre o potencial antioxidante dos extratos hidroetanólicos de *K. pinnata* pode ser relevante. Observou-se, por exemplo, um elevado coeficiente de correlação de Pearson positivo ($r = + 0,992$, $p = 0,081$) entre os valores de TTFla dos extratos hidroetanólicos das amostras da coleta A e seus potenciais antioxidantes medidos por FRAP.

O mesmo pode ser observado pelo emprego do teste de correlação de Pearson sobre os dados produzidos para os extratos hidroetanólicos das amostras da coleta B. Foi possível estimar um coeficiente de correlação de Pearson positivo elevado ($r = + 0,991$, $p = 0,086$) entre o TTFla e a CA medida por FRAP. Além disso, calculou-se um coeficiente de correlação de Pearson negativo ($r = - 0,931$, $p = 0,238$), elevado em módulo, entre o TTFla e a CA expressa como $CI_{50(ABTS)}$ para esses extratos hidroetanólicos de *K. pinnata* da coleta B. Isso indica que quanto maior é a concentração total de flavonoides desses extratos hidroetanólicos, menor é seu valor de $CI_{50(ABTS)}$ e, portanto, maior é sua capacidade antioxidante. Vários estudos corroboram com a presença dos flavonoides na *K. pinnata* e com seu potencial antioxidante (SANTOS; MOREIRA, 2025; ROMERO et al., 2023).

Os flavonoides são a maior classe de compostos fenólicos vegetais e são encontrados principalmente na epiderme de folhas e nas cascas dos frutos e estão envolvidos na proteção aos raios UV, pigmentação, resistência a patógenos, entre outros. Uma das propriedades desses compostos é a atividade antioxidante, que é responsável pelo seu efeito protetor contra radicais livres, que podem contribuir para prevenção de diversas doenças (CUNHA et al., 2016; PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2014).

Nesse contexto, os extratos de plantas são importantes fontes de antioxidantes naturais, que podem colaborar para a manutenção da saúde e redução do risco de doenças. Ademais, as substâncias antioxidantes das plantas podem ser muito úteis na indústria de alimentos, na forma de conservantes, pois muitos, além de serem capazes de prevenir a oxidação dos alimentos, também podem impedir sua deterioração por microorganismos, por conta de sua ação antimicrobiana; sendo ainda capazes de manter a cor, textura e sabor desses alimentos; por conta dessas propriedades, eles podem ser uma alternativa interessante aos antioxidantes sintéticos, que eventualmente são prejudiciais à saúde (MELO et al., 2025; PETCU et al., 2023).

O consumo dessas plantas pode garantir a Segurança Alimentar e Nutricional, promovendo a saúde pública e valorizando o conhecimento tradicional (BRASIL, 2022; CUNHA et al., 2022; FERREIRA et al., 2022).

4. CONCLUSÃO

O presente estudo descreveu dados inéditos referentes à composição de voláteis do óleo essencial e de infusões de amostras de *Kalanchoe pinnata* cultivadas na Amazônia, coletadas no verão e inverno amazônico. O estudo também apresentou dados sobre o teor total de flavonoides e a capacidade antioxidante dos extratos das folhas dessa planta.

Os resultados revelaram uma considerável diversidade de compostos voláteis, principalmente os não terpênicos, com predominância de ésteres e ácidos graxos, tanto nos óleos quanto nas infusões. A capacidade antioxidante das infusões e dos extratos hidroetanólicos mostrou-se superior à capacidade antioxidante observada para as infusões. O teor total de flavonoides teve uma correlação positiva com a capacidade antioxidante, ou seja, quanto maior o teor desses compostos, maior foi a capacidade antioxidante apresentada.

Desse modo, o óleo essencial, as infusões e os extratos hidroetanólicos da da *k. pinnata* fornecem importantes fitoquímicos com propriedades antioxidantes, que podem colaborar para bioatividade da espécie.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPERJ, CNPq e UNIRIO.

REFERÊNCIAS

- ABDULRAHMAN, M. D. Chemical composition of Bryophyllum pinnatum (Lam.) Oken. **Indonesian Journal of Pharmacy**, p. 193–199, 13 abr. 2022.

- ABI-ZAID, I. E.; RIACHI, L. G.; DE MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A. Investigation of the volatile fraction of chamomile (*Matricaria recutita* L.) infusions prepared from Brazilian commercial sachets. **International Food Research Journal**, v. 22, n. 5, p. 2133–2140, 2015.

- ANDRADE, E. A.; MACHINSKI, I.; VENTURA, A. C. T. et al. A Review of the Popular Uses, Anatomical, Chemical, and Biological Aspects of Kalanchoe (Crassulaceae): A Genus of Plants Known as "Miracle Leaf". **Molecules**, v. 28, n. 14, p. 5574, 2023.

- ANDRADE, T. J. A. S.; MEDEIROS, L. C. M. **Plantas medicinais e a saúde da mulher**. Teresina: EDUFPI, 2021.

- BARONE, A. S. et al. Active antioxidant and aromatic films blended with persimmon (*Diospyros kaki* L.) and orange peel flour (*Citrus sinensis*) as sustainable packaging. **Journal of Vinyl & Additive Technology**, p. 1 – 16, 2023.

- BREHN-STECHER, B.bF.; JHONSON, E. Sensitization of Staphylococcus aureus e Escherichia coli to antibiotics by the sesquiterpenoids nerolidol, farnesol, bisabolol and Apritone. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, v. 47, n. 10, p. 3357-3360, 2003.

- BRASIL. Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo. **Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Departamento de Apoio Técnico e Educação Permanente. Comissão Assessora de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. / Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo. – São Paulo: Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo, 4ª edição, 2019.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 519, de 26 de junho de 1998. Dispõe sobre o controle sanitário de água potável. Diário Oficial da União. (Seção 1): 23, 30 jun 1998.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos** / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política nacional de práticas integrativas e complementares no SUS: atitude de ampliação de acesso** / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região norte**. Brasília, DF: MMA, 2022.

- BUENO, M. J. A. **Manual de plantas medicinais e fitoterápicos utilizados na cicatrização de feridas**. Pouso Alegre: Univás, 2016.

- CARDOSO, J. C.; OLIVEIRA, M.; CARDOSO, F. C. I. Advances and challenges on the in vitro production of secondary metabolites from medicinal plants. **Horticultura Brasileira** 37: 124-132, 2019.

- CHIBLI, L. A. **Caracterização química e atividades biológicas de *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Dissertação de Mestrado. Juiz de Fora/MG, 2013.

- CHOI, H. S.; SAWAMURA, M.; KONDO, Y. Characterization of the Key Aroma Compounds of Citrus flaviculpusHort. ex Tanaka by Aroma Extraction Dilution Analysis. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 5, p. 1713 – 1718, 2002.

- COSTA, J. et al. Evaluation of antioxidant activity of phytol using non-and pre-clinical models. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v. 17, n. 14, p. 1278-1284, 2016.

- CUNHA, A. L.; MOURA, K. S. et al. Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal**, v. 1, n. 2, p. 175, 1 maio 2016.

- CUNHA, M. A. D.; PINTO, L. C.; SANTOS, I. R. P. D. et al. Plantas Alimentícias Não Convencionais na perspectiva da promoção da Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e20610313306, 12 mar. 2021.

- FERREIRA, E. E.; CARVALHO, E. D. S.; SANT´ANNA, C. D. C. A importância do uso de fitoterápicos como prática alternativa ou complementar na atenção básica: revisão da literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e44611124643, 11 jan. 2022.

- GRANDI, T. S. M. **Tratado das plantas medicinais: mineiras, nativas e cultivadas**. Belo Horizonte/MG: Adaequatio Estúdio, 2014.

- GOVINDARAJAN, R.; RASTOGI, S.; VIJAYKUMAR, M.; SHIRWAIKAR, A.; RAWAT, A. K. S.; MEHROTRA, S.; PUSHPANGADAN, P. Studies on the antioxidant activities of

Desmodium gangeticum. **Biol Pharm Bull.** v. 26, n. 10, p. 1424–1427, 2003.

- HELDT, H. W; PIECHULLA, B. Plant Biochemistry. 4th ed. Amsterdam: Elsevier; 2011.

- ISLAM, M. T. et al. Phytol: A review of biomedical activities. **Food and chemical toxicology**, v.121, p. 82 94, 2018.

- JUNG, E. P.; DE FREITAS, B. P.; KUNIGAMI, C. N. et al. Bauhinia forficata Link Infusions: Chemical and Bioactivity of Volatile and Non-Volatile Fractions. **Molecules**, v. 27, n. 17, p. 5415, 24 ago. 2022.

- KAMATOU, G. P. P.; VILJOEN, A. M. A Review of the Application and Pharmacological Properties of α-Bisabolol and α-Bisabolol-Rich Oils. **Journal of the American Chemists` Society**, v. 87, n. 1, p. 1-7, 2010.

- KIM, T. H.; THUY, N. T.; SHIN, J. H.; BAEK, H. H.; LEE, H. J. Aroma-Active Compounds of Miniature Beefsteakplant (Mosladianthera Maxim.). **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 48, n. 7, p. 2877-2881, 2000.

- LATIF, A.; ASHIQ, K.; ASHIQ. S. et al. Phytochemical analysis and in vitro investigation of anti-inflammatory and xanthine oxidase inhibition potential of root extracts of bryophyllum pinnatum. **The Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 30, n. 1, 2020.

- LI, J.; HU, H.; CHEN, Y.; XIE, J.; LI, J.; ZENG, T.; WANG, M.; LUO, J.; ZHENG, R.; JONGSMA, M. A.; WANG, C. Tissue specificity of (E)-β-farnesene and germacrene D accumulation in pyrethrum flowers. **Phytochemistry**, v. 187, 112768, 2021.

- LIU, C. et al. Characterization of Key Odor-Active Compounds in Sun-Dried Black Tea by Sensory and Instrumental-Directed Flavor Analysis. **Foods**, v. 11, n. 2, p. 1740, 2022.

- LOPES, D. C.; FRAGA, S. R.; REZENDE, C. M. Principais substâncias responsáveis pelo aroma de mangas comerciais brasileiras identificadas por cromatografia gasosa de alta resolução/olfatometria/espectrometria de massas. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 31-36, 1999.

- MARQUES, T. S,; MOREIRA, R. F. A.; AYRES, E. M. M. Characterization of the essential oils from leaves of different sweet potato cultivars grown in Brazil. **South African Journal of Botany.**; v. 144, p. 18–22, 2022.

- MELO, L. D. O.; DULTRA, A. C. P.; DUPONT, G. K. Avaliação de antioxidantes naturais na conservação de alimentos e cosméticos. **Caderno Intersaberes**, v. 14, n. 53, p. 164–177, 31 out. 2025.

- MILAD, R. Genus Kalanchoe (Crassulaceae): A Review of Its Ethnomedicinal, Botanical, Chemical and Pharmacological Properties. **European Journal of Medicinal Plants**, v. 4, n. 1, p. 86–104, 10 jan. 2014.

- MITITELU, M.; LUPULIASA, D.; NEACȘU, S. M. et al. Polyunsaturated Fatty Acids and Human Health: A Key to Modern Nutritional Balance in Association with Polyphenolic Compounds from Food Sources. **Foods**, v. 14, n. 1, p. 46, 27 dez. 2024.

- MORAES, T. V.; FERREIRA, J. P. G.; MOREIRA, R. F. A. Óleos essenciais do gênero *Pereskia*: uma revisão da literatura. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, e49953357, 2020.

- NEVES, L. C.; DE ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. Brazilian Journal of Food Technology, v. 7, p. 107 – 110, 2009.

- OBREGÓN-DÍAZ, Y.; PÉREZ-COLMENARES, A.; OBREGÓN-ALARCÓN, K.; et al. Volatile Constituents of the Leaves of Kalanchoe pinnata From the Venezuelan Andes. **Natural Product Communications**, v. 14, n. 5, p. 1934578X19842703, maio 2019.

- OLIVEIRA, D. A.; ROCHA, C. B.; MOREIRA, R. F. A. Evaluation of the essential oils and teas produced from the Bahia and Pará cocoa almond husks. **Scientia Plena**, v. 19, n. 1, 011502, 2023.

- PETCU, C. D.; TĂPĂLOAGĂ, D.; MIHAI, O. D. et al. Harnessing Natural Antioxidants for Enhancing Food Shelf Life: Exploring Sources and Applications in the Food Industry. **Foods**, v. 12, n. 17, p. 3176, 23 ago. 2023.

- PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. **Compostos fenólicos na saúde humana: do alimento ao organismo**. Lavras: Ed. UFLA, 2014. 90 p.
- PEJIN, B. et al. In vitro anti-quorum sensing activity of phytol. **Natural Product Research**, v. 29, n. 4, p. 374-377, 2015.

- PEJIN, B.; KOJIC, V.; BOGDANOVIC, G. An insight into the cytotoxic activity of phytol at in vitro conditions. **Natural Product Research**, v. 28, n. 22, p. 2053-2056, 2014.

- PINHEIRO, G. P.; CLEMENTE, R. C.; ROSINI SILVA, Á. A. et al. Chemical Profiling and Antioxidant Activity of Extracts from Kalanchoe Medicinal Species: Intraspecific Sources of Variation in *Kalanchoe crenata* and *K. pinnata*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 34, n. 4, p. 818–830, 22 mar. 2024.

- PINHEIRO, H. S.; GIACOMIN, L. L.; REIS, I. M. S. et al. Avaliação do desenvolvimento e da produção de flavonoides de Kalanchoe pinnata (Lam.) Pers. (Crassulaceae) em diferentes condições de luz e nutrição. **Revista Fitos**, v. 10, n. 4, 2016.

- ROMERO, W. L. V.; CAMARGO, J. E. R.; COSTA, G. M. Phytochemical Standardization of an Extract Rich in Flavonoids from Flowers of Kalanchoe pinnata (Lam) Pers. **Scientia Pharmaceutica**, v. 91, n. 4, p. 50, 2 nov. 2023.

- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade antioxidante Total em Frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Comunicado Técnico Embrapa**, nº 125, 4p, ISSN 1679-6635, 2006.

- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. 2020. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre $ABTS^{+}$. Comunicado Técnico, 128. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Embrapa Agroindústria Tropical. 1ª edição on line; 2007.

- SANTOS, J. J. F.; MOREIRA, R. F. A. Kalanchoe pinnata: fitoquímica, bioatividade e potencial alimentício. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 23, n. 1, p. e8545, 7 jan. 2025.

- SANTOS, P. V. L.; JERÔNIMO, L. B.; RIBEIRO, W. S. C. et al. Exploring the impact of seasonal variations on the chemical composition, antinociceptive, and anti-inflammatory properties of Pogostemon heyneanus Benth. essential oil. **Frontiers in Pharmacology**, v. 15, p. 1336878, 1 fev. 2024.

- SARAVANAN, V.; MURUGAN, S. S.; KUMARAVEL, T. S. Genotoxicity studies with an ethanolic extract of Kalanchoe pinnata leaves. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 856–857, p. 503229, ago. 2020.

- SILVA, K. C.; BOEIRA, A. S. P. **Catálogo Ilustrativo de Plantas alimentícias não convencionais comercializadas nas Feiras Livres e Mercados de Manaus-Amazonas**. Manaus/AM: Centro Universitário do Norte – Uninorte, 2018.

- SILVA, L. M. D.; OLIVEIRA, J. E. Z. D. Plantas suculentas medicinais: Família Crassulaceae. **Plantas Medicinais: Sabedoria Tradicional e Ciência Moderna - Volume 1**. 1. ed. Editora Científica Digital, 2024. p. 143–152.

-SIMÕES, M.; ROCHA, S.; COIMBRA, M. A.; VIEIRA, M.;J. Enhancement of Escherichia coli and Staphylococcus aureu santibiotic susceptibility using sesquiterpenoids. **Medicinal Chemical**, v. 4, n. 6, p. 616–623, 2008.

- SINGH, S. K.; PATEL, J. R.; DANGI, A. Physicochemical, Qualitative and Quantitative Determination of Secondary Metabolites and Antioxidant Potential of Kalanchoe Pinnata (Lam.) Pers. Leaf Extracts. **Journal of Drug Delivery and Therapeutics**, v. 9, n. 1, p. 220–224, 15 jan. 2019.

- SOUZA, W. F. M.; MARIANO, X. M.; ISNARD, J. L.; DE SOUZA, G. S.; GOMES, A. L. S.; CARVALHO, R. J. T.; ROCHA, C. B.; JUNIOR, C. L. S.; MOREIRA, R. F. A. Evaluation of the volatile composition, toxicological and antioxidant potentials of the essential oils and teas of commercial Chilean boldo samples. **Food Research Interntional**, v. 124, p. 27 – 33, 2019.

- TEIXEIRA, D. F.; MARQUES, A. M.; SILVA, L. L. C. et al. Isolamento, Purificação e Caracterização de Metabólitos Secundários Vegetais. In: LÓPEZ, R. E. S.; SILVA, L. L. C. **Saberes, Ciências e Plantas Medicinais: uma abordagem multidisciplinar**. Rio de Janeiro, RJ: Farmanguinhos/Fiocruz, 2024. 486 p.

- TEIXEIRA, I. E. A-Z. et al. A fração volátil da camomila alemã (Matricaria recutita L.). **Research, Society and Development**.; v. 9, n. 7, e18973510, 2020.

- VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatograph**, v. 11, p. 463-467, 1963.

- VAN ZYL, R. L.; SEATLHOLO, S. T.; VAN VUUREN, S. F.; VILJOEN, A. M. The biologicalactivities of 20 nature identical essential oil constituents. **Journal of Essential Oil Research**, v. 18, n. 1, p. 129–133, 2006.

- VIRGÍNIO, T. B.; CASTRO, K. S.; LIMA, A. L. A. et al. Utilização de plantas medicinais por pacientes hipertensos diabéticos: estudo transversal no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira e Promoção da Saúd**e, 2018.

- ZAWIRSKA-WOJTASIAK, R.; JANKOWSKA, B.; PIECHOWSKA, P. et al. Vitamin C and aroma composition of fresh leaves from Kalanchoe pinnata and Kalanchoe daigremontiana. **Scientific Reports**, [*S. l.*], v. 9, n. 1, p. 19786, 24 dez. 2019.

- ZHUMAGUL, M. Z.; KUBENTAYEV, S. A.; KURMANBAYEVA, M. S. et al. Component composition of essential oil of Rhodiola algida (Ledeb.) Fisch & C.A. Mey and its biological activity. **International Journal of Biology and Chemistry**, v. 16, n. 1, p. 113–127, 30 jun. 2023.

- ZHOU, W.; KÜGLER, A.; MCGALE, E.; HAVERKAMP, A.; KNADEN, M.; GUO, H.; BERAN, F.; YON, F.; LI, R.; LACKUS, N.; KÖLLNER, T. G.; BING, J.; SCHUMAN, M. C.; HANSSON, B. S.; KESSLER, D.; BALDWIN, I. T.; XU, S. Tissue-Specific Emission of (E)-α-Bergamotene Helps Resolve the Dilemma When Pollinators Are Also Herbivores. **Current Biology**, v. 27, n. 9, p. 1336–1341, 2017.

CAPÍTULO 5:

Este capítulo é um artigo original que será submetido a uma revista Qualis A na área de Ciência de Alimentos.

Avaliação do óleo essencial de *Baccharis crispa* como estratégia complementar para o controle metabólico em ratos com diabetes tipo 2

Jéssica Juliane Furtado Santos[a], Gisele Santos de Souza[b], Andressa Monteiro Terra[c], Alice Pereira Duque[c], Wanderson Fernando Mello de Souza[a], Claudia Cardoso Netto[d], Ana Paula Machado da Rocha[c], Luiz Fernando Rodrigues Júnior[c], Cristiane Barbosa Rocha[c], Ricardo Felipe Alves Moreira[a,b,*]

[a]Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Av. Pasteur, CEP 22290-240, Rio de Janeiro, Brasil
[b]Departamento de Saúde Coletiva, Instituto Biomédico, UNIRIO, Rua Frei Caneca 94, sala A-412 (LACAPA), CEP 20211-040, Rio de Janeiro, Brazil
[c]Departamento de Ciências Fisiológicas, Instituto Biomédico (UNIRIO), Rua Frei Caneca 94, salas A-303, A-304 (LEEM) and A-305, CEP 20211-040, Rio de Janeiro, Brazil
[d]Departamento de Bioquímica, Insituto Biomédico (UNIRIO), Rua Frei Caneca 94, sala A-401, CEP 20211-040, Rio de Janeiro, Brazil

*Autor correspondente em: Departamento de Saúde Coletiva, Instituto Biomédico, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rua Frei Caneca 94, sala A-412 (LACAPA), CEP 20211-040, Rio de Janeiro, Brazil.
E-mails: jessicajulianef@gmail.com (J. J. F. Santos), gisalsouzza@gmail.com (G.S. de Souza), andressa.monteiroterra@gmail.com (A.M. Terra), alice-duque@hotmail.com (A.P. Duque), wandersonfmdesouza@gmail.com (W.F.M de Souza), claucnetto@gmail.com (C.C. Netto), anamachado1974@yahoo.com.br (A.P.M. da Rocha), luiz.junior@unirio.br (L.F.R. Júnior), krirocha@yahoo.com.br (C.B. Rocha), ricardo.moreira@unirio.br (R.F.A. Moreira)

Resumo

A carqueja amarga (*Baccharis crispa* Spreng.) é uma das principais plantas indicadas pela literatura científica para o tratamento do diabetes *mellitus* tipo II (DM2). Apesar disso, os compostos responsáveis por suas propriedades medicinais (por exemplo, ação hipoglicemiante) ainda não foram completamente elucidados. Alguns desses compostos podem estar presentes nos óleos essenciais das folhas desta espécie. Dessa forma, o objetivo deste estudo é avaliar o potencial fitoterápico do óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. no tratamento do DM2. O perfil químico do óleo essencial utilizado no estudo foi estabelecido pelo emprego de técnicas cromatográficas e espectrométricas. O estudo foi desenvolvido durante 15 semanas com 28 ratos Wistar machos, divididos em quatro grupos de 7 indivíduos: NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01% em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01%); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01%); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01%). Os ratos dos grupos NDV e NDO foram alimentados com dieta normal, enquanto os ratos dos grupos DV e DO foram alimentados com dieta hiperlipídica/hipercalórica durante 7 semanas. No vigésimo segundo dia, 35mg de estreptozotocina (STZ) kg^{-1} de massa corporal foram administrados aos ratos dos grupos DV e DO. Quando necessário, uma nova dose de estreptozotocina foi administrada no vigésimo nono dia e no trigésimo sexto dia. A partir do quadragésimo nono dia (7 semanas), ambos os grupos passaram a ser alimentados com dieta normal. A água e as rações foram oferecidas *ad libitum* e o consumo de ambas foi monitorado diariamente. A massa corporal e a glicemia dos animais foram medidas no 1º, 22º, 29º, 36º, 43º, 50º, 57º, 64º, 71º, 78º, 85º, 92º, 100º, 106º dias do experimento. No último dia do experimento, os ratos foram submetidos à eutanásia e os seguintes parâmetros bioquímicos foram monitorados: triglicerídeos, colesterol total, HDL colesterol, albumina, AST, ALT, FA, ureia e creatinina. O óleo essencial de *B. crispa* foi capaz de produzir uma leve redução da hiperglicemia dos animais diabéticos. Além disso, esse óleo essencial mostrou potencial para ser usado como um agente alternativo para o controle da hipertrigliceridemia diabética.

Palavras-chave: *Baccharis crispa* Spreng., óleo essencial, *diabetes mellitus*, potencial hipoglicêmico, ação hipotrigliceridêmica.

1. Introdução

O Diabetes *mellitus* (DM) consiste em um distúrbio metabólico de origem heterogênea, caracterizado por hiperglicemia persistente como consequência de defeitos na produção, secreção e/ou ação da insulina. A glicemia elevada está associada ao aumento da morbidade, redução da qualidade de vida e representa o terceiro fator mais importante responsável pela mortalidade prematura mundial (10,7% das causas) (SBD, 2019; BRASIL, 2013).

Nesse contexto, no Brasil, uma grande parcela da população faz uso de plantas medicinais para o tratamento de diversas patologias, dentre as quais o diabetes. Por volta de 80-90% das pessoas nos países em desenvolvimento como o Brasil são dependentes e utilizam as plantas medicinais para atender às suas necessidades de Atenção Primária à Saúde. Esta utilização tem origem histórico-cultural e remete aos períodos que antecedem até mesmo a colonização pelos portugueses, no século XVI; e, ao longo dos séculos, constituíram as bases para tratamento de diferentes doenças, através do acúmulo de informações por sucessivas gerações (ANDRADE; MEDEIROS, 2021; BUENO, 2016; BRASIL, 2015).

Estima-se que cerca de 30% das espécies de plantas existentes em todo o mundo apresentem potencial terapêutico e uma parte dessas plantas tem sido empregada no tratamento do Diabetes *mellitus* (CARVALHO et al., 2021; SBD, 2019; BRASIL, 2019). Aproximadamente 1.200 plantas no mundo possuem potencial antidiabético, com cerca de 200 sendo popularmente utilizadas no controle do diabetes no Brasil (SANTOS et al., 2019).

De acordo com a cultura tradicional brasileira, a carqueja-amarga (*Baccharis crispa* Spreng.) é uma das plantas medicinais mais utilizadas para o tratamento do diabetes *mellitus* tipo II (DM2). Essa espécie faz parte da lista nacional de plantas medicinais de interesse para o Sistema Único de Saúde (RENISUS), que contém espécies vegetais com potencial de geração de produtos medicinais e fitoterápicos para uso no sistema de saúde pública do Brasil (BRASIL, 2008). Entretanto, há poucos estudos científicos capazes de confirmar as propriedades bioativas dessa planta para o combate à obesidade e ao DM2 (OLIVEIRA et al., 2005; SOUZA et al., 2012) e, praticamente todos estão associados a extratos aquosos ou produzidos a partir de solventes orgânicos como o metanol e o etanol. São raros os estudos sobre a utilização do óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. como um ingrediente funcional para o tratamento do DM2 (DUQUE et al., 2020). Esse óleo essencial contém vários compostos terpênicos bioativos que são frequentemente negligenciados, recebendo importância secundária como agentes

fitoterápicos. Esse é o caso, por exemplo, do carquejol, cuja administração intraperitoneal em ratos foi capaz de reduzir os níveis de colesterol sanguíneo em 5 – 10% (ABREU, 1994).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo é avaliar o potencial fitoterápico do óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. para o tratamento de DM2.

2. Material e métodos

2.1. Óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng.

Amostras comerciais de óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. foram adquiridas da Lazlo Aromaterapia Ltda, Lot 0814, Brasil. A composição química dessas amostras foi estabelecida antes de sua utilização nos experimentos biológicos.

2.1.1. Avaliação da composição química dos óleos essenciais

A avaliação da composição química dos óleos essenciais foi realizada com o auxílio de um sistema de cromatografia gasosa acoplado a um espectrômetro de massas (CG/EM) do tipo GC-2010Plus/GCMS-QP2010 da Shimadzu, Japão. A separação dos compostos foi feita com uma coluna apolar de silica fundida SPB-1 (30 m x 0,25 mm d.i.) revestida com dimetil-polissiloxano (100%) com uma espessura de filme de 0,25 μm (Supelco, USA). O injector operou a 230ºC. O forno cromatográfico foi mantido inicialmente a uma temperature de 60ºC por 5 minutos. Depois, a temperatura aumentou de 60 para 120ºC em uma taxa 2ºC/minuto. Essa última temperatura foi mantida por 10 minutos. Na sequência, a temperatura foi incrementada até 230ºC a uma taxa de 5ºC/minuto. Essa temperatura final foi mantida por 30 minutos. O gás He foi utilizado como fase móvel em um fluxo de 1,0 mL/minuto. O espectrômetro de massas operou a 70 eV realizando varreduras de 30 to 400 m/z em ciclos de três décimos de segundo. A temperatura da fonte de íons e da interface com o CG foi mantida a 240°C. O óleo essencial não diluído foi injetado no sistema em um volume de 1 μL em um *split* de 1:10. As analyses foram conduzidas em triplicata.

A identificação dos compostos presentes nos óleos essenciais foi realizada pela comparação de seus espectros de massas com os disponíveis nas bibliotecas espectrais NIST12.lib and NIST62.lib. Os índices de Kovats modificados (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963) também foram utilizados para a identificação dos constituintes dos óleos essenciais. A identificação foi complementada pela coeluição dos óleos essenciais com padrões externos disponíveis no laboratório. A quantificação dos compostos foi baseada na técnica de normlização de área.

2.2. Experimentos biológicos associados ao diabetes *mellitus* tipo II

O estudo foi conduzido com a permissão do comitê de ética em pesquisa animal da UNIRIO (CEUA-UNIRIO/2012014-2).

2.2.1. Animais

O estudo foi conduzido durante 15 semanas com 28 ratos Wistar de cerca de 2 meses de idade gentilmente cedidos pelo biotério da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ, Brasil).

2.2.2. Rações utilizadas na alimentação dos animais

A ração normal (RN) (NUVILAB® ALIMENTO COMPLETO) foi adquirida da QUIMTIA S.A. (Paraná, Brasil). A ração hiperlipídica (RHL) foi produzida no laboratório de Avaliação da Composição e Aroma de Alimentos (LACAPA/IB/UNIRIO) com base em um trabalho prévio (ESTADELLA et al., 2011). Todos os ingredientes utilizados na produção dessa ração foram moídos previamente. A RHL foi produzida misturando-se a RN com chocolate ao leite (SICAO, Barry Callebaut, MG, Brazil), amendoim sem casca e sem sal (Nova Geração Comestíveis Ltda, Casas Pedro, RJ, Brazil) e biscoito doce (biscoito Maizena®, Indústria de Produtos Alimentícios Piraque S.A., Piraquê, RJ, Brasil) em uma proporção de massa de 3:2:2:1.

Um volume de 1,5 L de água potável foi adicionado a uma massa de 3,0 kg dessa mistura inicial. A pasta obtida foi moldada em pequenos cilindros (4,0 cm de comprimento x 3,0 cm de d.i.) através de prensagem manual em dispositivos normalmente utilizados para o prepare de cafta (Mecânica Edi Ltda Me, SP, Brasil). Depois, esses cilindros foram secos em uma estufa (FANEM, SP, Brasil) durante 48 houras a uma temperatura de 60ºC – 70ºC.

2.2.2.1. Análises centesimais das rações

A umidade e os conteúdos totais de lipídios, proteínas e cinzas das rações foram determinados de acordo com os métodos descritos pela *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC, 1995). O teor total de carboidratos foi estimado pela diferença entre 100% e o somatório dos conteúdos dos demais componentes (água, lipídios, proteínas e cinzas). Dessa forma, o conteúdo de carboidratos também inclui o teor total de fibras das rações. Para o cálculo do valor energético dessas rações considerou-se que cada 1 g de carboidratos é capaz de produzir cerca de 4 kcal de energia, 1 g de proteínas também produz cerca de 4 kcal de energia

e 1 g de lipídios gera cerca de 9 kcal de energia.

2.2.3. Protocolo experimental utilizado nos testes com os ratos (plano de intervenção)

O estudo foi realizado durante 15 semanas (105 dias) com 28 ratos Wistar machos divididos em quatro grupos de 7 indivíduos: grupo 1 (NDV) – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01% em água); grupo 2 (DV) – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01%); grupo 3 (NDO) – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja amarga diluído em Tween 80 (0,01%); grupo 4 (DO) – ratos induzido ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja amarga diluído em Tween 80 (0,01%). As suspensões entre óleo essencial e Tween 80 foram preparadas para permitir a administração oral diária por gavagem de uma concentração de óleo essencial de 20 mg kg^{-1} de massa corporal.

Durante as sete primeiras semanas (49 dias) de indução do DM2, os ratos dos grupos NDV e NDO receberam RN, enquanto os ratos dos grupos DV e DO receberam RHL. No vigéssimo segundo (22º) dia do experimento, os ratos dos grupos DV e DO receberam, através de injeção intraperitoneal, uma pequena dose de estreptozotocina (STZ) (35mg Kg^{-1} de massa corporal) em tampão citrato (pH = 4.4). Quando necessário, para garantir que a hiperglicemia se instalaria nos ratos dos grupos DV e DO, uma nova dose de estreptozotocina foi administrada no vigésimo nono dia e no trigésimo sexto dia. A partir do quadragésimo nono dia (final da 7ª semana), os ratos de ambos os grupos (DV e DO) também passaram a ser alimentados com dieta normal (RN). Esse tipo de alimentação foi mantido para todos os grupos até o final do experimento (105º ou 106º dias).

Durante todo o experimento os animais foram mantidos em caixas plásticas (máximo de 3 animais por caixa), à temperatura ambiente de (24 ± 1) ºC e submetidos a um ciclo circadiano de 12 horas/dia e 12 horas/noite. A água e as rações foram oferecidas *ad libitum* e o consumo de ambas foi monitorado diariamente. A massa corporal e a glicemia dos animais foram medidas no 1º, 22º, 29º, 36º, 43º, 50º, 57º, 64º, 71º, 78º, 85º, 92º, 100º, 106º dias do experimento. No último dia do experimento, os ratos foram submetidos à eutanásia através da técnica de deslocamento cervical, após a administração de tiopental (40 mg kg^{-1} de massa corporal) por injeção intraperitoneal.

2.2.4. Coleta de sangue e análises bioquímicas

O sangue dos animais foi coletado por punção cardíaca. A partir desse sangue, o soro e o plasma foram obtidos e usados para a avaliação dos parâmetros bioquímicos indicados abaixo. Para obtenção de soro, o sangue dos animais (todos em jejum) foi coletado em tubos do tipo

BD Vacutainer® SST® II Advance® (Cirúrgica Estilo Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil), que continham um ativador de coagulação (responsável pela aceleração do processo de coagulação) em suas paredes internas e um gel separador. Esses tubos eram feitos de plástico e identificados por uma tampa dourada.

Para a obtenção do plasma, dois diferentes tipos de tubos foram utilizados: tubos BD Vacutainer® Plus (Cirúrgica Estilo Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil), contendo heparina sódica jateada em suas paredes internas e identificados por tampas verdes, e tubos BD Vacutainer® (Cirúrgica Estilo Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil) contendo EDTA K_2 (sal dipotássico do ácido etilenodiamino tetracético) jateado em suas paredes internas e identificados com tampas roxas. Os tudos que não continham anticoagulante foram mantidos em posição vertical durante 30 minutos à temperatura ambiente para permitir a formação dos coágulos, enquanto que os tubos que continham agentes anticoagulantes foram homogeneizados suavemente para evitar hemólise. Todos os tubos sofreram centrifugação a 3.000 rpm durante 15 minutos em uma centrífuga refrigerada (NT815, Nova Técnica Indústria e Comércio de Equipamentos para Laboratório Ltda, Brasil). Os sobrenadantes (soros ou plasmas) de cada tudo foram coletados e armazenados em tubos do tipo eppendorf de 1,5 mL.

As amostras de sangue foram analisadas em um espectrofotômetro digital (EEQ-99023, INCA Tecnologia de Produtos e Serviços Ltda, Brasil) com o auxílio de cubetas de vidro (0,7 mL) ou plástico (1,0 mL). As seguintes análises bioquímicas foram realizadas: (1) glicemia de jejum, (2) triglicerídeos, (3) cholesterol total, (4) HDL colesterol, (5) LDL colesterol, (6) ureia, (7) creatinina, (8) alanina transaminase (ALT), (9) aspartato transaminase (AST), (10) fosfatase alcalina (FA) e (11) albumina. O perfil de lipídios dos ratos foi avaliado pela análise dos parâmetros bioquímicos 2, 3, 4 e 5; a função renal foi avaliada com base nas análises dos parâmetros bioquímicos 6 e 7; a função hepática foi avaliada com base na análise dos parâmetros bioquímicos 8, 9, 10 e 11. As análises bioquímicas foram realizadas com o auxílio de kits enzimáticos comerciais gentilmente doados pela Labtest Diagnóstica S.A. (MG, Brasil).

2.3. Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software GraphPad Prism 6.0. As diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre a composição proximal das rações (RN e RHL) foram avaliadas pelo teste paramétrico t. As análises estatísticas da glicemia, do consumo de ração e água e da massa corporal foram realizadas por meio de análise de variância agrupada (two-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. As análises

estatísticas dos demais parâmetros bioquímicos foram realizados por análise de variância de uma via (one-way ANOVA), também seguida do pós-teste de Tukey. Valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos.

3. Resultados e discussão

Carquejol e acetato de carquejila são considerados marcadores químicos da carqueja amarga (*Baccharis crispa* Spreng.) (AMARAL et al., 2010). Entretanto, de acordo com a literatura, o conteúdo desses dois compostos terpênicos nos óleos essenciais de *Baccharis crispa* Spreng. pode variar substancialmente de uma amostra para a outra. Por exemplo, Couto (2014) encontrou 0,4 % de carquejol e 19 % de acetato de carquejila na fração terpênica da *Baccharis crispa* Spreng.. Por outro lado, Santos et al. (2015) não detectou carquejol em suas amostras de *Baccharis crispa* Spreng. e estimou em 47,04 % a concentração de acetato de carquejila. Por sua vez, Mossi et al. (2015) não encontrou acetato de carquejila e calculou um conteúdo de carquejol de 73,4% em suas amostras. Essas diferenças podem ser explicadas por fatores biológicos (por exemplo, variabilidade genética e interação com outros agentes biológicos), fatores ambientais (por exemplo, salinidade e acidez do solo, luminosidade, umidade e temperatura) e por fatores de processamento (por exemplo, período de armazenamento, forma de secagem das folhas, tipo de transporte) (AMARAL et al., 2010). Essas variações também podem ser associadas a uma distribuição heterogênea desses compostos ao longo das estruturas da planta (KARAM et al., 2013).

No presente estudo, a presença de ambos os marcadores químicos de *Baccharis crispa* Spreng. [carquejol: (0,18 ± 0,01) % e acetato de carquejila: (49,40 ± 2,40) %] sugere que o óleo essencial comercial adquirido da empresa Lazlo é realmente genuíno. Dezessete (17) compostos foram identificados como componentes desse óleo essencial. Esses compostos foram divididos em quatro grupos: monoterpenos (4 representantes), monoterpenos oxigenados (2), sesquiterpenos (4) e sesquiterpenos oxigenados (7). O acetato de carquejila foi o composto majoritário encontrado nesse óleo essencial. O palustrol (8,03 ± 0,20) %, β-elemeno (4,64 ± 0,04) %, β-copaeno [(3,91 ± 0,47) %, β-eudesmol (3,80 ± 0,18) % e β-pineno (3,54 ± 0,01) % também estavam presentes em quantidades relevantes neste óleo essencial.

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng.

Número	Compostos	IRL (calculado)	IRL (NIST, Pherobase e PubChem)	Concentração (Med ± DP) %
1	[b,c]β-Pineno[M]	963	980	3,54 ± 0,01
2	[b,c]3-Careno[M]	1014	1011	1,88 ± 0,14
3	[a,b,c]D-Limoneno[M]	1017	1031	1,99 ± 0,10
4	[b,c]cis-β-Ocimeno[M]	1037	1040	2,73 ± 0,13
5	[b,c]Carquejol[MO]	1131	1151	0,18 ± 0,01
6	[b,c]Acetato de carquejila[MO]	1299	1294	49,40 ± 2,40
7	[b,c]β-Elemeno[S]	1377	1375	4,64 ± 0,04
8	[b,c]β-Copaeno[S]	1459	1416	3,91 ± 0,47
9	[b,c]Elixeno[S]	1488	1488	2,32 ± 0,26
10	[b,c]4-Epi-cubedol[SO]	1490	1494	1,15 ± 0,24
11	[b,c]β-Cadineno[S]	1502	1509	0,96 ± 0,13
12	[b,c]Elemol[SO]	1530	1534	0,65 ± 0,04
13	[b,c]Palustrol[SO]	1551	1550	8,03 ± 0,20
14	[b,c]Espatulenol[SO]	1569	1572	0,31 ± 0,01
15	[b,c]Epi-globulol[SO]	1571	1578	2,93 ± 0,14
16	[b,c]Ledol[SO]	1580	1582	2,05 ± 0,13
17	[b,c]β-Eudesmol[SO]	1622	1622	3,80 ± 0,18
		Total		90,43

[a]Identificado por coeluição com compostos padrões; [b]Identificado pelos dados de espectrometria de massas; [c]Identificado pela comparação dos valores de IRL calculados com aqueles das bases de dados disponíveis na *Internet* (NIST, Pherobase e PubChem); IRL (calculado) – índice de retenção linear ou índice de Kovats modificado (VAN DEN DOOL & KRATZ, 1963) calculado com o auxílio de uma mistura de alcanos (C_9-C_{26}); IRL (NIST, Pherobase and PubChem) – índice de retenção linear ou índice de Kovats modificado (VAN DEN DOOL & KRATZ, 1963) obtido das bases de dados NIST, Pherobase ou PubChem; Med – valor médio obtido de análises em triplicata; DP – desvio padrão; M – Monoterpeno; MO – monoterpeno oxigenado; S - sesquiterpeno; SO – sesquiterpeno oxigenado.

No que se refere às rações, a RHL foi produzida pela mistura da ração normal com outros alimentos como o chocolate ao leite, amendoim e biscoito doce. Em teoria, a presença de quantidades elevadas de lipídios saturados e gordura hidrogenada (chocolate ao leite e biscoito doce) e o valor energético mais elevado desses alimentos têm potencial para favorecer o ganho de massa e provocar dislipidemias. Sendo assim, o consumo elevado e repetitivo desses alimentos pode aumentar a ocorrência de DM2 em uma população específica.

A análise centesimal das rações empregadas no presente estudo mostrou diferenças significativas entre a RHL (Tabela 2) e a RN. A principal diferença entre essas rações está em seus conteúdos de lipídicos, com a RHL apresentando um conteúdo de lipídios cerca de 13 vezes superior ao da RN. O valor energético da RHL foi cerca de 1,5 vez superior ao da RN. Dessa forma, a RHL usada para a indução do DM2, em associação com as doses de estreptozotocina, pode realmente ser classificada como uma ração hiperlipídica e hipercalórica.

Tabela 2 – Análise centesimal (g/100 g de amostra) das rações normal (RN) e hiperlipídica (RHL) (base úmida)

Composição centesimal e valor energético	RN (Med ± DP)	RHL (Med ± DP)	RHL/RN
Umidade (g/100 g[1] de ração)	$13,25 \pm 1,45^{a}$	$5,12 \pm 0,04^{b}$	0,39
Cinzas (g/100 g[1] de ração)	$6,25 \pm 0,12^{c}$	$3,51 \pm 0,15^{d}$	0,56
Carboidratos (g/100 g[1] de ração)	$58,29 \pm 0,70^{e}$	$49,92 \pm 1,51^{f}$	0,86
Lipídios (g/100 g[1] de ração)	$1,87 \pm 0,08^{g}$	$24,50 \pm 1,11^{h}$	13,1
Proteínas (g/100 g[1] de ração)	$20,34 \pm 0,56^{i}$	$16,95 \pm 0,62^{j}$	0,83
Valor energético (Kcal/100 g de ração)	$331,35 \pm 1,10^{k}$	$487,98 \pm 17,16^{l}$	1,47

Em uma linha específica da tabela, os valores marcados com letras sobrescritas diferenes são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), de acordo com o teste paramétrico t; RN – ração normal; RHL – ração hiperlipídica; Med – valor médio obtido de análises em triplicata; DP – desvio padrão.

Durante as sete primeiras semanas do estudo, os ratos dos grupos NDV e NDO receberam a RN, enquanto os ratos dos grupos DV e DO foram alimentados com a RHL. No vigéssimo segundo dia do experimento (22º dia), os ratos dos grupos DV e DO receberam, através de injeção intraperitoneal, uma pequena dose de estreptozotocina (STZ) (35mg Kg^{-1} de massa corporal) em tampão citrato (pH = 4.4). Quando necessário, para garantir que a hiperglicemia se instalaria nos ratos desses dois grupos, uma nova dose de estreptozotocina foi administrada no vigésimo nono dia e no trigésimo sexto dia.

Durante os primeiros 35 dias do experimento, a glicemia média de todos esses grupos manteve-se semelhante, não havendo diferença estatística entre eles ($p > 0,05$) com relação a esse parâmetro (Figura 1). Após o início da administração das doses de STZ, a glicemia dos ratos dos grupos DV e DO começou a crescer e, a partir do 36º dia do experimento, os grupos NDV e NDO passaram a se diferenciar dos grupos DV e DO de forma estatisticamente significativa ($p < 0,05$) com relação a esse parâmetro. A glicemia de jejum dos ratos dos grupos DV e DO continuou a crescer nas semanas seguintes, ficando com valores cada vez mais distantes da glicemia de jejum dos ratos dos grupos controle (NDV e NDO).

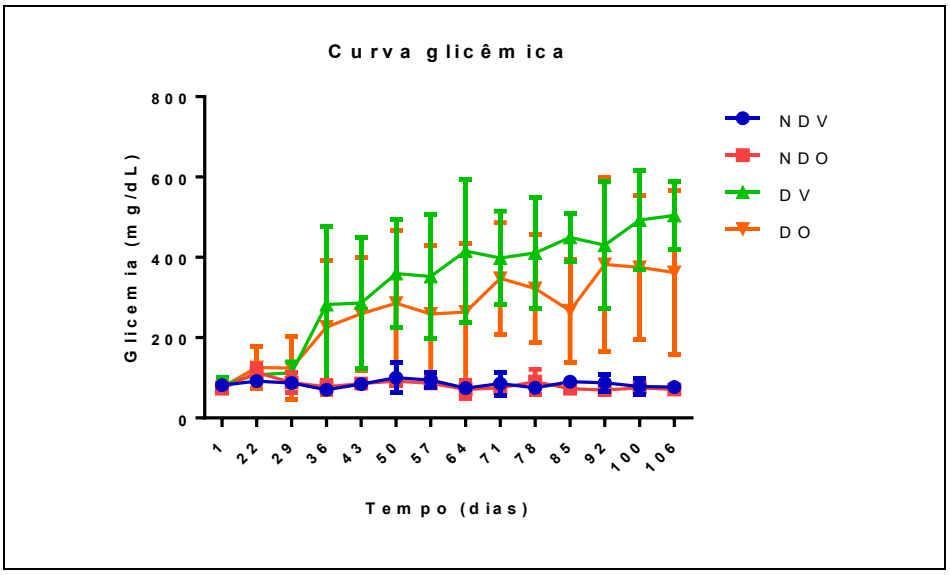


Figura 1 – Glicemia dos ratos monitorada ao longo do desenvolvimento do protocolo experimental. NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01 % em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01 %); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %). Análises estatísticas realizadas utilizando uma análise de variância agrupada (two-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Fonte: acervo pessoal do autor (2026).

É possível inferir que a RHL por si só não foi capaz de provocar a hiperglicemia crônica característica do diabetes *mellitus*. Esse resultado é corroborado pelos estudos de Srinivasan e colaboradores (2005) e de Mu e colaboradores (2006) que indicaram que ratos Sprague-Dawley alimentados com dieta rica em gordura desenvolviam obesidade, hiperinsulinemia e resistência à insulina, mas não desenvolviam uma hiperglicemia significativa. Mu e colaboradores (2006) também indicaram que uma dose única e isolada de estreptozotocina em baixa concentração não era capaz de causar hiperglicemia em ratos. A hipótese é que o modelo usado no presente estudo tenha causado, através da RHL, uma sensibilização dos ratos dos grupos DV e DO, desencadeando algum grau de resistência à insulina. A combinação dessa sensibilização dos animais via RHL com o decréscimo da capacidade pancreática de produzir e secretar insulina, causado pela administração de uma a três doses de estreptozotocina, levou os ratos dos grupos DV e DO a desenvolverem uma hiperglicemia crônica clara e permanente, ou seja, a ficarem diabéticos.

A partir do 49º dia, com a hiperglicemia completamente instalada nos ratos dos grupos DV e DO (ratos diabéticos), a dieta hiperlipídica desses grupos foi substituída pela dieta normal (RN), a fim de mimetizar, pelo menos parcialmente, o tratamento dietético ao qual os indivíduos com DM2 normalmente são submetidos. Sendo assim, nas oito semanas seguintes do experimento, todos os grupos (NDV, NDO, DV e DO) consumiram apenas a RN. Neste

período, a glicemia dos ratos não diabéticos permaneceu praticamente constante, não sendo possível diferenciar o grupo NDV do grupo NDO, o que indicou que o óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. não foi capaz de interferir na glicemia dos animais em uma condição não patológica.

No caso dos animais diabéticos, comparando o grupo DV com o grupo DO, foi possível perceber nos animais tratados com o óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. uma tendência de desenvolvimento de uma hiperglicemia levemente inferior à hiperglicemia desenvolvida pelos animais tratados com o veículo (Tween 80). Esse efeito leve, mas potencialmente benéfico do óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng., é reforçado pelo fato de que a glicemia dos ratos do grupo DO mostrou-se estatisticamente menor do que a dos animais do grupo DV no 64º, 85º e 106º dias do experimento. Os valores médios finais das glicemias de jejum dos ratos dos grupos DV e DO foram 504,50 mg/dL e 362,30 mg/dL, respectivamente, enquanto os valores médios finais desse mesmo parâmetro observados para os ratos dos grupos NDV e NDO foram 77,00 mg/dL e 71,00 mg/dL, respectivamente.

Durante as três primeiras semanas do experimento, o consumo da RHL pelos ratos dos grupos DV e DO mostrou-se levemente inferior ao da ração RN pelos ratos dos grupos NDV e NDO, com diferenças estatísticas sendo observadas nos dias 1, 14, 15, 18, 19 e 20 (Figura 2). Esse fenômeno pode estar associado ao maior conteúdo lipídico e valor energético da RHL, o que provavelmente induziu maior saciedade nos animais que estavam consumindo essa ração. Após a administração das doses de estreptozotocina, o consumo da RHL por parte dos grupos DV e DO foi se elevando gradativamente entre o 22º dia e o 49º dia, ficando cada vez mais similar ao consumo da RN por parte dos ratos dos grupos NDO e NDV. A partir do 49º dia, quando todos os animais passaram a consumir a RN, os ratos dos grupos DV e DO começaram a consumir gradativamente mais ração do que os ratos dos grupos NDV e NDO, com diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre diabéticos e não diabéticos sendo observadas na maior parte do tempo. Nos últimos dias do experimento (102, 103 e 104) foi possível observar diferença estatística significativa entre os grupos DV e DO com relação ao consumo da ração, com o grupo DO consumindo um pouco menos de ração ($p < 0,01$) do que o grupo DV.

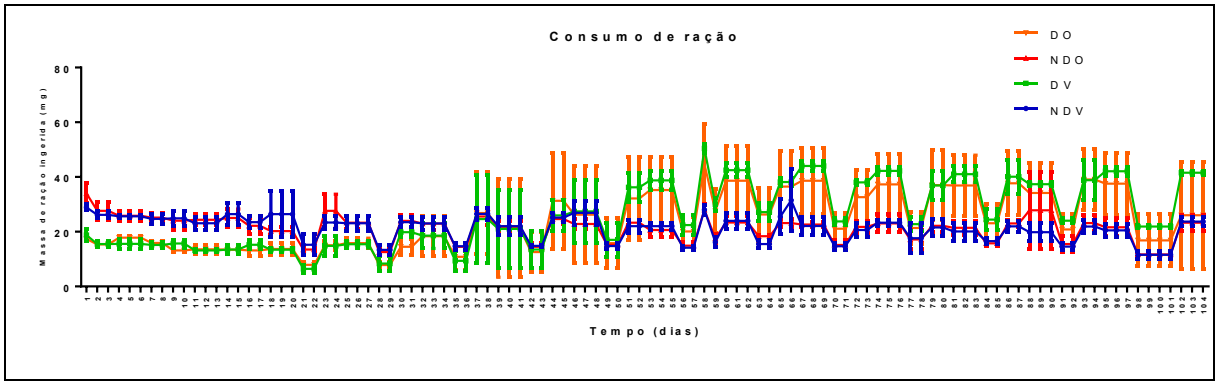


Figura 2 – Consumo de ração monitorado ao longo do desenvolvimento do protocolo experimental com os ratos. NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01 % em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01 %); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %). Análises estatísticas realizadas utilizando uma análise de variância agrupada (two-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Fonte: acervo pessoal do autor (2026).

Durante as cinco primeiras semanas do experimento, não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os grupos NDV, NDO, DV e DO com relação à massa corporal dos animais (Figura 3). É possível que a saciedade provocada pela RHL e seu relativo baixo conteúdo lipídico, em comparação com outras rações desse tipo usadas em estudos similares (SRINIVASAN et al., 2005), possam explicar o ganho similar de massa dos animais desses diferentes grupos nesse período.

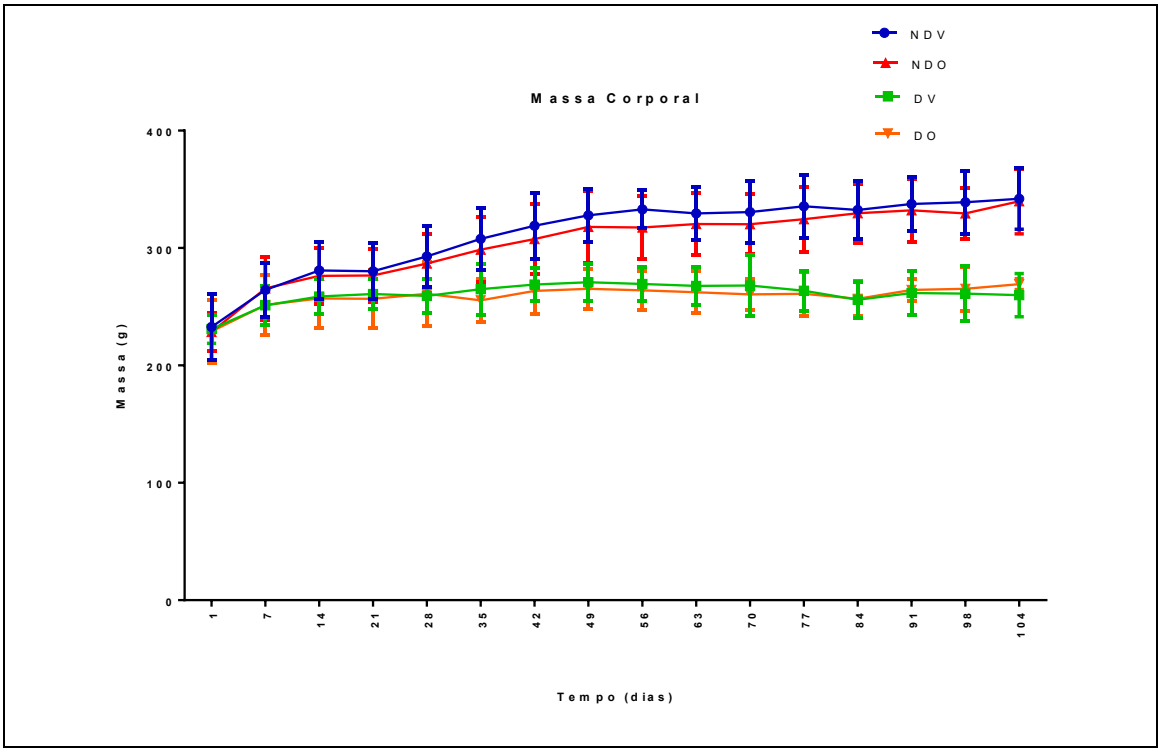


Figura 3 – Massa corporal dos ratos monitorada ao longo do desenvolvimento do protocolo experimental. NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01 % em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01 %); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %). Análises estatísticas realizadas utilizando uma análise de variância agrupada (two-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Fonte: acervo pessoal do autor (2026).

Entretanto, Correia-Santos e colaboradores (2012), trabalhando também com ratos Wistar, obtiveram resultados de ganho de massa similares aos observados no presente estudo, mesmo fornecendo uma dieta muito mais rica em lipídios (60%) do que a da RHL usada aqui. Dessa forma, a similaridade de ganho de massa nessa fase inicial entre esse grupos também pode ser explicada pela baixa funcionalidade da insulina nos grupo DV e DO associada ao desenvolvimento de um certo grau de resistência dos tecidos periféricos à ação da insulina.

Na condição específica do presente estudo, quando a hiperinsulinemia não é mais possível por conta da destruição de parte das células β-pancreáticas por ação da STZ, o efeito compensatório da produção aumentada de insulina para neutralizar sua baixa funcionalidade deixa de ser viável e, assim, a lipólise no tecido adiposo pode estar favorecida, compensando o valor energético mais elevado da RHL e evitando que o sobrepeso se estabeleça nos grupos DV e DO. Quando a RHL é substituída pela RN nos grupos DV e DO (49º dia), a diferença de ganho de massa dos ratos dos grupos NDV e NDO em relação ao ratos dos grupos DV e DO fica marcante ($p < 0,05$) e, dessa maneira, os ratos não diabéticos seguem ganhando massa corporal até o final do experimento, enquanto os ratos diabéticos, mesmo ingerindo maior

quantidade de RN (polifagia), não conseguem incrementar suas massas corporais.

Durante as cinco primeiras semanas do experimento também não houve diferença estatística entre os grupos ($p > 0,05$) com relação ao consumo de água (Figura 4). A partir do 37º dia, com a hiperglicemia completamente estabelecida nos grupos DO e DV, a ingestão de água dos ratos desses dois grupos passa a ser significativamente superior ($p > 0,05$) à ingestão de água dos ratos dos grupos controles (NDV e NDO). Ao final do experimento, foi possível observar diferença estatística significativa também entre os grupos DV e DO com relação à ingestão de água, com o grupo DO consumindo um pouco menos de água do que o grupo DV no 101º dia ($p < 0,05$) e no 104º dia ($p < 0,01$).

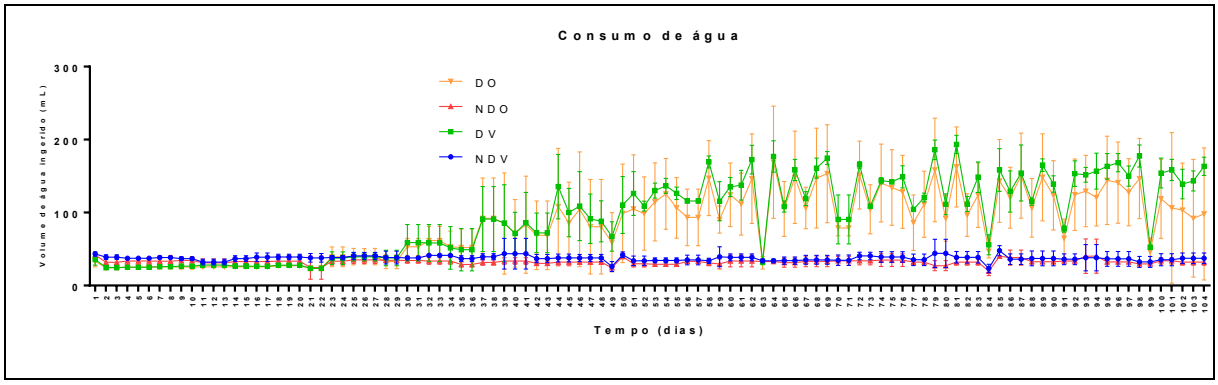


Figura 4 – Consumo de água monitorado ao longo do desenvolvimento do protocolo experimental com os ratos. NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01 % em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01 %); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %). Análises estatísticas realizadas utilizando uma análise de variância agrupada (two-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Fonte: acervo pessoal do autor (2026).

Todas essas mudanças estão correlacionadas com a hiperglicemia. À medida que a concentração de glicose aumenta, a capacidade renal de reabsorção dessa molécula é excedida e uma certa quantidade de glicose passa a ser excretada junto com a urina (glicosúria). Essa condição aumenta a pressão osmótica no lúmen renal (diurese osmótica), inibindo a reabsorção renal de água. Desse modo, há um aumento na produção de urina (poliúria) e uma perda marcante de água, o que interfere no volume de sangue. A diminuição do volume sanguíneo é compensada osmoticamente pelo deslocamento de água das células do corpo em direção aos vasos sanguíneos, causando desidratação (hiperosmolaridade), sede aumentada e uma necessidade excessiva de ingestão de água (polidipsia). Nas semanas após a aplicação da estreptozotocina, a polidipsia e a poliúria começaram a ficar aparentes, sendo necessário completar o volume de água das garrafas (bebedouros) e limpar as caixas dos ratos dos grupos DV e DO diariamente.

Com a hiperglicemia marcante completamente estabelecida nos grupos DV e DO, a polidipsia e a poliúria ficaram muito bem caracterizadas e foram acompanhadas provavelmente de glicosúria. A glicosúria causa perda substancial de calorias (4,1 kcal por cada grama de glicose excretada). Essa perda pode levar à fadiga e, quando associada com a perda de tecido adiposo e muscular (a glicose é substituída por lipídios e proteínas como combustíveis), pode resultar em perda de peso ou na impossibilidade de ganhar massa corporal apesar do apetite e da ingestão calórica aumentados (polifagia).

Os ratos diabéticos do grupo DV apresentaram níveis sanguíneos de triglicerídeos bem superiores ($p < 0,05$) aos observados nos ratos não diabéticos (NDV e NDO) (Figura 5). Essa hipertrigliceridemia de jejum marcante pode ser favorecida, por exemplo, pelo alto conteúdo de carboidratos da RHL usada no presente estudo, uma vez que o conteúdo desse macronutriente nessa RHL é superior ao normalmente encontrado em outras rações hiperlipídicas de outros estudos (SRINIVASAN et al., 2005; CORREIA-SANTOS et al., 2012). A quantidade aumentada de ácidos graxos, produzida a partir da lipólise ativada nos adipócitos dos ratos DV, pode levar a uma produção aumentada de VLDL que também pode contribuir para a hipertrigliceridemia. Por último, essa hipertrigliceridemia também pode estar correlacionada a uma absorção aumentada de ácidos graxos e formação de triglicerídeos no intestino (transportados na forma de quilomícrons) durante todo o período de ingestão da RHL.

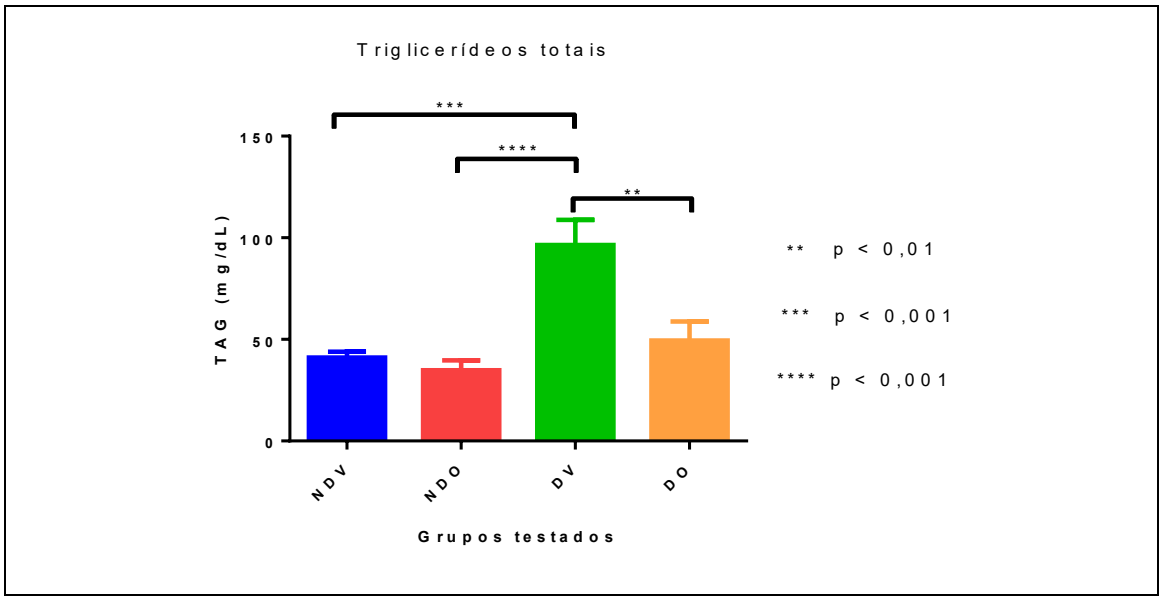


Figura 5 – Níveis plasmáticos de triglicerídeos monitorados após a eutanásia dos animais. NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01 % em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01 %); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %). Análises estatísticas realizadas através de análise de variância de uma via (one-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Fonte: acervo pessoal do autor (2026).

É preciso destacar que o óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. foi capaz de reduzir a hipertrigliceridemia dos animais diabéticos do grupo DO de forma estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação aos animais do grupo DV. O efeito anti-hipertrigliceridêmico foi tão relevante que não foi possível observar diferença estatística significativa entre o grupo DO e os grupos NDV e NDO (ratos não diabéticos). Entretanto, esse efeito do óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. não foi observado nos animais em condição não patológica, de tal forma que não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os grupos NDV e NDO com relação a esse parâmetro (níveis plasmáticos de triglicerídeos). Esse efeito anti-hipertrigliceridêmico do óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. poderia ser explicado, por exemplo, por uma ação inibitória de um ou mais de seus componentes sobre a atividade da enzima lipase pancreática, o que seria capaz de provocar uma diminuição indireta da absorção de lipídios nos ratos do grupo DO.

O acetato de carquejila representa cerca de 50% do conteúdo do óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. testado no presente estudo. Esse composto é derivado do carquejol e é produzido pela esterificação desse álcool com o ácido acético. Como mencionado anteriormente, o carquejol (administrado intraperitonealmente em ratos) foi capaz de reduzir os níveis de colesterol sanguíneo em cerca de 5 a 10% (ABREU, 1994). Sendo assim, seria interessante testar de forma independente as ações do acetato de carquejila e do carquejol nesse tipo de modelo para verificar se esse efeito anti-hipertrigliceridêmico se repetiria. Embora o conteúdo de carquejol do óleo essencial testado seja muito baixo, a ideia de verificar também a ação isolada do carquejol seria justificada pela possibilidade de formação desse álcool a partir do acetato de carquejila. As esterases presentes na corrente sanguínea poderiam promover a hidrólise do acetato de carquejila, liberando o carquejol.

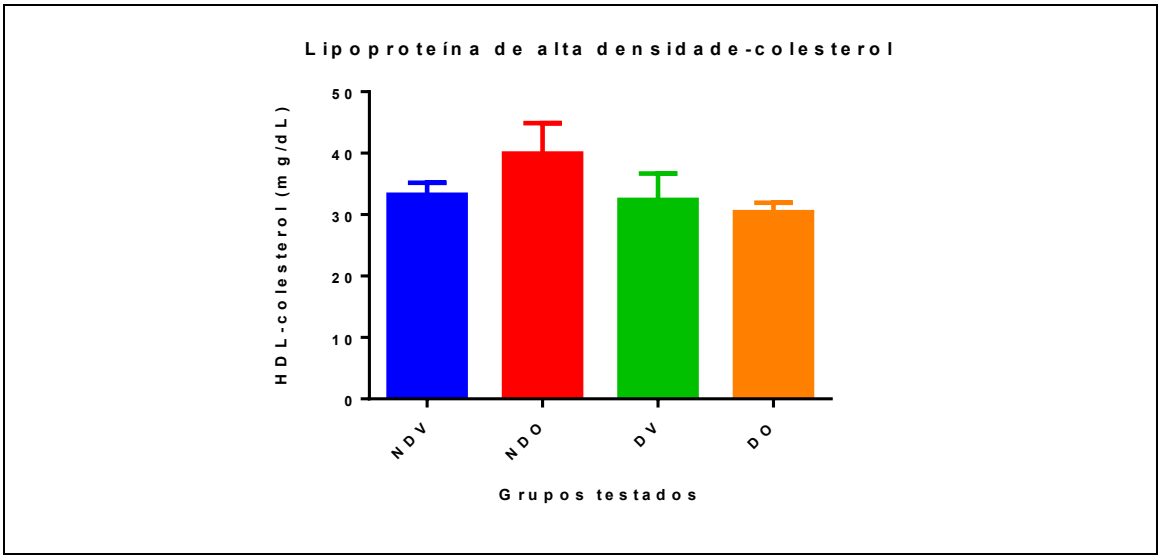


Figura 6 – Níveis plasmáticos de HDL-colesterol monitorados após a eutanásia dos animais. NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01 % em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01 %); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %). Análises estatísticas realizadas através de análise de variância de uma via (one-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Fonte: acervo pessoal do autor (2026).

Na condição de diabetes, o possível aumento do conteúdo de VLDL (mencionado anteriormente como uma das hipóteses para justificar a hipertrigliceridemia do grupo DV) poderia provocar também um aumento da LDL, uma vez que a VLDL é precursora de LDL. Esse aumento da VLDL também pode favorecer a produção de HDL2 (que contém triglicerídeos e colesterol esterificado), uma forma prontamente capturada pelo fígado, o que pode levar a uma diminuição da concentração dessa lipoproteína no plasma dos ratos diabéticos. Nessa condição patológica, essas mudanças na razão LDL/HDL podem ser consideradas nocivas, uma vez que são aterogênicas. Entretanto, não foi possível observar diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre os grupos NDV, NDO, DV e DO com relação aos níveis plasmáticos de HDL-colesterol (Figura 6) e, dessa forma, o óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. não mostrou influência sobre esse parâmetro.

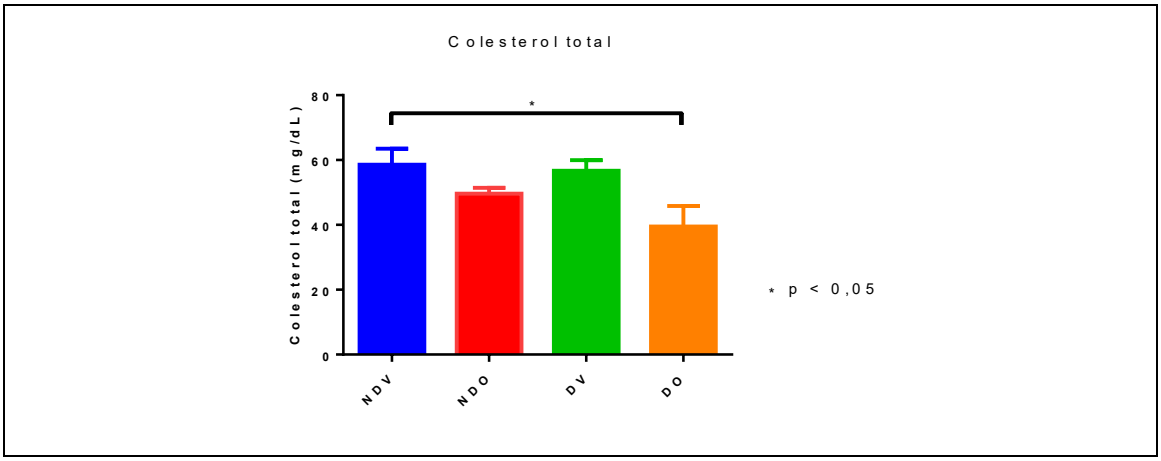


Figura 7 – Colesterol total monitorado após a eutanásia dos animais. NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01 % em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01 %); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %). Análises estatísticas realizadas através de análise de variância de uma via (one-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Fonte: acervo pessoal do autor (2026).

Embora a dieta usada no presente estudo seja classificada como hiperlipídica, seu conteúdo lipídico é inferior ao de outras dietas utilizadas em estudos similares (SRINIVASAN et al., 2005; CORREIA-SANTOS et al., 2012). Diferenças qualitativas também podem ser percebidas durante a comparação da presente RHL com essas outras. A gordura de porco (rica em colesterol) é frequentemente utilizada na produção dessas outras rações hiperlipídicas (SRINIVASAN et al., 2005; CORREIA-SANTOS et al., 2012). A fração lipídica da RHL usada no presente estudo contém lipídios originários dos diferentes ingredientes alimentícios usados em sua preparação. O amendoim, por exemplo, é um alimento rico em ácidos graxos mono e poli-insaturados e não possui colesterol. Sendo assim, sua ingestão é normalmente benéfica para a manutenção de um equilíbrio adequado entre os níveis de HDL e LDL e, também, para a redução do colesterol total. Os valores médios de colesterol total dos grupos tratados com o óleo essencial de carqueja amarga mostraram-se numericamente inferiores aos valores médios de colesterol total dos grupos não tratados com esse óleo essencial. Esse fenômeno, não respaldado estatisticamente, foi observado tanto em condição patológica (comparando DV x DO), quanto em condição não patológica (comparando NDV x NDO). Entretanto, só foi possível observar diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os grupos NDV e DO com relação a esse parâmetro (Figura 7).

A avaliação da função hepática dos ratos foi realizada pelo monitoramento dos níveis plasmáticos de albumina e das enzimas aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) e fosfatase alcalina (FA). Uma concentração diminuída de albumina no plasma, um nível normal ou elevado de ureia e um nível elevado das enzimas hepáticas no

sangue são considerados indicadores de dano hepático (GONZÁLES; CAMPOS, 2003). Os níveis séricos das aminotransferases (ALT and AST) são dois dos indicadores mais eficientes de dano da célula hepática, embora o nível sérico da AST seja considerado menos específico do que o nível sérico da ALT para esse fim (MCGILL, 2016).

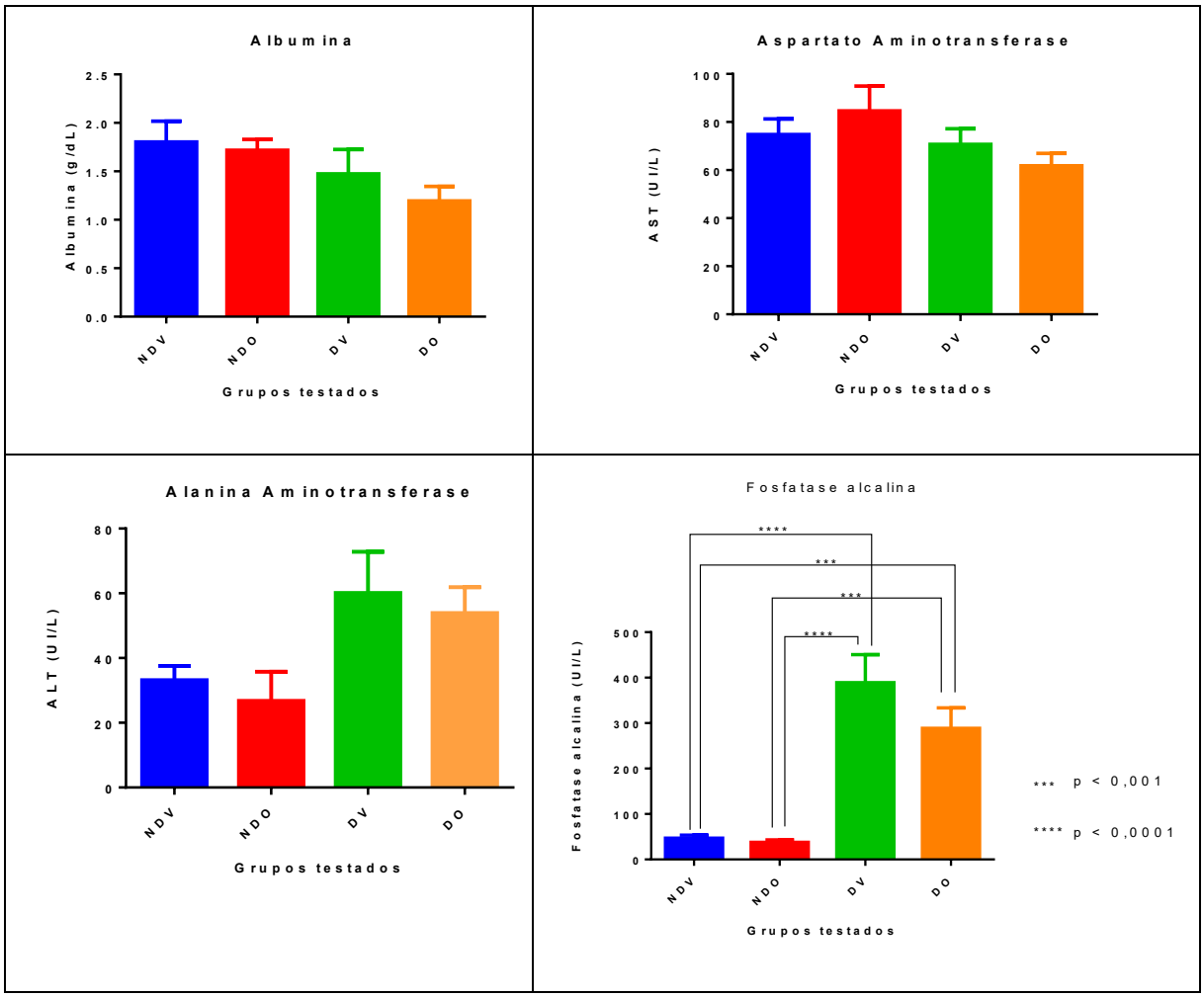


Figura 8 – Níveis plasmáticos de albumina, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e fosfatase alcalina (FA) monitorados após a eutanásia dos animais. NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01 % em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01 %); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %). Análises estatísticas realizadas através de análise de variância de uma via (one-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Fonte: acervo pessoal do autor (2026).

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os grupos (NDV, NDO, DV e DO) com relação aos níveis séricos de albumina, AST e ALT (Figura 8). No caso da ALT, apesar de não haver diferença estatística entre os grupos, é possível perceber que o valor médio desse parâmetro é numericamente maior nos grupos diabéticos do que nos não diabéticos. Avaliando os níveis séricos da enzima fosfatase alcalina (FA), percebe-se que os animais diabéticos (DV e DO) apresentam valores médios estatisticamente superiores aos observados nos animais não

diabéticos (NDV e NDO) (Figura 8). Considerando as informações mencionadas acima, é possível propor que o diabetes esteja causando dano hepático e, também, prejuízos ósseos nos animais. O óleo essencial de carqueja amarga não parece ter influência sobre esses processos.

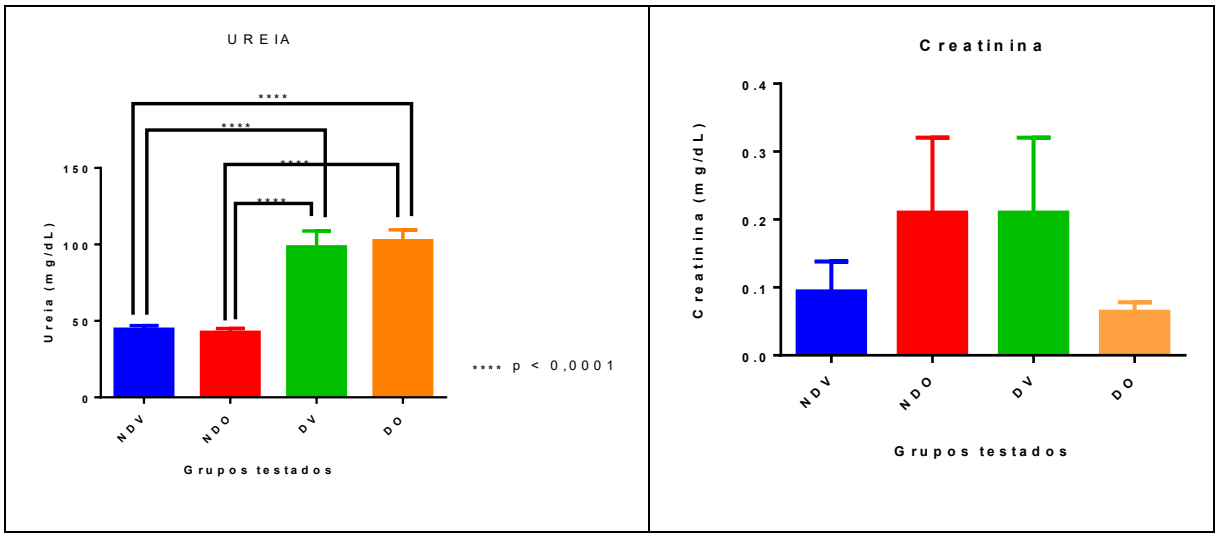


Figura 9 – Níveis de ureia e creatinina no plasma dos animais; monitoramento realizado após a eutanásia dos animais. NDV – ratos não diabéticos tratados com Tween 80 (0,01 % em água); DV – ratos induzidos ao diabetes e tratados com Tween 80 (0,01 %); NDO – ratos não diabéticos tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %); DO – ratos induzidos ao diabetes e tratados com óleo essencial de carqueja diluído em Tween 80 (0,01 %). Análises estatísticas realizadas através de análise de variância de uma via (one-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. Fonte: acervo pessoal do autor (2026).

As concentrações séricas de ureia nos grupos DV e DO mostraram-se estatisticamente superiores ($p < 0,0001$) às concentrações séricas dessa substância nos grupos NDV e NDO (Figura 9). No caso da creatinina, um outro marcador da função renal, o comportamento foi diferente; não foi encontrada diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os grupos com relação a esse parâmentro (Figura 9).

É difícil avaliar a função renal dos animais diabéticos usando apenas esses dois marcadores (níveis sanguíneos de ureia e creatinina). Outros testes, como a detecção de albumina na urina (microalbuminúria ou macroalbuminúria), poderiam ser úteis para viabilizar uma melhor análise da função renal. As concentrações elevadas de ureia no sangue dos animais dos grupos DV e DO podem estar associadas a um aumento da proteólise muscular para uso como fonte de energia. Isso acontece normalmente para compensar a capacidade diminuída de utilização da glicose como combustível por parte desses animais diabéticos. Como já mencionado, esse aumento da proteólise muscular associada à lipólise no tecido adiposo pode levar a uma perda ou estagnação da massa corporal nos animais dos grupo DV e DO, mesmo que estejam consumindo uma quantidade maior de ração.

4. Conclusões

O óleo essencial de *Baccharis crispa* testado no presente estudo parece ser genuíno visto que possui em sua composição os dois biomarcadores químicos desta espécie: carquejol e acetato de carquejila.

A combinação da RHL com pequenas doses de STZ foi capaz de reproduzir as características do DM2 em um período de tempo bem curto, promovendo o surgimento da hiperglicemia e da tríade classe de seus sintomas (poliúria, polidipsia e polifagia). Nesse modelo animal de estudo de diabetes, os ratos desenvolveram uma condição dislipidêmica que se caracterizou principalmente pela hipertrigliceridemia.

O óleo essencial de *B. crispa* foi capaz de produzir uma leve redução da hiperglicemia dos animais diabéticos, de tal forma que ao final do experimento a glicemia de jejum dos ratos do grupo DO mostrou-se estatisticamente inferior a dos ratos do grupo DV. Isso repercutiu no consumo de água e ração desses animais nesse mesmo período. A análise dos dados obtidos não permitiu inferir se o óleo essencial em questão tem potencial tóxico ou benéfico sobre a função hepática e/ou renal dos animais (saudáveis ou em condição patológica). Embora o principal alvo terapêutico dos medicamentos relacionados ao tratamento do DM2 seja o controle glicêmico, o controle do perfil lipídico dos pacientes também é considerado relevante, pois nesse grupo (diabéticos) há uma grande incidência de dislipidemias. Nesse contexto, o óleo essencial de *Baccharis crispa* Spreng. mostrou potencial para ser usado como um agente alternativo para o controle da hipertrigliceridemia diabética.

5. Agradecimentos

Agradecemos o suporte financeiro da UNIRIO, CAPES, FAPERJ e CNPq. Somos gratos à empresa Labtest Diagnóstica S.A. (M.G., Brasil) pela doação dos *kits* enzimáticos utilizados nas análises bioquímicas e à Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) pela doação dos animais do estudo.

6. Conflito de interesse

Os autores declaram que não possuem conflitos de interesse com relação ao desenvolvimento desse estudo.

7. Referências bibliográficas

- A.O.A.C. Official and Tentative Methods of the AOAC International; Association of Official Analytical Chemists: Maryland, USA, 1995.

- Abreu, M. F. J. Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. Fortaleza, Brasil: Edições UFC, 1994.

- Amaral, A. S.; Radünz, L. L.; Mossi, A. J.; Santi, A.; Da Rosa, N. M. F. F.; Feiten, F. Rendimento de matéria seca e de óleo essencial de *Baccharis trimera* com adubação química e orgânica. Revista de Ciências Agroveterinárias. 9(1): 20-28, 2010.

- Andrade, T. J. A. S.; Medeiros, L. C. M. (2021). *Plantas medicinais e a saúde da mulher.* Teresina: EDUFPI.

- Brasil, Política Nacional de Fitoterápicos e o Impacto nas Farmácias (Ministério da Saúde). 2008. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/palestras/cancer/politica_nacional_fititerapicos.pdf. Acessado em 5 de maio de 2026.

- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus*. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Política nacional de práticas integrativas e complementares no SUS: atitude de ampliação de acesso*. (2. ed.). Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

- Brasil. Departamento de Apoio Técnico e Educação Permanente. *Plantas Medicinais e Fitoterápicos.* (4ª edição). São Paulo: Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo, 2019.

- Bueno, M. J. A. *Manual de plantas medicinais e fitoterápicos utilizados na cicatrização de feridas.* Pouso Alegre: Univás, 2016.

- Carvalho, A. C., Oliveira, A. A. D. S., & Siqueira, L. D. P. Plantas medicinais utilizadas no tratamento do Diabetes Mellitus: Uma revisão / Medicinal plants used in the treatment of Diabetes Mellitus: A review. *Brazilian Journal of Health Review*, *4*(3), 12873–12894, 2021.

- Correia-Santos, A. M.; Suzuki, A., Anjos, J. S., Rêgo, T. S., Almeida, K. C. L., Boaventura, G. T. Indução de Diabetes Tipo 2 por dieta hiperlipídica e baixa dose de estreptozotocina em ratas wistar. Revista de Medicina: Ribeirão Preto (USP). 4(45): 436-444, 2012.

- Couto, C. S. F. Atividade antifúngica dos óleos essenciais de *Baccharis trimera* Less (D.C.) e de *Origanum vulgare* Linnaes frente as linhas de esporotricose. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Farmácia, Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

- Duque, A. P.; Silva, C. S. M.; Rocha, C. B.; Rocha, A. P. M.; Moreira, R.F.A.; Rodrigues Junior, L. F. Carqueja (Baccharis trimera) essential oil chronic treatment induces ventricular repolarization disorder in healthy rats but not in type 2 diabetic rats. PHARMACOGNOSY RESEARCH. v.11, p.410 - 413, 2019.

- Estadella, D.; Oyama, L. M.; Bueno, A. A.; Habitante, C. A.; Souza, G. I.; Ribeiro, E. B.; Motoyama, C. S. M.; Nascimento, C. M. O. A palatable hyperlipidic diet causes obesity and affects brain glucose metabolism in rats. Lipids in Health and Disease. 10:168 (p. 1 – 9), 2011.

- González, F. H. D.; Scheffer, J. F. S. Perfil sangüíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: González, F. H. D.; Campos, R. (eds.): Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. pages 73 – 89, 2003.

- Karam, T. K.; Dalposso, L. M.; Casa, D. M.; De Freitas, G. B. L. Carqueja (Baccharis trimera): utilização terapêutica e biossíntese**.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 15(2): 280-286, 2013.

- McGill, M. R. The past and present of serum aminotransferases and the future of liver injury biomarkers. EXCLI Journal. 15:817-828, 2016.

- Mossi, A. J.; Scariot, M. A.; Reichert Jr, F. W.; Campos, A. C. T.; Ecker, S. L.; Radünz, A. L.; Radünz, L. L.; Cansian, R. L.; Lauxen, F. R.; Treichel, H. Efeito repelente e inseticida de *Baccharis trimera* (Less) DC no controle de insetos (*Acanthoscelides obtectus*) em grãos de feijão armazenados. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, [s.l.], p.1-6, 2015.

- Mu, J.; Woods, J.; Zhou, Y.-P.; Roy, R. S.; Li, Z.; Zycband, E.; Feng, Y.; Zhu, L., Li, C.; Howard, A. D.; Moller, D. E.; Thornberry, N. A.; Zhang, B. B. Chronic inhibition of dipeptidyl peptidase-4 with a sitagliptin analog preserves pancreatic β-cell mass and function in a rodent model of type 2 diabetes. Diabetes. 55: 1695-1704, 2006.

- Oliveira, A. C. P.; Endringer, D. C.; Amorim, L. A. S.; Brandão, M. G. M.; Coelho, M. M. Effect of the extracts and fractions of Baccharis trimera and Syzygium cumini on glycaemia of diabetic and non-diabetic mice. J. Ethnopharmacol., 102: 465-469, 2005.

- Santo, A. T. E.; Xavier, V. B.; Lucas, A.; Vargas, R. M. F.; Cassel, E. Extração do óleo essencial de espécies de Baccharis nativas do sul do Brasil: análise olfatométrica e modelagem matemática. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, [s.l.], p.1-8, 2015.

- Santos, S. H. S.; Freitas, D. F., Sousa, J. N., Fonseca, J. R. O, & Guimarães, V. H. D. *Plantas medicinais*. Montes Claros: Caminhos Iluminados, 2019.

- SBD - Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2019 - 2020. São Paulo: Clannad; 2019.

- Souza, S. P.; Pereira, L. L. S., Souza, A. A., Souza, R. V., Santos, C. D. Estudo da atividade antiobesidade do extrato metanólico de *Baccharis trimera* (Less.) DC. Revista Brasileira de Farmácia. 93 (1): 27-32, 2012.

- Srinivasan, K.; Viswanad, B.; Asrat, L.; Kaul, C. L.; Ramarao, P. Combination of high-fat diet-fed and low-dose streptozotocin-treated rat: A model for type 2 diabetes and pharmacological screening. Pharmacological Research. 52(4): 313-320, 2005.

- Van Den Dool, H.; Kratz, P.D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. Journal of Chromatography A, 11: 463-471, 1963.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese contribuiu para a ampliação do conhecimento científico acerca do potencial biológico e químico de espécies vegetais de relevância etnofarmacológica, destacando especialmente a importância de *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. e *Baccharis crispa* Spreng. como fontes promissoras de compostos bioativos com potencial aplicação na promoção da saúde e no manejo de distúrbios metabólicos.

Os resultados obtidos para *Kalanchoe pinnata* permitiram a descrição inédita da composição volátil do óleo essencial e das infusões da espécie cultivada na Amazônia, considerando diferentes períodos sazonais. A predominância de compostos não terpênicos, especialmente ésteres e ácidos graxos, associada à expressiva atividade antioxidante observada nos extratos hidroetanólicos, evidencia o potencial funcional dessa espécie. Além disso, a correlação positiva entre o teor de flavonoides e a capacidade antioxidante reforça a relevância desses metabólitos na atividade biológica da planta.

No que se refere à *Baccharis crispa* Spreng., os resultados demonstraram a autenticidade química do óleo essencial analisado, confirmada pela presença dos biomarcadores carquejol e acetato de carquejila. Ademais, o estudo experimental em modelo animal de diabetes *mellitus* tipo 2 permitiu evidenciar o potencial do óleo essencial no controle parcial da hiperglicemia e, sobretudo, na redução da hipertrigliceridemia associada ao quadro diabético. Embora os resultados não tenham permitido conclusões definitivas acerca dos efeitos hepáticos e renais do tratamento, os achados indicam perspectivas promissoras para o uso do óleo essencial como agente complementar no manejo das alterações metabólicas relacionadas ao diabetes *mellitus* tipo 2.

De forma integrada, os dados obtidos nesta tese reforçam o potencial terapêutico e funcional de espécies vegetais amplamente utilizadas na medicina tradicional, evidenciando a importância da investigação científica de recursos naturais da biodiversidade brasileira, além de contribuir para a valorização do conhecimento tradicional associado às plantas medicinais.

Por fim, esta pesquisa reafirma a relevância da biodiversidade amazônica e brasileira como fonte estratégica de compostos bioativos de interesse biotecnológico, farmacêutico e nutricional, incentivando novas abordagens multidisciplinares que integrem química de produtos naturais, farmacologia experimental e promoção da saúde, bem como servindo como base cientifica para fortalecimento de políticas públicas voltadas ao uso da biodiversidade.