



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM
CURSO DE FARMÁCIA

ISADORA DE ALCÂNTARA VERAS

**ESTUDO FARMACOGNÓSTICO DIFERENCIAL ENTRE AS ESPÉCIES CAPIM
SANTO (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) E CAPIM CITRONELA (*Cymbopogon
winterianus* Jowitt ex Bor)**

FORTALEZA

2022

ISADORA DE ALCÂNTARA VERAS

ESTUDO FARMACOGNÓSTICO DIFERENCIAL ENTRE AS ESPÉCIES CAPIM SANTO
(*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) E CAPIM CITRONELA (*Cymbopogon winterianus* Jowitt
ex Bor)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Farmácia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Prof. Dra. Mary Anne Medeiros Bandeira.

Co-orientador: Farmacêutico Igor Lima Soares.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V584e Veras, Isadora de Alcântara.
ESTUDO FARMACOGNÓSTICO DIFERENCIAL ENTRE AS ESPÉCIES CAPIM SANTO
(*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) E CAPIM CITRONELA (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) /
Isadora de Alcântara Veras. – 2022.
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia,
Odontologia e Enfermagem, Curso de Farmácia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Mary Anne Medeiros Bandeira.

Coorientação: Prof. Igor Lima Soares.

1. *Cymbopogon*. 2. Capim-santo. 3. Citronela. 4. Fitoquímica. 5. Óleos essenciais. I. Título.

CDD 615

ISADORA DE ALCÂNTARA VERAS

ESTUDO FARMACOGNÓSTICO DIFERENCIAL ENTRE AS ESPÉCIES CAPIM SANTO
(*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) E CAPIM CITRONELA (*Cymbopogon winterianus* Jowitt
ex Bor)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Farmácia da Faculdade de
Farmácia, Odontologia e Enfermagem da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharel
em Farmácia.

Aprovado em: 29/11/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mary Anne Medeiros Bandeira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Patricia Georgina Garcia do Nascimento
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Regina Cláudia de Matos Dourado
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida e pelos caminhos que pude percorrer durante esses anos de graduação, vivenciando seus bônus e ônus com resiliência.

Aos meus avós, Maria Alice de Alcântara dos Santos (*In Memoriam*) e Haroldo Ferreira dos Santos (*In Memoriam*), por todo o afeto que me foi dado e por terem instigado meu encantamento pelas plantas medicinais.

Aos meus pais, Leidiana Ferreira de Alcântara Veras e Josimar Portela Veras, por todo cuidado e amor, e por não terem medido esforços para me proporcionar uma formação acadêmica de excelência.

Ao meu irmão, Samuel Victor de Alcântara Veras, por crescer ao meu lado na vida, acreditar em mim e me oferecer suporte. Às minhas cachorras, Mabel e Mel, por oferecerem afeto e um amor puro que só os animais conseguem oferecer.

À Livia Melgueiro, Andrezza Rodrigues, Alessandro Linhares, Daniel Oppelt, Rafael Carvalho, Jordan Linhares e Nickolas Bastos por todo o suporte e amor compartilhado.

Ao Professor Francisco José Abreu Matos (*In Memoriam*) pela brilhante idealização do projeto Farmácias Vivas, um marco na área de plantas medicinais no Brasil.

À minha orientadora, professora Mary Anne Medeiros Bandeira, por me acolher com todo seu afeto e humanismo, incentivar, confiar no meu trabalho, e ter sido a profissional mais importante para minha formação acadêmica.

Ao meu coorientador, Igor Lima Soares, que foi essencial na construção desse trabalho, pela paciência, pelos ensinamentos e pela amizade.

A todos os funcionários do Horto de Plantas Medicinais da UFC pela ajuda prestada, em especial à farmacêutica Kellen Miranda Sá, pelas palavras e ensinamentos, e ao jardineiro Dino pela sua dedicação nas coletas das plantas.

À Liga Acadêmica de Fitoterapia da UFC (LAFITO), projeto lindo que me dediquei por anos na graduação e sempre terá meu coração. Agradeço em especial à Thainara Rodrigues, Tiago Araújo, Lia Pinheiro, Walter Brilhante, Carol Fachine, Ildelano Costa (*In Memoriam*), Israel Andrade, João Lucas Quinderé, Maria Queiroz, Júlia Aguiar, Melissa Nunes, Alberto Macêdo, Mariana Domingues, Bruno Maciel e todos os demais colegas.

Ao Herisong Switz, pelo trabalho compartilhado na iniciação à docência, e aos colegas do LPN Lara Beatriz e Luiz Henrique.

À Ipharma Consultoria Farmacêutica Junior, empresa júnior que proporcionou desenvolvimento de minhas habilidades interpessoais e boas experiências, e aos meus colegas

de projeto, especialmente Italo Nunes, Luana Moura, Izabell Teixeira, Jéssyca Nogueira, Stephanie Carvalho, Laura Pontes.

As minhas amigas de graduação Mara Aguiar, Jéssica Raquel, Beatriz Mota e Joslaine Tavares pelos bons momentos vividos durante a faculdade e principalmente pela grande ajuda nos momentos difíceis.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e seu corpo docente por proporcionarem uma formação acadêmica de excelência.

Aos professores e profissionais farmacêuticos que contribuíram na minha formação acadêmica.

Às participantes da banca avaliadora, Professora Dra. Regina Cláudia de Matos Dourado e Dra. Patrícia Georgina Garcia do Nascimento pelas sugestões e contribuições valiosas.

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram na realização deste trabalho.

“Tudo na vida pode ser escrito se você tiver a coragem de fazê-lo e a imaginação para improvisar. O pior inimigo da criatividade é a insegurança”

(Sylvia Plath)

RESUMO

O Capim-santo (*Cymbopogon citratus*) e o Capim-citronela (*Cymbopogon winterianus*) são espécies pertencentes à mesma família (Gramineae) e ao mesmo gênero (*Cymbopogon*), adaptadas à Caatinga e comumente confundidas entre si. As folhas de *C. citratus* são atribuídas atividades como calmante, antiespasmódica, analgésica e antiinflamatória, e as folhas de *C. winterianus* são conhecidas popularmente por seu potencial repelente de insetos. Estas espécies estão inseridas nas Farmácias Vivas do Estado do Ceará e constantes no Horto de Plantas Medicinais Francisco José de Abreu Matos (HPMFJAM), um dos únicos bancos de germoplasma de plantas medicinais do Brasil. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo realizar um estudo farmacognóstico diferencial entre as espécies Capim-santo (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) e Capim-citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) constantes no HPMFJAM. Foram coletadas folhas frescas de *C. citratus* e *C. winterianus* no local, sendo uma parte submetida a processo de secagem à sombra para obtenção da droga vegetal. Nas amostras obtidas foram realizados ensaios de prospecção fitoquímica, determinação de perda por dessecação e teor de cinzas totais. As amostras foram ainda submetidas a extração de óleo essencial seguida de cálculo do rendimento, aplicação de Cromatografia em Camada Delgada e Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier com Reflexão Total Atenuada (FTIR/ATR) com finalidade de identificação e caracterização dos componentes majoritários dos óleos essenciais. Os dados das análises dos óleos essenciais por Cromatografia Gasosa *Cymbopogon* constantes no acervo científico do professor Matos denominado Essencioteca foram organizados. A prospecção fitoquímica evidenciou a presença de metabólitos secundários fixos como esteróides, triterpenos, saponinas, taninos e flavonóides. O rendimento dos óleos essenciais de *C. winterianus* foi superior aos de *C. citratus*. Nas análises de FTIR/ATR foram visualizadas bandas características de grupos funcionais presentes nos componentes majoritários do óleo essencial de cada espécie, permitindo diferenciação. Os resultados obtidos indicaram aplicabilidade satisfatória dos ensaios para controle de qualidade das espécies, que mostraram-se promissoras em sua fitoquímica, recomendadas a serem objeto de estudos futuros que melhor investiguem as aplicações da droga vegetal e óleos essenciais.

Palavras-chave: *Cymbopogon*; Capim-santo; Citronela; Fitoquímica; Óleos essenciais;

ABSTRACT

Capim-santo (*Cymbopogon citratus*) and Capim-citronela (*Cymbopogon winterianus*) are species belonging to the same family (Gramineae) and the same genus (*Cymbopogon*), adapted to the Caatinga and commonly confused with each other. The leaves of *C. citratus* are attributed activities such as calming, antispasmodic, analgesic and anti-inflammatory, and the leaves of *C. winterianus* are popularly known for their insect repellent potential. These species are included in the Living Pharmacies of the State of Ceará and contained in the Francisco José de Abreu Matos Medicinal Plant Garden (HPMFJAM), one of the only medicinal plant germplasm banks in Brazil. Thus, the present study aimed to perform a differential pharmacognostic study between the species Capim-santo (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) and Capim-citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) contained in the HPMFJAM. Fresh leaves of *C. citratus* and *C. winterianus* were collected from the site, and a part was dried in the shade to obtain the plant drug. In the samples obtained, phytochemical prospection tests, determination of desiccation loss and total ash content were performed. The samples were also submitted to essential oil extraction followed by yield calculation, Thin Layer Chromatography and Fourier Transform Infrared Spectroscopy with Attenuated Total Reflection (FTIR/ATR) with the purpose of identification and characterization of the major components of the essential oils. The data from the analyses of the essential oils by *Cymbopogon* Gas Chromatography contained in Professor Matos' scientific collection called Essencioteca were organized. The phytochemical prospection showed the presence of fixed secondary metabolites such as steroids, triterpenes, saponins, tannins and flavonoids. The yield of the essential oils from *C. winterianus* was higher than those from *C. citratus*. In the FTIR/ATR analyses, characteristic bands of functional groups present in the major components of the essential oil of each species were visualized, allowing differentiation. The results obtained indicated satisfactory applicability of the assays for quality control of the species, which showed promise in their phytochemistry, recommended to be the object of future studies that better investigate the applications of the plant drug and essential oils.

Keywords: *Cymbopogon*; Lemongrass; Citronella; Phytochemistry; Essential Oils;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	<i>Cymbopogon citratus</i> do Horto FJAM.....	18
Figura 2 –	<i>Cymbopogon winterianus</i> do Horto FJAM.....	20
Figura 3 –	Estruturas químicas do Citral A e Citral B.....	22
Figura 4 –	Estrutura química do Citronelal.....	22
Figura 5 –	Secagem à sombra das folhas frescas para obtenção de droga vegetal...	24
Figura 6 –	Sistema de extração por arraste a vapor de óleo essencial.....	26
Figura 7 –	Curva da perda por dessecação das folhas frescas de <i>C. citratus</i> em analisador de umidade por infravermelho a 120°C por 90min.....	31
Figura 8 –	Curva da perda por dessecação das folhas frescas de <i>C. winterianus</i> em analisador de umidade por infravermelho a 120°C por 90min.....	31
Figura 9 –	Cromatografia em Camada Delgada das amostras de óleos essenciais e do padrão de Citral e de Citronelal.....	34
Figura 10 –	Espectro na região do infravermelho (FTIR/ATR) dos óleos essenciais de <i>C. citratus</i> e <i>C. winterianus</i>	36
Figura 11 –	Espectro na região do infravermelho (FTIR/ATR) do óleo essencial de <i>C. citratus</i> e do padrão de Citral.....	37
Figura 12 –	Espectro na região do infravermelho (FTIR/ATR) do óleo essencial de <i>C. winterianus</i> e do padrão de Citronelal.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Prospecção fitoquímica das folhas frescas e secas da espécie <i>C. citratus</i> constante no HPMFJAM.....	29
Quadro 2 –	Prospecção fitoquímica das folhas frescas e secas da espécie <i>C. winterianus</i> constante no HPMFJAM.....	30
Quadro 3 –	Dados do teor dos componentes majoritários das espécies <i>C. citratus</i> e <i>C. winterianus</i> constantes na Essencioteca Professor Francisco José de Abreu Matos.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Quantificação percentual de umidade das folhas frescas de <i>C. citratus</i> e <i>C. winterianus</i> constantes no HPMFJAM.....	30
Tabela 2 –	Quantificação percentual de umidade das folhas secas de <i>C. citratus</i> e <i>C. winterianus</i> constantes no HPMFJAM.....	32
Tabela 3 –	Teor de cinzas totais das folhas secas de <i>C. citratus</i> e <i>C. winterianus</i> constantes no HPMFJAM.....	33
Tabela 4 –	Rendimento do óleo essencial das folhas <i>C. citratus</i> e <i>C. winterianus</i> constantes no HPMFJAM.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HPMFJAM	Horto de Plantas Medicinais Professor Francisco José de Abreu Matos
OMS	Organização Mundial da Saúde
UFC	Universidade Federal do Ceará
CCD	Cromatografia em Camada Delgada
FTIR/ATR	Infravermelho por Transformadora de Fourier com Reflexão Total Atenuada
REPLAME	Relação Estadual de Plantas Medicinais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	O gênero <i>Cymbopogon</i>	17
3.2	<i>Cymbopogon citratus</i>	18
3.3	<i>Cymbopogon winterianus</i>	19
3.4	Óleos essenciais	21
3.5	Citral	22
3.6	Citronelal	22
3.7	Controle de Qualidade de Plantas Medicinais e Aromáticas	23
4	MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1	Local da pesquisa	24
4.2	Material	24
4.2.1	<i>Coleta e beneficiamento do material botânico</i>	24
4.3	Métodos	25
4.3.1	<i>Preparação de extratos</i>	25
4.3.1.1	<i>Preparação dos extratos aquosos de <i>C. citratus</i> e <i>C. winterianus</i></i>	25
4.3.1.2	<i>Preparação dos extratos hidroalcoólicos de <i>C. citratus</i> e <i>C. winterianus</i></i>	25
4.3.1.3	<i>Preparação dos extratos clorofórmicos de <i>C. citratus</i> e <i>C. winterianus</i></i>	25
4.3.2	<i>Abordagem fitoquímica</i>	25
4.3.3	<i>Determinação do teor de umidade por radiação infravermelho</i>	25
4.3.4	<i>Determinação do teor de cinzas totais</i>	26
4.3.5	<i>Extração de óleos essenciais</i>	26
4.3.6	<i>Rendimento do óleo essencial</i>	27
4.3.7	<i>Cromatografia em Camada Delgada (CCD)</i>	27
4.3.8	<i>Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier com Reflexão Total Atenuada (FTIR/ATR)</i>	27
4.3.9	<i>Essencioteca: Banco de dados dos óleos essenciais do Horto de Plantas Medicinais Francisco José de Abreu Matos</i>	28

5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1	Abordagem fitoquímica	28
5.2	Determinação do teor de umidade	30
5.3	Determinação do teor de cinzas totais	32
5.4	Rendimento do óleo essencial	33
5.5	Cromatografia em Camada Delgada de óleo essencial e padrão de Citral e Citronelal	34
5.6	Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier com Reflexão Total Atenuada (FTIR/ATR)	35
5.7	Essencioteca: Banco de dados dos óleos essenciais do Horto de Plantas Medicinais Francisco José de Abreu Matos	39
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a utilização de plantas medicinais como recurso terapêutico tem grande popularidade na medicina complementar, é alternativa nos países mais desenvolvidos e continua integrando a atenção primária nos países menos desenvolvidos devido ao seu baixo custo e fácil acesso (LEITE *et al.*, 2021).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou que 70-95% dos cidadãos na maioria dos países em desenvolvimento, incluindo os da América Latina, usam a medicina tradicional, incluindo medicamentos tradicionais e fitoterápicos, para a gestão da saúde e como cuidados primários de saúde para atender às suas necessidades de saúde (WHO, 2011).

O Brasil é o detentor da maior parcela da biodiversidade mundial (15-20%), com uma parte significativa ainda não explorada, a mistura de povos indígenas, europeus e africanos gerou uma rica história de saberes sobre o uso de plantas medicinais, baseado na experiência e transmitida de geração em geração (LEITE *et al.*, 2021).

O território brasileiro agrupa em sua rica biodiversidade seis grandes biomas: Bioma Amazônia, Bioma Caatinga, Bioma Cerrado, Bioma Pantanal, Bioma Mata Atlântica e Bioma Pampa. Cada um apresentando características específicas relacionadas, de modo especial, a vegetação e ao clima que os compõem, como no caso da Caatinga que se compõe como semiárido, com temperaturas médias anuais entre 25°C e 29°C (PIGATTO; LOPES, 2019).

A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro é continuamente refutado por políticas públicas de conservação. Este fator pode ser influenciado, parcialmente, por uma visão imprecisa de que a escassez hídrica local seja atrelada a uma pobre sociobiodiversidade, paisagens inóspitas e endemismos raros, características tomadas como verdade absoluta por quem não compreende a importância e a riqueza desta vegetação (LESSA *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2011).

Recentemente tem ocorrido uma valorização pela comunidade científica das potencialidades bioprospectivas da flora da Caatinga, associado aos importantes avanços de metodologias que possibilitem melhoria dos estudos químicos e farmacológicos, as quais têm criado caminhos para a obtenção de novos produtos farmacologicamente ativos a partir de espécies vegetais desse bioma (MAGALHÃES *et al.*, 2019).

O Ceará demonstrou o seu pioneirismo na valorização da sua biodiversidade regional ao incluir a Fitoterapia como opção terapêutica na Saúde Pública no Estado do Ceará

por meio implantação de unidades Farmácias Vivas, a partir da Lei Estadual Nº 12.951 promulgada em 07 de outubro de 1999 e posteriormente regulamentada pelo Decreto Nº 30.016, de 30 de dezembro de 2009, que aborda desde o cultivo a preparação de fitoterápicos e sua dispensação no âmbito do Sistema Público de Saúde (CEARÁ, 2009).

As Farmácias Vivas foram concebidas como um projeto da Universidade Federal do Ceará (UFC) idealizado pelo professor Dr. Francisco José de Abreu Matos e tem seu destaque como ambiente de promoção da assistência social farmacêutica às comunidades, baseado nas recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), com ênfase àquelas voltadas aos cuidados primários em saúde, e diante da observação de que boa parte da população do Nordeste do Brasil não tinha acesso aos serviços de saúde, utilizando plantas da flora local como único recurso terapêutico (BRASIL, 2012).

No Ceará, o Horto de Plantas Medicinais Francisco José de Abreu Matos da Universidade Federal do Ceará foi reconhecido como Horto Matriz de Plantas Medicinais do Estado, por meio do Decreto Governamental nº 30.016 (CEARÁ, 2009). O Local é considerado um dos únicos bancos de germoplasma de plantas medicinais do Brasil, com plantas medicinais propagadas por meio de reprodução assexuada, mantendo as características genéticas das espécies constantes, em sua grande maioria provenientes da Caatinga, sendo conservadas desde a década de 1980 (CARDOSO, 2016).

Dentre os vegetais predominantes na Caatinga e constantes no Horto de Plantas Medicinais Francisco José de Abreu Matos, a espécie *Cymbopogon citratus*, conhecida popularmente como capim-santo, destacou-se pelo preparo de suas folhas em decocções pelas comunidades residentes do bioma. Localmente, o vegetal tem as seguintes alegações de uso: calmante, diurética, para manejo da indigestão, tratamento de problemas cardíacos e resolução de cólicas intestinais (MAGALHÃES; BANDEIRA; MONTEIRO, 2020). O vegetal é recomendado para uso em fitoterapia em saúde pública no estado do Ceará, e é listado na Relação Estadual de Plantas Medicinais (REPLAME), referência para o elenco de plantas medicinais cultivadas, destinadas ao uso terapêutico nas Farmácias Vivas (CEARÁ, 2009; CEARÁ, 2012).

O capim-santo é comumente confundido com outra planta da família Gramineae, denominada vulgarmente como capim citronela (*Cymbopogon winterianus*) que adaptou-se ao clima semiárido e também se desenvolve na forma de touceiras densas. Essa confusão botânica pode ser evitada por meio de análise sensorial, ensaios e testes laboratoriais, sendo essencial um estudo farmacognóstico para garantir a autenticidade e controle de qualidade

dessas espécies vegetais (MATOS, 2002; MATOS, 2007; SIMÕES *et al.*, 2007; LORENZI; MATOS, 2008).

Estas espécies requerem atenção, pois, como dito anteriormente, são pertencentes à mesma família, mas possuem propriedades farmacológicas distintas devido às suas composições fitoquímicas. Nesse contexto, a partir de um estudo farmacognóstico, será possível verificar os fatores químicos de tais vegetais, identificando a presença ou não de possíveis marcadores quimiotaxonômicos.

2 OBJETIVOS:

2.1 Objetivo Geral:

Realizar um estudo farmacognóstico diferencial entre as espécies Capim-santo (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) e Capim-citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) constantes no Horto de Plantas Medicinais Professor Francisco José Abreu Matos.

2.2 Objetivos Específicos:

Preparar extratos vegetais das espécies medicinais *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon winterianus* constantes no Horto de Plantas Medicinais Professor Francisco José Abreu Matos;

Realizar abordagem fitoquímica comparativa das principais classes químicas dos constituintes ativos;

Realizar a extração dos óleos essenciais das folhas frescas e secas das espécies medicinais *C. citratus* e *C. winterianus* por técnica de arraste direto com vapor d'água;

Identificar os constituintes químicos majoritários dos óleos essenciais das espécies medicinais por meio de Cromatografia em Camada Delgada (CCD) e os grupos funcionais por meio de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier com Reflexão Total Atenuada (FTIR/ATR);

Compilar dados das análises dos óleos essenciais por Cromatografia Gasosa do gênero *Cymbopogon* constantes na Essencioteca Professor Francisco José Abreu Matos;

Determinar parâmetros para o controle de qualidade das espécies, considerando a utilização no âmbito da fitoterapia em saúde pública.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O gênero *Cymbopogon*

O gênero *Cymbopogon* (Poaceae) inclui 144 espécies, amplamente distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia e América. *Cymbopogon* spp. são plantas altamente tolerantes ao estresse e que se adaptam facilmente a diversas condições edafoclimáticas, ocorrendo amplamente em todos os trópicos e subtropicais (WANY *et al.*, 2013; AVOSEH *et al.*, 2015).

Subtáxon da família Gramineae, o gênero *Cymbopogon* é representado por ervas conhecidas mundialmente por seu alto teor de óleo essencial, e as evidências etnofarmacológicas apontam que as espécies contêm ampla gama de propriedades que justificam sua aplicação no controle de pragas, cosméticos e como agentes anti-inflamatórios (AVOSEH *et al.*, 2015).

Segundo Karami *et al.* (2021), dentre os principais constituintes encontrados nos óleos essenciais das plantas do gênero, destacam-se geranial, neral, limoneno, eugenol, citronelal, geraniol, nerol, mirceno, piperitenona, nerolidol, delta-selineno, alfa-terpineno, elemicina e acetato de geranila. Como componentes fixos, as classes de metabólitos secundários mais relatadas são flavonoides, alcaloides e taninos (AVOSEH *et al.*, 2015).

Derivados vegetais obtidos a partir de espécies do gênero *Cymbopogon* demonstraram diversas propriedades biológicas, incluindo as ações antioxidante, antiinflamatória, antiparasitária, antitumoral, antimicrobiana, inseticida e hepatoprotetora (ZAHRA; HARTATI; FIDRIANNY, 2020).

De acordo com a Flora do Brasil (2021), oito espécies do gênero ocorrem no país, nomeadamente: *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, *Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor, *Cymbopogon flexuosus* (Nees) Will. Watson, *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, *Cymbopogon densiflorus* (Steud.) Stapf, *Cymbopogon iwarancusa* (Jones) Schult., *Cymbopogon marginatus* (Steud.) Stapf ex Burt-Davy, *Cymbopogon martini* (Roxb.) Will. Watson., *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng e *Cymbopogon caesius* (Nees ex Hook. & Arn.) Stapf.

3.2 *Cymbopogon citratus*

O *Cymbopogon citratus* (figura 1), conhecido popularmente como capim-santo, capim-limão, capim-cidreira, entre outros, é originário da Índia e comumente encontrado no Brasil. Sua aplicação no cotidiano do brasileiro é diversa, principalmente na forma de chás, devido a suas propriedades fitoterápicas. (PEREIRA & PAULA, 2018).

Figura 1 – *Cymbopogon citratus* do Horto FJAM.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Essa planta é amplamente empregada em medicina popular de diversos países sob a forma de chá abafado, ou infuso, ao qual se atribui atividade sedativa, calmante, sudorífera, antiespasmódica, analgésica, diurética, anti-reumática, emenagoga e carminativa. Há registro de seu uso caseiro para combater diversas afecções das vias respiratórias e digestivas e inflamações da bexiga (SOUSA *et al.*, 2004).

O seu óleo essencial contém como constituintes majoritários: citral (mistura de geranial e neral), limoneno, mirceno, linalol e geraniol (OLADEJI *et al.*, 2019).

Os compostos fixos isolados da espécie são de diversas classes químicas, incluindo taninos, esteróis, terpenóides, fenóis, cetonas, flavonóides e açúcares (LAWAL *et al.*, 2017). Alguns dos compostos fixos purificados e caracterizados foram polifenólicos,

como quercetina, flavona, flavonol, apiginina, kaempferol, ácido cafeico e catecol (OLADEJI *et al.*, 2019).

Devido à sua volatilidade e aroma de limão, o óleo essencial é usado como desodorante em cosméticos, produtos de higiene pessoal, inseticidas e grama seca na agricultura, nas indústrias farmacêutica e química é incorporado na fabricação de perfumes, fragrâncias, sabonetes, detergentes, pós-barba, cosméticos e como sabor culinário em indústrias alimentícias (OLADEJI *et al.*, 2019).

A exportação brasileira do óleo essencial *C. citratus* foi próxima de 52 toneladas (US \$811 mil), considerando o intervalo entre 1987-2020. Entretanto, a importação do óleo foi superior, sendo de aproximadamente 80 toneladas (US\$2 milhões). Considerando os registros de importação, constatou-se que 63% foi realizada nos últimos 10 anos, apontando a valorização deste derivado vegetal (BIESKI *et al.*, 2022).

O óleo volátil da espécie é conhecido comercialmente como óleo de *Lemongrass*, ao qual são atribuídas ações para o manejo de dores de cabeça, dores musculares, espasmos, ação antigripal e para “reavivar a alma e a mente” no contexto da aromaterapia (SHAH *et al.*, 2011).

O óleo essencial obtido de folhas frescas de *C. citratus* exibiu efeito ansiolítico em camundongos, sendo esse efeito mediado pelo receptor GABAA. Componentes voláteis da espécie, como citral e geraniol, possuem propriedades anti-inflamatórias, analgésicas e antimicrobianas, e demonstraram efeitos ansiolíticos em peixe-zebra (HACKE *et al.*, 2017).

Os constituintes voláteis da espécie foram efetivos contra as bactérias gram-positivas *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, e bactérias gram-negativas *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* (NAIK *et al.*, 2010).

Diferentes extratos de *C. citratus* mostraram diversas propriedades farmacológicas. Os efeitos antimicrobianos, antiinflamatórios, antidiabéticos, anticancerígenos entre outros são bem relatados (LAWAL *et al.*, 2017).

3.3 *Cymbopogon winterianus*

A citronela (*Cymbopogon winterianus*) (figura 2, pág 20) é uma planta medicinal cultivada em regiões tropicais e subtropicais da América, Ásia e África, conhecida popularmente por sua característica repelente de insetos (BRICARELLO *et al.*, 2021).

Figura 2 – *Cymbopogon winterianus* do Horto FJAM.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Existe uma escassez de estudos na literatura científica especializada acerca dos constituintes fixos da espécie. Entretanto, o óleo essencial de *C. winterianus* é amplamente estudado, sendo caracterizado por vários autores como uma mistura de monoterpenos e sesquiterpenos contendo principalmente citronelal, citronelol, limoneno, linalol, geraniol, elemol, acetato de geranila e α -bisabolol (BRICARELLO *et al.*, 2021; STAUDT *et al.*, 2021; VERMA *et al.*, 2020; WANY, 2013).

Considerado um ótimo repelente natural, o óleo da citronela é rico em compostos que afastam os mosquitos com eficácia, e assim é utilizado comumente na fabricação de repelentes, compondo manipulados para uso externo, como cremes e loções cremosas (GASPAR, 2017).

Entre o final dos anos 80 e o ano de 2020, a importação do óleo essencial de citronela foi em torno de 363 toneladas (65% na última década), rendendo uma receita de US \$5,5 milhões. Para o período de 1987 a 2020, aproximadamente 1 tonelada do óleo essencial de capim citronela (*C. winterianus*) foi exportada no Brasil, e este montante gerou US \$545 mil (BIESKI *et al.*, 2022).

Os constituintes voláteis da espécie foram efetivos contra cepas bacterianas Gram-positivas *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, e

Gram-negativas *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* e também apresentou boa atividade contra cepas de *Candida albicans* (VERMA *et al.*, 2020).

Relatos do potencial farmacológico de frações químicas fixas derivadas da espécie são raros. Diversos estudos apontam o potencial de aplicação agroquímico dos extratos contendo metabólitos fixos da espécie, entretanto estes extratos não foram quimicamente caracterizados. As aplicações de extratos aquosos e etanólicos foram evidenciadas no controle parasitário, fúngico e como inseticida (VENDRAME *et al.*, 2007; FRIAS *et al.*, 2009; VICENTINI *et al.*, 2015; SOARES *et al.*, 2008).

3.4 Óleos essenciais

Os óleos essenciais, também chamados de óleos voláteis, óleos etéreos ou essências, são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, em geral odoríferas e líquidas, obtidas de matérias-primas vegetais. À sua produção como metabólito secundário no vegetal são atribuídas diferentes funções biológicas/ecológicas como a proteção contra herbívoros, a defesa contra patógenos, a atração de polinizadores, a proteção contra perda de água/aumento de temperatura e a proteção contra o estresse oxidativo (SIMÕES *et al.*, 2007).

Podem ser extraídos via métodos de hidrodestilação, destilação a vapor, extração por solventes orgânicos, extração por fluido supercrítico e prensagem a frio. O rendimento da extração e seus componentes químicos podem sofrer interferências e variações em decorrência da região de plantio, parte da planta utilizada, horário da colheita, e método de extração (BRASIL, 2018; DE ALMEIDA *et al.*, 2020).

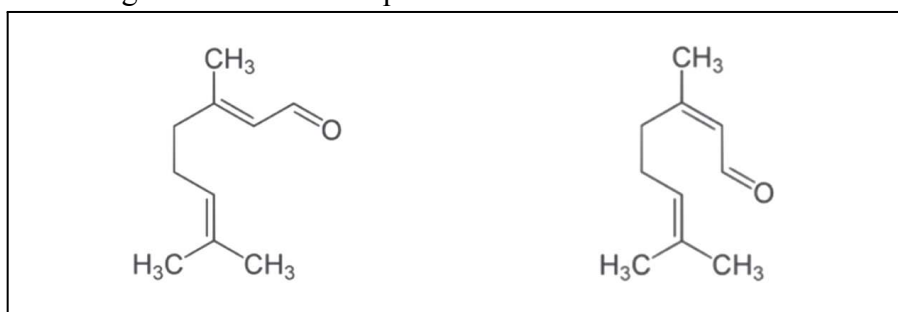
Os componentes de um óleo volátil costumam variar de 20 a 200, e de acordo com as suas concentrações na mistura, podem ser constituintes majoritários (de 20 a 95%), constituintes secundários (1 a 20%) e componentes-traço (abaixo de 1%). As substâncias geralmente presentes possuem peso molecular inferior a 300, sendo principalmente hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres e éteres (MODZELEWSKA *et al.*, 2005; SIMÕES *et al.*, 2007).

O óleo essencial é utilizado pela população em grande número de ações terapêuticas, como inalações, massagens, aromatização ambiental, escalda-pés, colares aromáticos, banhos de assento, compressas, entre outras (BRASIL, 2018).

3.5 Citral

O Citral, também conhecido como 3,7-dimetil-2,6-octadienal, possui fórmula molecular $C_{10}H_{16}O$, e é composto por uma mistura dos dois isômeros geométricos Geranial (trans-citral) e Neral (cis-citral), também conhecidos respectivamente como Citral A e Citral B, formando o constituinte majoritário do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* em até 75-85% de seu peso (ZIELIŃSKA *et al.*, 2018).

Figura 3 – Estruturas químicas do Citral A e do Citral B.

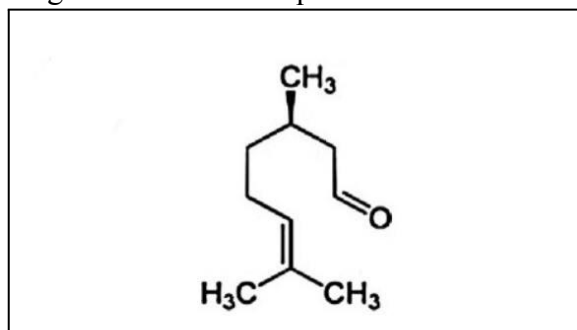


Fonte: Zielińska *et al.* (2018).

3.6 Citronelal

O Citronelal, de nomenclatura IUPAC 3,7-dimetil-6-en-1-al é um monoterpeneo de fórmula molecular $C_{10}H_{18}O$. Apresenta-se como líquido oleoso com odor de limão e faz parte dos componentes majoritários do óleo essencial extraído da planta *Cymbopogon winterianus* (LIMA, 2018).

Figura 4 – Estrutura química do Citronelal.



Fonte: El Asbahani *et al.* (2015).

3.7 Controle de Qualidade de Plantas Medicinais e Aromáticas

A avaliação da qualidade nas plantas medicinais demonstra sua relevância tanto na possibilidade de diferenciação entre espécies, como para confirmação de uma composição típica de metabólitos para uma determinada espécie. Sendo pertinente também considerar que essas espécies vegetais enfrentam variações em seus constituintes fitoquímicos de acordo com a variação do clima, composição, e componentes do solo e da região de cultivo, salientando a importância da autenticidade botânica por identificação preliminar, e de suas propriedades físicas, químicas e biológicas que juntas contribuem para a garantia de pureza das ervas (FITZGERALD *et al.*, 2020).

A confusão botânica que ocorre na adulteração não intencional de um produto medicinal, ou até substituição de plantas podem comprometer a terapêutica desejada ao se utilizar determinada espécie medicinal, ressaltando a relevância do controle de qualidade (BALEKUNDRI *et al.*, 2020). Do ponto de vista regulatório, os requisitos farmacopeicos são o ponto de referência central para a análise de plantas medicinais (FITZGERALD *et al.*, 2020).

A padronização química de espécies vegetais deve ser realizada com base nos diferentes parâmetros de avaliação importantes como propriedades organolépticas, valores de cinzas, teor de umidade, e avaliações cromatográficas e espectroscópicas, com possibilidade de uso de técnicas como UV (ultravioleta) e IR (infravermelho), usadas principalmente para os aspectos qualitativos e GC-MS (cromatografia gasosa-espectroscopia de massa), usada para a identificação de componentes, separação de componentes e a quantificação de diferentes compostos são voláteis e não voláteis em uma única análise. A aplicação destes parâmetros proporciona entendimento sobre as muitas variações de compostos químicos que ocorrem nas plantas medicinais, permitindo-nos ter maior certeza não só da qualidade das plantas e medicamentos, mas também da sua adequação para a utilização clínica. (BALEKUNDRI *et al.*, 2020; FITZGERALD *et al.*, 2020).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local da pesquisa

As espécies foram coletadas no Horto de Plantas Medicinais Professor Francisco José de Abreu Matos da Universidade Federal do Ceará, localizado no Campus do Pici, Fortaleza - Ceará (coordenadas geográficas: 3°44'45.3"S 38°34'39.4"W). Anexo ao local, no Laboratório de Produtos Naturais (LPN), foram feitos o beneficiamento das espécies e os estudos de caracterização farmacognóstica dos vegetais e a extração dos óleos essenciais.

4.2 Material

4.2.1 Coleta e beneficiamento do material botânico

As folhas das plantas adultas de Capim-santo (*Cymbopogon citratus*) e Capim-citronela (*Cymbopogon winterianus*) foram coletadas no HPMFJAM, durante os meses de Julho à Agosto de 2022, sempre no período da manhã.

O registro das exsicatas das plantas matriz de *C. citratus* e *C. winterianus* contidas no Horto de Plantas Medicinais FJAM foram depositadas no Herbário Prisco Bezerra EAC localizado na UFC, com as numerações 15009 e 58823, respectivamente.

A investigação foi conduzida com folhas frescas e folhas secas, de forma comparativa. As parcelas do material botânico que foram submetidas à dessecação ficaram dispostas em bancada para secagem à sombra por 5 dias com a finalidade de reproduzir o método mais acessível à população usuária das Farmácias Vivas.

Figura 5 – Secagem à sombra para obtenção da droga vegetal.



Fonte: elaborada pelo autor.

Para redução do tamanho das folhas foi considerado área de corte igual ou inferior a 2 centímetros para a otimização do processo, evitando perdas consideráveis de substâncias voláteis (MARTINAZZO *et al*, 2010).

4.3 Métodos

4.3.1 Preparação de extratos

*4.3.1.1 Preparação dos extratos aquosos de *C. citratus* e *C. winterianus**

As folhas frescas e secas, 5 g de cada planta, foram trituradas e levadas a decocção com 50 mL de água. Posteriormente, os extratos foram filtrados para recipientes escuros tipo âmbar e armazenados em geladeira (MATOS, 2009).

*4.3.1.2 Preparação dos extratos hidroalcoólicos de *C. citratus* e *C. winterianus**

As folhas frescas e secas, 10 g de cada planta, foram trituradas em 100mL de etanol 70%, com auxílio de gral e pistilo. Posteriormente, os extratos foram filtrados para recipientes escuros tipo âmbar e armazenados em geladeira (MATOS, 2009).

*4.3.1.3 Preparação dos extratos clorofórmicos de *C. citratus* e *C. winterianus**

As folhas frescas e secas, 2 g de cada planta, foram trituradas em 20mL de clorofórmio PA, com auxílio de gral e pistilo. Posteriormente, os extratos foram filtrados para recipientes escuros tipo âmbar e armazenados em geladeira (MATOS, 2009).

4.3.2 Abordagem fitoquímica

De acordo com a recomendação feita por Matos (2009) a prospecção fitoquímica foi realizada nos extratos citados anteriormente para a caracterização das seguintes classes de metabólitos secundários: alcalóides, saponinas e taninos em extratos aquosos; cumarinas, flavonoides, antocianos, antraquinonas e digitálicos em extratos hidroalcoólicos; e esteróides e triterpenos em extratos clorofórmicos. As análises foram realizadas em triplicata.

4.3.3 Determinação do teor de umidade por radiação infravermelho

A determinação de água e substâncias voláteis nas folhas das espécies foi realizada em Medidor de Umidade IV2500, através do método gravimétrico. Foram

analisadas em triplicata 1g de folha de cada amostra em balança por infravermelho a 120° por 90 min (BRASIL, 2010).

4.3.4 Determinação do teor de cinzas totais

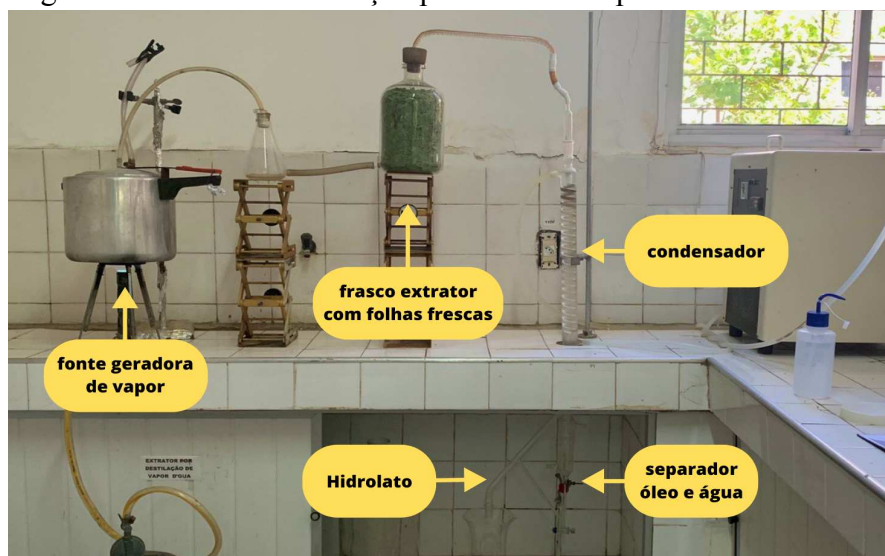
A determinação de cinzas totais foi realizada para cada espécie medicinal utilizando 3g de amostra pulverizada e distribuída uniformemente em cadinho de porcelana e incinerada em Mufla em temperatura gradual (30 minutos a 200 °C, 60 minutos a 400 °C e 90 minutos a 600 °C). até atingir ponto máximo e todo o carvão ter sido eliminado. As análises foram realizadas em triplicata e ao término do ensaio foi calculada a porcentagem de cinzas em relação à droga vegetal (BRASIL, 2019).

4.3.5 Extração de óleos essenciais

As extrações dos óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon winterianus* foram realizadas utilizando folhas frescas e secas, com um peso de aproximadamente 1kg cada.

Para cada extração, o material vegetal foi colocado em um frasco tipo mariotte acoplado a um condensador e a uma fonte geradora de vapor d'água para a extração do óleo essencial por arraste de vapor (MATOS, 2009). Finalizada a operação, o óleo essencial foi tratado com sulfato de sódio anidro e armazenado adequadamente para análise posterior.

Figura 6 – Sistema de extração por arraste a vapor de óleo essencial.



Fonte: elaborada pelo autor.

4.3.6 Rendimento do óleo essencial

O rendimento dos óleos essenciais foram calculados considerando o volume óleo obtido na extração, a quantidade de material vegetal utilizado e o teor de umidade desse material, a partir da fórmula de Base Livre de Umidade, (BLU) e descritos em porcentagem (SANTOS *et al.*, 2004).

$$TO = \frac{Vo}{Bm - (Bm \times U)} \times 100$$

TO = teor de óleo ou rendimento de extração (%).

Vo = volume de óleo extraído (ml), lido diretamente na escala do tubo separador.

Bm = biomassa aérea vegetal (folhas e ramos finos), medida em gramas.

(Bm x U) / 100 = quantidade de umidade ou água presente na biomassa.

100 = fator de conversão para porcentagem.

4.3.7 Cromatografia em Camada Delgada (CCD)

O perfil cromatográfico dos óleos essenciais obtidos por meio da técnica de arraste a vapor d'água foi definido utilizando como fase estacionária de sílica gel, tendo como fase móvel a combinação dos solventes orgânicos acetato e hexano em proporção 1:9.

A derivatização pós-cromatográfica foi realizada utilizando vanilina sulfúrica seguida de aquecimento. Para fins comparativos, foram utilizados como padrões químicos Citral e Citronelal e foi executado o cálculo do Fator de Retenção (Rf) para as principais manchas visualizadas em CCD (BRASIL, 2010).

$$Rf = \frac{\text{(distância atingida pela mancha a partir da origem)}}{\text{(distância percorrida pelo solvente desde a origem)}}$$

4.3.8 Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier com Reflexão Total Atenuada (FTIR/ATR)

Para as análises foram incluídos os óleos essenciais das folhas frescas e secas de *C. citratus* e *C. winterianus* e os padrões Citral e Citronelal. Os espectros foram obtidos em uma janela espectral de 400 a 4000 cm⁻¹ utilizando um Espectrofotômetro de Infravermelho com

Transformada de Fourier modelo FTIR-830 (Shimadzu), com as amostras colocadas em contato com cristal de material transparente.

Os dados gerados foram plotados em gráficos no software OriginLab para identificação e comparação das amostras com o padrão do componente majoritário de cada espécie.

4.3.9 Essencioteca: Banco de dados dos óleos essenciais do Horto de Plantas Medicinais Francisco José de Abreu Matos

O acervo científico do Horto de Plantas Medicinais conta com a presença de arquivos catalogados pelo professor Francisco José de Abreu Matos durante suas expedições e coletas botânicas pelo Nordeste brasileiro.

As espécies de *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon winterianus* possuem registros de Cromatografia Gasosa e seus respectivos espectros de massas dos óleos essenciais, que foram utilizadas no presente estudo para agrupar o teor dos respectivos componentes majoritários das espécies, Citral e Citronelal, considerando o local da coleta e época do ano em que foi realizada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Abordagem fitoquímica

Simões *et al.* (2007) define que os testes fitoquímicos tem por finalidade identificar os constituintes químicos presentes em espécies vegetais, indicando os metabólitos secundários, que podem caracterizar os princípios ativos encontrados nos vegetais. E a presença de certos metabólitos secundários em espécies de um mesmo gênero pode indicar uma rota biossintética específica e um gene ou conjunto de genes específicos controlando essa rota, abordando a composição química como um caráter taxonômico.

Os testes fitoquímicos realizados em triplicata nas espécies *C. citratus* e *C. winterianus* revelaram a presença de classes semelhantes (Quadro 1 pág 29, Quadro 2 pág 30) como Esteróides, Triterpenos, Saponinas, Taninos e Flavonóides.

Quadro 1 – Prospecção fitoquímica das folhas frescas e secas da espécie *C. citratus* constante no HPMFJAM.

Constituintes químicos		<i>C. citratus</i> (folhas frescas)	<i>C. citratus</i> (folhas secas)
Compostos contendo nitrogênio	Alcalóides	+	+
Compostos terpênicos e derivados	Digitálicos	-	-
	Esteróides	+	+
	Triterpenos	+	+
	Saponinas	+	+
Compostos fenólicos e derivados	Taninos	++	+++
	Flavonóides	++	+++
	Antocianos	-	-
	Cumarinas	-	-
	Antraquinonas	-	-

Fonte: elaborado pelo autor. +++: fortemente positivo; ++: moderadamente positivo; +: fracamente positivo e -: negativo.

A caracterização de importantes grupos de metabolismo secundário como alcalóides, taninos, saponinas e flavonóides nos extratos vegetais de *C. citratus* foram as mesmas encontradas em estudos fitoquímicos da espécie na literatura atual (DE ALMEIDA *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2021; DA SILVA SABOIA *et al.*, 2022).

Os extratos vegetais de *C. winterianus* indicaram a presença de esteróides, triterpenos, saponinas, taninos e flavonóides, sendo esta última classe química também encontrada nos estudos de Prochnow (2018). Entretanto, a literatura científica não proporciona até o momento análises completas da fitoquímica da espécie para comparações, ressaltando a necessidade de um maior estudo dos extratos vegetais.

Quadro 2 – Prospecção fitoquímica das folhas frescas e secas da espécie *C. winterianus* constante no HPMFJAM.

Constituintes químicos		<i>C. winterianus</i> (folhas frescas)	<i>C. winterianus</i> (folhas secas)
Compostos contendo nitrogênio	Alcalóides	-	-
Compostos terpênicos e derivados	Digitálicos	-	-
	Esteróides	++	++
	Triterpenos	+++	+++
	Saponinas	++	++
Compostos fenólicos e derivados	Taninos	+++	+++
	Flavonóides	++	++
	Antocianos	-	-
	Cumarinas	-	-
	Antraquinonas	-	-

Fonte: elaborado pelo autor. +++: fortemente positivo; ++: moderadamente positivo; +: fracamente positivo e -: negativo.

5.2 Determinação do teor de umidade

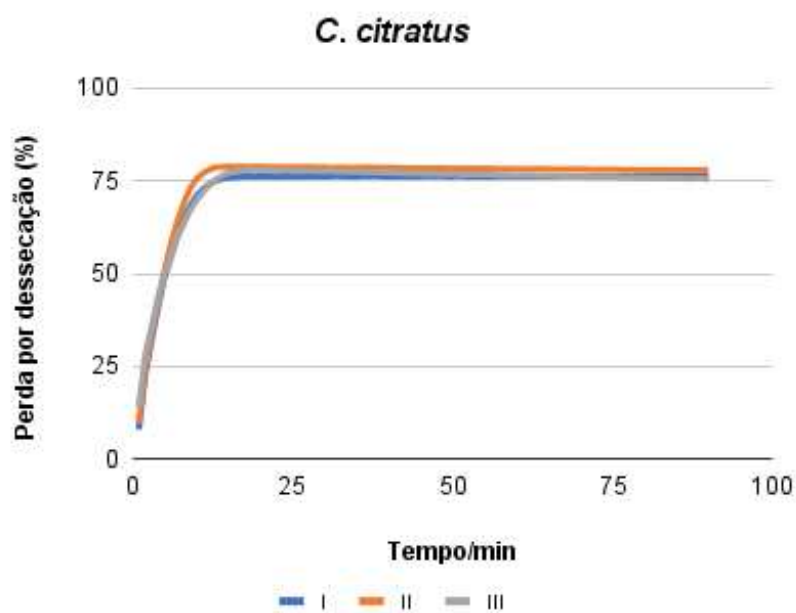
As folhas frescas de *C. citratus* e *C. winterianus* ao serem expostas a 120°C por 90 minutos apresentaram perda por dessecação em média de 76,53% e 77,70% (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantificação percentual de umidade das folhas frescas de *C. citratus* e *C. winterianus* constantes no HPMFJAM.

Espécie	Perda por dessecação (%)			Média	Desvio Padrão
	1ª repetição	2ª repetição	3ª repetição		
<i>C. citratus</i>	76,2	77,9	75,5	76,53	1,23
<i>C. winterianus</i>	77,4	77,2	78,5	77,70	0,70

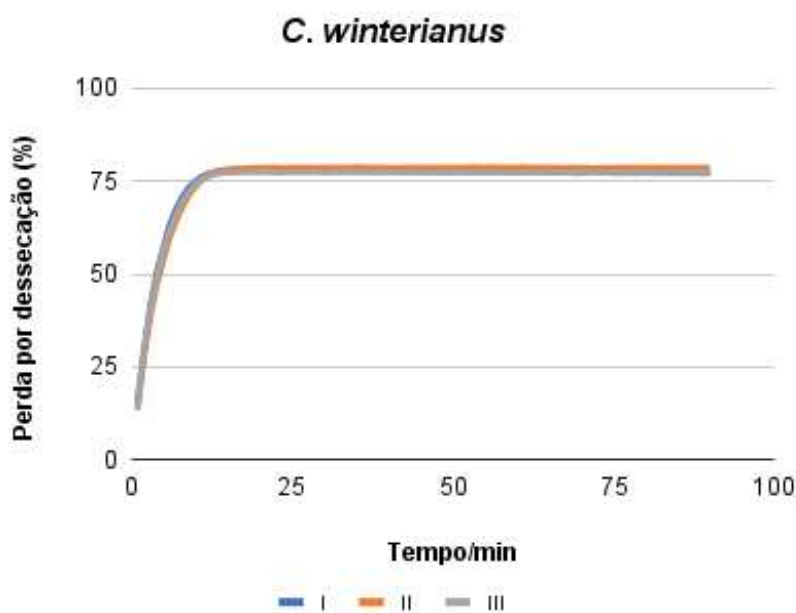
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 7 – Curva da perda por dessecação das folhas frescas de *C. citratus* em analisador de umidade por infravermelho a 120°C por 90min.



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 8 – Curva da perda por dessecação das folhas frescas de *C. winterianus* em analisador de umidade por infravermelho a 120°C por 90min.



Fonte: elaborada pelo autor.

Observa-se que rapidamente as folhas perdem umidade. Em, aproximadamente, 10 minutos a umidade já permanece constante nas amostras em triplicata das espécies.

As folhas secas que compõem a droga vegetal também foram analisadas com a finalidade de avaliar a qualidade do processo de secagem a sombra realizado durante 5 dias em temperatura ambiente (Tabela 2).

Tabela 2 – Quantificação percentual de umidade das folhas secas de *C. citratus* e *C. winterianus* constantes no HPMFJAM.

Espécie	Perda por dessecação			Média	Desvio Padrão
	1ª repetição	2ª repetição	3ª repetição		
<i>C. citratus</i>	9,7	10,4	8,5	9,53	0,96
<i>C. winterianus</i>	8,3	9,4	9,7	9,13	0,73

Fonte: elaborada pelo autor.

A farmacopeia brasileira preconiza o limite máximo de umidade de 11% para a droga vegetal da espécie *Cymbopogon citratus* (BRASIL, 2019). O teor de umidade encontrado ao ser comparado com o preconizado demonstrou um resultado satisfatório, minimizando as chances de contaminação por microrganismos, que poderiam levar a destruição e/ou alteração dos princípios ativos.

A espécie *Cymbopogon winterianus* não conta com um referencial em monografia na farmacopeia brasileira, entretanto apresenta resultado próximo ao da espécie *C. citratus*.

5.3 Determinação do teor de cinzas totais

O teor de substâncias inorgânicas, resultantes da completa incineração de material de origem vegetal submetido à análise química, é um indicativo da riqueza da amostra em elementos minerais (ALMEIDA *et al*, 2003). A sua determinação é relevante para controle de qualidade ao verificar a presença de impurezas inorgânicas não voláteis que podem estar contaminando a droga vegetal (BRASIL, 1996).

Neste estudo, o teor de cinzas das amostras de *C. citratus* e *C. winterianus* apresentaram, respectivamente, média de 6,96% e 6,79% (Tabela 3, pág 33).

Tabela 3 – Teor de Cinzas Totais das folhas secas de *C. citratus* e *C. winterianus* constantes no HPMFJAM.

Espécie	Teor de Cinzas Totais (%)			Média	Desvio Padrão
	1ª Repetição	2ª Repetição	3ª Repetição		
<i>C. citratus</i>	7,07	6,72	7,10	6,96	0,21
<i>C. winterianus</i>	6,89	6,74	6,74	6,79	0,08

Fonte: elaborada pelo autor.

Segundo a Farmacopeia Brasileira o valor preconizado para o teor de cinzas totais de folhas secas de *C. citratus* é de no máximo 9,0% (BRASIL, 2019). A ausência de monografia para a espécie *C. winterianus* não fornece um valor preconizado. Entretanto, ambas espécies apresentam valores próximos.

5.4 Rendimento do óleo essencial

O rendimento do óleo essencial de Capim santo revelou uma menor concentração de óleo essencial na planta quando comparado ao rendimento do óleo essencial de Citronela, que apresentou maior concentração na planta, corroborando com o estudo de Prochnow (2018). Os resultados das quatro extrações realizadas foram descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Rendimento do óleo essencial das folhas *C. citratus* e *C. winterianus* constantes no HPMFJAM.

Espécie	Rendimento de óleo essencial (%)		
	Folhas frescas	Folhas secas	Média
<i>C. citratus</i>	1,98	1,49	1,73
<i>C. winterianus</i>	3,47	2,10	2,78

Fonte: elaborada pelo autor.

O rendimento dos óleos essenciais de *C. citratus* e *C. winterianus* calculados em base livre de umidade apresentaram respectivamente média de 1,73% e 2,78%. Resultados aproximados de 1,39% e 2,27% de rendimento calculado em base seca foram obtidos no estudo de Oliveira *et al.* 2011.

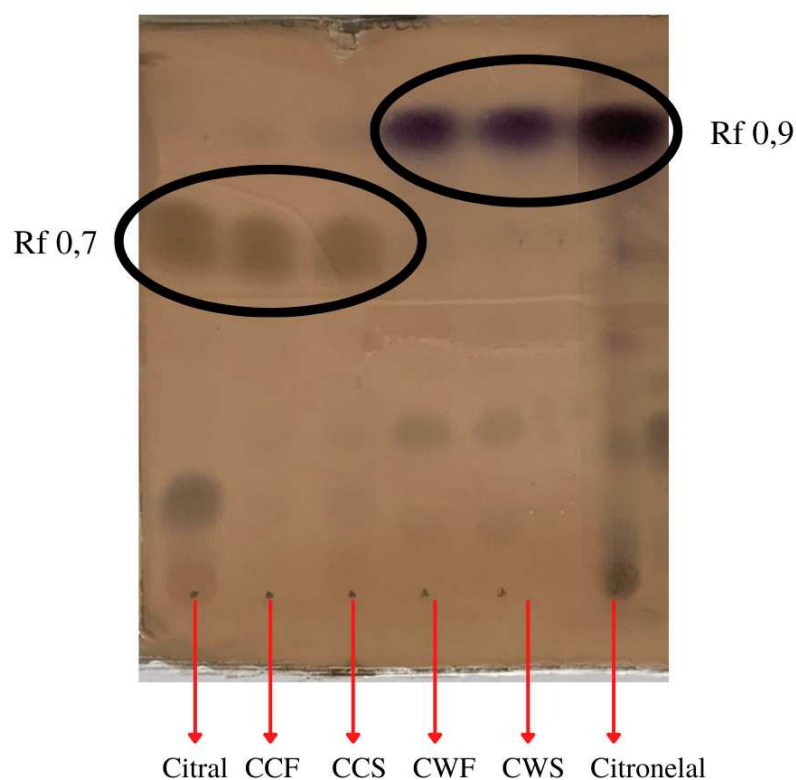
5.5 Cromatografia em Camada Delgada de óleo essencial e padrão de Citral e Citronelal

A visualização da placa em sílica contendo todas as amostras dos óleos essenciais extraídos e os dois padrões de Citral e Citronelal (Figura 9), com respectivos Rf 0,7 e 0,9, permitiu uma diferenciação satisfatória das duas espécies.

As duas amostras de *C. citratus* apresentaram mancha igual a mancha do padrão de Citral de Rf 0,7, e a compatibilidade com o Rf das amostras caracterizou sua presença em ambas.

As duas amostras de *C. winterianus* apresentaram mancha igual a mancha do padrão de Citronelal de Rf 0,9, e a compatibilidade com o Rf das amostras caracterizou sua presença em ambas.

Figura 9 – Cromatografia em Camada Delgada das amostras de óleos essenciais e do padrão de Citral e Citronelal.



Fonte: elaborada pelo autor. Rf: fator de retenção; CCF: *Cymbopogon citratus* fresco; CCS: *Cymbopogon citratus* seco; CWF: *Cymbopogon winterianus* fresco; CWS: *Cymbopogon winterianus* seco.

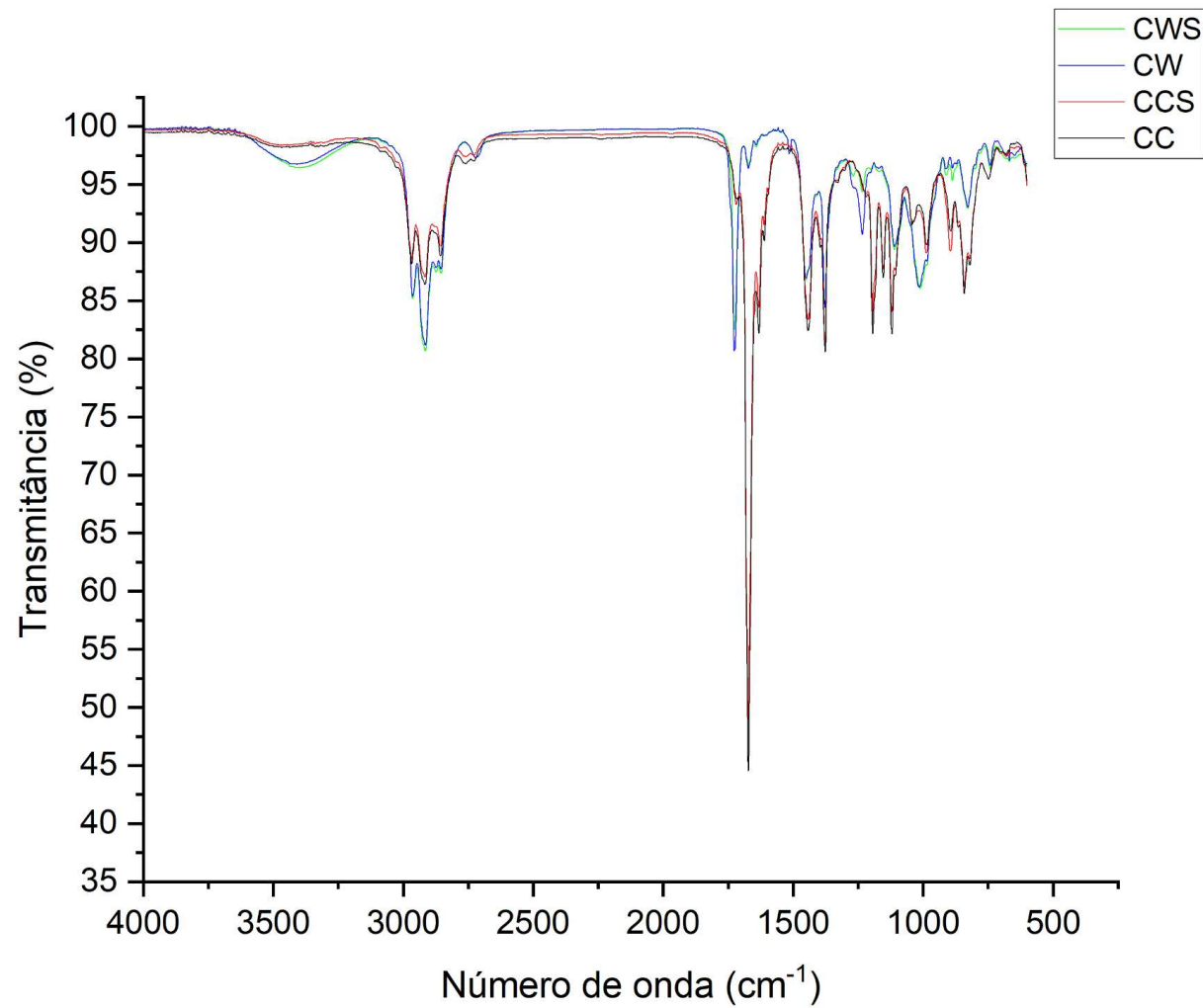
5.6 Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier com Reflexão Total Atenuada (FTIR/ATR)

A técnica de espectroscopia de absorção tem sido bastante utilizada na área farmacêutica para obter informações dos constituintes, realizar identificação e caracterização de compostos orgânicos, de maneira rápida, utilizando pequena quantidade de amostra e com alta sensibilidade (RICACHENEVSKY et al., 2020).

Na figura 11 foram relevadas as bandas 2922,15 e 2860,13 características das vibrações de CH₃ e CH₂ respectivamente. As bandas 2968,44 e 2760,13 caracterizam o grupo funcional CH, sendo a última de CH de aldeídos. Os grupos funcionais C=O e C=C ocorreram nas bandas 1676,14 e 1631,77, respectivamente, e estão presentes nos compostos majoritários do óleo essencial de *C. citratus*, Citral a e Citral B (LIMA et al., 2017; TIAN et al., 2018).

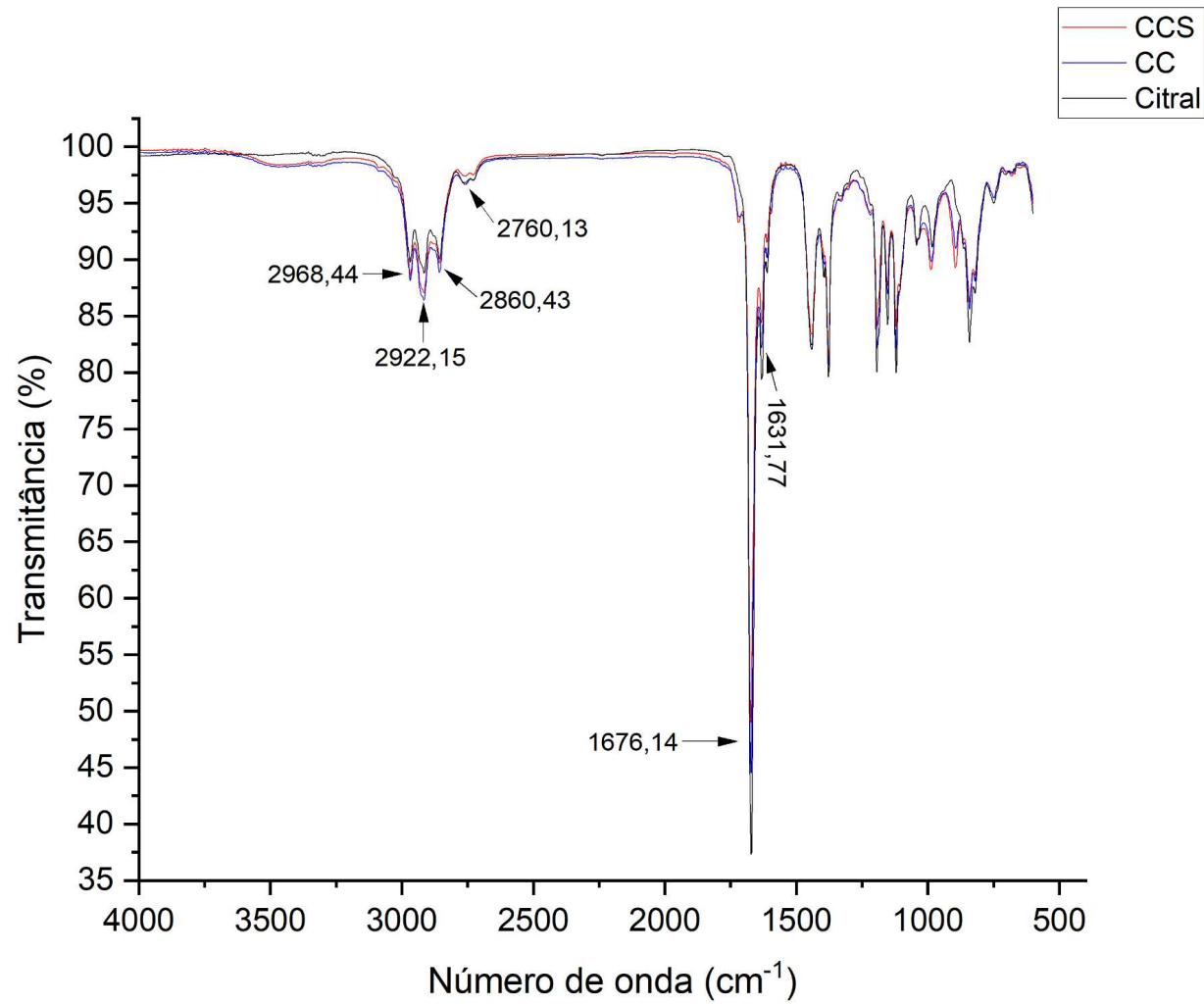
Na figura 12 foram relevadas as bandas 2916,36 e 2964,59 características das vibrações de CH₃ e CH₂ respectivamente. A banda 2715,77 é característica de CH de aldeídos. A banda 1720,50 permite identificar o grupo funcional C=O. As bandas 1450,46 e 1377,17 correspondem ao estiramento de CH₃ com deformação angular. Todos os grupos estão presentes na estrutura do componente majoritário Citronelal do óleo essencial de Citronela (OLIVEIRA et al., 2015; BEZERRA, 2016).

Figura 10 – Espectro na região do infravermelho (FTIR/ATR) dos óleos essenciais de *C. citratus* e *C. winterianus*.



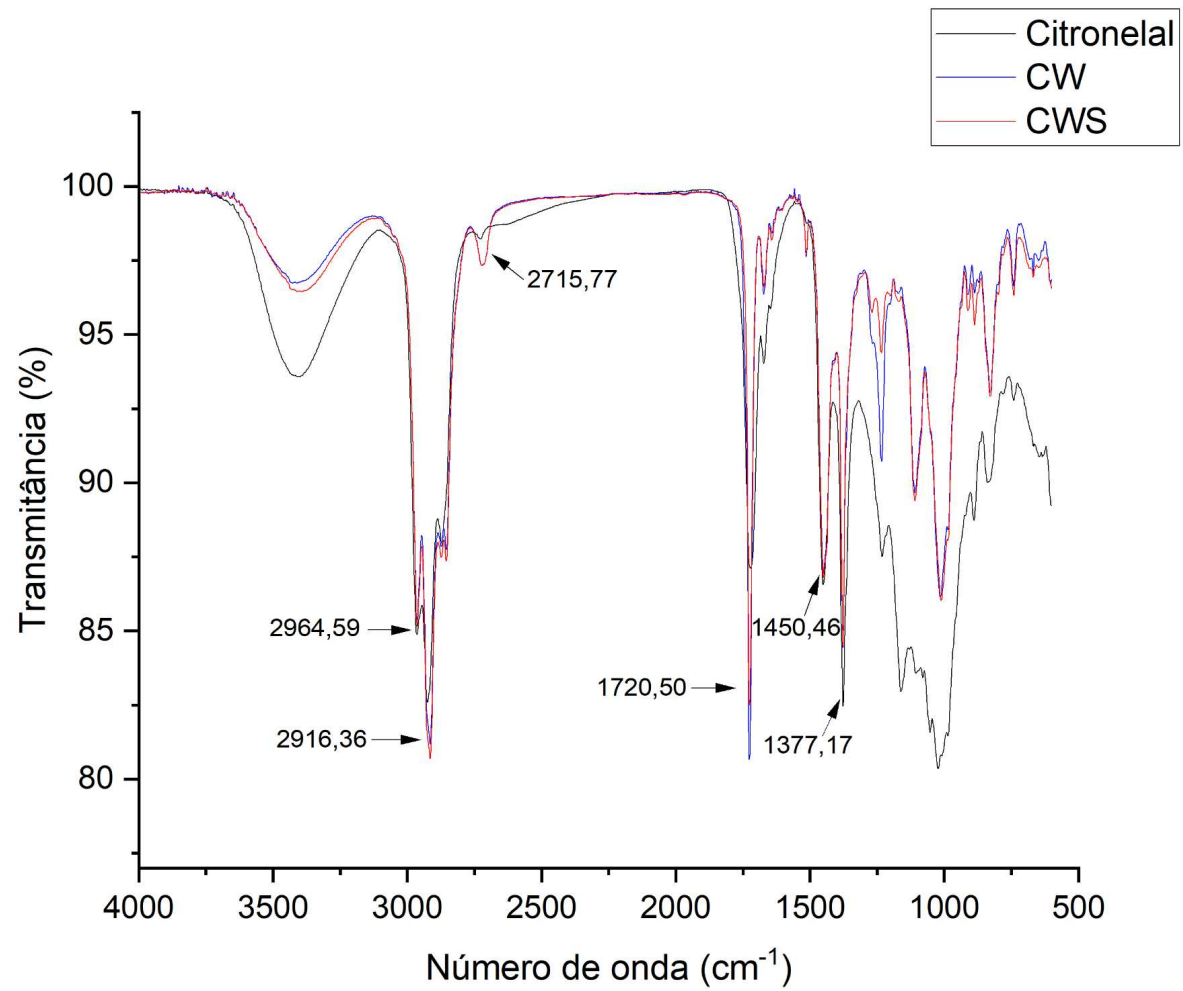
Fonte: elaborada pelo autor. CWS: *Cymbopogon winterianus* seco; CW: *Cymbopogon winterianus* fresco; CCS: *Cymbopogon citratus* seco; CC: *Cymbopogon citratus* fresco.

Figura 11 – Espectro na região do infravermelho (FTIR/ATR) do óleo essencial de *C. citratus* e do padrão de Citral.



Fonte: elaborada pelo autor. CCS: *Cymbopogon citratus* seco; CC: *Cymbopogon citratus* fresco.

Figura 12 – Espectro na região do infravermelho (FTIR/ATR) do óleo essencial de *C. winterianus* e do padrão de Citronelal.



Fonte: elaborada pelo autor. CWS: *Cymbopogon winterianus* seco; CC: *Cymbopogon winterianus* fresco

5.7 Essencioteca: Banco de dados dos óleos essenciais do Horto de Plantas Medicinais Francisco José de Abreu Matos

No acervo científico do professor Francisco José de Abreu Matos foram contabilizadas 32 fichas do Gênero *Cymbopogon*, dentre elas foram selecionadas 8 fichas de análises de óleo essencial das espécies *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon winterianus* para compor o presente trabalho. As fichas continham informações como local, data da coleta, cromatogramas e espectros de massa com anotações feitas à mão.

As fichas que permitiram uma boa visualização das informações foram agrupadas no Quadro 3. A partir desse agrupamento foi possível verificar a constância da presença dos componentes majoritários das espécies *C. citratus* e *C. winterianus*. As fichas que não permitiram uma boa visualização ou forneciam dados incompletos foram descartadas.

Quadro 3 – Dados do teor dos componentes majoritários das espécies *C. citratus* e *C. winterianus* constantes na Essencioteca Professor Francisco José de Abreu Matos.

Espécie	Local	Data	Compostos (%)		
			Citral A	Citral B	Citronelal
<i>C. citratus</i>	Horto FJAM	12/1979	22.72	15.20	-
	Horto FJAM	07/1980	40.01	39,02	-
	Maranguape	08/1982	45.60	37.73	-
	Pentecoste	11/1982	42.93	34.05	-
	Horto FJAM	09/1987	36.13	56.32	-
	Paraipaba	03/1988	38.36	31.25	-
	Maranhão	08/1989	34.66	48.70	-
<i>C. winterianus</i>	Horto FJAM	07/1993	-	-	48.15

Fonte: elaborada pelo autor.

A presença constante dos componentes majoritários da espécie *C. citratus* do Horto de Plantas Medicinais Professor Francisco José Abreu Matos foi observada ao longo dos anos e demonstrou uma efetividade nas replicações das características genéticas da

espécie no banco de germoplasma. Entretanto, as variações no teor foram verificadas e podem ter ocorrido pela variação da época do ano em que foram realizadas as coletas.

O teor de Citral A e Citral B ao serem somados totalizam em média 70% na maioria dos dados, corroborando com o estudo de Zielińska *et al* (2018). O teor de citronelal de 48,15% mostrou-se acima do obtido no estudo de Lima (2018).

Foi observado que o óleo essencial está presente nas duas espécies, entretanto possuem diferença em seus componentes majoritários conforme os dados de Cromatografia Gasosa apontam, no capim santo (*C. citratus*) foi evidenciado como composto majoritário o Citral em suas formas isoméricas e no capim citronela (*C. winterianus*) o Citronelal, justificando no presente estudo a avaliação da presença dos compostos pela técnica qualitativa de FTIR/ATR em cada espécie.

6 CONCLUSÃO

As classes químicas de metabólitos secundários detectadas na prospecção fitoquímica das duas espécies foram semelhantes, demonstrando uma relação quimiotaxonômica nos compostos fixos. Foi observado a perspectiva promissora das espécies *C. citratus* e *C. winterianus*, demonstrando a necessidade de investimento em estudos que explorem as potenciais ações farmacológicas dessas espécies, que já possuem uso popular disseminado e estão inclusas nas Farmácias Vivas.

O material botânico que compôs o trabalho demonstrou boa qualidade, ocorrendo dentro dos parâmetros de qualidade estabelecidos, bem como o método de secagem para obtenção da droga vegetal. Os óleos essenciais extraídos por arraste direto com vapor d'água geraram resultados de rendimento satisfatórios.

A partir dos usos terapêuticos potenciais bem elucidados na literatura científica foi possível confirmar a importância do Capim santo (*C. citratus*) estar incluído na REPLAME do Ceará. Sugere-se que o Capim citronela (*C. winterianus*) seja incluído na REPLAME do Ceará por seu potencial uso como repelente natural, bem como na Farmacopéia Brasileira para que seja possível garantir a qualidade por meio da verificação dos parâmetros nessa relevante literatura.

A identificação e diferenciação dos componentes majoritários dos óleos essenciais das espécies *C. citratus* e *C. winterianus* foram efetivas na aplicação da técnica analítica de Cromatografia em Camada Delgada. Atráves da Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho foi possível a identificação dos grupos funcionais dos componentes

majoritários de ambas espécies. Os resultados obtidos indicaram possibilidades acessíveis para controle de qualidade.

A organização dos dados das análises dos óleos essenciais sobre *C. citratus* e *C. winterianus* contribuiu para consolidar a preservação do legado farmacêutico da Essencioteca do Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal do Ceará.

Sugere-se que estudos futuros investiguem melhor as aplicações dos extratos vegetais e óleos essenciais pelo seu potencial promissor no âmbito da saúde pública.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. M. B. *et al.* Determinação de umidade, fibras, lipídios, cinzas e sílica em plantas medicinais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, v. 21, n. 2, p. 343-350, jul./dez. 2003. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1169/970>. Acesso em: 20 nov. 2022.

AVOSEH, O. *et al.* *Cymbopogon* species; ethnopharmacology, phytochemistry and the pharmacological importance. **Molecules**, [S.L.], v. 20, n. 5, p. 7438-7453, 23 abr. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules20057438>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/20/5/7438>. Acesso em: 23 nov. 2022.

BALEKUNDRI, A.; MANNUR, V.. Quality control of the traditional herbs and herbal products: a review. **Future Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://fjps.springeropen.com/articles/10.1186/s43094-020-00091-5>. Acesso em: 23 nov. 2022.

BEZERRA, F. M.. **Liberação controlada do óleo essencial de citronela em matriz têxtil**. 2016. 250 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química), Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Engenharia Química. Maringá, 2016. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEM-10_b68742ebb87d528a6433ec4324b90fcc. Acesso em: 23 nov. 2022.

BIESKI, I. G. C. *et al.* Potencial econômico e terapêutico dos óleos essenciais mais utilizados no Brasil. **Revista Fitos**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 125-137, 31 jan. 2022. Fiocruz - Instituto de Tecnologia em Fármacos. Disponível: <http://dx.doi.org/10.32712/2446-4775.2022.1203>. Acesso em: 24 nov. 2022.

BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. 4.ed. 546p. São Paulo: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Atheneu, 1996.

BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. 5 ed, v. 1, Brasília: Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. 548 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Secretaria de Atenção à Saúde. **Glossário temático: práticas integrativas e complementares em saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. 180 p. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/glossario_tematico_praticas_integrativas_complementares.pdf. Acesso em: 23 nov. 2022.

BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. 6 ed, v. 1, Brasília: Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019. 874 p.

BRASIL. **Práticas integrativas e complementares sobre o uso de plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. 156 p. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/publicacoes/geral/miolo_CAP_31.pdf. Acesso em: 04 de nov. 2022.

BRICARELLO, P. A. *et al.*. Ovicidal, larvicidal and oviposition repelling action of a nanoemulsion of citronella essential oil (*Cymbopogon winterianus*) on *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 24, n. 3, p. 724-730, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226861521000844>. Acesso em: 23 nov. 2022.

CARDOSO, R. S. **Desenvolvimento de técnicas farmacêuticas para obtenção da droga vegetal a partir das folhas de erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill.) NE Brown) quimiotipo II**. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/21570>. Acesso em: 23 nov. 2022.

CEARÁ. Portaria nº 275, de 20 de março de 2012. Promulga a relação estadual de plantas medicinais (REPLAME) e dá outras providências. **Relação Estadual de Plantas Medicinais (Replame)**. Fortaleza, CE, 20 mar. 2012. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=239806>. Acesso em: 23 nov. 2022.

CEARÁ. Decreto nº 30.016, de 30 de dezembro de 2009. Altera os Anexos I e III, previstos, respectivamente, no §2º, do art.11 e no art.29, todos do Decreto nº 29.677, de 16 de março de 2009, que regulamenta a avaliação de desempenho dos servidores da secretaria do planejamento e gestão – Seplag e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Ceará**. Poder Executivo, Fortaleza, CE, e 30 de dezembro de 2009. Disponível em: https://fitoterapiabrasil.com.br/sites/default/files/legislacao/decreto_30016_2009.pdf. Acesso em: 23 nov. 2022.

DA SILVA SABOIA, C. *et al.* Caracterização química e atividade antimicrobiana do óleo essencial e do extrato bruto do capim limão (*Cymbopogon citratus*). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 7, p. e37611730064-e37611730064, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/30064/25964/344800>. Acesso em: 23 nov. 2022.

DE ALMEIDA, A S.; DOS SANTOS, A. F.. Prospecção fitoquímica do extrato metanólico das folhas da Espécie *Cymbopogon Citratus*. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 519-525, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v3i2.582>. Acesso em: 23 nov. 2022.

DE ALMEIDA, J. C.; DE ALMEIDA, P. P.; GHERARDI, S. R. M.. Potencial antimicrobiano de óleos essenciais: uma revisão de literatura de 2005 a 2018. **Nutr. Time**, [S. l.], v. 17, n. 01, p. 8623-8633, 2020. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Artigo-506.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

FITZGERALD, M. ; HEINRICH, M.; BOOKER, A.. Medicinal plant analysis: A historical and regional discussion of emergent complex techniques. **Frontiers in pharmacology**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-14, 9 jan. 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2019.01480/full>. Acesso em: 23 nov. 2022.

FRIAS, D. F. R.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I. Avaliação in vitro da atividade antifúngica de extratos de plantas e óleo de eucalipto sobre *Trichophyton mentagrophytes*. **Revista**

Brasileira de Plantas Mediciniais, [S.L.], v. 11, p. 216-220, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/6bw3NhvWCfbCrtXyVJzQhcM/?lang=pt>. Acesso em: 23 nov. 2022.

GASPAR, G. V. **Avaliação do desenvolvimento de capim-citronela (*Cymbopogon winterianus*) irrigado com três diferentes tipos de efluentes**. 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/27361>. Acesso em: 23 nov. 2022.

HACKE, A. C. M. *et al.* Anxiolytic properties of *Cymbopogon citratus* (DC.) stapf extract, essential oil and its constituents in zebrafish (*Danio rerio*). **Journal of Ethnopharmacology**, [S.L.], v. 260, p. 113036, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874120300416>. Acesso em: 23 nov. 2022.

JBRJ. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Poaceae in Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <http://servicos.jbrj.gov.br/flora/search/Poaceae>. Acesso em: 21 jun. 2022.

KARAMI, S. *et al.* A review of ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Cymbopogon* species. **Research Journal of Pharmacognosy**, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 83-112, 2021. Disponível em: https://www.rjpharmacognosy.ir/article_131366_7830a32b73b821e5efcd9c6c7757b77c.pdf. Acesso em: 23 nov. 2022.

LAWAL, O. A. *et al.* *Cymbopogon citratus*. In: **Medicinal Spices and Vegetables from Africa**. 1ª ed. Academic Press, 2017. p. 397-423.

LEITE, P. M.; CAMARGOS, L. M.; CASTILHO, R. O.. Recent progress in phytotherapy: A Brazilian perspective. **European Journal of Integrative Medicine**, [S.L.], v. 41, p. 101270, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1876382020314517?dgcid=rss_sd_all. Acesso em: 23 nov. 2022.

LESSA, T. *et al.* Known unknowns: Filling the gaps in scientific knowledge production in the Caatinga. **Plos one**, [S.L.], v. 14, n. 7, p. e0219359, 2019. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0219359>. Acesso em: 23 nov. 2022.

LIMA, A. E. F. *et al.* Rendimento, caracterização química e antibacteriana do óleo essencial de capim limão coletado em diferentes horários. **Magistra**, [S. l.], v. 28, n. 3/4, p. 369–378, 2017. Disponível em: <https://www.revistacta.ufscar.br/index.php/revistacta/article/download/177/96/1152>. Acesso em: 23 nov. 2022.

LIMA, A. L. A. **Estudo da atividade antifúngica do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor, citronelal e geraniol sobre o gênero *Candida* de origem hospitalar**. João Pessoa, 2018. 142 f. Tese (Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos

Bioativos) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/11143?locale=pt_BR. Acesso em: 23 nov. 2022.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A.. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

MAGALHÃES, K. N. *et al.* Medicinal plants of the Caatinga, northeastern Brazil: Ethnopharmacopeia (1980–1990) of the late professor Francisco José de Abreu Matos. **Journal of ethnopharmacology**, v. 237, p. 314-353, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874118329830>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MAGALHÃES, K. N.; BANDEIRA, M. A.; MONTEIRO, M. P.. **Plantas medicinais da caatinga do Nordeste brasileiro: etnofarmacopeia do professor Francisco José de Abreu Matos**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/54867/1/2020_liv_knmagalhaes.pdf. Acesso em: 23 nov. 2022.

MARTINAZZO, A. P. *et al.* Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 12, p. 488-498, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/kjdx6zjkWYQSZdYZbZBTLN/?lang=pt>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MATOS, F. J. A. **Farmácias Vivas**, 4ª ed, Fortaleza: Edições UFC, Fortaleza, 2002. Disponível em: . Acesso em: 23 nov. 2022.

MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais-guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil**. 3ª ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007.
MATOS, F. J. A. **Introdução a fitoquímica experimental**. 3. ed, Fortaleza: Edições UFC, 2009.

MODZELEWSKA, A. *et al.* Sesquiterpenes: natural products that decrease cancer growth. **Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents**, v. 5, n. 5, p. 477-499, 2005. Disponível em: <http://www.eurkaselect.com/article/35642>. Acesso em: 23 nov. 2022.

NAIK, M. I. *et al.* Antibacterial activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil against some selected pathogenic bacterias. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 3, n. 7, p. 535-538, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1995764510601290>. Acesso em: 23 nov. 2022.

OLIVEIRA, M. M. M. *et al.* Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 08-16, 2011. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-05722011000100002>. Acesso em: 23 nov. 2022.

OLIVEIRA, E. *et al.* **Caracterização físico-química e potencial repelente de óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) e de botões florais de cravo-da-índia**

(*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry). 2015. 24 f. Artigo (o Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio). Araguari, 2015. Disponível em: Acesso em: 24 nov. 2022.

OLADEJI, O. S. *et al.* Phytochemistry and pharmacological activities of *Cymbopogon citratus*: A review. **Scientific African**, [S. l.], v. 6, n. 1, p.5-7, 2019. Disponível em: <https://www.florajournal.com/archives/2014/vol1issue6/PartA/3.1.1.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

PEREIRA, P. S.; PAULA, L. L. R. J. Ações terapêuticas do capim-santo: uma revisão de literatura. **Revista Saúde em Foco**, [S. l.], volume único, n. 10, p 259-263, 2018. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/034_A%C3%87%C3%95ES_TERAP%C3%8AUTICAS_DO_CAPIM-SANTO.pdf. Acesso em: 23 nov. 2022.

PIGATTO, A. G. S.; LOPES, M. P. A classificação dos biomas brasileiros em livros didáticos de biologia. **Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S. l.], v. 1, n. 109, 13 p. 2019. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/07/livros-didaticos-biologia.html/hdl.handle.net/20.500.11763/atlante1907livros-didaticos-biologia>. Acesso em: 23 nov. 2022.

PROCHNOW, D.. **Caracterização morfo-anatômica e metabólica de espécies do gênero *Cymbopogon***: uma contribuição para o melhoramento das espécies. 2018. Tese (Pós Graduação em Agronomia) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4195>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SANTOS, A. S. *et al.* **Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório**. 1 ed. Brasília: Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/402448/descricao-de-sistema-e-de-metodos-de-extracao-de-oleos-essenciais-e-determinacao-de-umidade-de-biomassa-em-laboratorio>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SANTOS, J. C. *et al.* Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 276-286, 2011. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/194008291100400306>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SANTOS, D. I. *et al.* Caracterização fitoquímica e atividade antibacteriana do extrato etanólico e do óleo essencial das folhas de *Cymbopogon citratus* phytochemical. **UNINGÁ Journal**, v. 58, eUJ3406, 2021. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uninga/article/view/3406/2392>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SHAH, G. *et al.* Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*, stapf (Lemon grass). **Journal of advanced pharmaceutical technology & research**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 3, 2011. Disponível em: <https://www.japtr.org/article.asp?issn=2231-4040;year=2011;volume=2;issue=1;spage=3;epage=8;aulast=Shah>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da Planta ao medicamento**. 6 ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2007.

SOARES, C. G. *et al.* Efeito de óleos e extratos aquosos de *Azadirachta indica* A. Juss e *Cymbopogon winterianus* Jowitt sobre *Nasutitermes corniger* Motschuls (Isoptera: Termitidae). **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 50, n. 1, p. 107-116, jul/dez. 2008. Disponível em: <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/163/71>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SOUSA, M.P. *et al.*. **Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de Plantas Medicinais Brasileira**. 1 ed. Fortaleza: Editora UFC, 2004. 445p.

STAUDT, A. *et al.* Biological properties of functional flavoring produced by enzymatic esterification of citronellol and geraniol present in *Cymbopogon winterianus* essential oil. **Natural Product Research**, [S. l.], v. 35, n. 24, p. 5981-5987, ago. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32840398/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

TIAN, H. *et al.*. Preparation and characterization of citral-loaded solid lipid nanoparticles. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 248, p. 78-85, maio 2018. **Elsevier BV**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814617319106?via%3Dihub>. Acesso em: 23 nov. 2022.

VENDRAME, T. *et al.* Extrato aquoso de citronela no controle do carrapato de bovinos. **Cadernos de Agroecologia**, [S. l.], v. 2, n. 2, 2007. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/download/6913/5107#:~:text=Avalia%C3%A7%C3%B5es%20feitas%20com%20%C3%B3leo%20de,4%2C1%25%2C%20respectivamente>. Acesso em: 23 nov. 2022.

VERMA, R. S. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) essential oil extracted by different methods. **Journal of Essential Oil Research**, v. 32, n. 5, p. 449-455, 2020.

VICENTINI, V. B. *et al.* Extrato etanólico de *Cymbopogon winterianus* na mortalidade e no número de ovos de *Tetranychus urticae*. **Ciência Rural**, São Paulo, v. 45, n. 7, p. 1154-1159, 2015. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/ciencia-rural/45-\(2015\)-7/extrato-etanolico-de-cymbopogon-winterianus-na-mortalidade-e-no-numero/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/ciencia-rural/45-(2015)-7/extrato-etanolico-de-cymbopogon-winterianus-na-mortalidade-e-no-numero/). Acesso em: 23 nov. 2022.

WANY, A. *et al.* Chemical analysis and therapeutic uses of citronella oil from *Cymbopogon winterianus*: A short review. **International Journal of Advanced Research**, [S. l.], v. 1, n. 6, p. 504-521, 2013. Disponível em: <https://www.journalijar.com/article/307/chemical-analysis-and-therapeutic-uses-of-citronella-oil-from-cymbopogon-winterianus:-a-short-review/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The World Medicines Situation 2011**. Traditional medicines: global situation, issues and challenges. Geneva: WHO, 2011. 14 p. Disponível em: <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=3044211>. Acesso em: 23 nov. 2022.

ZAHRA, A. A.; HARTATI, R.; FIDRIANNY, I.. Review of the Chemical Properties, Pharmacological Properties, and Development Studies of *Cymbopogon* sp. **Biointerface**

Research in Applied Chemistry, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 10341-10350, 2020. Disponível em: <https://biointerfaceresearch.com/wp-content/uploads/2020/10/20695837113.1034110350.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

ZIELIŃSKA, A. *et al.* Anti-inflammatory and anti-cancer activity of citral: Optimization of citral-loaded solid lipid nanoparticles (SLN) using experimental factorial design and LUMiSizer®. **International journal of pharmaceutics**, [S. l.], v. 553, n. 1-2, p. 428-440, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30385373/>. Acesso em: 23 nov. 2022.