

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

ANDRESSA CRISTINA RIBEIRO ASSUNÇÃO

Crescimento de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. e a relação entre o tempo de cultivo, rendimento e composição química do seu óleo essencial

Rio Largo – Alagoas
Março de 2021

ANDRESSA CRISTINA RIBEIRO ASSUNÇÃO

Crescimento de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. e a relação entre o tempo de cultivo, rendimento e composição química do seu óleo essencial

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Ana Paula do Nascimento Prata.

Profa. Dra. Ana Paula do Nascimento Prata
Orientadora

Rio Largo – Alagoas
Março de 2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

A851c Assunção, Andressa Cristina Ribeiro.

Crescimento de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. e a relação entre o tempo de cultivo, rendimento e composição química do seu óleo essencial. / Andressa Cristina Ribeiro Assunção. – 2021.

106 f.: il.

Orientadora: Ana Paula do Nascimento Prata.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós - graduação em Agronomia, Área de concentração em produção vegetal, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2021.

Inclui Bibliografia

1. *Kyllinga odorata*. 2. Óleos voláteis. 3. Cyperaceae.

CDU:631.95

TERMO DE APROVAÇÃO

ANDRESSA CRISTINA RIBEIRO ASSUNÇÃO

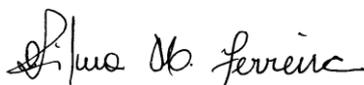
(Matrícula 2019105682)

**“CRESCIMENTO DE *CYPERUS SESQUIFLORUS* (TORR.) MATTF. & KÜK. E A
RELAÇÃO ENTRE O TEMPO DE CULTIVO, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DO SEU ÓLEO ESSENCIAL”**

Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em vinte e seis de março de 2021, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal do Programa de Pós-Graduação em Agronomia “Produção Vegetal” do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.

Ana Paula do Nascimento Prata.

Profa. Dra. Ana Paula do Nascimento Prata
Presidente



Dra. Vilma Marques Ferreira
Membro

Emmanoel Vilaça Costa

Prof. Dr. Emmanoel Vilaça Costa
Membro



Profa. Dra. Maria Gabriela López
Membro

Rio Largo – Alagoas
Março de 2021

AGRADECIMENTOS

O trabalho aqui agora apresentado foi fruto de uma turbulenta caminhada, contendo problemas pessoais e familiares imensuráveis, descontentamentos e a pandemia da Covid-19. Diziam-me que não era fácil escrever uma dissertação, estar sob uma infinita pressão diária, ter pesadelos... E hoje eu posso afirmar que é tudo verdade! Sendo assim, os méritos da finalização são direcionados aqui às pessoas que acreditaram em mim, que me auxiliaram, ajudaram e contribuíram com o meu processo de crescimento. Gratidão pela vida e pelos caminhos que percorri até tomar a decisão de encarar o desafio de me tornar Mestre em algo, deixando partir outras categorias, que também foram importantes na minha vivência. Gratidão ao apoio e incentivo familiar, por ter pai, mães e irmãs fonte de toda inspiração que preciso. Agradeço em especial à grande mulher que não mede esforços para me ver crescer, que me ama e me fortalece, aquela que me deu acolhida e a quem chamo de mãe, Maria Assunção. Agradeço mais uma vez à vida, à dedicação imensurável, ao amor puro e por ser o meu porto mais do que seguro, minha mãe, Ednalva Ribeiro. Agradeço a Sara Assunção e Lucas Suzart pela companhia, compreensão e prontidão em me auxiliar e acolher no período do fim do mundo, leia-se “Quarentena”. Agradeço a Alessandra Assunção e aos meus sobrinhos pelas gentilezas cotidianas e a Érica Assunção por ser forte e não se render. Não posso deixar de agradecer aos impulsionadores diretos e indiretos da inscrição no processo seletivo, especialmente a Flávia Barros, minha ex-futura orientadora; ao corpo docente do Colégio Estadual Eurídice Santana por me liberarem para realização da seleção; a Mayana Cardoso e Asaph Natan, por me acolherem no dia da realização da prova (com direito a tensão por esquecer documento - Maya ainda te devo essa!); ao querido Ítalo Azevedo por me auxiliar com as malas, com o traslado até Alagoas e pela partilha nesse desbravar... Agradeço à República do Desequilíbrio Emocional Itinerante e Internacional e aos “mexicanes agregados” pelas histórias vivenciadas, em especial à Lídia Trujillo por TUDO que vivemos juntas, pelas conversas filosóficas sobre viver, pelo deslumbre pela natureza e viagens, pelas músicas e por ter sido uma grande amiga. Também agradeço a Ana Beatriz! Minha grande amiga presente de Maceió, minha sereia, pelos jantares, pelos passeios e pelo cuidado quando estive doente, chorando e maluca real. Aos estudantes de graduação da UFAL Carlos Luís, Wanda Martins, Ayrton Lima, Dannyel Antônio, Charles Pereira e Maria Vitória. Aos estudantes da Pós-graduação André Lucas, Lídia (de novo), Anderson Rodrigues (um irmão que a UFAL me deu), Cássia Souza, Joseliane Fernandes e ao queridíssimo Rafael Aleixo. Aos laboratórios da UFAL de Propagação de plantas, de Entomologia Controle Alternativo de Pragas, de Ecologia

e Comportamento de Insetos, Clínica Fitossanitária e ao Laboratório de Cromatografia do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe, em nome do professor Dr. Péricles Barreto Alves. Ao Seu Aldy Santos, por sua generosidade e disposição em ajudar em tudo e a qualquer chamado, até para me salvar do terrível rato das 18 h. Ao Dr. Iêdo Teodoro. Ao Dr. Ticiano Gomes pela ajuda na inferência estatística. Ao Gustavo, pela competência intocável, digno de prêmio de melhor funcionário público. Aos colegas e professores do PPG em Produção Vegetal. Sou muito grata pelos amigos de sempre, da A.M.A (Angelo Carvalho e Moema Carvalho) e da Manguetown (José Neto, Tamires Alvez, Vinícius Santos, Israel Sampaio e Anderson Moreira) por ouvirem as minhas dores e aturarem todas as minhas chatices durante essa fase. Agradeço ao Matheus Oliveira pela intensidade, auxílio, companheirismo e diferença que fez na finalização do meu mestrado. Agradeço à Dra Cíntia Pezzi pela possibilidade de compreensão do processo que eu vivi durante esse período. Eu agradeço aos processos de evolução das plantas e com todo respeito ofereço à equipe de orientação: Dra. Ana Paula do N. Prata, Dra. Sâmia Andrícia Souza da Silva e Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento o meu “MUITÍSSIMO OBRIGADA”, vocês são os verdadeiros mentores dessa pesquisa e me auxiliaram na investigação, me conduziram pelos caminhos da ciência e foram, cada um à sua maneira, gentilmente cordiais comigo. Por fim, agradeço a CAPES pela concessão da bolsa de estudo para que este trabalho tenha sido realizado.

RESUMO GERAL

Cyperus sesquiflorus (Torr.) Mattf. & Kük. é uma espécie ruderal, popularmente utilizada para fins medicinais, produtora de óleo essencial (OE) com propriedades e usos pouco conhecidos. Nesse contexto, o objetivo do atual trabalho foi definir o perfil químico e maior rendimento de OE dessa espécie. Para tal, verificou-se o estado do material vegetal em que o rendimento de *C. sesquiflorus* foi maior, verificando-se alterações no seu perfil químico. A espécie também foi submetida ao cultivo a fim de conhecer-se o seu crescimento e a produção de OE em função da idade. As plantas foram coletadas e cultivadas no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL. Foram feitas 15 avaliações periódicas de crescimento, determinando-se: altura da parte aérea, comprimento radicular, diâmetro do colmo, massa fresca e seca total, da parte aérea e das raízes. Realizou-se a contagem do número de folhas vivas, de inflorescências e de perfilhos vivos e mortos. O OE foi obtido por hidrodestilação em aparelho Clevenger e analisado por Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas. Os resultados encontrados revelaram diferenças significativas no rendimento de OE entre plantas frescas (0,14%) e plantas desidratadas (0,097%). Aos 28 Dias Após o Transplântio (DAT) observou-se maior comprimento da folha mais longa (30 cm). Os DAT 0, 6, 17, 22, 28 e 34 foram os melhores para colmo, com diâmetro de 3,0 mm. O número de folhas inicial (9) diminuiu ao longo dos tratamentos, sendo 0, 6, 17, 22, 28 e 34 DAT os melhores para obtenção de plantas entre 6 e 7,5 folhas. O comprimento radicular quase duplicou do DAT 0 ao DAT 34, atingindo 15 cm, sem diferir dos 22 e 28 DAT. Os tratamentos 0, 6 e 17 DAT forneceram plantas com menor número de inflorescências, cujo máximo foi obtido no DAT 90. Este tratamento também forneceu o maior número de perfilhos e o maior peso de matéria seca total. A alocação de biomassa foi maior nas raízes nos DAT 6, 76 e 90 e o único tratamento com maior alocação de biomassa na parte aérea foi o DAT 61. O tratamento com o maior rendimento de óleo essencial foi o DAT 17. O perfil químico foi composto principalmente por aristoloqueno, valenceno, miltail-4(12)-eno e β -elemeno e o majoritário não foi identificado. Por fim, concluiu-se que o óleo essencial de *C. sesquiflorus* é composto principalmente por sesquiterpenos e que o procedimento de secagem e a idade da planta reduziram o seu rendimento, sendo maior em plantas frescas e aos 17 DAT. O conteúdo relativo dos compostos também sofreram alterações em função da secagem e da idade.

Palavras-chave: *Kyllinga odorata*. Óleos voláteis. Cyperaceae.

GENERAL ABSTRACT

Cyperus sesquiflorus (Torr.) Mattf. & Kük. is a ruderal species, popularly used for medicinal purposes, producing essential oil (OE) with little known properties and uses. In this context, the objective of the current work was to define the chemical profile and higher yield of OE of this species. To this end, it was verified the state of the plant material in which the yield of *C. sesquiflorus* was higher, verifying the changes in its chemical profile. The species was also subjected to cultivation in order to know its growth and OE production according to age. The plants were collected and cultivated at the Engineering and Agricultural Sciences Campus of the Federal University of Alagoas, Rio Largo-AL. 15 periodic growth journals were performed, determining: shoot height, root length, stem diameter, total fresh and dry mass, shoot and roots. The number of live leaves, inflorescences, and live and dead profiles was counted. The EO was found by hydrodistillation in Clevenger apparatus and analyzed by Gas Chromatography / Mass Spectrometry. The results found revealed relevant differences in OE yield between fresh plants (0.14%) and dehydrated plants (0.097%). At 28 days after transplantation (DAT), a longer leaf length was observed (30 cm). DAT 0, 6, 17, 22, 28 and 34 were the best for thatch, with a diameter of 3.0 mm. The initial number of leaves (9) decreased during the treatments, with 0, 6, 17, 22, 28 and 34 DAT being the best for obtaining plants between 6 and 7.5 leaves. The root length almost doubled from DAT 0 to DAT 34, reaching 15 cm, without differing from 22 and 28 DAT. Treatments 0, 6 and 17 DAT provided plants with the lowest number of inflorescences, the maximum of which was added in DAT 90. This treatment also provided the largest number of tillers and the highest weight of total dry matter. The biomass allocation was higher at the roots in DAT 6, 76 and 90 and the only treatment with higher biomass allocation in the aerial part was DAT 61. The treatment with the highest essential oil yield was DAT 17. The chemical profile was composed mainly of aristoloquene, valencene, miltail-4 (12) -eno and β -elemene and the majority was not identified. Finally, it was concluded that the essential oil of *C. sesquiflorus* is composed mainly of sesquiterpenes and that the drying procedure and the age of the plant reduced its yield, being higher in fresh plants and at 17 DAT. The relative content of the compounds also changed due to drying and age.

Keywords: *Kyllinga odorata*. Volatile oils. Cyperaceae.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização da área de coleta de <i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo - AL.....	45
Figura 2 – Procedimento de coleta de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – Alagoas. População espontânea de <i>C. sesquiflorus</i> no jardim do CECA (A); Coleta de plantas com auxílio de facão (B); Inflorescência de <i>C. sesquiflorus</i> (C); Touceiras de <i>C. sesquiflorus</i> coletadas (D); Lavagem das plantas em água corrente (E); Mensuração da massa de amostras frescas (F); Triplicatas do material (G); Estufa de secagem (H); mensuração da massa seca de folhas e raízes (I e J).	46
Figura 3 – Procedimento de extração do óleo essencial de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. em estado fresco e desidratado. Redução do material para ser inserido no balão de vidro de 2L (A); Pulverização do material em liquidificador (B); Hidrodestilação em aparelho Clevenger (C); Quantificação do volume de óleo no tubo calibrado do Clevenger (D). Sulfato de Sódio Anidro P.A./ACS (E); Acetato de etila (F); Frascos âmbar com óleo essencial sem conteúdo de água (G).	48
Figura 4 – Obtenção do óleo essencial de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. por hidrodestilação em Aparelho Clevenger (A); Material vegetal fresco (B); Material vegetal desidratado (C) e coloração levemente amarelada do óleo essencial (D).	51
Figura 5 – Rendimento e desvio padrão do óleo essencial de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. obtido de material fresco e desidratado.	52
Figura 6 – Localização da área de coleta de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo - AL.....	70
Figura 7 – Montagem do experimento de caracterização do crescimento de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. conduzido em Rio Largo- Alagoas. Separação de grupos com 10 perfilhos (A), Identificação prévia de três perfilhos com fitas coloridas (B), Sacos com as touceiras em bandejas para irrigação capilar (C) e (D).	70
Figura 8 – Croqui do experimento de caracterização do crescimento de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük desenvolvido em Rio Largo- Alagoas.	71

Figura 9 – Mensuração das variáveis em <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. Altura da parte aérea (A), Comprimento radicular (B), Diâmetro do colmo (C), Massa fresca (D), Massa seca (E).....	72
Figura 10 – Dados de altura da parte aérea (A), diâmetro do colmo (B), número de folhas (C), comprimento radicular (D), número de inflorescências (E) e número de perfilhos de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. (F) crescendo em casa de vegetação, em diferentes dias após o transplântio.....	74
Figura 11 – Matéria seca da Parte Aérea, da Raiz, Total e Alocação de biomassa (%) de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. em função dos DAT.....	77
Figura 12 – Croqui do experimento conduzido com <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. para a extração de óleo essencial em função dos dias após o transplântio em Rio Largo, AL.	89
Figura 13 – Rendimento de óleo essencial (%) de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. em casa de vegetação em função de 17, 34, 45, 55, 69 e 90 Dias Após o Transplântio, Rio Largo-AL.....	93

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 – Massa em g e datas de coletas das amostras de <i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. frescas e desidratadas.	48
Tabela 2 – Volume em ml do óleo essencial obtido das amostras de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. frescas e desidratadas.....	52
Quadro 1 – Rendimentos de óleos essenciais de espécies de <i>Cyperus</i> L. encontradas na literatura atual.....	55
Tabela 3 – Composição química do óleo essencial de plantas inteiras e floridas de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. em estado fresco (OECSF) e desidratado (OECSD).	56
Tabela 4 – Massa em g e data de colheita das amostras de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. em função dos Dias após o Transplantio (DAT).	90
Tabela 5 – Volume (média com desvio padrão) (ml) e rendimento (%) do óleo essencial obtido de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. em diferentes Dias Após o Transplantio - DAT.....	93
Tabela 6 – Variáveis de crescimento de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. obtidas no experimento do capítulo 2 desta dissertação.	94
Tabela 7 – Composição química do óleo essencial de plantas inteiras e floridas de <i>C. sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. em função do tempo de cultivo.....	97

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

% – Porcentagem

°C – Graus Celsius

µg/ml – Micrograma por mililitro

CO₂ – Dióxido de carbono

m – Metro

mm – Milímetro

h – Hora

g – Grama

ml – Mililitro

µl – Microlitro

µm – Micrômetro

ml.min⁻¹ – Mililitro por minuto

mg.ml⁻¹ – Miligrama por mililitro

°C.min⁻¹ – Graus Celsius por minuto

eV – elétrons-Volt

m/z – Massa sobre carga atômica

m/s – Metro por segundo

± – Mais ou menos

v/w – Massa sobre volume

NID – Composto não identificado

cm – Centímetro

L – Litro

pH – Potencial hidrogeniônico

P – Fósforo

mg/dm³ – Miligrama por decímetro cúbico

K – Potássio

Ca+Mg – Soma de cálcio e magnésio

cmol/dm³ – Centimol por decímetro cúbico

V% – Saturação por bases

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Conhecimento do crescimento da matriz biológica vegetal	16
2.2	Óleos essenciais	17
2.2.1	Processamento do vegetal para a obtenção de óleo essencial.....	19
2.2.2	Fatores de influência no rendimento de óleo essencial.....	20
2.2.3	Óleos essenciais de <i>Cyperus</i> : usos medicinais, perfil químico e rendimento.....	21
2.3	<i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük.	25
	REFERÊNCIAS	30
3	RENDIMENTO E PERFIL QUÍMICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. EM PLANTAS FRESCAS E DESIDRATADAS	40
	RESUMO	40
	ABSTRACT	41
3.1	INTRODUÇÃO	42
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	45
3.2.1	Identificação botânica	45
3.2.2	Área de coleta	45
3.2.3	Delineamento experimental	46
3.2.4	Obtenção e processamento do material botânico.....	46
3.2.5	Extração do óleo essencial de <i>C. sesquiflorus</i> obtido por hidrodestilação	48
3.2.6	Variáveis e análise estatística.....	49
3.2.7	Composição química dos óleos essenciais de plantas de <i>C. sesquiflorus</i> frescas e desidratadas.....	49
3.2.7.1	Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM).....	49
3.2.7.2	Identificação dos constituintes.....	50
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.3.1	Extração e rendimento do óleo essencial de <i>C. sesquiflorus</i>	51
3.3.2	Composição química dos óleos essenciais de plantas frescas e desidratadas.....	56
3.3	CONCLUSÕES	59
	REFERÊNCIAS	60
4	CRESCIMENTO DE <i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük. (CAPIM CHEIROSO)	65
	RESUMO	65

ABSTRACT	66
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	69
4.2.1 Identificação botânica	69
4.2.2 Descrição da área experimental	69
4.2.3 Obtenção do material botânico	69
4.2.4 Delineamento experimental	71
4.2.5 Variáveis analisadas	72
4.2.6 Análise estatística	73
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
4.4 CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS	80
5 RENDIMENTO E PERFIL QUÍMICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Cyperus sesquiflorus</i> EM FUNÇÃO DA IDADE	83
RESUMO	83
ABSTRACT	84
5.1 INTRODUÇÃO	85
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	88
5.2.1 Identificação botânica	88
5.2.2 Descrição da área experimental	88
5.2.3 Delineamento experimental	88
5.2.4 Obtenção e processamento do material botânico para extração de óleo essencial de <i>C. sesquiflorus</i>	89
5.2.5 Extração do óleo essencial de <i>Cyperus sesquiflorus</i> obtido por hidrodestilação	90
5.2.6 Variáveis e Análise estatística	91
5.2.7 Composição química do óleo essencial de plantas de <i>C. sesquiflorus</i> em função do dia após o transplântio	91
5.2.7.1 Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM)	91
5.2.7.2 Identificação dos constituintes	92
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
5.3.1 Extração do óleo essencial de <i>Cyperus sesquiflorus</i>	93
5.3.2 Composição química dos óleos essenciais de plantas de <i>C. sesquiflorus</i> em função da idade	96
5.4 CONCLUSÕES	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS	101

REFERÊNCIAS	102
--------------------------	------------

1 INTRODUÇÃO GERAL

As espécies da família Cyperaceae são conhecidas principalmente pelo impacto econômico negativo que causam à agricultura, pois este táxon abriga plantas infestantes que dificultam a colheita, competem por recursos e podem apresentar alelopatia, afetando a germinação, o desenvolvimento e a produtividade das culturas de interesse (LORENZI, 2006; BRYSON; CARTER, 2008; BRIGHENTI, 2010). Em uma busca pelo termo “Cyperaceae” realizada no banco de dados científicos The Lens (2020) verificou-se que os principais campos de estudo a respeito da família estão voltados à Biologia, Botânica, Ecologia e Geografia. Ou seja, a pesquisa sobre o potencial medicinal da família em questão não é trivial: em busca pelo termo “*medicinal plants*” se destaca Lamiaceae (1.701 trabalhos) e pelo termo “*essential oil*” está vinculada uma numerosa quantidade de artigos com espécies das famílias Lamiaceae (2.125 trabalhos) e Asteraceae (1065 artigos), enquanto espécies de Cyperaceae, como *Cyperus rotundus* L. se destacam nos resultados da busca por “*weed species*” (260 trabalhos).

Apesar dessa realidade, pesquisas têm sido realizadas ao longo dos anos e evidenciam o potencial medicinal das espécies e a produção de óleos essenciais em Cyperaceae ao longo dos anos, como pode ser conferido em algumas revisões de literatura e artigos científicos (ASSUNÇÃO *et al.*, 2020; SPÓSITO; VIRGENS; PUNGARTNIK, 2016; NOGUEIRA *et al.*, 2020; SRIVASTAVA *et al.*, 2014). Investigações com espécies da flora brasileira são incentiváveis para o futuro desenvolvimento de produtos fitoterápicos, e, somado a isso, a área de produtos naturais encontra-se como campo tecnológico em ascensão no Brasil (SPÓSITO; VIRGENS; PUNGARTNIK, 2016).

Em estudos prévios destacou-se a produção de óleo essencial e o uso medicinal de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük (cujo sinônimo é *Kyllinga odorata*), popularmente conhecida como capim cheiroso (PECKOLT; PECKOLT, 2016; TUCKER *et al.*, 2006; GONZÁLES *et al.*, 2009). Esses trabalhos desenvolvidos indicaram meses ideais para obtenção do seu óleo essencial (PECKOLT; PECKOLT, 2016), a localização dos voláteis nos órgãos da planta (GONZÁLES *et al.*, 2009) e o seu perfil químico nas condições ambientais norte americanas (TUCKER *et al.*, 2006). Os Laboratórios de Sistemática Vegetal e o de Farmacognosia da Universidade Federal de Alagoas - (UFAL) tem investigado a composição dos extratos hidroalcoólicos da espécie (BEZERRA *et al.*, 2019); além de estar em andamento por meio dos Programas de Iniciação Científica e Tecnológica, pesquisas sobre a anatomia das partes aéreas e subterrâneas; *screening* fitoquímico, perfil cromatográfico, crescimento

vegetal e avaliação das atividades antimicrobiana e antioxidante de espécies da família Cyperaceae (dados ainda não publicados).

Segundo Gobbo-Neto e Lopes (2007) a taxa de produção de metabólitos secundários pode ser coordenada ou alterada por diversos fatores como a idade e o desenvolvimento do vegetal, o surgimento de novos órgãos, condições de coleta, processamento do material e condições edafoclimáticas, que atuam de modo isolado ou ainda correlacionado, portanto, é relevante detectar as condições e épocas para cultivo e/ou coleta que conduzam a uma matéria-prima vegetal com concentrações desejáveis de princípios ativos.

Dessa forma, podem ser conferidos nos capítulos do atual trabalho de dissertação: a forma de preparação de *C. sesquiflorus* para obtenção de maior rendimento de óleo essencial (Capítulo 1: Rendimento de óleo essencial e perfil químico de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. em plantas frescas e desidratadas); o crescimento da espécie ao longo de 90 dias de cultivo em casa de vegetação em Rio Largo - AL (Capítulo 2: Crescimento de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. (capim cheiroso)) e Capítulo 3: Rendimento e perfil químico do óleo essencial de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. em função da idade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conhecimento do crescimento da matriz biológica vegetal

O emprego medicinal de grande parte de plantas nativas do território brasileiro foi inicialmente desenvolvido por comunidades indígenas e caboclas pelo modelo extrativista (REIS *et al.*, 2007). No entanto, a obtenção de plantas medicinais oriundas de populações espontâneas vem sendo substituída pelo cultivo agrônomico, uma vez que este processo facilita a colheita mecanizada, permite a padronização da qualidade, conserva-se a espécie em seu habitat natural e pode-se cultivar o composto químico ou constituinte ativo de interesse terapêutico (CUNHA *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 1998). Investigações sobre domesticação, produção biotecnológica e melhoramentos genéticos de plantas medicinais, ao invés do uso de plantas selvagens coletadas diretamente no campo, deve levar à obtenção de matérias-primas uniformes e de alta qualidade (EVANS, 1996).

Para o cultivo de plantas medicinais nativas há uma alteração da paisagem natural e cultivá-las requer a domesticação das espécies de interesse, o que implica no domínio tecnológico de todas as etapas de seu desenvolvimento, isto é, o conhecimento sobre a forma de propagação, adaptação ao ambiente de cultivo, forma de crescimento, senescência, produtividade ótima de biomassa e dos princípios ativos de interesse (REIS *et al.*, 2007).

Uma forma viável de propagação de plantas é a via clonal, pois se origina um grupo de plantas a partir de uma única fonte vegetal, trazendo vantagens do ponto de vista agrônomico como uniformidade da população e da colheita e controle das fases de desenvolvimento da planta (HARTMANN *et al.*, 2011). Uma planta que resulta da propagação vegetativa de um broto, perfilho, estaca, bulbo, segmento ou explante pode apresentar variações no tipo de crescimento, tempo de floração e outras características entre diferentes propágulos, dependendo da localização na muda da qual o propágulo foi retirado e o clone é estabilizado, em sua forma madura, por fases vegetativas e reprodutivas consecutivas características (HARTMANN *et al.*, 2011).

A propagação, seja ela sexuada ou assexuada, é fundamentalmente importante para determinar padrões de distribuição de espécies de plantas, por exemplo, a eficiente expansão local das espécies da família Cyperaceae é facilitada pelo crescimento vegetativo de rizomas, estolões, perfilhos, tubérculos e rebentos (BRYSON; CARTER, 2008). As plantas que possuem tais estruturas são geralmente herbáceas perenes, cujos rebentos morrem no final da temporada de crescimento, e o procedimento de propagação que utiliza naturalmente

estruturas destacáveis, como os rebentos é geralmente chamada de separação (HARTMANN *et al.*, 2011).

O crescimento vegetal é o resultado de uma interação físico-bioquímica complexa e do armazenamento e produção fotossintética, que ao ser analisada, leva à compreensão dos processos fisiológicos envolvidos no comportamento das plantas, estejam sob condições ambientais distintas ou sob condições de cultivo (BENINCASA, 1988). O crescimento é avaliado por meio da variação do tamanho morfológico (aumento de volume, de peso, de dimensões lineares de unidades estruturais), resultante da fotossíntese líquida (BENINCASA, 1988). Essa variável tende a diminuir à medida que as plantas entram no período reprodutivo quando ocorre a floração (HARTMANN *et al.*, 2011).

Em relação à expectativa de vida e ao padrão reprodutivo, as plantas podem ser denominadas como plantas anuais (aquelas que completam seu ciclo em uma estação de crescimento, incluindo toda a sequência de germinação para disseminação de sementes e morte após a reprodução); bianuais (aquelas plantas que requerem duas épocas de cultivo para completar seu ciclo de vida); ou perenes (aquelas que repetem o ciclo vegetativo-reprodutivo anualmente, ultrapassando dois anos de vida e que tendem a relacionar-se com períodos adversos dos climas temperados e tropicais (estações seca e chuvosa) com auxílio de estruturas subterrâneas especializadas, como rebentos, rizomas e tubérculos, no caso de plantas herbáceas. Em plantas perenes herbáceas e lenhosas o meristema vegetativo adulto é renovado continuamente por ciclos sazonais de crescimento e desenvolvimento (HARTMANN *et al.*, 2011).

2.2 Óleos essenciais

As plantas são fonte de numerosos compostos conhecidos como metabólitos secundários que não têm implicação direta no crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo frequentemente sintetizados a partir dos metabólitos primários (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). Alguns vegetais são capazes de produzir compostos voláteis ou chamados de óleos essenciais (OE), constituídos de metabólitos secundários pertencentes às classes dos terpenos (como mono-, sesqui- e diterpenos) ou dos fenóis (como os fenilpropanoides), que conferem características organolépticas, tais como o cheiro característico das plantas aromáticas (FIGUEIREDO *et al.*, 2008; BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; RIBEIRO; BONILLA; LUCENA, 2018). Os terpenoides estão entre os compostos de uso farmacológico mais valiosos quanto ao produzidos pelas plantas, lado a lado com alcaloides e substâncias

fenólicas, tais como os fenilpropanoides (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). As misturas que constituem os óleos essenciais são complexas, voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, e são geralmente, odoríferas e líquidas (MORAIS, 2009). Os variados aromas presentes entre os tipos de plantas resultam de diferenças na volatilidade e quantidade dos produtos químicos constituintes dos óleos (FIGUEIREDO *et al.*, 2008).

Os óleos essenciais podem estar armazenados em diversas partes dos vegetais, por exemplo, nas flores, botões, folhas, galhos, madeiras, raízes, rizomas, bulbos, frutas, cascas, sementes e resina (LAWAL; OGUNWANDE, 2013), no entanto dentro de uma família botânica podem ter distribuição restrita a um gênero ou espécie (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). As plantas tendem a acumulá-los em organelas de armazenamento, como vacúolos, ou em estruturas anatômicas especializadas, como canais resiníferos, laticíferos (células produtoras de látex) ou tricomas glandulares (TAIZ; ZEIGER, 2017). Estes metabólitos localizam-se na interface entre o metabolismo primário do vegetal e a interação dos organismos com seu ambiente, sendo produzidos para auxiliar a resposta de defesa da planta e a proteção contra os danos causados por pragas e patógenos; para atrair animais polinizadores; e como moduladores da resposta ao estresse abiótico e, ainda, são apreciadas pelo ser humano por suas propriedades medicinais ou na culinária (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Óleos essenciais são extraídos de plantas principalmente através das técnicas de hidrodestilação, arraste a vapor, e também pela prensagem do pericarpo de frutos cítricos (VANKAR, 2014; BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009), porém há outros métodos de extração como a *enfleurage* ou enfloração, extração por CO₂ supercrítico (método mais utilizado na indústria) e por solventes orgânicos apolares (valor comercial inexistente) (MORAIS, 2009; FIGUEIREDO *et al.*, 2008; NASIM *et al.*, 2016).

A partir de diferentes metodologias de obtenção, os óleos essenciais podem ter aplicação na indústria de perfumaria, de cosmética, alimentícia e ainda, serem aplicados como coadjuvantes de medicamentos (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). O uso dos óleos essenciais é uma importante atividade econômica e integra-se a farmacologia, indústria alimentícia e de cosméticos, podendo ser utilizados como remédios naturais e dotarem de atividades biológicas com potencial terapêutico (LAWAL; OGUNWANDE, 2013).

2.2.1 Processamento do vegetal para a obtenção de óleo essencial

A obtenção dos compostos bioativos de interesse é uma atividade que inclui diferentes etapas, como a amostragem, preparação de amostras, separação, detecção, caracterização dos compostos e análise de dados, sendo a preparação uma etapa fundamental na escolha do método analítico (MOTTALEB *et al.*, 2014). Segundo Mottaleb e colaboradores (2014) as etapas de coleta e preparação das amostras correspondem a 80% do tempo dedicado à análise dos compostos bioativos em materiais biológicos, uma vez que há equipamentos que não permitem procedimentos de amostras realizados diretamente das matrizes. Por outro lado, o método extrativo por hidrodestilação permite o uso de plantas frescas ou secas para a obtenção de óleos essenciais.

A etapa de colheita do material vegetal implica na interrupção dos processos fisiológicos dos vegetais, iniciando-se assim a degradação de seus princípios ativos, devido a uma série de transformações bioquímicas (SAAD *et al.*, 2009; REIS *et al.*, 2007). Dessa forma, após a colheita, a planta deve ser utilizada ou estabilizada, a fim de se evitar a deterioração dos princípios medicinais (SAAD *et al.*, 2009).

Diante dessa possibilidade de degradação e consequente perda do princípio ativo de interesse, a indústria farmacêutica utiliza o processo de secagem de plantas medicinais, visando conservá-las para comercialização e uso, uma vez que a desidratação minimiza a perda de princípios ativos e atrasa sua deterioração por agentes deletérios, tais como bactérias, enzimas e fungos, devido à redução da atividade enzimática vegetal (OLIVEIRA *et al.*, 1998; MATOS, 2007; MELO *et al.*, 2019). Além disso, a operação de secagem das partes vegetais (folhas, flores, botões, frutos, cascas, raízes, tubérculos) minimiza o volume de material requerido para a obtenção de fitoterápicos, reduzindo-se os custos (MATOS, 2007; CUNHA *et al.*, 2009).

Como consequência do processo de secagem, acelera-se a evaporação da água, e inativam-se processos enzimáticos (MATOS, 2007; CUNHA *et al.*, 2009), porém em plantas produtoras de óleo essencial, elevadas temperaturas podem levar a decomposição de alguns constituintes químicos do óleo e ao rompimento de células de armazenamento, tais como tricomas, ocasionando dessa forma a volatilização do óleo e redução no teor adquirido (MOHAMMAD *et al.*, 2018). A volatilidade dos compostos químicos dos óleos essenciais torna-os matérias-primas suscetíveis ao efeito de altas temperaturas (SADOWSKA; ŁAPCZYŃSKA-KORDON; ŻABIŃSKI, 2016).

Registros na literatura apontam a obtenção de óleo essencial de plantas de *Cyperus* spp. frescas (POYRAZ; DEMIRCI; KÜÇÜK, 2018; ERDEM *et al.*, 2018) e de plantas desidratadas por meio de secagem ao ar livre (HASSANEIN *et al.*, 2014; LAWAL *et al.*, 2016); secagem a temperatura ambiente sob ar-condicionado (ZOGHBI *et al.*, 2008) e secagem em estufa (SILVA, *et al.*, 2014; KASPER *et al.*, 2018). No entanto, na literatura verificaram-se lacunas de estudos quanto ao rendimento do óleo das espécies de Cyperaceae em diferentes temperaturas e sob diferentes métodos de secagem, bem como a ausência de comparação do rendimento em plantas *in natura* e desidratadas. Estas informações podem trazer melhorias na qualidade dos óleos obtidos e minimizar a formação de artefatos durante o processo extrativo.

2.2.2 Fatores de influência no rendimento de óleo essencial

Os constituintes do óleo essencial são influenciados por fatores genéticos e condições ambientais (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). O metabolismo e o desenvolvimento dos vegetais são regulados por ciclos circadianos, com envolvimento de cerca de um terço de todos os genes da planta exibindo regulação circadiana em sua expressão (TAIZ; ZEIGER, 2017). A lista de genes com a transcrição regulada ciclicamente inclui não só os previsivelmente envolvidos na fotossíntese, no metabolismo de carbono e na absorção de água, mas muitos genes envolvidos na defesa das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A fim de reconhecer plenamente a melhor época de coleta da planta em termos de composição e/ou rendimento do óleo, é importante saber os fatores que influenciam a produção, e saber, para cada caso particular, suas especificidades e requisitos (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). A interação biótica entre a planta e microrganismos, a planta e insetos, e entre plantas, bem como os estímulos ambientais no qual ela se encontra, tais como luminosidade, temperatura, pluviosidade, nutrição, estações do ano (sazonalidade) podem redirecionar a rota metabólica e ocasionar a biossíntese de compostos químicos distintos (MORAIS, 2009). A época em que uma planta é coletada é um dos fatores de maior importância, visto que a quantidade e, às vezes, até mesmo a natureza dos constituintes ativos não é constante durante o ano (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

De acordo com Morais (2009) e Figueiredo *et al.* (1997) a composição química e o teor de óleo essencial de uma espécie podem sofrer alterações em função da idade, horário de coleta, estágio de desenvolvimento da planta, ciclo de atividade do polinizador, lesões mecânicas ou químicas e tipo de material vegetal de modo que influenciam a quantidade total

de metabólitos secundários produzidos e a proporção relativa destes compostos. Sabe-se também que tecidos mais novos geralmente possuem maior taxa biossintética de metabólitos (HARTMANN, 1996). A formação de óleos voláteis, em geral, parece aumentar em temperaturas mais elevadas, apesar de dias muito quentes levarem a uma perda excessiva destes metabólitos, enquanto chuvas contínuas podem resultar na perda de substâncias hidrossolúveis das folhas e raízes por lixiviação (EVANS, 1996).

O conteúdo total e as proporções relativas de metabólitos secundários em plantas sofrem variações temporais e espaciais que ocorrem em diferentes níveis (sazonais e diárias; intraplanta, inter e intraespecífica) e, apesar da existência de um controle genético, a expressão pode sofrer modificações resultantes da interação de processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e evolutivos (LINDROTH *et al.*, 1987; HARTMANN, 1996; GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Diferenças no tipo e na quantidade de compostos químicos de óleos essenciais intraespecíficos podem ocorrer devido a alterações atribuídas ao clima, condições ambientais e nutricionais das plantas, quimiotipo, localização geográfica, período de colheita e tempo de armazenamento (JANAKI *et al.*, 2018; AI MASSARANI *et al.*, 2016). Sabe-se que muitas espécies apresentam diferenças marcantes na composição, enquanto outros têm uma composição mais ou menos estável (FIGUEIREDO *et al.*, 1997).

Com Cyperaceae destaca-se o trabalho de Santos (2014) que ao investigar o óleo essencial de *Cyperus rotundus* L. ao longo de um ano verificou variação no teor no período seco e chuvoso, bem como variação dos principais constituintes em função da época do ano em que os tubérculos foram coletados, tendo sido considerados os fatores abióticos como temperatura, época de coleta e precipitação, para a avaliação da variação sazonal. Em função da localidade na Índia, o rendimento e composição química do óleo essencial de Nagarmotha (*Cyperus scariosus* R. Br.) também variou (KUMAR *et al.*, 2015).

Por fim, Figueiredo e colaboradores (1997, 2008) afirmaram que para produção comercial de produtos oriundos do metabolismo secundário vegetal um conjunto de fatores precisa ser considerado, tais como as condições políticas, forma de armazenamento, a quantidade de material vegetal obtida e o espaço destinado ao trabalho.

2.2.3 Óleos essenciais de *Cyperus*: usos medicinais, perfil químico e rendimento

Algumas famílias de plantas são particularmente ricas em metabólitos secundários como Apiaceae/Umbelliferae, Asteraceae/Compositae, Cupressaceae, Hypericaceae

/Guttiferae, Lamiaceae / Labiatae, Lauraceae, Leguminosae/Fabaceae, Liliaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Oleaceae, Pinaceae, Rosaceae e Rutaceae (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). Cyperaceae pode abrigar indivíduos produtores de óleo essencial, óleo fixo, resina e grande quantidade de celulose, no entanto, as suas hastes e as folhas, por serem pouco suculentas, pouco nutritivas e quase secas, não servem para alimentação dos animais (PECKOLT; PECKOLT, 2016).

A importância econômica, etnobotânica e agrícola desta família são conhecidas há mais de vinte anos (SIMPSON; INGLIS, 2001; BRYSON; CARTER, 2008) e no tocante a investigações a respeito dos óleos essenciais produzidos por espécies de *Cyperus* L. foram realizadas pesquisas sobre a presença e composição de voláteis nos órgãos de espécies como *Cyperus scariosus* R. Br. (UPPAL; CHHABRA; KALSI, 1984), *Cyperus articulatus* L. (priprioca), utilizados pela empresa Natura Cosméticos, na linha Ekos Priprioca (CASTELLANI *et al.*, 2011; HASSANEIN *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2014; ZOGHBI *et al.*, 2008); de *Cyperus esculentus* L. (HASSANEIN *et al.*, 2014); de *Cyperus giganteus* Vahl (ZOGHBI *et al.*, 2006); de *Cyperus papyrus* L. (HASSANEIN *et al.*, 2014; LAWAL *et al.*, 2016), de *Cyperus prolixus* Kunth (ZOGHBI *et al.*, 2008) e nos órgãos da invasora voraz *Cyperus rotundus* L. (tiririca), que se estabelece no topo das espécies mais investigadas (POYRAZ; DEMIRCI; KÜÇÜK, 2018; AGHASSI; NAEEMY; FEIZBAKHS, 2013; PERRONE *et al.*, 2014; SANTOS, 2014; ZOGHBI *et al.*, 2008, ASSUNÇÃO *et al.*, 2020).

O fornecimento de óleo essencial também foi elucidado em *Cyperus afrorobustus* Lye (GUILHON *et al.*, 2008; PAUDEL *et al.*, 2012), *Cyperus hortensis* (Salzm. ex Steud.) Dorr (JARAMILLO-COLORADO *et al.*, 2016) e *Cyperus erectus* (Schumach.) Mattf. & Kük. (MAHMOUT *et al.*, 1993; OYEDEJI *et al.*, 2010).

O número de pesquisas sobre o aspecto positivo do gênero *Cyperus* é minoritário, mas tais investigações justificam-se por se tratar de uma fonte medicinal promissora e eficaz de plantas silvestres, pois possui atividades farmacológicas e bioativas (SRIVASTAVA *et al.*, 2014). Os rizomas tuberosos de algumas espécies são medicinais, alimentares, aromáticos ou amargos (PECKOLT; PECKOLT, 2016).

Apesar do déficit de pesquisas, o registro de patentes relacionadas ao potencial terapêutico dos compostos químicos ou preparações medicinais do gênero *Cyperus* L. são encontrados nas bases de dados (SPÓSITO; VIRGENS; PUNGARTNIK, 2016). Analisando o depósito patentário de tecnologias com uso de OE de *Cyperus* L, Assunção e colaboradores (2020) salientaram que o registro na base de dados do Brasil se mantém inexistente, não sendo, portanto, uma prioridade nacional.

Nesse contexto, a China é o país com domínio no número de patentes com utilização dos óleos de *Cyperus* L., aplicando-os sozinhos ou combinados, em formulações da Medicina Tradicional Chinesa (MTC), como tratamento aos problemas voltados à saúde feminina, ansiedade e depressão, inflamação da bexiga, gordura no fígado, tratamento de dores e problemas de circulação sanguínea, além de outras composições com o gênero devido ao efeito antimicrobiano em humanos e animais, efeito anti-inflamatório e anticâncer (ASSUNÇÃO *et al.*, 2020).

Segundo Figueiredo e colaboradores (2008) os metabólitos secundários podem desempenhar efeito biológico marcante em outros organismos, sendo assim a busca por substâncias biologicamente ativas incentivou o uso de óleos essenciais como antimicrobianos e antioxidantes em alimentos e produtos alimentícios. A atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de *Cyperus* L. tem sido evidenciada em *C. articulatus* e *C. rotundus* com resultados positivos anti-cândida; o crescimento de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis* e *Escherichia coli* foi inibido pelo uso do óleo de *C. papyrus* e *C. rotundus* apresentou ação antibacteriana frente à *Staphylococcus aureus*, danificando a membrana celular da bactéria e a via de apoptose mediada por membrana (DUARTE *et al.*, 2005; LAWAL *et al.*, 2016; ZHANG, *et al.*, 2017). Os resultados obtidos com o óleo essencial do rizoma de *C. articulatus* indicam o potencial anticâncer de fígado (NOGUEIRA *et al.*, 2020).

Os estudos de Jaramillo-Colorado e colaboradores (2016) indicaram que o óleo essencial de *Cyperus hortensis* (Salzm. ex Steud.) Dorr pode ser uma alternativa promissora para novos antioxidantes, repelentes e biocidas. O óleo essencial de *C. rotundus* pode ser usado como um substituto adequado de pesticidas químicos para proteger os produtos armazenados contra as pragas *Trogoderma granarium* Everts; *Callosobruchus maculatus* F. e *Oryzophilus surinamensis* L. (JANAKI *et al.*, 2018).

Os componentes químicos presentes nos óleos essenciais são responsáveis pelo princípio ativo desses compostos, sendo classificados em função da sua concentração como compostos majoritários ou principais, sendo geralmente o desejo e o fator pelo qual ocorre a exploração econômica das plantas produtoras de óleo; e como componentes traços, sendo aqueles que se apresentam em baixas concentrações (VITTI; BRITO, 2003). A composição química dos óleos essenciais de espécies de *Cyperus* é constituída geralmente de traços de monoterpenos com predominância de sesquiterpenos do tipo cariofilano, eudesmano, rotundano e patchoulano, sendo o cipereno, α -ciperona e ciperotundona os principais hidrocarbonetos identificados (SANTOS, 2014).

Segundo Lawal e Ogunwande (2013) as espécies medicinais africanas *Cyperus esculentus* e *Cyperus erectus* (Schumach.) Mattf. & Kük. contém os constituintes majoritários *cis*-calameneno e, α -humuleno e 1,8-cineol, respectivamente.

As pesquisas sobre a composição química de *C. rotundus* revelaram um perfil químico variável e constituído por componentes principais: α -ciperona (LAWAL; OGUNWANDE, 2013); 5-oxoisolongifoleno, α -gurjuneno, (*Z*)-valerenilacetato e α -selineno (AGARWAL *et al.*, 2015). Dentre os 30 componentes encontrados nas raízes, α -ciperona, cipereno e α -selineno apareceram como os principais componentes do óleo essencial da referida espécie (ZHANG *et al.*, 2017; HU *et al.*, 2017).

De um total de 35 componentes, α -ciperona, cipereno, óxido de cariofileno e β -selineno foram os compostos majoritários em *C. rotundus* (LIU *et al.*, 2016); dezenove compostos foram identificados no OE da espécie, dos quais os sesquiterpenos α -ciperona, 4-oxo- α -ilangeno e óxido de cariofileno, e o monoterpeneo *trans*-pinocarveol foram os compostos principais (AI MASSARANI *et al.*, 2016); os sesquiterpenos elemenona, α -ciperona e óxido de cariofileno foram os principais constituintes no estudo de Janaki e colaboradores (2018); já nos estudos de Aghassi; Naeemy e Feizbakhsh (2013) os componentes cipereno e ciperotundona foram os majoritários. Como exemplos de componentes traços verificados no óleo essencial de *C. rotundus* estão α -pineno, β -pineno, ciperol, rotundino entre outros (AGARWAL *et al.*, 2015) e em outro estudo foram identificados (D)-limoneno; 1,8-cineol; linalol; verbenona (ZHANG *et al.*, 2017).

O perfil químico de *C. articulatus* mostrou um total de 31 compostos, referentes a sesquiterpenos, seguidos por monoterpenos e traços de hidrocarbonetos e ácidos, além dos compostos até então não identificados nos rizomas da planta: nootkatona, 6-metil-3,5-heptadien-2-ona, retineno, nopinona, ciclo eucalenol, anozol, toosendanina, furanona, etanona e vitamina A (KAVAZ; IDRIS; ONYEBUCHI, 2018). No estudo de Nogueira e colaboradores (2020) identificou-se sesquiterpenos (oxigenados e hidrocarbonetos) e monoterpenos (hidrocarbonetos e oxigenados) e vestígios de diterpenos como compostos principais, dentre eles muskatona, ciclocolorenona, α -pineno, pogostol, α -copaeno e óxido de cariofileno; segundo os estudos de Lawal e Ogunwande (2013) *cis*-calameneno (R) foi encontrado como componente majoritário de *C. articulatus* e os compostos principais ciperotundona, piperitona, β -maalieno, germacrona, cedrol, guaia-5-en-11-ol foram encontrados por Olawore e colaboradores (2006).

Segundo Figueiredo e colaboradores (2008) os metabólitos secundários são frequentemente acumulados em altas concentrações no vegetal, correspondendo de 1 a 3% do

peso fresco. O rendimento dos óleos essenciais de *Cyperus* L. pode variar de modo intraespecífico, em pesquisas com *C. rotundus* foram obtidos 0,2% (AGARWAL *et al.*, 2015; AI MASSARANI *et al.*, 2016); 0,78% (LIU *et al.*, 2016); 0,83 % (ZHANG *et al.*, 2017) e 1,5% (AGHASSI; NAEEMY; FEIZBAKHS, 2013). Os levantamentos realizados com *C. articulatus* revelaram rendimentos do óleo essencial de 0,58%, 0,60% e 0,62% (OLAWORE *et al.*, 2006; NOGUEIRA *et al.*, 2020).

2.3 *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük.

Cyperus sesquiflorus (Torr.) Mattf. & Kük. é o nome botânico válido para *Kyllinga odorata* Vahl, pertencente à família Cyperaceae. Esta família se originou no final do Cretáceo e ocupa a terceira posição em relação à diversidade, dentre as monocotiledôneas mundiais, abrigando cerca de 5.400 espécies distribuídas em 106 gêneros (ESCUADERO; HIPPEL, 2013; GOVAERTS *et al.*, 2007; HEYWOOD *et al.*, 2007).

Cyperaceae inclui espécies consideradas como as ervas daninhas mais difíceis de controlar do mundo, cujo comportamento invasor é popularizado no território brasileiro, onde ocorrem mais de 600 espécies (200 endêmicas do Brasil), distribuídas em cerca de 30 gêneros (CARVALHO; JACOBSON, 2005; LORENZI, 2006; BRYSON; CARTER, 2008; ALVES *et al.*, 2015). A alta capacidade reprodutiva, o crescimento rápido, a proliferação vegetativa com estruturas como estolões, rizomas, rebentos e tubérculos, a dormência estendida de sementes, numerosos e pequenos aquênios, curto ciclo de vida, tolerância a diversas condições ambientais, produção de metabólitos secundários são estratégias típicas de espécies infestantes, tais como as pertencentes à Cyperaceae, que promovem a expansão em habitats perturbados além de possuir espécies com metabolismo C3 e C4, sendo o ciclo C4 importante no sucesso como plantas daninhas em *Cyperus*, *Fimbristylis*, *Kyllinga* e *Bulbostylis* (BAKER, 1974; BRYSON; CARTER, 2008).

A família é quase exclusivamente polinizada por anemofilia, dispersada por anemocoria, por zoocoria em menor grau, e de maneira antrópica em função do interesse em plantas ornamentais ou de modo não intencional em exportação de lã; lastros; pela cultura do arroz; revegetação, recuperação, erosão, controle e melhoramento do solo e por rodovias e ferrovias (BRYSON; CARTER, 2008).

A família Cyperaceae inclui espécies herbáceas perenes ou anuais, com ocorrência em uma ampla gama de ambientes, apresentando hábitos terrestres, raramente aquáticas submersas ou escandentes; espécies perenes rizomatosas, estoloníferas, bulbosas ou sub

bulbosas e espécies anuais geralmente cespitosas (PRATA; SIMPSON, 2009). As principais características descritivas em Cyperaceae são:

Escapos trígonos ou cilíndricos. Folhas sésseis, alternas espiraladas, formando rosetas basais ou espaçadas em entrenós desenvolvidos; lâmina foliar presente ou ausente; bainhas fechadas. Inflorescências simples ou compostas, uniespiculadas ou pluriespiculadas, antelas, racemos, corimbos, glomérulos, espigas, grupos digitados ou fascículos seriados. Espiguetas uni ou bissexuadas, 2-plurifloras. Glumas férteis ou estéreis. Flores uni ou bissexuadas envolvidas por uma gluma; perianto presente ou ausente, modificado em cerdas (6-7) ou em hipogínio trilobado. Ovário uniovulado, placentação basal, ereta. Estames 1-3, livres; anteras rimosas, ditecas. Estilete linear, subulado ou deltoide, base persistente ou decídua; estigmas 2-3, glabros ou fimbriados. Fruto aquênio (RIBEIRO *et al.*, 2014, p. 152).

Dentre os gêneros de Cyperaceae, *Cyperus* L. e *Kyllinga* Rottb. possuem estreita relação e reúnem a nível mundial, respectivamente cerca de 950 espécies (segundo gênero mais diverso da família e o mais rico das regiões tropicais) e 50 espécies (TUCKER, 1998; MUASYA, 2002; ALVES *et al.*, 2015). A qualificação de *Kyllinga* Rottb. como gênero ou subgênero de *Cyperus* não se encontra bem definida na literatura (BRYSON; CARTER, 2008), especialmente pela classificação filogenética, cuja evidência molecular apoia a circunscrição de *Cyperus* para incluir *Kyllinga* e outros gêneros segregados (MUASYA, 2002). Tradicionalmente a distinção taxômica é feita observando-se em *Kyllinga* os estiletos bífidos, aquênio biconvexo, inflorescência em espigas densas e espiguetas caducas quando maduras e uma a duas flores; enquanto *Cyperus* apresenta os estiletos trífidos, aquênio geralmente trígono, inflorescência em espigas laxas com espiguetas persistentes e plurifloras (MONTI; MANDRILE, 1998; COSTA; PRATA; ALVES, 2012).

Aqui adotaremos pragmaticamente a abordagem filogenética que considera o gênero *Cyperus* com a inclusão de *Kyllinga* (MUASYA, 2002). Segundo Peckolt e Peckolt (2016) a denominação *Cyperus*, deriva do grego, e significa tirado de *Cypre* ou *Cypris* consagrado a Vênus (assim antigamente chamava-se a ilha de Chipre). O gênero *Cyperus* indica as propriedades afrodisíacas que possuem os rizomas de algumas espécies dessa família, principalmente os de *Cyperus esculentus* L (PECKOLT; PECKOLT, 2016). O gênero *Cyperus* é chamado na língua chinesa como “xiangfu ou xiangfuzi”, tal sufixo xiang significa perfumado, sendo utilizado para fragrâncias fortes e agradáveis (SRIVASTAVA *et al.*, 2014).

O gênero abriga espécies de plantas aromáticas e produtoras de óleo essencial, destacando-se neste trabalho *C. sesquiflorus* (que possui sinonímia com *K. odorata*), cujo nome popular “capim cheiroso” faz referência ao agradável aroma das folhas e seus rebentos, oriundo do seu metabolismo secundário. A espécie também é conhecida popularmente como capim barata, jacapé, jaçapê, jaçapé, capim cidreira, capim de cheiro, erva cidreira em capim,

capim limão, barba de boi, capim marinho, capim jossá, paraturá (PECKOLT; PECKOLT, 2016).

O capim cheiroso é uma espécie perene, herbácea terrícola e nativa do Brasil, porém não endêmica, que ocorre nas cinco regiões do país e possui distribuição Pantropical se estendendo pelas Américas, Continente Africano, Oceania, Ásia e Europa (ALVES *et al.*, 2015; SIMPSON; INGLIS, 2001; GBIF, 2019; BRYSON; CARTER, 2008). É considerada uma espécie invasora, facilmente encontrada com partes reprodutivas em todos os meses do ano, ocorrendo em campos secos, campos úmidos, afloramentos rochosos, turfeiras, banhados, terrenos baldios, canais de irrigação e áreas ruderais (TREVISAN *et al.*, 2007; SIMPSON; INGLIS, 2001; MACHADO FILHO *et al.*, 2015).

Em relação à dispersão da espécie via antrópica, “wool aliens”, ou seja, remessa de lâs tosquiadas contendo aquênios de *C. sesquiflorus* é citada como uma forma, assim como por meio de poda de grama de jardim e de campos de golfe nos Estados Unidos (BRYSON *et al.*, 1997; SEEL; MURRELL, 1996).

O comportamento infestante de *C. sesquiflorus* foi verificado no Brasil em área de plantio direto na região sudoeste da Amazônia (VARGAS, 2016), formando também populações consideráveis e amplas touceiras em culturas de arroz (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010). A espécie foi identificada junto à comunidade espontânea em plantios de mamoeiro na Bahia (NETO *et al.*, 2018), em cultivo de banana no Acre (ALMEIDA *et al.*, 2018), em cultivo de arroz de sequeiro no Maranhão (SILVA *et al.*, 2014) e em pastagens no estado do Amazonas (GALVÃO, 2011). Apesar disso, não há registro oficial da espécie como uma infestante de culturas brasileiras no “Banco de dados de espécies de ervas daninhas em culturas e países” (FAO, 2020). No Quênia a espécie é utilizada como forragem para mulas e cavalos sem efeito tóxico aparente (BURKILL, 1985).

Em relação às características descritivas de *C. sesquiflorus*, a espécie apresenta o hábito cespitoso, com rizomas de entrenós curtos, inflorescência estramínea, ausência de espínulas na carena das glumas e a presença de folhas velhas remanescentes aderidas à base das plantas maduras (TREVISAN *et al.*, 2007). Segundo Carter (2005) e Bryson e Carter (2008) a espécie pode ter hábito anual ou perene de curta duração em climas quentes.

Possui de 10–45 cm de altura, com bainha foliar de 0,5–10 cm, recobrando cerca de 1/5 do escapo; lâmina foliar 5–30 × 0,3 cm. Escapo 10–45 × 0,1–0,3 cm, trígono. Brácteas involucrais 2–5(6), 5–20 cm compr., desiguais em comprimento. Espiga globosa a oblongo-cilíndrica, 5–20 × 7 mm, ca. 200 espiguetas, alva; espigas laterais 1–4, até 7 mm compr., menores que a principal. Ráquis cilíndrico, ca. 0,8 mm diâm. na base, pedicelo ausente. Espiguetas uniflora ou biflora. Espiguetas uniflora, 2,5–3 × 1 mm, lanceolada. Glumas 2, 2,5–3 × 2 mm, oboval a lanceolada, 4–6 linhas submarginais longitudinais; carena lisa. Espiguetas biflora, ca. 3 × 2 mm, oval.

Glumas 3, 2,5–3 × 1 mm, oboval a lanceolada, ca. 8 linhas submarginais longitudinais; carena lisa. 2 estames. Aquênio ca. 1 × 1 mm, obovóide, preto (COSTA; PRATA; ALVES, 2012, p. 798-799).

O aroma das folhas, rebentos e do óleo essencial da espécie é forte e semelhante ao da erva cidreira e do limão, sendo perdido em procedimentos de secagem do material vegetal (PECKOLT; PECKOLT, 2016). “O capim cheiroso pode ser empregado com vantagens em todos os casos em que é prescrita a erva cidreira (*Melissa officinalis* L.)” (PECKOLT; PECKOLT, 2016, p. 279). Informações a respeito do seu óleo essencial, em conjunto ao de outras plantas úteis e medicinais do Brasil foram inicialmente estudados pelo botânico e químico alemão Theodor Peckolt e seu filho Gustav Peckolt, culminando na publicação de um importante volume de dados entre 1888 e 1914 (PECKOLT; PECKOLT, 2016).

Aproximadamente após cerca de um século dos estudos desenvolvidos pela família Peckolt, Tucker e colaboradores (2006) investigaram a composição química do óleo de *C. sesquiflorus*; Gonzáles e colaboradores (2009) identificaram a presença de células secretoras na parte subterrânea da espécie e Novoa, Colares e Arambarri (2012) notaram a presença abundante de gotículas de óleo no tecido do parênquima dos rizomas. Em recente trabalho Ekeke e Ogazie (2018) descreveram a anatomia do colmo de espécies de Cyperaceae e documentaram a ocorrência de cavidades lisígenas em algumas espécies da família.

Segundo os registros de Peckolt e Peckolt (2016) as características do óleo essencial incluem cor amarelada, sabor picante e densidade menor que a da água (0,873) a + 13 °C e algumas recomendações são indicadas à sua obtenção, tais como os meses de agosto, setembro com os maiores teores, uma vez que o rendimento do óleo essencial das folhas, obtido por destilação, varia de acordo com a época de colheita, que preferencialmente deve ser feita anterior ao período reprodutivo da espécie.

Apesar do caráter negativo vinculado à família Cyperaceae (CARVALHO; JACOBSON, 2005), o potencial medicinal de espécies da família tem sido evidenciado ao longo dos anos (RAJU *et al.*, 2011; SIVAPALAN, 2013; BHAWNA *et al.*, 2013; SRIVASTAVA *et al.*, 2014; AL MASSASANI *et al.*, 2016). Em estudos a respeito das plantas medicinais utilizadas pelos indígenas Guarani no litoral sul de Santa Catarina, desenvolvidos por Noelli (1993) e por Pereira *et al.*, (2016) o uso de sete táxons da família Cyperaceae foram mencionados, incluindo-se as folhas da espécie *C. sesquiflorus*, que recebem o nome de “Kapi'i kati”. Na região sul do Brasil e no Paraguai, *C. sesquiflorus* é incorporada a bebida conhecida como Tereré, devido às propriedades calmantes (CARVALHO; GOMES, 2009).

No Paraguai os rizomas frescos de *C. sesquiflorus* são comercializados em forma de maços, nos principais mercados do país, pelo seu nome popular, com finalidade medicinal (GONZÁLES *et al.*, 2009). A mesma prática é comum na região do Rio da Prata, na Argentina (NOVOA; COLARES; ARAMBARRI, 2012), país aonde o emprego medicinal de *C. sesquiflorus* chega até a região da estepe pampeana (MONTI; MANDRILE, 1998). Peckolt e Peckolt (2016) também indicam o uso da planta em estado fresco para fins medicinais.

De acordo com Gonzáles e colaboradores (2009) *C. sesquiflorus* possui flavonas e taninos que desencadeiam atividade diurética, antiespasmódica, antidiarreica e adstringente. Segundo Peckolt e Peckolt (2016) a infusão ou alcoolatura da espécie possui propriedade carminativa, ou seja, facilitam a expulsão de gases do estômago; acalmando as gastralgias e por esta razão é preconizada, como excitante estomáquico. Em extratos hidroalcoólicos das partes aérea e subterrânea de *C. sesquiflorus* os estudos realizados por Bezerra e colaboradores (2019) detectaram compostos químicos com potencial interesse farmacológico, tais como derivados do ácido ferúlico, derivados do ácido *p*-coumarico e a miricitrina (Parte aérea) e derivados do ácido clorogênico, quercetina, luteolina e crisina, encontradas na parte subterrânea, além de alcaloides (BEZERRA *et al.*, 2019).

No tocante à composição química do óleo essencial de *C. sesquiflorus* apenas um estudo foi desenvolvido por Tucker e colaboradores (2006) no Mississippi, Estados Unidos, país em que a espécie foi introduzida da Ásia antes de 1836 passando a colonizar gramas, pastos e estradas (TORREY, 1836; BRYSON; CARTER, 2008), identificando-se vinte e três componentes químicos diferentes, destacando-se como majoritários a dihidrokaranona (um sesquiterpeno) e aristoloqueno, compostos que segundo os autores, ainda não haviam sido registrados para Cyperaceae.

A dihidrokaranona é encontrada na madeira da espécie *Aquilaria malaccensis* Lam. (Thymelaeaceae), planta medicinal utilizada como calefator, tônico alternativo, carminativo, laxante, estomacal, diurético, afrodisíaco e febrífugo; aplicado para as doenças do ouvido e da pele, soluço, leucoderma, diarreia crônica, bronquite, asma (GHANI, 1998; MEIER; KOHLENBERG; BRAUN, 2003).

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, S., PRAKASH, R., MATHUR, R. M., SRIVASTAVA, A. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oil of Tubers of *Cyperus Rotundus* Linn. Collected From Kannauj (U.P.). **Research Paper**, v. 4, n. 11, p. 54-55, 2015.
- AGHASSI A., NAEEMY A., FEIZBAKHS, A. Chemical Composition of the Essential Oil of *Cyperus rotundus* L. from Iran. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.16, n.3, p. 382-386, 2013.
- AI MASSARANI, S., AI ENZI, F., AI JOMAIHAH, N., AI AMRI, R., BASER, K. H. C., TABANCA, N., ESTEP, A. S., BECNEL, J.J., BLOOMQUIST, R., DEMIRCI, B. Composition & biological activity of *Cyperus rotundus* L. tuber volatiles from Saudi Arabia. **Natural Volatiles & Essential Oils**, v.3, n.2, p. 26-34, 2016.
- ALMEIDA, U. O., ANDRADE NETO, R. C., LUNZ, A. M. P., TAVELLA, L. B., MARINHO, J. T. de S., NOGUEIRA, S. R. Ocorrência de plantas daninhas em cultivo de bananeira comprida em diferentes espaçamentos no estado do Acre. **Journal os Basic Education, Technical e Technological**, v5, n.1, p. 188-203, 2018.
- ALVES, M., HEFLER, S.M., TREVISAN, R., SILVA FILHO, P.J.S., RIBEIRO, A.R.O. 2015. Cyperaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB35092>>. Acesso em 22 de julho de 2019.
- ASSUNÇÃO, A.C.R., PRATA, A.P.N., NASCIMENTO, T.G., ALMEIDA, L.M.; SILVA, S.A.S., NASCIMENTO, H.H.C., FREITAS, J.M.D., SANTOS, M.J.L. Prospecção tecnológica de espécies do gênero *Cyperus* L. (Cyperaceae): uma investigação do seu potencial antimicrobiano. **Revista Humanidades e Inovação**, v.7, n.4, p. 315-326, 2020.
- AZHARI, H., NOUR E MAJDA, A., ALI E MWADDA, A., SHAREF E LINA, O., ELBADRI E FATIMA, A., AHMED E NOUR, A. H., MOHAMMED, SULIEMAN. Effect of different extraction techniques on yield and quality of essential oils from rhizomes of *Cyperus rotundus*. In: International Conference Of Chemical Engineering And Industril Biotechnology, ICCEIB 2018, 1-2 Aug 2018, Seri Pactice Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia. p. 1-10... (Unpublished).
- BAKER, H. G. The Evolution of Weeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.5, n.1, p. 1–24, 1974. Doi:10.1146/annurev.es.05.110174.000245
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (Noções básicas)**. Jaboticabal, FUNEP, 42 p., 1988.
- BEZERRA, J.J.L., NASCIMENTO, T. G., REGIANNE, U. K., PRATA, A. P. N. Phytochemical screening, chromatographic profile and evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of three species of the Cyperaceae Juss. Family. **Journal of Medicinal Plant Research**, v. 13, n.14, p. 312-320, 2019.
- BHAWNA, K., SHARMA, S. K., SINGH, L., MOHAPATRA, S. *Cyperus Scariosus*: A Potential Medicinal HERB. **International Research Journal of Pharmacy**, v. 4, n.6, 2013.

BIZZO, H.R., HOVELL, A.M., REZENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, Vol. 32, No. 3, 588-594, 2009.

BRIGHENTI, A. M. Manual de Identificação e Manejo de Plantas Daninhas em Cultivos de Cana-de-açúcar, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Gado de Leite**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Juiz de Fora, 2010.

BRYSON, R.; CARTER, L. B.; MCCARTY, L.B.; YELVERTON, F. H. *Kyllinga*, a genus of neglected weeds in the continental United States. **Weed Technology**, v.11, p. 838–842, 1997.

BRYSON, C.T.; CARTER, R. The Significance of Cyperaceae as Weeds. In: NACSI, R.F.C.; FORD, B.A. **Sedges: uses, diversity, and systematics of the Cyperaceae**. St. Louis : Missouri Botanical Garden, . 298, 2008.

BURKILL, H. M. The Useful Plants of West Tropical Africa 1 (2). **Royal Botanic Gardens, Kew**, 1985.

CARTER, R. An introduction to the sedges of Georgia. **Tipularia**, v. 20 p.15–44, 2005.

CARVALHO, F. A.; JACOBSON, T. K. B. Invasão de plantas daninhas no Brasil: uma abordagem ecológica. In: Simpósio Brasileiro Sobre Espécies Exóticas Invasoras, 1., 2005, Brasília, DF. **Anais...** Disponível em: http://tot.dti.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3894/Coffee%20Science_v1_n2_p126-134_2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y acesso em 21/07/2019

CARVALHO, F. S., GOMES, M.J.T., **ESTUDO DO CAMPO SEMÂNTICO-LEXICAL DAS ERVAS UTILIZADAS NO TERERÉ**, 7 ° SEMEX- Seminário de Extensão Universitária da UEMS- 7° ENIC- Encontro de iniciação científica da UEMS, 2009, (Encontro). Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1126/1148> acesso em 15/07/2019.

CASTELLANI, D.C.; DOMENICO, C.I.; RONCOLETTA, L.M.A.; SILVA, A.C.; TOZAKI R.M.; OLIVEIRA, D.H. Coeficientes técnicos de produção da pirioca (*Cyperus articulatus* L.) em sistema orgânico, na região de Belém (PA). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, especial, p.606-611, 2011.

COSTA, S.M., PRATA, A.P., ALVES, M. *Kyllinga* (Cyperaceae) do estado de Sergipe, Brasil. **Rodriguésia**, v. 63, n.4, p. 795-802, 2012.

CUNHA, A. P., SILVA, A. P., ROQUE, O. R. **Plantas e Produtos Vegetais em Fitoterapia**. 3. Ed., Fundação Calouste Gulbenkian, 702 p., 2009.

DUARTE, M. C. T., FIGUEIRA, G. M., SARTORATTO, A., REHDER, V. L. G., DELARMELINA, C. Anti-Candida activity of Brazilian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v.97, n.2, p. 305–311, 2005.

EKEKE, C.; OGAZIE, C.A. Morphological Description and Culm Anatomy in the Identification of *Kyllinga* Rottb. (Cyperaceae) from Some Parts of Nigeria. **International Journal of Plant & Soil Science**, v.26, n.4, p. 1-15, 2018.

ERDEM, B.; BAGCI, E.; DOGAN, G.; AKTOKLU, E.; DAYANGAC, A. Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil and ethanol extract of *Cyperus fuscus* L burs from Turkey. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v.17, n.8, p. 1637-1643, 2018.

ESCUADERO, M. HIPPEAS, A. Shifts in diversification rates and clade ages explain species richness in higher-level sedge taxa (Cyperaceae). **American Journal of Botany**, v.100, p. 2403-2411, 2013. DOI: 10.3732/ajb.1300162

EVANS, W. C. **Trease and Evans' Pharmacognosy**, 14th ed., WB Saunders Company: London, 1996, cap. 7.

FAO. Database of Weed Species in Crops and Countries. 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/biodiversity/weeds/db-countries/b/en/#brazil>>

FIGUEIREDO, A.C., BARROSO, J.G., PEDRO, L.G., SCHEFFER, J.J.C. Physiological aspects of essential oil production. *In: Essential Oils: Basic and Applied Research: Proceedings of the 27th International Symposium on Essential Oils*, Franz Ch, Máthé Á, Buchbauer G (eds). Allured: Carol Stream, IL, 1997; 95–107.

FIGUEIREDO, A.C., BARROSO, J.G., PEDRO, L.G., SCHEFFER, J.J.C. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **Flavour and Fragrance Journal**, v.23, n4, p. 213–226, 2008.

GHANI, A. **Medicinal plants of Bangladesh: chemical constituents and uses**. Asiatic society of Bangladesh, 1998.

GALVÃO, A.K.L. Degradação de pastagens em quatro municípios do estado do Amazonas com base na infestação de plantas daninhas e nos atributos do solo, Tese (Doutorado em Agronomia Tropical, área de concentração: Produção Vegetal), Universidade Federal do Amazonas, 2011.

GBIF, *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. no Secretariado do GBIF (2019). Taxonomia de backbone do GBIF. **Conjunto de dados da lista de verificação** <https://doi.org/10.15468/39omei> acessado via GBIF.org em 2020-09-29.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. PLANTAS MEDICINAIS: FATORES DE INFLUÊNCIA NO CONTEÚDO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS. **Química Nova**, v. 30, n. 2, 374-381, 2007.

GOVAERTS, R., SIMPSON, D.A., BRUHL, J., EGOROVA, T., GOETGHEBEUR, P., & WILSON, K. **Word checklist of Cyperaceae Sedges**. Royal Botanic Gardens, Kew, 2007.

GONZÁLES, Y., MERCADO, M.I., DEGEN, R., PONESSA, G.I. Morfoanatomía y etnobotánica de rizoma, tallo y escapo de “kapi’i kati”, *Kyllinga odorata* (Cyperaceae) y sus sustituyentes de Asunción del Paraguay y lrededores. **Lilloa**, v. 46, n.1–2, p. 58–67, 2009.

GUILHON, G.M.S.P., VILHENA, K.S.S., ZOGHBI, M.G.B., BASTOS, M.N.C., ROCHA, A.E.S. Volatiles from Aerial Parts and Rhizomes of *Kyllinga brevifolia* Rottb. Growing in Amazon. **Journal of Essential Oil Research**, 20:6, 545-548, 2008.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. (2011) **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New Jersey: PrenticeHall, 2011. 915p.

HASSANEIN, H. D., NAZIF, N.M., SHAHAT, A. A., HAMMOUDA, F. M., SOBREABLE, E. A., SALEH, M. A. Chemical Diversity of Essential Oils from *Cyperus articulatus*, *Cyperus esculentus* and *Cyperus papyrus*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.17, n.2, p. 251-264, 2014.

HARTMANN, T.; Diversity and variability of plant secondary metabolism: a mechanistic view. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 80, p.177-188,1996.

HEYWOOD, V. H.; BRUMMITT, R. K.; CULHAM, A.; SEBERG, O. **Flowering Plant Families of the World**, Kew, Richmond Surrey, Royal Botanic Gardens, p.424, 2007.

HU, Q., CAO, X., HAO, D., ZHANG, L. Chemical Composition, Antioxidant, DNA Damage Protective, Cytotoxic and Antibacterial Activities of *Cyperus rotundus* Rhizomes Essential Oil against Foodborne Pathogens. **Scientific Reports**, v. 7, n. 45231, 2017.

JARAMILLO-COLORADO, B. E., MARTÍNEZ-CÁCERES, E. L., DUARTE-RESTREPO, E. Volatile chemical composition and bioactivities from Colombian *Kyllinga pumila* Michx (Cyperaceae) essential oil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 38, n. 3, p. 273-282, July-Sept, 2016.

JANAKI, S., ZANDI-SOHANI, N., RAMEZANI, L., SZUMNY, A. Chemical composition and insecticidal efficacy of *Cyperus rotundus* essential oil against three stored product pests. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 133, p. 93–98, 2018.

KASPER, A.A.M., SOUSA, S. F., MARTIN, B. S. S., SOUZA JÚNIOR, J. J. V., SARTORATTO, A., ESCHER, S. K., BARATA, L. E. S. Prospecção de produtos naturais obtidos de pripioca como agentes de controle biológico de fungos fitopatogênicos de importância agrícola. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 273 – 286, 2018.

KAVAZ, D.; IDRIS, M.; ONYEBUCHI, C. Physicochemical characterization, antioxidative, anticancer cells proliferation and food pathogens antibacterial activity of chitosan nanoparticles loaded with *Cyperus articulatus* rhizome essential oils. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.123, p. 837-845, 2018.

KUMAR, A.; NIRANJAN A.; LEHRI A.; SRIVASTAVA, R. K.; TEWARI, S.K. Effect of Geographical Climatic Conditions on Yield, Chemical Composition and Carbon Isotope Composition of Nagarmotha (*Cyperus scariosus* R. Br.). **Essential Oil. Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 19, n.2, p. 368-373, 2015.

LAWAL, O. A., OGUNWANDE, I. A. Essential Oils from the Medicinal Plants of Africa. *In*: Kuete, V. **Medicinal Plant Research in Africa: Pharmacology and Chemistry**, Ed. Elsevier: London, UK, p. 203-224, 2013. Doi:10.1016/b978-0-12-405927-6.00005-9

LAWAL, O.A., OGUNWANDE, I. A., OPOKU, A. R., OYEDEJI, A. O. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from the rhizomes of *Cyperus papyrus* L. grown in South Africa. **Latin American and Caribbean Bulletin of Medicinal and Aromatic Plants**, v.15, n.3, p.136 – 143, 2016.

LINDROTH, R. L.; HSIA, M. T. S.; SCRIBER, J. M. Seasonal Patterns in the Phytochemistry of Three Populus Species. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.15, p. 681-686, 1987.

LIU, X. C., LU, X. N., LIU, Q. Z., LIU, Z. L. Chemical Composition and Insecticidal Activity of the Essential Oil of *Cyperus rotundus* Rhizomes Against *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae). **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 19, n.3, p. 640–647, 2016.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. Instituto Plantarum: São Paulo, 672p., 2006.

MAHMOUT, Y., Composition of the Essential Oil from *Kyllinga erecta* S.. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 41, 277-279, 1993.

MACHADO FILHO, H.O., COUTO, E.A., BEZERRA, C.P., MELLO, J.I.M., Composição e similaridade da flora associada a sítios antropizados do município de João Pessoa – Paraíba. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 33, n. 1, p. 57-66, 2015.

MATOS, F. J. A. **Plantas Mediciniais: guia de seleção e emprego das plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**, 3.ed., Fortaleza: Imprensa Universitária, 394 p., 2007.

MEIER, M.; KOHLENBERG, B.; BRAUN, N.A. Isolation of anisyl acetone from agarwood oil. **Journal of Essential Oil Research**, v.15, p.54-56, 2003.

MELO, J.O., BLANK, A. F., OLIVEIRA, A. M.S., ANDRADE, T. M., ARRIGONI-BLANK, M. F., ALVES, P. B. Content and chemical composition of the essential oil of *Lippia gracilis* Schauer accessions in different drying times. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 6, p. 1821-1828, Nov./Dec. 2019.

MOHAMMAD, R. D. M.; LARIJANI, K.; MEHRAFARIN, A.; BADI, H.N. Changes in the essential oil content and composition of *Thymus daenensis* Celak. under different drying methods. **Industrial Crops & Products**, n. 112, p. 389–395, 2018.

MONTI, C.; MANDRILE, E. L. Anatomia y etnobotanica de las especies medicinales de monocotiledoneas de la estepa Pampeana de Argentina: Cyperaceae. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 17, n. 1, p. 11–22, 1998.

MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2 (Suplemento - CD Rom), 2009.

MOREIRA, H.J.C., BRAGANÇA, H.B. N. **MANUAL DE IDENTIFICAÇÃO DE PLANTAS INFESTANTES ARROZ**, São Paulo: FMC Agricultural Products, 2010.

MOTTALEB, M. A., MEZIANI, M. J., ISLAM, M. R. Solid-Phase Microextraction (SPME) and Its Application to Natural Products. **Encyclopedia of Analytical Chemistry Online**, p.1-23, 2014. DOI: 10.1002/9780470027318.a9905

MUASYA, A. M.; SIMPSON, D. A.; CHASE, M. W. Phylogenetic relationships in *Cyperus* L.S.L. (Cyperaceae) inferred from plastid DNA sequence data. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 138, p. 145-153, 2002.

NASIM, M. K.; MOHSEN, D.; MOHAMMAD, B. R.; FATEMEH, H.A. Comparison of Essential oil of *Ocimum sanctum* L. from Fresh and Dry Aerial Parts by Hydro-distillation and Steam Distillation. **Journal of Medicinal Plants and By-products**, v. 1, p. 45-50, 2016.

NETO, A.J.C., COSTA, J.A.S., OLIVEIRA, A.M.G., COSTA, C.B.N., *et al.* Identificação de plantas espontâneas em plantios de mamoeiro do extremo sul da Bahia, **Anais...**, VII SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, Produção e Sustentabilidade Hídrica, Vitória-ES, 22 a 25 de agosto de 2018.

NOGUEIRA, M.L., LIMA, E. J. S.P., ADRIÃO, A. A. X., FONTES, S. S., SILVA, V. R., SANTOS, L. S., SOARES, M. B. P., DIAS, R. B., ROCHA, C. A. G., COSTA, E. V., SILVA, F. M. A., VANNIER-SANTOS, M.A., CARDOZO, N.M.D., KOOLEN, H.H.F., BEZERRA, D.P. *Cyperus articulatus* L. (Cyperaceae) Rhizome Essential Oil Causes Cell Cycle Arrest in the G2/M Phase and Cell Death in HepG2 Cells and Inhibits the Development of Tumors in a Xenograft Model. **Molecules**, v. 25, n. 2687, p. 1-19, 2020, doi:10.3390/molecules25112687

NOELLI, F. S. *Sem tekohá não há tekó*: em busca de um modelo etnoarqueológico da aldeia e da subsistência Guarani e sua aplicação a uma área de domínio no delta do Jacuí-RS. Dissertação (Mestrado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1993.

NOVOA, M.; COLARES, M.; ARAMBARRI, A. Anatomy of monocotyledons: stems and rhizomes of land herbs used as medicinal in the Río de La Plata area (Argentina). **Bonplandia**, v. 21, n. 2, p. 149-157, 2012.

OLAWORE, N. O., USMAN, L.A., OGUNWANDE, I. A., ADELEKE, K. A. Constituents of Rhizome Essential Oils of Two Types of *Cyperus articulatus* L. Grown in Nigeria. **Journal of Essential Oil Research**, v. 18, p. 604-606, 2006.

OLIVEIRA, F., AKISUE, G., AKISUE, M. K. **Farmacognosia**. 1. Ed., São Paulo: Editora Atheneu, 412 p., 1998.

OYEDEJI, A.O., MDLOLO, C.M., ADENIYI, B. AKINDE, T. 1,8-Cineole Chemotype of the Essential Oils of *Kyllinga erecta* Schum et Thonn and its Antimicrobial Activities. **Journal of Essential Oil Research**, v.22, n.2, p. 189-192, 2010.

PAUDEL, P., SATYAL, P., KHADKA, G., SETZER, W.N. Leaf Essential Oil Composition of *Kyllinga brevifolia* Rottb. from Nepal. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.15, n.5, p. 854-857, 2012.

PECKOLT, T., PECKOLT, G. **História das plantas úteis e medicinais do Brasil**. Fino Traço, 1 edição, 904p., 2016.

PEREIRA, G.S., NOELLI, F.S., CAMPOS, J.B.; SANTOS, M.P.; ZOCHE, J.J. Ecologia histórica guarani: as plantas utilizadas no bioma Mata Atlântica do Litoral sul de Santa Catarina, Brasil (Parte 1). **Cadernos do LEPAARQ : textos de antropologia, arqueologia e patrimônio**, (UFPEL), v. 13, n. 26, p. 197–246, 2016.

PERRONE, L.A., ARAUJO, F.A.M., PEREIRA, J.L.S., SANTOS, A.L.M. Constituintes químicos do óleo essencial de *Cyperus rotundus* L. e bioensaio toxicológico preliminar frente a larvas de *Artemia salina* L., 37º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. 2014, (Congresso), **Anais...**, Disponível em: http://www.sbq.org.br/37ra/cdrom/lista_area_QPN.htm

POYRAZ, I.E.; DEMIRCI, B.; KÜÇÜK, S. Volatiles of Turkish *Cyperus rotundus* L. Roots. **Records of Natural Products**, v.12, n.3, p. 222-228, 2018.

PRATA, A.P.N., SIMPSON, D.A. (2009). Neotropical Cyperaceae. In: Milliken, W., Klitgard, B. & Baracat, A. (2009 onwards), Neotropikey - Interactive key and information resources for flowering plants of the Neotropics. <http://www.kew.org/science/tropamerica/neotropikey/families/Cyperaceae.htm>.

RAJU, S., KAVIMANI, S., UMA, M. R. V., SREERAMULU, R.K. *Kyllinga nemoralis* (Hutch & Dalz) (Cyperaceae): Ethnobotany, Phytochemistry and Pharmacology. **Pharmacognosy Journal**, v. 3, n.24, August 2011.

RIBEIRO, S.M., BONILLA, O.H., LUCENA, E.M.P. Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* spp. da Caatinga. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 73, n.1, p. 31-38, 2018.

RIBEIRO, A.R.O., PRATA, A.P.N., CAMACHO, R.G.V., OLIVEIRA, O.F., OLIVEIRA, R.C. Cyperaceae do rio Apodi-Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Hoehnea**, v. 41, n.2, p. 149-171, 2014.

REIS, M. S., MARIOT, A. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C.M.O. *et al.*, **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2007, p.45-74.

RODIYATI, A., ARISOESILANINGSIH, E., ISAGI, Y., NAKAGOSHI, N. Responses of *Cyperus brevifolius* (Rottb.) Hassk. and *Cyperus kyllingia* Endl. to varying soil water availability. **Environmental and Experimental Botany**, v. 53, p. 259-269, 2005.

SAAD, G. A., LÉDA, P. H. O., SÁ, I. M., SEIXLACK, A. C. **Fitoterapia Contemporânea Tradição e Ciência na Prática Clínica**. 1. Ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 402 p., 2009.

SADOWSKA, U., ŁAPCZYŃSKA-KORDON, B., ŻABIŃSKI, A. Effect of modifications of lavender convective drying on the course of the process and essential oil content. **Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering**, v. 61, n. 4, p. 147-150, 2016.

SANTOS, A.L.M. Estudo químico e biológico de *Cyperus rotundus* aclimatada no Amazonas, Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, p.152, 2014.

SELL, P.; MURRELL, G. Flora of Great Britain and Ireland, v. 5. **Cambridge University Press**, Cambridge, 1996.

SILVA, I. C. M., SANTOS, W. L., LEAL, I. C. R., ZOGHBI, M. G.B., FEIRHMANN, A. C., CABRAL, V. F., MACEDO, E. N., CARDOSO-FILHO, L. Extraction of essential oil from *Cyperus articulatus* L. var. *articulatus* (pripiroca) with pressurized CO₂. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 88, p. 134-141, 2014.

SILVA, M.R.M., COSTA, E.A., MARQUES, L.J.P., CORRÊA, M.J.P. Banco de sementes de plantas daninhas em áreas de cultivo de arroz de sequeiro na Pré - Amazônia Maranhense. **Revista Ciências Agrárias**, v. 57, n. 4, p. 351-357, out./dez. 2014.

SIMPSON, D. A.; INGLIS, C. A. Cyperaceae of economic, ethnobotanical, and horticultural importance: A checklist. **Kew Bulletin**, v. 56, p. 257-360, 2001.

SIVAPALAN, S. R. Medicinal uses and Pharmacological activities of *Cyperus rotundus* Linn – A Review. **International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 3, n. 5, 2013.

SOUZA, J. L., FILHO, G. M., LYRA, R. F. F., TEODORO, I. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período e 1997-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria**, v. 12, n. 1, p. 131-141, 2004.

SPÓSITO, R. C. A., VIRGENS, R.S., PUNGARTNIK, C. Investigação prospectiva sobre a utilização do gênero *Cyperus* na geração de tecnológicas. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 38-44, jan./mar. 2016 D.O.I.: 10.9771/S.CPROSP.2016.009.005 38

SRIVASTAVA, R. K., SINGH, U.M.A., SRIVASTAVA, G. P., LEHRI, U.M. A., ANIRANJAN, S.K., TEWARI, K. K. U., KUMAR, S. Chemical Constituents and Biological Activities of Promising Aromatic Plant Nagarmotha (*Cyperus scariosus* R.Br.): A Review. **Proceedings of the Indian National Science Academy**, v. 80, n. 3, p. 525-536, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Artmed, 6ª ed. Porto Alegre-RS, 888 p. 2017.

THE LENS. Lens.org, 2020. Cyperaceae. Disponível em:

<[https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=\(title:\(cyperaceae\)%20OR%20abstract:\(cyperaceae\)%20OR%20keyword:\(cyperaceae\)%20OR%20field_of_study:\(cyperaceae\)\)&p=0&n=10&s=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&authorField=author&dateFilterField=publishedYear&orderBy=%2B_score&presentation=false&stemmed=true&useAuthorId=false](https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=(title:(cyperaceae)%20OR%20abstract:(cyperaceae)%20OR%20keyword:(cyperaceae)%20OR%20field_of_study:(cyperaceae))&p=0&n=10&s=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&authorField=author&dateFilterField=publishedYear&orderBy=%2B_score&presentation=false&stemmed=true&useAuthorId=false)> Acesso em 23 de novembro de 2020.

THE LENS. Lens.org, 2020. Medicinal plants. Disponível em: <

[https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=\(title:\(Medicinal%20plants\)%20OR%20abstract:\(Medicinal%20plants\)%20OR%20keyword:\(Medicinal%20plants\)%20OR%20field_of_study:\(Medicinal%20plants\)\)&p=0&n=10&s=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&a](https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=(title:(Medicinal%20plants)%20OR%20abstract:(Medicinal%20plants)%20OR%20keyword:(Medicinal%20plants)%20OR%20field_of_study:(Medicinal%20plants))&p=0&n=10&s=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&a)

uthorField=author&dateFilterField=publishedYear&orderBy=%2B_score&presentation=false &stemmed=true&useAuthorId=false> Acesso em 23 de novembro de 2020.

THE LENS. Lens.org, 2020. Weeds species. Disponível em: <
[https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=\(title:\(weeds%20species\)%20OR%20abstract:\(weeds%20species\)%20OR%20keyword:\(weeds%20species\)%20OR%20field_of_study:\(weeds%20species\)\)&p=0&n=10&s=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&authorField=author&dateFilterField=publishedYear&orderBy=%2B_score&presentation=false&stemmed=true&useAuthorId=false](https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=(title:(weeds%20species)%20OR%20abstract:(weeds%20species)%20OR%20keyword:(weeds%20species)%20OR%20field_of_study:(weeds%20species))&p=0&n=10&s=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&authorField=author&dateFilterField=publishedYear&orderBy=%2B_score&presentation=false&stemmed=true&useAuthorId=false) l> Acesso em 23 de novembro de 2020.

THE LENS. Lens.org, 2020. Essential oil. Disponível em:
 <[https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=\(title:\(essential%20oil\)%20OR%20abstract:\(essential%20oil\)%20OR%20fulltext:\(essential%20oil\)\)&p=0&n=10&s=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&authorField=author&dateFilterField=publishedYear&orderBy=%2B_score&presentation=false&stemmed=true&useAuthorId=false](https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=(title:(essential%20oil)%20OR%20abstract:(essential%20oil)%20OR%20fulltext:(essential%20oil))&p=0&n=10&s=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&authorField=author&dateFilterField=publishedYear&orderBy=%2B_score&presentation=false&stemmed=true&useAuthorId=false)> Acesso em 23 de novembro de 2020.

TORREY, J. Monograph of North American Cyperaceae. **Annals of the Lyceum of Natural History of New York**. New York v.3, p. 249–288, 1836.

TREVISAN, R.; LÜDTKE, R. & BOLDRINI, I.I. O gênero *Kyllinga* Rottb. (Cyperaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 27-36, 2007.

TUCKER, G.C. 1998. *Kyllinga* Rottb. In: Berry, P.E.; Holst, B.K. & Yatskievych, K. (eds.). **Flora of the Venezuelan Guayana: Caesalpiniaceae-Ericaceae**. Vol. 4. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Pp. 588-590.

TUCKER, A.O., MACIARELLO, M.J., BRYSON, C.T. The Essential Oil of *Kyllinga odorata* Vahl (Cyperaceae) from Mississippi. **Journal of Essential Oil Research**, 18:4, 381-382, 2006, DOI:10.1080/10412905.2006.9699120

UPPAL, S.K., CHHABRA, B.R., KALSI, P.S. A BIOGENETICALLY IMPORTANT HYDROCARBON FROM *CYPERUS SCARIOSUS*, **Phytochemistry**, v. 23, n. 10, p. 2367-2369, 1984.

VANKAR, P.S., Essential oils and fragrances from natural sources. **Resonance**, v.9, n. 4, p. 30–41, 2004.

VARGAS, L.A., FITOSSOCIOLOGIA E ALELOPATIA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA REGIÃO SUDOESTE DA AMAZÔNIA. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura- RO, 2016.

VITTI, A. M. S; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. Documentos Florestais, n. 17, 2003. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/df17.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2020.

ZHANG, L.L., ZHANG, L.F., HU, Q.P, HAO, D.L.XU, J.G. Chemical composition, antibacterial activity of *Cyperus rotundus* rhizomes essential oil against *Staphylococcus aureus* via membrane disruption and apoptosis pathway, **Food Control**, 80, 290 e 296, 2017.

ZOGHBI, M. G. B., ANDRADE, E.H.A., OLIVEIRA, J., GUILHON, G.M.S.P., VILHENA, K.S.S. Analysis of the Essential Oil of the Rhizome of *Cyperus giganteus* Vahl. (Cyperaceae) Cultivated in North of Brazil, **Journal of Essential Oil Research**, 18:4, 408-410, 2006.

ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; CARREIRA, L.M.M.; ROCHA, E.A.S. Comparison of the Main Components of the Essential Oils of “priprioca”: *Cyperus articulatus* var. *articulatus* L., *C. articulatus* var. *nodosus* L., *C. prolixus* Kunth and *C. rotundus* L., **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n.1, p. 42-45, 2008.

3 RENDIMENTO E PERFIL QUÍMICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. EM PLANTAS FRESCAS E DESIDRATADAS

RESUMO

Cyperus sesquiflorus (Torr.) Mattf. & Kük. é uma espécie da família Cyperaceae usada na medicina tradicional da América do Sul, com indicação de uso em seu estado fresco. Considerando que o rendimento e o perfil químico do óleo essencial podem variar em função do preparo do material vegetal fresco ou desidratado, objetivou-se definir o estado do material vegetal de *C. sesquiflorus* com o maior rendimento de óleo essencial e verificar alterações no seu perfil químico. Neste estudo, plantas inteiras e floridas foram coletadas em canteiros de jardinagem no município de Rio Largo – AL, na transição entre o período seco e chuvoso. As amostras foram divididas em dois tratamentos: plantas frescas e plantas desidratadas a 50°C, por 72 horas. Posteriormente, submetidas à hidrodestilação em triplicata, em aparelho Clevenger por quatro horas no Laboratório de Farmacognosia da UFAL. As médias foram submetidas ao teste *t* de Student, com nível de significância a 5%, utilizando-se o Programa GraphPad Prism, versão 5.0. As amostras foram analisadas por Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas (CG/EM). Os resultados encontrados revelaram diferenças significativas no rendimento de óleo essencial entre plantas frescas (0,14%) e plantas desidratadas (0,097%). O perfil químico é composto principalmente por aristoloqueno, valenceno, miltail-4(12)-eno e β -elemeno e o majoritário não foi identificado. A secagem causou alterações qualitativas e quantitativas no óleo essencial de plantas de *C. sesquiflorus*. Por fim, concluiu-se que a utilização de plantas frescas é viável pelo fornecimento de maior teor de óleo essencial de *C. sesquiflorus* e por possuir maior quantidade dos compostos majoritários.

Palavras-chave: *Kyllinga odorata*. Óleos voláteis. Secagem.

ABSTRACT

Cyperus sesquiflorus (Torr.) Mattf. & Kük. is a species of the Cyperaceae family used in traditional medicine in the South America, with indication of use in its fresh state. Considering that the yield and the chemical profile of the essential oil may vary depending on the preparation of fresh or dehydrated vegetable material, the objective was to define the state of the vegetable material of *C. sesquiflorus* with the highest yield of essential oil and to verify changes in its profile chemical. In this study, whole and flowering plants were collected in garden beds in the city of Rio Largo - AL, in the transition between the dry and rainy periods. The samples were divided into two treatments: fresh plants and plants dehydrated at 50°C, for 72 hours. Subsequently, they were submitted to hydrodistillation in triplicate, in Clevenger apparatus for four hours at the Laboratory of Pharmacognosy at UFAL. The means were submitted to Student's t test, with a 5% significance level, using the GraphPad Prism Program, version 5.0. The samples were analyzed by Gas Chromatography / Mass Spectrometry (CG / MS). The results found revealed significant differences in the essential oil yield between fresh plants (0.14%) and dehydrated plants (0.097%). The chemical profile is composed mainly of aristoloquene, valencene, miltail-4 (12) -eno and β -elene and the majority has not been identified. Drying caused qualitative and quantitative changes in the essential oil of *C. sesquiflorus* plants. Finally, it was concluded that the use of fresh plants is feasible by providing a higher content of essential oil of *C. sesquiflorus* and by having a greater amount of major compounds.

Keywords: *Kyllinga odorata*. Volatile oils. Drying.

3.1 INTRODUÇÃO

Cyperus sesquiflorus (Torr.) Mattf. & Kük. (sinonímia com *Kyllinga odorata* Vahl) é uma espécie da família Cyperaceae utilizada como planta medicinal pelos indígenas Guarani (PEREIRA *et al.*, 2016). A planta é incorporada à bebida conhecida como Tereré, devido às propriedades calmantes na região sul do Brasil e no Paraguai (CARVALHO; GOMES, 2009). No Paraguai e Argentina os rizomas frescos de *C. sesquiflorus* são comercializados em forma de maços, nos principais mercados pelo nome popular, com finalidade medicinal (GONZÁLES *et al.*, 2009; NOVOA; COLARES; ARAMBARRI, 2012; MONTI; MANDRILE, 1998).

De acordo com Gonzáles e colaboradores (2009) *C. sesquiflorus* possui flavonas e taninos que desencadeiam atividade diurética, antiespasmódica, antidiarreica e adstringente. Segundo Peckolt e Peckolt (2016) a infusão ou alcoolatura da espécie possui propriedade carminativa, ou seja, facilita a expulsão de gases do estômago, acalmando as gastralgias e por esta razão é preconizada, como excitante estomáquico. Bezerra e colaboradores (2019) investigaram os constituintes químicos de extratos hidroalcoólicos das partes aéreas e subterrâneas de *C. sesquiflorus*, sendo encontradas na parte aérea fenóis, catequinas, flavanonas, flavononóis e alcaloides e miricitrina. Enquanto na parte subterrânea detectaram-se fenóis, flavonóis e xantonas, alcaloides, crisina, quercetina e luteolina. Quanto à atividade antimicrobiana os estudos realizados por Bezerra e colaboradores (2019) apontaram que as partes subterrâneas de *C. sesquiflorus* apresentaram atividade anticândida; que as fases básicas de *C. sesquiflorus* mostraram bons resultados contra bactérias Gram-positivas, em concentrações de 250 µg/ml e que as fases clorofórmicas das partes subterrâneas de *C. sesquiflorus* 500 µg/ml mostraram atividade inibitória em relação à *Pseudomonas aeruginosa*.

A espécie recebe popularmente o nome “capim cheiroso” em referência ao agradável aroma das folhas e seus rebentos, oriundo do seu óleo essencial (PECKOLT; PECKOLT, 2016). Óleos essenciais são compostos voláteis, altamente concentrados, derivados do processo fisiológico de vegetais que podem ser obtidos por diferentes métodos eficientes e econômicos, que incluem prensagem a frio, *enfleurage*, hidrodestilação, destilação a vapor, extração por solvente e extração com CO₂ supercrítico (NASIM *et al.*, 2016). Os autores que previamente extraíram óleos essenciais da referida espécie utilizaram como método de obtenção a hidrodestilação de folhas frescas (PECKOLT; PECKOLT, 2016) ou plantas inteiras floridas sem especificar o estado do material (TUCKER *et al.*, 2006).

É possível investigar a composição química de plantas a partir do material vegetal fresco ou desidratado. Porém, a secagem do material é a prática mais rotineira, em função das vantagens que esta proporciona, como a facilidade de fragmentação ou, ainda, a estabilidade microbiológica (REGINATTO, 2017). As metodologias de termoestabilização, ou seja, emprego do calor para conduzir à perda de água e à desnaturação proteica, inviabilizando a vida da microbiota contaminante e à inativação de enzimas, devem sempre considerar a estabilidade química e estrutural do material exposto a essas condições de elevada energia (BASSANI; PETROVICK, 2017). Segundo Chakraborty e Dey (2016) usualmente ervas medicinais secas em altas temperaturas (40-60°C) podem perder alguns dos componentes ativos do produto sensíveis à temperatura, por não serem preservados por este método de secagem, reduzindo a qualidade do produto.

O uso de folhas frescas possui vantagens e desvantagens. A vantagem do uso fresco é o menor tempo de trabalho e baixos custos com energia elétrica na obtenção da substância, já que dispensa o uso de estufas de circulação forçada. No entanto, a utilização de material fresco em larga escala requer espaço necessário para armazenamento e o transporte das folhas. Além disso, a alta umidade das folhas pode manter enzimas hidrolíticas ativas, o que poderia reduzir a atividade do princípio ativo desses óleos (MELO *et al.*, 2019).

No protocolo de preparo de plantas frescas para a obtenção de produtos naturais a lavagem com água por imersão ou aplicação de jato (aspersão), é indicada, desde que sejam evitadas alterações irreversíveis de estruturas do material e/ou retirada por eluição (lixiviação) de constituintes químicos de interesse. O uso de jato de ar pode, em muitos casos, ser o mais apropriado, por evitar a adição de umidade ao material a ser limpo, a qual pode ser a causa de degradação (BASSANI; PETROVICK, 2017). Estudos demonstram que o estado do material vegetal utilizado para a obtenção de óleo essencial pode causar variações no rendimento do óleo (VERMA *et al.*, 2010; HOSSEIN *et al.*, 2011) assim como na composição química, atividade antioxidante e antibacteriana (YICHAO *et al.*, 2018).

Os dados a respeito de *C. sesquiflorus* em território brasileiro levantados pela família Peckolt, entre o século XIX e XX, indicam que o uso com finalidade medicinal desta espécie deve ocorrer com o material vegetal fresco, uma vez que o aroma é perdido com a secagem, antes do período reprodutivo, com rendimento de óleo variando em função dos períodos sazonais (PECKOLT; PECKOLT, 2016). Tucker e colaboradores (2006) demonstraram a principal presença de sesquiterpenos (dihidrokaranonona e aristolochene) na composição química da espécie, em fase reprodutiva nos Estados Unidos, sem especificar o estado do

material vegetal destilado e o seu rendimento. Os dois trabalhos citados são as únicas referências encontradas na literatura sobre o óleo essencial do capim cheiroso.

No tocante à composição química de outras espécies do gênero, o óleo essencial de *C. articulatus* também foi caracterizado apresentando sesquiterpenos, seguidos por monoterpenos, além de terem sido identificadas novas ocorrências de compostos nos rizomas da planta (KAVAZ; IDRIS; ONYEBUCHI, 2018). Para o óleo essencial de *C. rotundus* foram identificados os compostos sesquiterpênicos elemenona, α -ciperona e óxido de cariofileno (JANAKI *et al.*, 2018). Jaramillo-Colorado *et al* (2016) encontraram para *C. hortensis* (Salzm. ex Steud.) Dorr os compostos metil (*E,E*)-10,11-epoxifarnesoato, β -elemeno, (*Z*)-cariofileno, germacreno D, (*E*)-cariofileno. Sesquiterpenoides hidrocarbonetos e oxigenados foram os compostos majoritários em *Cyperus compressus* Linn. (RAMESHKUMAR *et al.*, 2011).

Nesse sentido, o presente estudo buscou responder as perguntas: O maior rendimento de óleo essencial de *C. sesquiflorus* é obtido com a extração da planta fresca ou da planta desidratada? O perfil químico do óleo essencial é modificado em função do protocolo de preparação da planta? Por fim, o objetivo do trabalho foi definir o estado do material vegetal de *C. sesquiflorus* com o maior rendimento de óleo essencial e verificar alterações no seu perfil químico.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

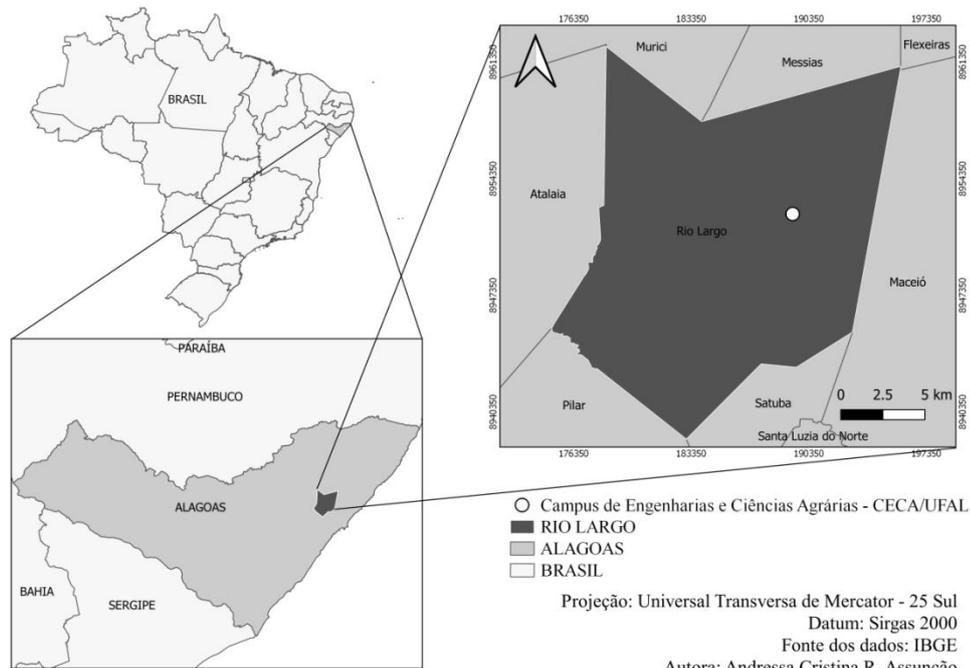
3.2.1 Identificação botânica

As exsicatas do material botânico utilizado na dissertação foram identificadas pela botânica especialista da família Cyperaceae, Professora Dra. Ana Paula do Nascimento Prata do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e foram depositadas no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE), com o número de Voucher (ASE 42.592).

3.2.2 Área de coleta

A coleta foi realizada no canteiro de jardinagem do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – Alagoas, ($09^{\circ}28'02''$ de latitude sul e $35^{\circ}49'43''$ de longitude oeste), 127 m de altitude, região dos Tabuleiros Costeiros (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de Localização da área de coleta de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo - AL.



A área de coleta está inserida na Zona da Mata Alagoana (BRANDÃO *et al.*, 2020), no Domínio da Mata Atlântica, com a tipologia vegetacional de Floresta Ombrófila Aberta (LIMA *et al.*, 2020). O clima da região caracteriza-se como úmido, megatérmico (quente), com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno, pela classificação de Thornthwaite e Mather. A precipitação pluvial média anual é 1.818 mm, com mínima (41 mm) em janeiro e máxima (294 mm) em julho. A temperatura do ar varia de 19,3°C em agosto a 31,7 ° C em janeiro, com média anual de 25,4° C e umidade relativa do ar média mensal acima de 70% (SOUZA *et al.*, 2004). O solo da região é classificado como Latossolo Amarelo Coeso Argissólico (CARVALHO, 2003).

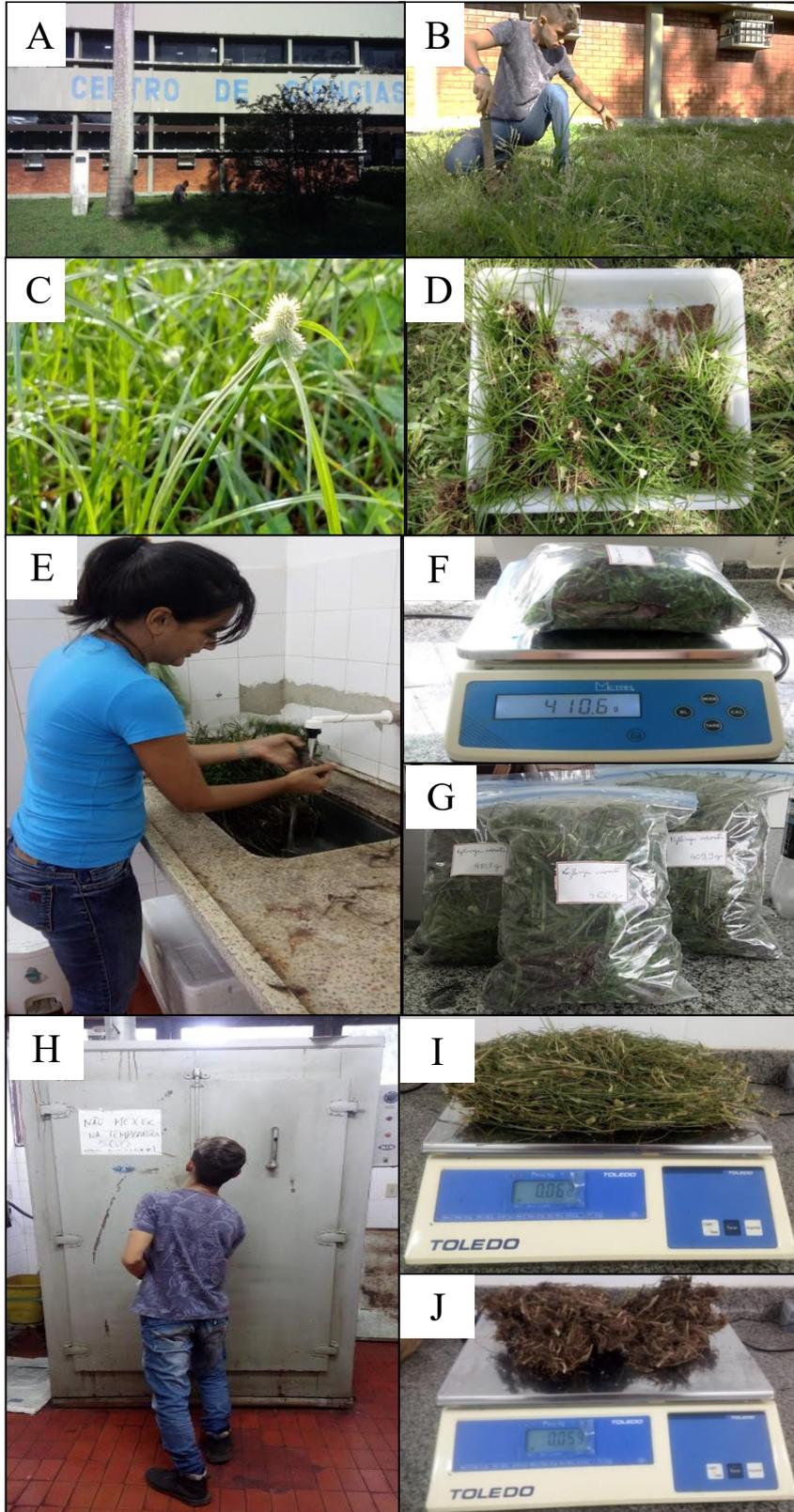
3.2.3 Delineamento experimental

O experimento possuiu dois tratamentos: plantas frescas e plantas desidratadas, com três repetições.

3.2.4 Obtenção e processamento do material botânico

A coleta de *C. sesquiflorus* foi realizada no período de agosto a setembro de 2019, correspondentes ao período de transição entre as estações chuvosa e seca, as 8:00 h da manhã. Posteriormente, as plantas foram lavadas, pesadas e divididas em três repetições para cada tratamento. Para o tratamento de plantas desidratadas, separou-se parte aérea e parte subterrânea, para facilitar o processo de secagem, que foi realizada em estufa a 50°C, por 72 horas. Após a desidratação obteve-se a massa seca total. O procedimento completo de obtenção e processamento do material botânico pode ser visualizado na Figura 2. A massa de todas as amostras e as datas de coletas são apresentadas na tabela 1.

Figura 2 – Procedimento de coleta de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – Alagoas. População espontânea de *C. sesquiflorus* no jardim do CECA (A); Coleta de plantas com auxílio de facão (B); Inflorescência de *C. sesquiflorus* (C); Touceiras de *C. sesquiflorus* coletadas (D); Lavagem das plantas em água corrente (E); Mensuração da massa de amostras frescas (F); Triplicatas do material (G); Estufa de secagem (H); mensuração da massa seca de folhas e raízes (I e J).



Fonte: Autora (2020)

Tabela 1 – Massa em g e datas de coletas das amostras de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. frescas e desidratadas.

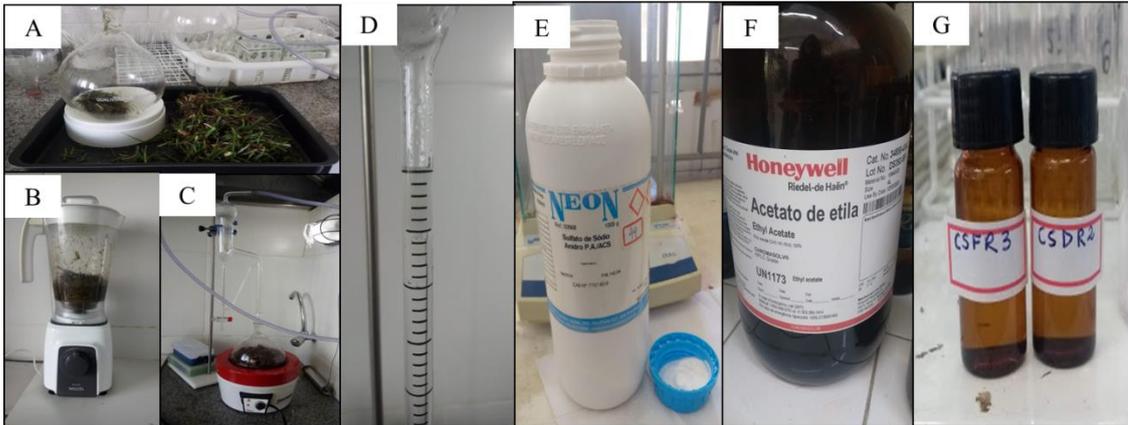
Estado da planta	Massa em gramas					
	Amostra 1	Coleta 1	Amostra 2	Coleta 2	Amostra 3	Coleta 3
Fresca	246,8	05/09/19	300,1	05/09/19	300,4	05/09/19
Desidratada	874; 121*	19/08/19	652; 123,62*	10/09/19	652; 115,38*	10/09/19

*Massa após a desidratação

3.2.5 Extração do óleo essencial de *C. sesquiflorus* obtido por hidrodestilação

O óleo essencial foi obtido das plantas inteiras, assim como realizado por Tucker e colaboradores (2006). A extração aconteceu no Laboratório de Farmacognosia da UFAL, onde os materiais vegetais fresco e desidratado foram triturados em liquidificador, com 1L de água deionizada, sendo posteriormente depositados em balões de vidro, com capacidade de 2 L. O material foi turbolizado em manta aquecedora e o óleo essencial extraído, por meio de processo de hidrodestilação, durante 4 horas em aparelho de Clevenger. Ao término da extração, quantificou-se o óleo essencial por meio da calibração do Clevenger em ml e armazenou-se cada repetição em frasco âmbar, mantendo-as sob refrigeração a 4°C. A secagem do óleo essencial para retirada de água foi realizada adicionando-se aos frascos 1 g de Sulfato de Sódio Anidro e 3 ml de acetato de etila HPLC. Com o auxílio de uma pipeta a solução foi transferida para outro recipiente (frasco âmbar). O solvente foi evaporado em ar livre. O procedimento de extração pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Procedimento de extração do óleo essencial de *C. sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. em estado fresco e desidratado. Redução do material para ser inserido no balão de vidro de 2L (A); Pulverização do material em liquidificador (B); Hidrodestilação em aparelho Clevenger (C); Quantificação do volume de óleo no tubo calibrado do Clevenger (D). Sulfato de Sódio Anidro P.A./ACS (E); Acetato de etila (F); Frascos âmbar com óleo essencial sem conteúdo de água (G).



Fonte: Autora (2020)

3.2.6 Variáveis e análise estatística

Após a quantificação do óleo essencial, calculou-se o rendimento obtido do material fresco e desidratado. O rendimento do óleo essencial de ambos os tratamentos foi calculado segundo a equação 1:

$$R = \frac{V_o}{MF} * 100 \quad (1)$$

Em que:

R= Rendimento (%)

V_o= Volume do óleo obtido

MF= Massa fresca

As médias referentes ao rendimento de óleo foram submetidas ao teste *t* de Student, com nível de significância a 5%, utilizando-se o Programa GraphPad Prism, versão 5.0.

3.2.7 Composição química dos óleos essenciais de plantas de *C. sesquiflorus* frescas e desidratadas

3.2.7.1 Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM)

De modo aleatório os óleos essenciais de *C. sesquiflorus* obtidos da segunda repetição do tratamento de plantas desidratadas (CSDR2) e da terceira repetição do tratamento de plantas frescas (CSFR3) foram selecionados. O óleo essencial (5 a 10mg) foi diluído em

600µl de acetato de etila HPLC. A análise foi realizada utilizando um CG-EM-DIC (GC-2010 Plus; GCMSQP2010 Ultra, Shimadzu Corporation, Japão) equipado com um amostrador de injeção automática AOC-20i (Shimadzu), pertencente ao Laboratório de Cromatografia do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe. As separações foram realizadas pelo processo de eluição diferencial utilizando uma coluna capilar de sílica fundida Rtx®-5MS Restek (5 %-difênil-95 %-dimetilpolisiloxano) de 30m x 0,25mm de diâmetro interno, 0,25µm de espessura de filme, em um fluxo constante de hélio (99,999%) com taxa de 1,2ml.min⁻¹. A temperatura de injeção foi de 280°C, 1,0µl (10mg.ml⁻¹) de amostra foi injetado, com uma razão de split de 1:30. A programação de temperatura do forno iniciou-se a partir de 50°C (isoterma durante 1,5 min), com um aumento de 4°C. min⁻¹, até 200°C, em seguida, a 10°C.min⁻¹ até 280°C, permanecendo por 5min. Para o CG-EM as moléculas foram ionizadas pelo impacto de elétrons com energia de 70eV, os fragmentos analisados por um sistema quadrupolo programado para filtrar fragmentos/íons com *m/z* na ordem de 40 a 500Da e detectados por um multiplicador de elétrons.

O processamento de dados foi realizado utilizando o Software CG Postrum Analysis (Labsolutions- Shimadzu).

3.2.7.2 Identificação dos constituintes

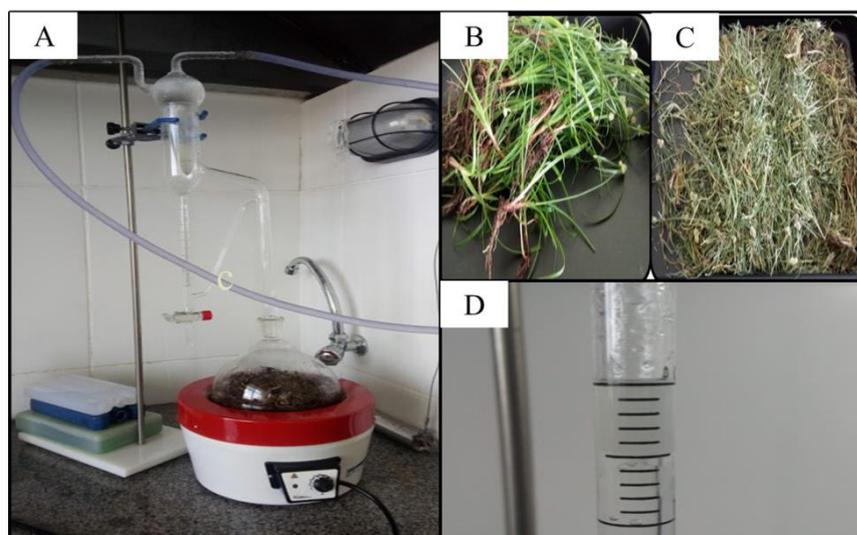
A análise qualitativa do óleo foi realizada por CG/EM. Cada componente do óleo foi identificado com base no tempo de retenção utilizando a equação de Van den Dool e Kratz (1963), utilizando uma série homóloga de n-alcenos C₈-C₂₀, índice de retenção, corrigido por regressão linear, bem como por comparação do padrão de fragmentação próprio de cada componente, com espectros de massa de banco de dados virtual (Biblioteca NIST107, NIST21 e Willey 8) e, ainda, por comparação visual com espectros de massa registrados na literatura (ADAMS, 2017).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Extração e rendimento do óleo essencial de *C. sesquiflorus*

A hidrodestilação do material vegetal fresco e do material desidratado de *C. sesquiflorus* produziu um óleo de coloração visual levemente amarelada e suavemente odorífero, conforme mencionado por Peckolt e Peckolt (2016) (Figura 4). Em relação à logística de extração, no atual experimento observou-se que a secagem do material demandou mais tempo à obtenção do óleo, uma vez que o material foi mantido por três dias em estufa. Apesar de mais demorado, a secagem leva a uma redução no volume de material e ao aumento da sua durabilidade, vantagens salientadas por Matos (2007) e Cunha *et al.* (2009). No tocante à duração, as plantas frescas também apresentam a possibilidade de estabilização por meio de congelamento após a coleta, conseqüentemente, alcançando-se durabilidade do material e obtenção de óleo posterior ao momento de coleta da planta. Segundo Bassani e Petrovick (2017) a manutenção do produto em ambientes refrigerados com controle de temperatura e umidade, como câmaras frias, refrigeradores e congeladores consiste numa forma de estabilização denominada criopreservação.

Figura 4 – Obtenção do óleo essencial de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. por hidrodestilação em Aparelho Clevenger (A); Material vegetal fresco (B); Material vegetal desidratado (C) e coloração levemente amarelada do óleo essencial (D).



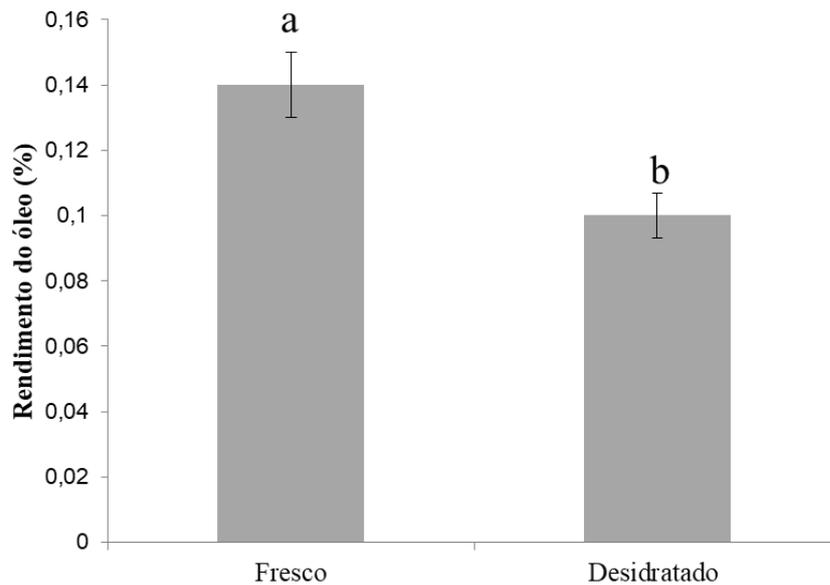
Fonte: Autora (2020).

O volume de todas as amostras é apresentado na tabela 2. Neste experimento o rendimento do óleo essencial extraído de plantas frescas de *C. sesquiflorus* foi significativamente maior (0,14%) daquele encontrado em plantas submetidas à secagem a 50°C por 72 h (Figura 5), em que ($p = 0,0226 < 0,05$; $GL=4$; $t = 3.606 > t_{5\%} 2,776$).

Tabela 2 – Volume em ml e rendimento em % do óleo essencial obtido das amostras de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. frescas e das desidratadas.

Estado da planta	Volume em ml e Rendimento em %					
	Amostra 1	Rend.	Amostra 2	Rend.	Amostra 3	Rend.
Fresca	0,4	0,16	0,4	0,13	0,4	0,13
Desidratada	0,8	0,09	0,6	0,09	0,7	0,11

Figura 5 – Rendimento e desvio padrão do óleo essencial de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. obtido de material fresco e desidratado.



Fonte: Autora, 2020

No trabalho realizado por Tucker e colaboradores (2006) em que plantas inteiras e floridas foram destiladas, não foi descrito o estado do material vegetal utilizado para obtenção do óleo essencial do capim cheiroso. Peckolt e Peckolt (2016) destilaram as folhas frescas da espécie e indicaram que essa seria a forma de utilização ideal para finalidades medicinais com a planta. Na literatura existem trabalhos com obtenção de óleo essencial de partes frescas de espécies de *Cyperus* L., por exemplo, extraiu-se OE por microextração em fase sólida por

headspace (HS-SPME) dos rizomas frescos de *C. rotundus* (POYRAZ; DEMIRCI ; KÜÇÜK, 2018) e partes aéreas de plantas frescas de *C. fuscus* foram hidrodestiladas com aparelho Clevenger (ERDEM *et al.*, 2018). No trabalho desenvolvido por Verma *et al.*, 2010 com *Artemisia capillaris* o maior rendimento de óleo essencial também foi obtido de plantas frescas em relação a plantas secas a sombra e ao sol. Hossein e colaboradores (2011) ao investigarem variações no rendimento do óleo essencial de *Ferula ovina* encontraram maiores teores em plantas frescas do que em plantas desidratadas ao ar a temperatura ambiente. Em estudo desenvolvido os autores encontraram maior teor de óleo em plantas frescas sem secagem do que em plantas secas a 55°C (MOHAMMAD *et al.*, 2018).

Os resultados encontrados no atual trabalho diferem de Mouna *et al.*, (2019) onde o óleo essencial das folhas de *Laurus nobilis* L. obtido após uma semana de secagem, forneceu o máximo teor de óleos essenciais. Diferem também do trabalho de NASIM *et al.*, (2016) com *Ocimum sanctum* L. cujo rendimento de óleo essencial obtido por hidrodestilação das folhas frescas e secas em fluxo de ar a sombra não diferiram, tampouco de flores frescas e secas.

A perda no teor de óleo essencial em *C. sesquiflorus* desidratado encontrada no atual trabalho corrobora os estudos de Peckolt e Peckolt (2016), que afirmaram que o aroma de *C. sesquiflorus* é totalmente perdido com a secagem, embora os autores não tenham publicado informações sobre o procedimento experimental de secagem utilizado na época, tampouco tenham relatado o comportamento do rendimento do óleo essencial em relação à desidratação. A perda no conteúdo de óleo essencial pode ser explicada pela característica que as plantas produtoras de óleo essencial possuem, quando submetidas a elevadas temperaturas, que podem levar a decomposição de alguns constituintes químicos do óleo e ao rompimento de células de armazenamento, tais como tricomas, ocasionando dessa forma a volatilização do óleo e redução no teor adquirido (MOHAMMAD *et al.*, 2018).

Temperaturas superiores a 40°C danificam os órgãos vegetais de secreção e armazenamento, conferindo maiores perdas do teor de óleo essencial no material vegetal seco (HERTWING, 1991). O estudo de Queiroz e colaboradores (2018) demonstrou alterações dos tricomas glandulares peletizados em *Lippia origanoides* kunth localizado na epiderme abaxial das folhas secas quando secas acima de 40°C, além de alterações significativas no rendimento de óleo essencial. Segundo Chakraborty e Dey (2016) usualmente ervas medicinais secas em altas temperaturas (40 a 60°C) podem perder alguns dos componentes ativos do produto sensíveis à temperatura, por não serem preservados por este método de secagem, reduzindo a qualidade do produto. No entanto, algumas espécies não são afetadas pela alta temperatura,

por exemplo, ao comparar temperaturas de secagem em *Mentha piperita* L. o produto que foi seco a 50°C foi o preferível (NGUYEN *et al.*, 2016).

O menor rendimento obtido em plantas desidratadas neste trabalho com temperatura de secagem a 50°C sugere que possivelmente não seja a temperatura ideal para obtenção de óleo em plantas de *C. sesquiflorus* secas. No atual trabalho utilizou-se a temperatura de operação da estufa a 50°C adotada pelo Laboratório de geomorfologia de Solos da UFAL, por ser o equipamento que estava disponível ao uso pela discente.

A temperatura de secagem a 45°C é a que tem sido adotada pelo grupo de pesquisa da Universidade Federal de Alagoas em estudos com espécies de Cyperaceae, como pode ser visto em Bezerra e colaboradores (2018) que submeteram partes aéreas e partes subterrâneas de *C. articulatus* e *Cyperus iria* L. à secagem em estufa sob temperatura de 45°C por 4 dias; Bezerra e colaboradores (2019) submeteram partes aéreas e subterrâneas de *C. sesquiflorus*, *Oxycaryum cubensis* (Poepp. & Kunth) Lye e *Rhynchospora nervosa* (Vahl) Boeckeler a secagem em estufa a 45°C; Silva e colaboradores (2020a) secaram os brotos e raízes de *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl. em estufa com circulação forçada de ar a 45°C. Assim como as partes aéreas e subterrâneas de *C. distans*, *C. laxus* e *C. rotundus* foram desidratadas por Silva e colaboradores (2020b).

Em estudo com a espécie *Thymus daenensis* Celak (Lamiaceae) os autores encontraram alterações no rendimento de óleo essencial em função da temperatura e método de secagem, sendo o forno e a secagem em estufa a vácuo a 35°C, sem pré-secagem, mais recomendados pela maior quantidade de óleo essencial e qualidade (maiores quantidades de hidrocarbonetos de monoterpene e sesquiterpene) adequada (MOHAMMAD *et al.*, 2018). O aumento da temperatura devido à acelerada evaporação, decomposição de componentes do óleo essencial e destruição de células de armazenamento pode levar à redução do teor de óleo essencial (MOHAMMAD *et al.*, 2018). Em estudo de Mirahmadi e Norouzi (2016) com diferentes temperaturas, a secagem interferiu no rendimento, cujo maior teor de óleo foi obtido quando a planta foi seca com velocidade do ar de 1,5 m/s, a 45°C da temperatura do forno.

Quanto à obtenção de óleo essencial de plantas do gênero em estado desidratado, verificou-se o emprego de variadas metodologias de secagem, por exemplo, *C. articulatus*, *C. esculentus*, *C. papyrus* foram secas à temperatura ambiente durante duas semanas (HASSANEIN *et al.*, 2014); Lawal e colaboradores (2016) desidrataram os rizomas de *C. papyrus* ao ar livre. No estudo de Zoghbi e colaboradores (2008) os tubérculos de *C. articulatus* var. *articulatus*, *C. articulatus* var. *nodosus*, *C. prolixus* e *C. rotundus* foram

submetidos a secagem à temperatura ambiente sob ar condicionado por 7 dias, enquanto os tubérculos e rizomas de *C. articulatus* var. *articulatus* foram armazenados em temperatura ambiente por 24 h e secos em estufa a 303 K por 12 h para secagem (SILVA, *et al.*, 2014); Kasper e colaboradores (2018) utilizaram estufa a 35°C por 72 h para secagem dos rizomas, tubérculos e raízes da espécie *C. articulatus*. Isso pode sugerir que ainda não há um padrão estabelecido para o método e a temperatura ideal de secagem de plantas medicinais do referido gênero *Cyperus* L., ou ainda que cada espécie possui o seu próprio protocolo para preparação e extração.

Quanto ao rendimento de óleo essencial observou-se estar adequado ao intervalo encontrado para outras espécies do gênero (Quadro 3), cujos rendimentos estão abaixo de 1%. O rendimento encontrado em folhas desidratadas de *Cyperus sesquiflorus* foi menor do que o de *Cyperus articulatus*, *Cyperus scariosus*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus fuscus* e pouco maior que o de *Cyperus papyrus* (Quadro 1).

Quadro 1 – Rendimentos de óleos essenciais de espécies de *Cyperus* L. encontradas na literatura atual.

Espécie	Rendimento	Autoria
<i>Cyperus articulatus</i>	0,688 % ± 0,0130 período seco e 0,450 % ± 0,045 período chuvoso	(KASPER <i>et al.</i> , 2018)
<i>Cyperus fuscus</i>	0,4 % (v/w)	(ERDEM <i>et al.</i> , 2018)
<i>Cyperus papyrus</i>	0,10% (v/w) e 0,08% (v/w) em função da localidade	(LAWAL <i>et al.</i> , 2016)
<i>Cyperus rotundus</i>	0,18% por hidrodestilação e 0,27% (v/w) por arraste a vapor	(AZHARI <i>et al.</i> , 2018)
<i>Cyperus scariosus</i>	0,20 % ± 0,035 a 0,58 % ± 0,025 em função da localidade	(KUMAR <i>et al.</i> , 2016)

O rendimento de óleo essencial obtido por Peckolt e Peckolt (2016) foi de 1,512 g em 1000g da planta. Analisando a influência do período de colheita de *C. sesquiflorus* no rendimento, os autores encontraram os seguintes teores de óleo essencial, em 10.000 gramas: 9,527 g em janeiro e 13,400 g em março e no segundo período do ano encontraram 15,120 g em setembro e 10,355 g em dezembro. Já no trabalho de Tucker e colaboradores (2006) os autores não informam o teor obtido.

Segundo Mottaleb e colaboradores (2014) a coleta e preparação das amostras correspondem a 80% do tempo dedicado à análise dos compostos bioativos, dessa forma, o protocolo de processamento de *C. sesquiflorus* pode considerar o uso das plantas *in natura*,

em função do maior rendimento, menor tempo de preparo e a praticidade requerida para a sua execução. No entanto, embora os resultados encontrados norteiem os experimentos posteriores a serem apresentados, eles não são conclusivos, uma vez que ainda não se têm definidas a temperatura e método de secagem que não danifiquem as estruturas anatômicas armazenadoras de óleo e que forneçam o maior teor de voláteis.

3.3.2 Composição química dos óleos essenciais de plantas frescas e desidratadas

Os componentes do óleo essencial de plantas frescas e de plantas desidratadas são apresentados na tabela 3 com seus índices de retenção (RI).

Tabela 3 – Composição química do óleo essencial de plantas inteiras e floridas de *C. sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. em estado fresco (OECSF) e desidratado (OECSD).

Número	Componente	TR (min)	OECSF %	OECSD %	RI ^a	RI ^b
1	α -Pino	9,24	-	0,59	935	932
2	β -Pino	10,70	-	0,44	978	974
3	<i>o</i> -Cimeno	12,40	-	1,09	1026	1022
4	(<i>E</i>)- β - Ocimeno	12,85	-	2,92	1038	1044
5	γ -Terpineno	13,23	-	1,69	1049	1054
6	<i>allo</i> -Ocimeno	16,29	-	0,48	1131	1128
7	Metil mirtenato	22,61	-	1,13	1302	1293
8	β -elemeno	25,26	4,42	3,94	1397	1389
9	(<i>E</i>)- cariofileno	26,99	1,88	2,03	1427	1417
10	miltil-4(12)- eno	27,78	8,56	7,78	1451	1445
11	α -Humuleno	28,14	-	0,76	1462	1452
12	Aristolóqueno	29,18	25,82	22,80	1493	1487
13	Valenceno	29,46	12,51	10,46	1502	1496
14	7-epi- α - Selineno	30,28	-	1,02	1528	1520

Número	Componente	TR (min)	OECSF %	OECSF %	RI ^a	RI ^b
Continua...						
15	7-epi- α - Eudesmol	34,71	-	0,88	1672	1662
16	NID	37,66	41,56	36,09	1773	-
17	NID	38,98	5,25	3,55	1825	-
18	NID	41,26	-	2,35	1913	-
Total identificado			53,19	58,01		

TR= Tempo de retenção; RI^a = Índice de Retenção Relativo experimental; RI^b = Índice de Retenção da literatura; % = Área relativa do pico em relação à área total do pico no cromatograma de íons totais por CG-EM do óleo essencial de OECSF e OECSF

As análises por cromatografia gasosa/espectrometria de massa (GC-MS) revelaram que o óleo essencial obtido da planta fresca possuía um perfil químico pouco complexo, com a presença de um total de sete compostos, representando 100% da composição. A área relativa da maioria dos compostos foi identificada como aristoloqueno (25,82%), valenceno (12,51%), miltail-4(12)-eno (8,56%), β -elemeno (4,42%) e (*E*)-cariofileno (1,88%). O composto majoritário no óleo essencial da planta fresca (41,56%) não foi identificado (índice de retenção de 1773). O óleo obtido da planta fresca exibiu composição qualitativa distinta do óleo obtido da planta desidratada, que possuiu uma complexidade maior, com 18 componentes, ou seja, acréscimo de 61% na composição. Os compostos produzidos apenas no óleo obtido da planta desidratada representam 13,35% da composição.

No entanto, com a secagem do material vegetal houve perda quantitativa nos compostos majoritários aristoloqueno (22,80%), valenceno (10,46%), miltail-4(12)-eno (7,78%), β -elemeno (3,94%), incluindo-se o principal não identificado (36,09%), com índice de retenção de 1773. Dessa maneira os dados corroboram com Peckolt e Peckolt (2016) sobre perdas com a secagem de *C. sesquiflorus*. As alterações químicas encontradas neste trabalho diferem do padrão observado no estudo de Hossein e colaboradores (2011), cujo óleo essencial obtido de plantas frescas de *Ferula ovina* (Boiss.) Boiss. apresentou maior número de compostos químicos e alterações nos compostos principais, que estavam ausentes no óleo extraído das partes aéreas secas. No entanto, também ocorrem alterações na composição, nos compostos majoritários e há perda de voláteis com a secagem da *F. ovina*, contendo menor quantidade de alguns compostos.

Em estudo com *Artemisia capillaris* Thunb. após a secagem foram encontradas alterações na composição química, como menores porcentagens em alguns compostos, além de ganho quantitativo em outros, incluindo-se um dos majoritários (γ -terpineno) (VERMA *et al.*, 2010). Nos óleos essenciais de plantas frescas e desidratadas de *Artemisia annua* L. o conteúdo relativo de cada componente variou e compostos diferentes foram encontrados (YICHAO *et al.*, 2018).

Ao comparar o atual trabalho com o estudo de Tucker e colaboradores (2006) observou-se semelhança entre os compostos, especialmente no perfil da planta desidratada. Dentre os 23 compostos, os principais obtidos por Tucker e colaboradores (2006) foram dihidrokaranonona e aristolocheno, representando o primeiro registro destes componentes para Cyperaceae, seguidos de β -elemeno. Anteriormente foi relatado que aristolocheno estava presente nas espécies vegetais *Aristolochia indica* L. (GOVINDACHARI; MOHAMED; PARTHASARATHY, 1970), em flores de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. (FILHO *et al.*, 2019), em *M. fallax* (Rich.) DC. (ALARCÓN *et al.*, 2009), em pequena porcentagem em *Cyperus compressus* L. (RAMESHKUMAR *et al.*, 2011) e *Cyperus scariosus* R.Br. (CLERY *et al.*, 2016). O aristolocheno é um sesquiterpeno pertencente à família dos isoprenoides, também conhecidas por terpenos ou terpenoides. Os organismos produtores de isoprenoides são de grande interesse no desenvolvimento de produtos farmacêuticos e químicos (MISAWA, 2011). O aristolocheno é conhecido pela atividade de expressão de alto nível em *Escherichia coli* e *Aspergillus terreus* (CANE; KANG, 2000).

Foi observado que o valenceno ocorre no extrato de *C. rotundus* (NAM; NAM ; LEE, 2016). Tal composto também ocorre no óleo essencial da casca da laranja (*Citrus sinensis* Osbeck) (ELSTON; LIN e ROUSEFF, 2005). O composto é relatado como ter efeito terapêutico no fotoenvelhecimento induzido por UV (NAM; NAM; LEE, 2016) e não demonstrou ter atividade antimicrobiana contra os microrganismos testados por Liu e colaboradores (2012). Considerando que o composto majoritário do óleo essencial de *C. sesquiflorus* não foi identificado, pode ser sugerido que se trate de um composto ainda não descrito pela ciência, o que requer novas investigações.

3.3 CONCLUSÕES

Conclui-se que o uso do material vegetal de *Cyperus sesquiflorus* em estado fresco é adequado para a obtenção de óleo essencial, uma vez que oferece maior rendimento, otimiza o processo extrativo e fornece maiores conteúdos relativos dos compostos sesquiterpênicos aristoloqueno, valenceno, miltail-4(12)-eno, β -elemeno e do componente majoritário não identificado. A composição química e o rendimento do óleo essencial da espécie sofrem alterações em função da secagem, de modo que leva à redução no teor e aumenta a complexidade da composição.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy**. Allured Publishing Corporation, Illinois USA, 4.1th edition, 804, 2017.
- ALARCÓN, L. D.; PEÑA, A.E.; GONZÁLES, N.; QUINTERO, A.. MEZA, M.; USUBILLAGA, A., VELASCO, J. Composition and antibacterial activity of the essential oil of *Myrcia fallax* (Rich.) DC. from Venezuela. **Revista de la Sociedad Química del Perú**, v. 75, n. 2, p. 221-227, 2009.
- BASSANI, V. L.; PETROVICK, P. R. Desenvolvimento tecnológico de produtos farmacêuticos a partir de produtos naturais. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- BEZERRA, J.J.L., SILVA, C.L.; BORGES, A. L. T.F.; NASCIMENTO, T.G.; PRATA, A.P.N. Análise da composição fitoquímica e doseamento de flavonoides totais dos extratos hidroalcoólicos de *Cyperus iria* L. e *Cyperus articulatus* L. **Diversitas Journal**, v.3, n. 2, p. 228-238, 2018.
- BEZERRA, J.J.L., NASCIMENTO, T. G., REGIANNE, U. K., PRATA, A. P. N. Phytochemical screening, chromatographic profile and evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of three species of the Cyperaceae Juss. Family. **Journal of Medicinal Plant Research**, v. 13, n.14, p. 312-320, 2019.
- BRANDÃO, C. F. L. S.; VIEIRA, A.C.S.; FARIAS, D.S. SILVA, L.G.; GONZAGA, E.P.; LANA, M.D.; COLA, R. E.; NOBRE, S.C.M. Análise do componente arbóreo adulto e regenerante e da serapilheira em um remanescente de Floresta Atlântica em Rio Largo, Alagoas. In: LEITE, M. J.H.; PINTO, A.V.F.; BRANDÃO, C. F. L. S.; LANA, M. D. **PESQUISAS FLORESTAIS EM FOCO**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 105 p., 2020.
- CANE, D.E.; KANG, I. Aristolochene synthase: purification, molecular cloning, high-level expression in *Escherichia coli*, and characterization of the *Aspergillus terreus* cyclase. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 376, n.2, p. 354-64, 2000.
- CARVALHO, F. S., GOMES, M.J.T., **Estudo do campo semântico-lexical das ervas utilizadas no Tereré**. In: SEMEX- Seminário de Extensão Universitária da Uems- ENIC- Encontro de Iniciação Científica da UEMS, 7, 2009. Encontro. <Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1126/1148>>, acesso em 15/07/2019.
- CARVALHO, O.M. (2003). Classificação e caracterização físico-hídrica de solos de Rio Largo cultivado com cana-de-açúcar. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 74p.
- CHAKRABORTY, R.; DEY, T. Drying Protocols for Traditional Medicinal Herbs: A Critical Review, International Journal of Engineering Technology. **Management and Applied Sciences**, v.4, n. 4, 2016.

CLERY, A. R.; CASON, J. R. L.; ZELENÁ, V. Constituintes de óleo de Cypriol (*Cyperus scariosus* R.Br.): N-Containing Molecules and Key Aroma Components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, DOI: 10.1021/acs.jafc.6b00680, 2016.

CUNHA, A. P., SILVA, A. P., ROQUE, O. R. **Plantas e Produtos Vegetais em Fitoterapia**. 3. Ed., Fundação Calouste Gulbenkian, 702 p., 2009.

ELSTON, A.; LIN, J.; ROUSEFF, R. Determination of the role of valencene in orange oil as a direct contributor to aroma quality. **Flavour and Fragrance Journal**, v.20, n.4, p. 381-386, 2005.

ERDEM, B.; BAGCI, E.; DOGAN, G.; AKTOKLU, E.; DAYANGAC, A. Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil and ethanol extract of *Cyperus fuscus* L burs from Turkey. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v.17, n.8, p. 1637-1643, 2018.

FILHO, A.C.P.M.; SOUSA, W.C.; CASTRO, C.F.S.; SOUZA, L.F. Composição química do óleo essencial das flores de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n.4, p.892, 2019.

GONZÁLES, Y., MERCADO, M.I., DEGEN, R., PONESSA, G.I. Morfoanatomía y etnobotánica de rizoma, tallo y escapo de “kapi’i kati”, *Kyllinga odorata* (Cyperaceae) y sus substituyentes de Asunción del Paraguay y lrededores. **Lilloa**, v. 46, n.1–2, p. 58–67, 2009.

GOVINDACHARI, T. R.; MOHAMED, P.A.; PARTHASARATHY, P.C. Ishwarane and aristolochene, two sesquiterpene hydrocarbons from *Aristolochia indica*. **Tetrahedron**, v. 26, n.2, p. 615-619, 1970.

HASSANEIN, H. D., NAZIF, N.M., SHAHAT, A. A., HAMMOUDA, F. M., SOBREABLE, E. A., SALEH, M. A. Chemical Diversity of Essential Oils from *Cyperus articulatus*, *Cyperus esculentus* and *Cyperus papyrus*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.17, n.2, p. 251-264, 2014.

HERTWING, I. F. Von. **Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem, comercialização**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 414 p. 1991.

HOSSEIN, A.; MARZIEH, A.; MOHAMMAD, J.; HOSSEIN, A.; GHOLAMREZA, A.; MOUSAVI, S.S. Comparison of Essential Oils from *Ferula ovina* (Boiss.) Aerial Parts in Fresh and Dry Stages. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.14, n.2, p. 250-254, 2011.

JARAMILLO-COLORADO, B. E., MARTÍNEZ-CÁCERES, E. L., DUARTE-RESTREPO, E. Volatile chemical composition and bioactivities from Colombian *Kyllinga pumila* Michx (Cyperaceae) essential oil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 38, n. 3, p. 273-282, July-Sept, 2016.

JANAKI, S., ZANDI-SOHANI, N., RAMEZANI, L., SZUMNY, A. Chemical composition and insecticidal efficacy of *Cyperus rotundus* essential oil against three stored product pests. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 133, p. 93–98, 2018.

- KASPER, A.A.M., SOUSA, S. F., MARTIN, B. S. S., SOUZA JÚNIOR, J. J. V., SARTORATTO, A., ESCHER, S. K., BARATA, L. E. S. Prospecção de produtos naturais obtidos de pripioca como agentes de controle biológico de fungos fitopatogênicos de importância agrícola. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 273 – 286, 2018.
- KAVAZ, D.; IDRIS, M.; ONYEBUCHI, C. Physiochemical characterization, antioxidative, anticancer cells proliferation and food pathogens antibacterial activity of chitosan nanoparticles loaded with *Cyperus articulatus* rhizome essential oils. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.123, p. 837-845, 2019.
- LAWAL, O.A., OGUNWANDE, I. A., OPOKU, A. R., OYEDEJI, A. O. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from the rhizomes of *Cyperus papyrus* L. grown in South Africa. **Latin American and Caribbean Bulletin of Medicinal and Aromatic Plants**, v.15, n.3, p.136 – 143, 2016.
- LIMA, A.R.S.; LIMA, R.C.; NEPOMUCENO, I.T.G. NASCIMENTO, H.H.C.; PRATA, A.P.N.; SILVA, R.R.V. Influence of edge in the structure of the vegetation of Anopen Ombrophilous Forest in Alagoas. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, p. 591-601, 2020.
- LIU, K.; CHEN, Q.; LIU, Y.; ZHOU, X.; WANG, X. Isolation and Biological Activities of Decanal, Linalool, Valencene, and Octanal from Sweet Orange Oil. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 11, p. 156-161, 2012.
- MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais: guia de seleção e emprego das plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. 3.ed., Fortaleza: Imprensa Universitária, 394 p., 2007.
- MELO, J.O., BLANK, A. F., OLIVEIRA, A. M.S., ANDRADE, T. M., ARRIGONI-BLANK, M. F., ALVES, P. B. Content and chemical composition of the essential oil of *Lippia gracilis* Schauer accessions in different drying times. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 6, p. 1821-1828, Nov./Dec. 2019.
- MIRAHMADI, S.F.; NOROUZI, R. Influence of Thin Layer Drying on the Essential Oil Content and Composition of *Lavandula officinalis*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.19, n.6, p.1537-1546, 2016.
- MISAWA, N. Pathway engineering for functional isoprenoids. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 22, n. 5, p. 627-633, 2011.
- MOHAMMAD, R. D. M.; LARIJANI, K.; MEHRAFARIN, A.; BADI, H.N. Changes in the essential oil content and composition of *Thymus daenensis* Celak. under different drying methods. **Industrial Crops & Products**, n. 112, p. 389–395, 2018.
- MOUNA, M.; LADJEL, S.; INSAF, M. The Drying Effect on The Water Content and on The Essential Oil Content of *Laurus nobilis* L.. **Journal of Applied Biological Sciences**, v.13, n.2, p. 89-91, 2019.
- MONTI, C.; MANDRILE, E. L. Anatomia y etnobotanica de las especies medicinales de monocotiledoneas de la estepa Pampeana de Argentina: Cyperaceae. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 17, n. 1, p. 11–22, 1998.

- MOTTALEB, M. A.; MEZIANI, M. J.; ISLAM, M. R. Solid-Phase Microextraction (SPME) and Its Application to Natural Products. **Encyclopedia of Analytical Chemistry Online**, p.1-23, 2014. DOI: 10.1002/9780470027318.a9905
- NAM, J. H.; NAM, D. Y.; LEE, D. U. Valencene from the Rhizomes of *Cyperus rotundus* Inhibits Skin Photoaging-Related Ion Channels and UV-Induced Melanogenesis in B16F10 Melanoma Cells. **Journal of Natural Products**, v. 79, n. 4, p. 1091–1096, 2006.
- NASIM, M. K.; MOHSEN, D.; MOHAMMAD, B. R.; FATEMEH, H.A. Comparison of Essential oil of *Ocimum sanctum* L. from Fresh and Dry Aerial Parts by Hydro-distillation and Steam Distillation. **Journal of Medicinal Plants and By-products**, v. 1, p. 45-50, 2016.
- NGUYEN, T.K.C.; DUONG, T.T.T.; HOANG, Q.T. EFFECT OF HOT DRYING ON THE ESSENTIAL OIL CONTENT AND COLOUR CHARACTERISTICS OF PEPPERMINT (*Mentha piperita*). **Tạp chí Khoa học và Công nghệ**, v. 54, n. 3, p. 324-332, 2016.
- NOVOA, M.; COLARES, M.; ARAMBARRI, A. Anatomy of monocotyledons: stems and rhizomes of land herbs used as medicinal in the Río de La Plata area (Argentina). **Bonplandia**, v. 21, n. 2, p. 149–157, 2012.
- PECKOLT, T., PECKOLT, G. **História das plantas úteis e medicinais do Brasil**. Fino Traço, 1 edição, 904p., 2016.
- PEREIRA, G.S., NOELLI, F.S., CAMPOS, J.B.; SANTOS, M.P.; ZOCHE, J.J. Ecologia histórica guarani: as plantas utilizadas no bioma Mata Atlântica do Litoral sul de Santa Catarina, Brasil (Parte 1). **Cadernos do LEPAARQ : textos de antropologia, arqueologia e patrimônio**. (UFPEL), v. 13, n. 26, p. 197–246, 2016.
- POYRAZ, I.E.; DEMIRCI, B.; KÜÇÜK, S. Volatiles of Turkish *Cyperus rotundus* L. Roots. **Records of Natural Products**, v.12, n.3, p. 222-228, 2018.
- QUEIROZ, G. A.; SILVA, P.H.L.; OLIVEIRA, R.A.; SODRÉ, G.A.; COSTA, L.C.B. Drying temperature changes trichome integrity, chemical content and composition of the essential oil of pepper-rosmarin. **Ciência Rural**, v.48, n.11, 2018.
- RAMESHKUMAR, K.B.; SUDHEESH, N.; GEORGE, V.; MOHANAN, N. Volatile Constituents of the Roots of *Cyperus compressus* Linn.. **Journal of Essential Oil Research**, v.23, n.3, p. 39-41, 2011.
- REGINATTO, F.H. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C.M.O. *et al.*, **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- SILVA, I. C. M., SANTOS, W. L., LEAL, I. C. R., ZOGHBI, M. G.B., FEIRHMANN, A. C., CABRAL, V. F., MACEDO, E. N., CARDOSO-FILHO, L. Extraction of essential oil from *Cyperus articulatus* L. var. *articulatus* (priprioca) with pressurized CO₂. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 88, p. 134-141, 2014.
- SILVA, A.C.M.; BEZERRA, J.J.L.; PRATA, A.P.N.; SOUZA, R.C.; PAULINO, C.L.A.; NASCIMENTO, T.G.; SILVA, S.A.S.; COSTA, V.C.O.; DUARTE, M.C. Phytochemical

Profile and Evaluation of the Allelopathic Effect of the Aqueous Extract of *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl (Cyperaceae). **Journal of Agricultural Studies**, v.8, n.3, 2020a.

SILVA, A.C.M.; BEZERRA, J.J.L.; PRATA, A.P.N.; SOUZA, R.C.; PAULINO, C.L.A.; NASCIMENTO, T.G.; SILVA, S.A.S.; COSTA, V.C.O.; DUARTE, M.C. Phytochemical Profile and Evaluation of the Allopathic Effect of Three Species of the Genus *Cyperus* (Cyperaceae). **Journal of Agricultural Studies**, v.8, n.3, 2020b.

SOUZA, J. L., FILHO, G. M., LYRA, R. F. F., TEODORO, I. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período de 1997-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria**, v. 12, n. 1, p. 131-141, 2004.

TUCKER, A.O., MACIARELLO, M.J., BRYSON, C.T. The Essential Oil of *Kyllinga odorata* Vahl (Cyperaceae) from Mississippi. **Journal of Essential Oil Research**, v.18, n.4, p. 381-382, 2006.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P.D. A Generalization of Retention Index System Including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, 1963. 11, 463-471.

VERMA, R.S; RAHMAN, C.S.; CHANOTIYA, R. K.; VERMA, R. K.; CHAUHAN, A.; YADAV, A.; YADAV, A.K.; SINGH, E.A. Chemical Composition of Volatile Fraction of Fresh and Dry *Artemisia capillaris* Thunb. from Kumaon Himalaya. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 13, n. 1, p. 118-122, 2010.

YICHAO, W. U.; XIAOBO J., LI, Z.; YONGHONG, Z. Ultrasonic Assisted Extraction, Comparative Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils of Fresh and Dry Aboveground Parts of *Artemisia annua* L.. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 21, n.6, p. 1624-1635, 2018.

ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; CARREIRA, L.M.M.; ROCHA, E.A.S. Comparison of the Main Components of the Essential Oils of “priprioca”: *Cyperus articulatus* var. *articulatus* L., *C. articulatus* var. *nodosus* L., *C. prolixus* Kunth and *C. rotundus* L.. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n.1, p. 42-45, 2008.

4 CRESCIMENTO DE *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. (CAPIM CHEIROSO)

RESUMO

O capim cheiroso (*Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük.) é uma espécie de Cyperaceae caracterizada como ruderal, medicinal e produtora de compostos voláteis. Assim, este trabalho teve por objetivo caracterizar o crescimento de *C. sesquiflorus*, visando obter informações para otimizar a obtenção de seu óleo essencial. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, entre dezembro de 2019 e março de 2020, quando foram realizadas 15 avaliações periódicas de crescimento, determinando-se: comprimentos da maior folha e da parte subterrânea, diâmetro do colmo, massa fresca e seca total, da parte aérea e da parte subterrânea. Realizou-se a contagem do número de folhas vivas, de inflorescências e de perfilhos vivos e mortos. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições (sacos contendo 10 perfilhos - 3 destes previamente marcados) e 15 tratamentos (0, 6, 17, 22, 28, 34, 40, 45, 49, 55, 61, 69, 76, 83 e aos 90 dias após o transplântio - DAT). As médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. O DAT 28 foi o melhor tratamento para obtenção de maior comprimento de folhas (30 cm). Os DAT 0, 6, 17, 22, 28 e 34 foram os melhores para colmo, com diâmetro de 3,0 mm. O número de folhas inicial (9) diminuiu ao longo dos tratamentos, sendo 0, 6, 17, 22, 28 e 34 DAT os melhores para obtenção de plantas com número de 6 a 7,5 folhas. O comprimento da parte subterrânea quase duplicou do DAT 0 ao DAT 34, atingindo 15 cm, sem diferir dos 22 e 28 DAT. Os tratamentos 0, 6 e 17 DAT forneceram plantas com menor número de inflorescências, cujo máximo foi obtido no DAT 90. Este tratamento também forneceu o maior número de perfilhos e o maior peso da matéria seca total. A alocação de biomassa foi maior na parte subterrânea nos DAT 6, 76 e 90 e o único tratamento com maior alocação de biomassa na parte aérea foi o DAT 61. Por fim, o crescimento de *C. sesquiflorus* ocorreu até os 34 dias de cultivo, decaindo em função do sombreamento, perfilhamento, florescimento e limitações do recipiente, com excessão do número de inflorescências e de perfilhos novos. Para a obtenção de seu óleo essencial indica-se o período com menor número de inflorescências (17 DAT).

Palavras-chave: Cyperaceae. *Kyllinga odorata*. Propagação clonal.

ABSTRACT

The fragrant grass (*Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük.) Is a species of Cyperaceae characterized as ruderal, medicinal and producer of volatile compounds. Thus, this work aimed to characterize the growth of *C. sesquiflorus*, obtain information to obtain information on its essential oil. The experiment was carried out in a greenhouse at the Engineering and Agricultural Sciences Campus of the Federal University of Alagoas, between December 2019 and March 2020, when 15 growth journals were carried out, determining: lengths of the largest leaf and the underground part, stem diameter, total fresh and dry mass, of the aerial part and the underground part. The number of live leaves, inflorescences, and live and dead profiles was counted. A completely randomized design was adopted, with 4 repetitions (bags containing 10 profiles - 3 of these previously marked) and 15 treatments (0, 6, 17, 22, 28, 34, 40, 45, 49, 55, 61, 69, 76, 83 and 90 days after transplant - DAT). The averages were subjected to the Tukey test at 5% probability. DAT 28 was the best treatment for obtaining a longer leaf length (30 cm). DAT 0, 6, 17, 22, 28 and 34 were the best for thatch, with a diameter of 3.0 mm. The initial number of leaves (9) decreased during the treatments, with 0, 6, 17, 22, 28 and 34 DAT being the best for obtaining plants with a number of 6 to 7.5 leaves. The length of the underground part almost doubled from DAT 0 to DAT 34, reaching 15 cm, without differing from 22 and 28 DAT. Treatments 0, 6 and 17 DAT provided plants with the lowest number of inflorescences, the maximum of which was added in DAT 90. This treatment also provided the largest number of tillers and the highest weight of the total dry matter. The biomass allocation was higher in the underground part on DAT 6, 76 and 90 and the only treatment with higher biomass allocation on the aerial part was DAT 61. Finally, the growth of *C. sesquiflorus* occurred until 34 days of cultivation, decreasing due to the shading, tillering, flowering and limitations of the pool, with the exception of the number of inflorescences and new tillers. To obtain the essential oil, the period with the lowest number of inflorescences (17 DAT) is indicated.

Keywords: Cyperaceae. *Kyllinga odorata*. Clonal propagation.

4.1 INTRODUÇÃO

Estudos prévios indicam que a partir de espécies de *Cyperus* L. (Cyperaceae) é possível obter óleos essenciais (OE) com potencial medicinal e cosmético (SRIVASTAVA *et al.*, 2014; HASSANEIN *et al.*, 2014; NOGUEIRA *et al.*, 2020; ZHANG, *et al.*, 2017). Alguns dos quais com finalidades comerciais, como o OE de *Cyperus articulatus* L. empregado na fabricação de perfumes pela empresa Natura Inovação e Tecnologia de Produtos Ltda. (NICOLI; HOMMA; MENEZES, 2014) e como o OE de *Cyperus scariosus* R. Br. e *C. articulatus* comercializado pela empresa Laszlo Aromaterapia Ltda e OSHADI (LASZLO, 2021; OSHADI, 2021).

A caracterização e o potencial do óleo essencial produzido pelo capim cheiroso (*Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük., nome botânico válido para *Kyllinga odorata* Vahl) vem sendo investigados por Tucker *et al* (2006) e Peckolt e Peckolt (2016). O capim cheiroso é uma planta perene, herbácea terrícola e nativa do Brasil, que se distribui por todo o país e, mundialmente, de forma Pantropical (ALVES *et al.*, 2015; SIMPSON; INGLIS, 2001; GBIF, 2019; BRYSON; CARTER; 2008). É considerada uma espécie invasora de culturas, em especial a do arroz, facilmente encontrada com partes reprodutivas em todos os meses do ano, ocorrendo em campos secos, campos úmidos, afloramentos rochosos, turfeiras, banhados, terrenos baldios, canais de irrigação e áreas ruderais (TREVISAN *et al.*, 2007; SIMPSON; INGLIS, 2001; MACHADO FILHO *et al.*, 2015). Entretanto, a espécie não foi registrada oficialmente como infestante de culturas do Brasil no “Banco de dados de espécies de ervas daninhas em culturas e países” (FAO, 2020).

C. sesquiflorus é descrita com hábito anual ou perene de curta duração, em climas quentes, por Carter (2005) e Bryson e Carter (2008), apresentando crescimento cespitoso, rizomas de entrenós curtos, inflorescência estramínea, ausência de espínulas na carena das glumas e a presença de folhas velhas remanescentes aderidas à base das plantas maduras (TREVISAN *et al.*, 2007). De acordo com as definições de ciclos de vida descritas por Hartmann (2011), os vegetais podem ser anuais, bianuais ou perenes e certas plantas com tipos específicos de rizomas tem crescimento determinado, onde a estrutura que termina em uma haste de floração senesce, enquanto novo crescimento inicia de botões basais laterais.

O aumento irreversível de tamanho, massa ou volume no vegetal, especialmente do material protoplasmático é denominado de crescimento (REIS, 1978). O crescimento vegetal é o resultado de uma interação físico-bioquímica complexa e do armazenamento e produção fotossintética, que ao ser analisada, leva a compreensão dos processos fisiológicos envolvidos

no comportamento das plantas, estejam estas sob condições ambientais distintas ou sob condições de cultivo (BENINCASA, 1988). À medida que a produção e o consumo de carboidratos se equivalem nos processos de fotossíntese e respiração, mais fotorrespiração em algumas plantas, o que se produz é utilizado para manutenção. Com o ganho do processo fotossintético, resulta energia e esqueletos de carbono para o crescimento, portanto o crescimento da planta como um todo, em termos de aumento de volume, de massa, de dimensões lineares, de unidades estruturais, é função do que a planta armazena e do que a planta produz em termos de material estrutural (PEIXOTO *et al.*, 2020).

A taxa de crescimento tende a diminuir à medida que as plantas entram no período reprodutivo quando ocorre a floração (HARTMANN *et al.*, 2011), podendo ser avaliado por meio da variação do tamanho morfológico (aumento de volume, de peso, de dimensões lineares de unidades estruturais), resultante da fotossíntese líquida (BENINCASA, 1988). A análise de variáveis de crescimento em cyperaceae foi realizada em *Cyperus rotundus* L. sob cultivo em canos por Brighenti *et al.* (1997), em *Cyperus esculentus* L. cultivada em canteiros por Matos; Cavalcanti e Parente (2008), *Cyperus brevifolius* (Rottb.) Endl. ex Hassk. em habitat natural por Rodiyati e Nakagoshi (2003) e *Cyperus fuscus* L. em casa de vegetação e habitat natural por Bryson e Carter (2010).

O cultivo de espécies de Cyperaceae no Brasil tem sido efetuado na região norte, a exemplo de *C. articulatus* cultivada por comunidades tradicionais no Pará, para extração de óleo essencial como matéria prima para produtos cosméticos da empresa Natura (CASTELLANI *et al.*, 2011; NICOLI; HOMMA; MENEZES, 2014) e cultivo na região nordeste, como *C. esculentus* produzida para obtenção de tubérculos comestíveis no Ceará (MATOS; CAVALCANTI; PARENTE, 2008).

O processo de domesticação da espécie *C. articulatus* no nordeste do Pará não foi acompanhada de pesquisa agrícola sistemática, tendo sido baseada em “tentativas e acertos” (NICOLI; HOMMA; MENEZES, 2014). Para o cultivo de plantas medicinais nativas é necessária domesticação das espécies de interesse, o que implica no domínio tecnológico de todas as etapas de seu desenvolvimento, isto é, o conhecimento sobre a forma de propagação, adaptação ao ambiente de cultivo, forma de crescimento, senescência, produtividade ótima de biomassa e dos princípios ativos de interesse (REIS *et al.*, 2007). Assim, o atual trabalho teve por objetivo caracterizar o crescimento de *C. sesquiflorus*, visando obter informações para otimizar a obtenção de seu óleo essencial.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Identificação botânica

As exsiccatas do material botânico utilizado na dissertação foram identificadas pela botânica especialista da família Cyperaceae, Professora Dra. Ana Paula do Nascimento Prata do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e foram depositadas no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE), com o número de Voucher (ASE 42.592).

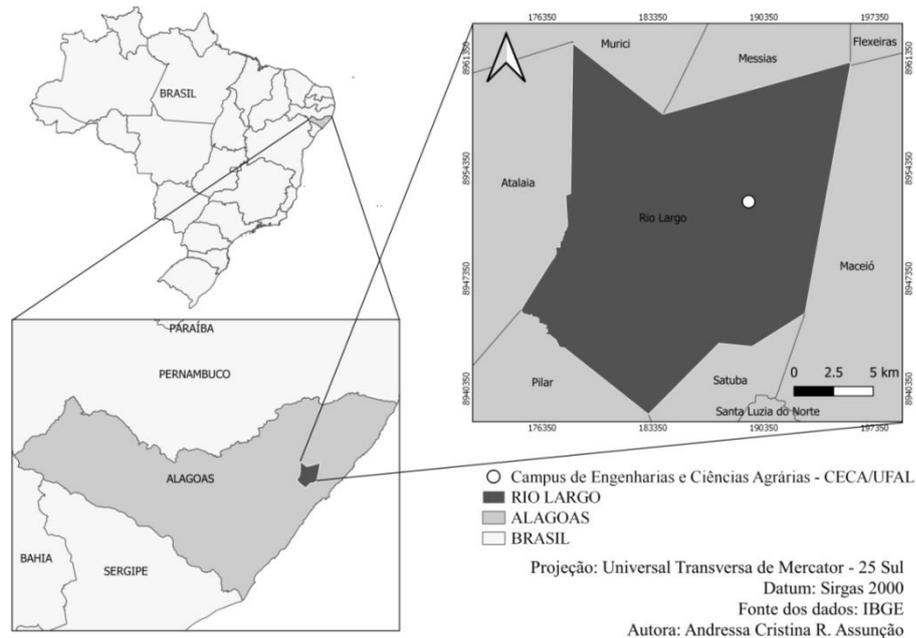
4.2.2 Descrição da área experimental

O ensaio foi conduzido sobre bancada em casa de vegetação da Clínica Fitossanitária, no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL, situado no município de Rio Largo, AL. A região está inserida na Zona da Mata Alagoana (BRANDÃO *et al.*, 2020), no Domínio da Mata Atlântica, com a tipologia da vegetação de Floresta Ombrófila Aberta (LIMA *et al.*, 2020). O solo da região é classificado como Latossolo Amarelo Coeso Argissólico (CARVALHO, 2003). O clima da região caracteriza-se como úmido, megatérmico (quente), com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno, pela classificação de Thornthwaite e Mather. A precipitação pluvial média anual é 1.818 mm, com mínima (41 mm) em janeiro e máxima (294 mm) em julho. A temperatura do ar varia de 19,3°C em agosto a 31,7°C em janeiro, com média anual de 25,4° C e umidade relativa do ar média mensal acima de 70% (SOUZA *et al.*, 2004).

4.2.3 Obtenção do material botânico

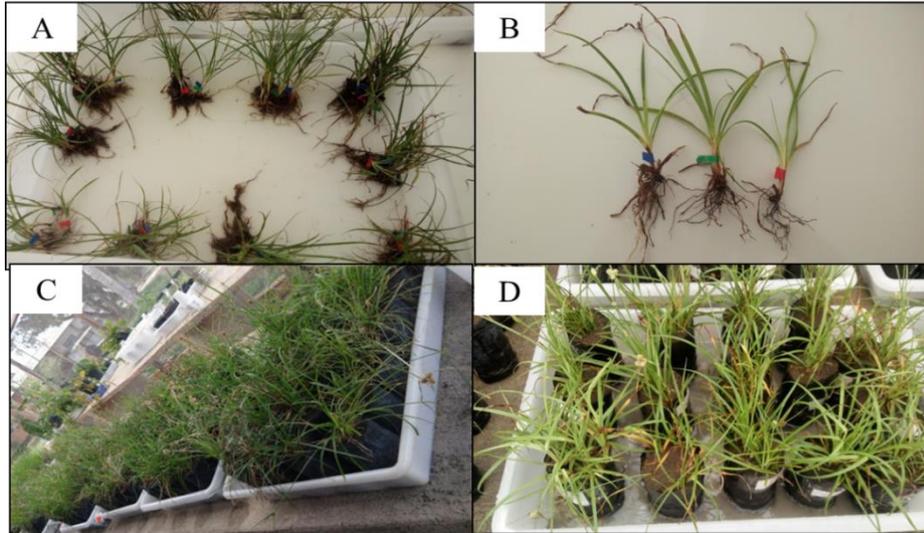
As touceiras de *C. sesquiflorus* foram coletadas em área de jardinagem do CECA/UFAL (Figura 6). Após a lavagem as touceiras foram divididas para propagação e formação de grupos com 10 perfilhos, onde para cada grupo realizou-se a marcação aleatória de 3 perfilhos com fitas de cor azul, vermelha e verde. Esta identificação foi realizada para avaliação de variáveis ao longo do experimento, especialmente o comportamento de perfilhamento.

Figura 6 – Localização da área de coleta de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo - AL.



Posteriormente conduziu-se o transplântio dos grupos de 10 perfilhos (com três destes marcados) para sacos de polietileno com capacidade para 0,5 L, preenchidos com solo peneirado originado de áreas de ocorrência natural da espécie, cujas características químicas foram $\text{pH}=5,9$, $\text{P}=55 \text{ mg/dm}^3$, $\text{K}=93 \text{ mg/dm}^3$, $\text{Ca}+\text{Mg}=6,44 \text{ cmolc/dm}^3$ e $\text{V}\%=68$. Os sacos foram identificados com etiquetas numéricas (numeração de 1 a 60) e foram acomodados em bandejas plásticas para irrigação capilar, com abastecimento de água a cada três dias. A metodologia de irrigação foi adaptada de Bryson e Carter (2010). Para a condução das análises das variáveis as touceiras foram lavadas em água corrente, sobretudo para a retirada do substrato remanescente nas raízes. Todo o procedimento descrito pode ser visualizado na figura 7.

Figura 7 – Montagem do experimento de caracterização do crescimento de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. conduzido em Rio Largo – Alagoas. Separação de grupos com 10 perfilhos (A), Identificação prévia de três perfilhos com fitas coloridas (B), Sacos com as touceiras em bandejas para irrigação capilar (C) e (D).

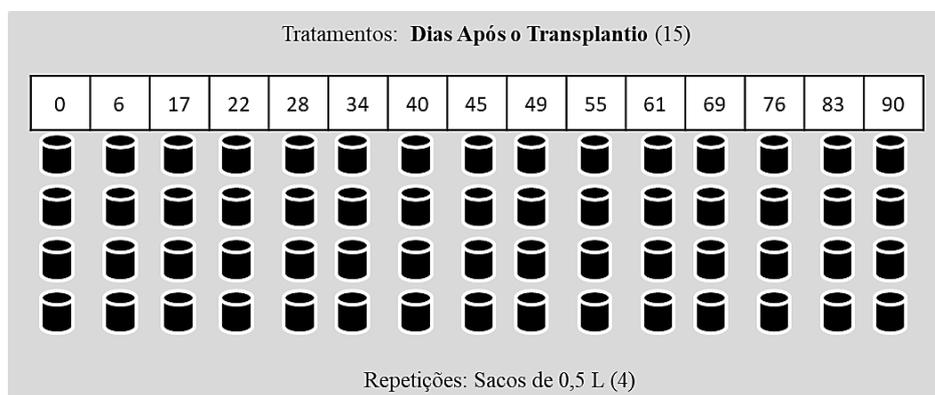


Fonte: Autora, 2020

4.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi do tipo inteiramente casualizado, com 4 repetições (Sacos com 10 perfilhos, sendo 3 previamente marcados) e 15 tratamentos (0, 6, 17, 22, 28, 34, 40, 45, 49, 55, 61, 69, 76, 83 e 90 dias após o transplante de *C. sesquiflorus*) (Figura 8). A seleção dos tratamentos foi adaptada de Carvalho *et al* (2005). O dia inicial (0) correspondeu a 13 de dezembro de 2019 e, o dia final (90), correspondeu a 12 de março de 2020, portanto, o experimento foi conduzido durante três meses do período seco.

Figura 8 – Croqui do experimento de caracterização do crescimento de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük desenvolvido em Rio Largo – Alagoas.



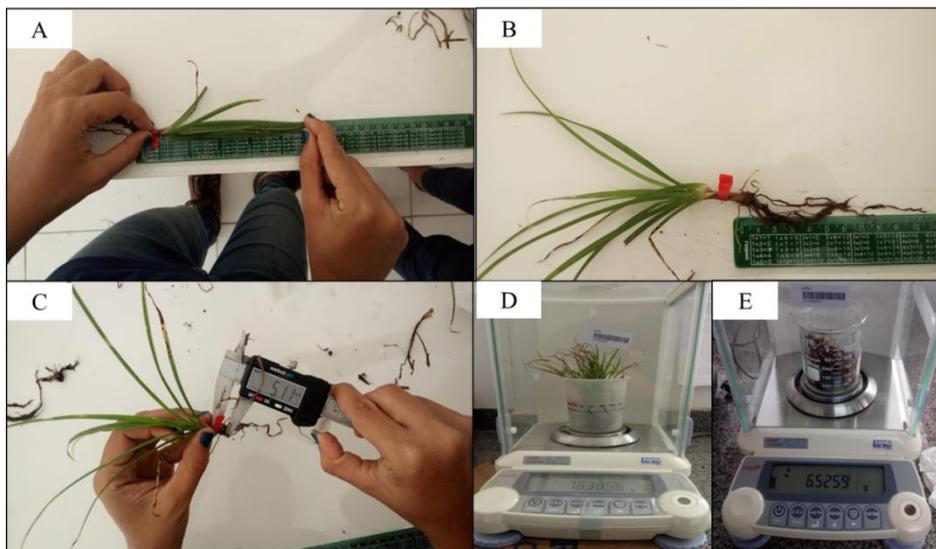
Fonte: Autora, 2020

4.2.5 Variáveis analisadas

Os comprimentos da maior folha e da parte subterrânea foram mensurados com régua de 50 cm. O diâmetro do colmo foi mensurado com paquímetro digital (0,5 cm acima das raízes). O número de folhas vivas, número de inflorescências, número de perfilhos vivos (comprimento maior que 1 cm) e o número de perfilhos mortos foram obtidos por contagem. Todas as variáveis foram obtidas monitorando-se aqueles perfilhos identificados com cores em cada saco. Nestes perfilhos marcados (vivos ou mortos) eram realizadas medições do aperfilhamento de novos indivíduos acima de 1 cm.

Ao término das avaliações citadas obteve-se a massa fresca total, da parte aérea e da parte subterrânea em balança analítica, com excessão do dia 0. O material amostrado foi então submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 50°C, por 72 horas, no Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos da UFAL. Após a desidratação as demais variáveis de interesse foram mensuradas: massa seca total, da parte aérea e da parte subterrânea. Na figura 9 pode se observar a mensuração das variáveis analisadas.

Figura 9 – Mensuração das variáveis em *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. Comprimento da maior folha (A), Comprimento da parte subterrânea (B), Diâmetro do colmo (C), Massa fresca (D), Massa seca (E).



Fonte: Autora, 2020

4.2.6 Análise estatística

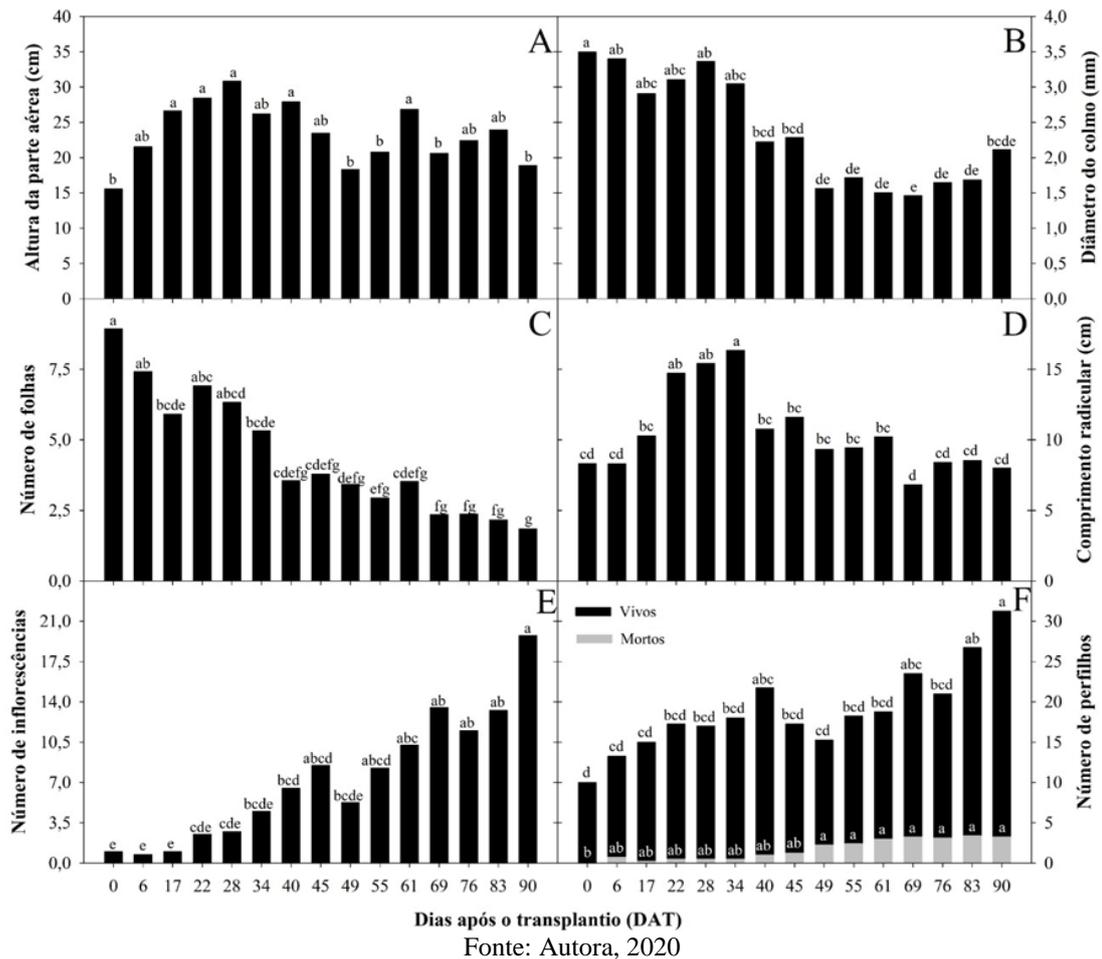
Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar. Os dados referentes às variáveis discretas foram transformados em raiz de $x + 0,5$ para homogeneidade da variância.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente cabe salientar que os indivíduos transplantados são provenientes de touceiras previamente estabelecidas em área de jardim, dessa forma, a partir de conceitos prévios (PEIXOTO *et al.*, 2020) prevê-se que estes indivíduos já haviam ultrapassado a fase de crescimento que envolve desenvolvimento do sistema radicular e expansão das folhas e, portanto, já retiravam água e nutrientes do substrato e já teriam iniciado os processos anabólicos dependentes da fotossíntese.

Na figura 10 (A a F) são apresentados os resultados de comprimento da maior folha, diâmetro do colmo, número de folhas, comprimento da parte subterrânea, número de inflorescências e número de perfilhos de *C. sesquiflorus* em crescimento, em casa de vegetação, em diferentes dias após o transplântio.

Figura 10 – Comprimento da maior folha (A), diâmetro do colmo (B), número de folhas (C), comprimento radicular (D), número de inflorescências (E) e número de perfilhos de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. (F) crescendo em casa de vegetação, em diferentes dias após o transplântio.



Com relação à altura da parte aérea (Figura 10 A) observou-se que o tratamento que possibilitou a maior altura (30 cm) foi o DAT 28, sem diferir significativamente dos DATs 17, 22, 40 e 61. Os tratamentos 49, 55, 69 e 90 DAT não diferiram estatisticamente entre si e forneceram plantas de menor altura, correspondendo a 15 cm. Do dia 0 aos 28 dias de cultivo a altura dobrou de comprimento, indo de 15 cm a 30 cm e depois disso 21 dias para retornar aos 15 cm iniciais (49 DAT) iniciando um novo ciclo de crescimento foliar. Porém, neste segundo ciclo o único tratamento em que a altura não diferiu de 30 cm até a finalização do experimento foi o DAT 61. Fazendo um recorte do estudo feito por Bryson e Carter (2010), a espécie *Cyperus fuscus* semeada em casa de vegetação atingiu 15 cm em 6 semanas (42 dias) após a emergência da plântula e dobrou de tamanho, atingindo o crescimento máximo de 30 cm em 9 semanas, ou seja, 21 dias depois.

No tocante ao diâmetro do colmo (Figura 10 B) foi observado que os tratamentos que vão de 0 ao 34º dia após o transplântio forneceram valores máximos de diâmetro. Passado tal período, observou-se que os valores desta variável decaíram.

Quanto ao número de folhas vivas (Figura 10 C) há um grande decréscimo ao longo dos tratamentos. O melhor tratamento foi o dia 0 (plantas com até 9 folhas) e plantas com mais de 5 folhas (entre 6 e 7,5) puderam ser observadas até o tratamento 34 DAT. O comportamento de senescência foliar pode ocorrer em função da disposição das folhas, uma vez que as mais velhas, com localização inferior no vegetal, são sombreadas pelas mais jovens que se tornam fonte de fotoassimilados (MORAES; PALHANO, 2002). A senescência de folhas de tiririca (*Cyperus rotundus*) também foi verificada por Brighenti e colaboradores (1997), os quais também observaram que a espécie intercala surtos de crescimento e repouso.

Com relação à parte subterrânea (Figura 10 D) o melhor tratamento foi o DAT 34, sendo quase o dobro do valor do dia 0, seguido pelos dias 28 e 22 com média em torno de 15 cm de raiz. Verificou-se uma grande queda no ritmo de crescimento após o pico atingido aos 34 dias, voltando próximo ao comprimento verificado no dia 0, em torno de 10 cm. Neste caso, o encurtamento da parte subterrânea pode ser decorrente do recipiente de cultivo, que apesar de facilitar a tomada de medidas como mencionado por Benincasa (1988), limita a sua expansão já que ocorre o envelhecimento das raízes e, conseqüentemente, o rompimento no momento de separação para as análises dessa variável.

Estudos prévios indicam a presença de óleo essencial nas folhas, rebentos e parte subterrânea de *C. sesquiflorus*, onde há células secretoras e abundantes gotículas de óleo no tecido do parênquima dos rizomas (PECKOLT; PECKOLT, 2016; GONZÁLES *et al.*, 2009;

NOVOA; COLARES; ARAMBARRI, 2012). Como são utilizadas plantas inteiras para obtenção de OE de *C. sesquiflorus*, os dados de comprimento radicular sugerem que o cultivo por até os 34 dias, dada a maior produção de raízes seja o mais indicado.

No tocante ao número de inflorescências e de perfilhos houve aumento na produção destes órgãos durante todo o seu ciclo (Figura 10 E e F) em contraste com as demais variáveis que decaíram ao passar dos dias. O tratamento com maior florescimento foi o DAT 90 e os tratamentos com menor número foram 0, 6 e 17 dias após o transplântio. O pico de produção das flores sugere que em cultivo para obtenção de óleo essencial, manter *C. sesquiflorus* até no máximo 17 dias após o transplântio seja o ideal, uma vez que Peckolt e Peckolt (2016) preconizam a extração de óleo de capim cheiroso antes da produção de órgãos florais.

O melhor tratamento para o estímulo à reprodução vegetativa também foi o DAT 90, com a densidade média ultrapassando 30 perfilhos por touceira, ou seja, levou-se três meses para que o número de perfilhos triplicasse. Com 6 dias após o transplântio houve acréscimo de 5 perfilhos. Já a duplicação no perfilhamento ocorreu inicialmente no DAT 22. Quanto a mortalidade, notou-se que no atual trabalho esta se manteve estabilizada a partir dos 45 DAT, com cerca de cinco perfilhos mortos por touceira.

Em estudo sobre o incremento de perfilhos em *C. brevifolius* em região temperada, Rodiyati e Nakagoshi (2005) encontraram número médio de 9,22 perfilhos para seis semanas, com influência do calor. Nicoli, Homma e Menezes (2014) relataram que uma planta de *Cyperus articulatus* crescendo em canteiro e com adubação, durante nove meses, produz em média 35 rizomas, podendo produzir até 62 rizomas quando plantada em espaçamento maior (0,5 m x 0,5 m) e colhida com mais de 12 meses, com limpeza e adubação de superfície após 6 meses.

De acordo com Hartmann (2011) os rizomas crescem pelo alongamento dos pontos de crescimento produzidos no final dos ramos terminais e laterais e, o seu comprimento, também aumenta em função do crescimento dos meristemas intercalares na parte inferior dos internódios. Segundo Brighenti *et al* (1997) o aparecimento de estruturas subterrâneas compete pelos assimilados produzidos com as estruturas vegetativas da parte aérea, induzindo também à senescência foliar, junto ao sombreamento citado por Moraes e Palhano (2002).

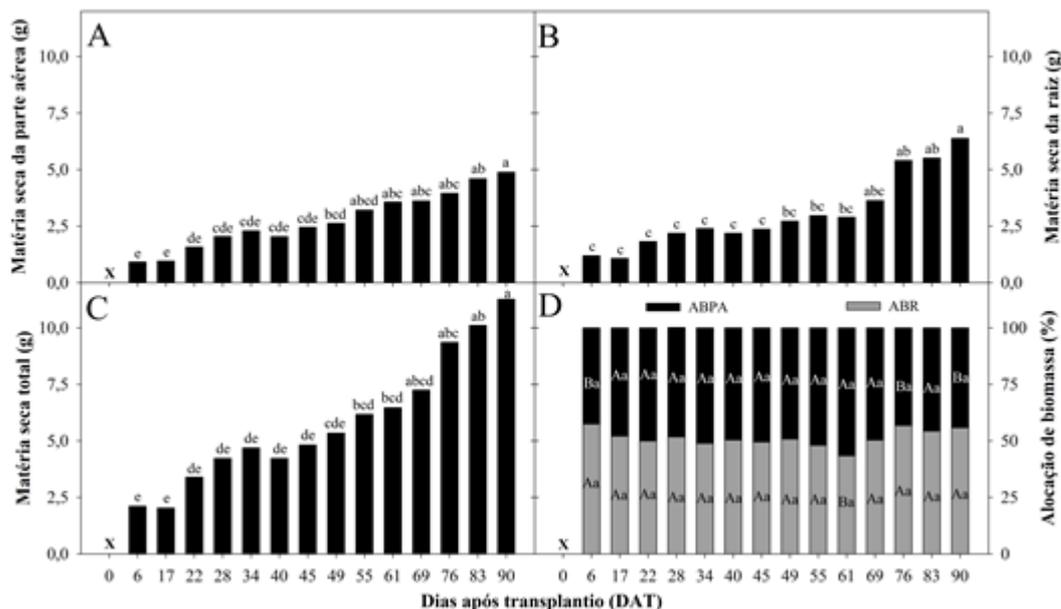
A emissão mais numerosa de perfilhos aos três meses de cultivo sugere que, se houver objetivo de propagação da espécie, esse é o momento mais viável para divisões de touceiras. Portanto notou-se que a reprodução via sexuada e assexuada aconteceram simultaneamente, no entanto novos estudos são necessários para analisar a eficiência da reprodução sexuada quanto à produção e germinação de sementes. Resultados similares foram encontrados por

Carvalho e colaboradores (2005) com a planta daninha *Rottboelia exaltata* (Poaceae) possuindo simultaneamente racemos florais e ramos vegetativos. A diminuição das variáveis: altura da parte aérea, número de folhas, diâmetro e comprimento radicular aos 90 dias pode ser explicada pela maior emissão de perfilhos, uma vez que a fase de perfilhamento pode possibilitar condições limitadas para crescimento de outros órgãos. A espécie *C. sesquiflorus* possui grande esforço na reprodução vegetativa, característica de plantas perenes, tais como *C. brevifolius* (RODIYATI; NAKAGOSHI, 2003).

Os dados encontrados corroboram com a descrição feita por Trevisan e colaboradores (2007) quanto ao crescimento cespitoso e a presença de folhas velhas remanescentes aderidas à base das plantas maduras de *C. sesquiflorus*. Pôde-se observar também que as touceiras do capim cheiroso apresentaram hábito perene e os perfilhos individualmente o hábito anual, contrastando com a descrição de hábito anual ou perene de curta duração em climas quentes por Carter (2005) e Bryson e Carter (2008).

Em relação à matéria seca das partes aérea, subterrânea e total de *C. sesquiflorus*, na figura 11 (A a D) os dados podem ser visualizados. Observou-se o aumento gradual na matéria seca da parte aérea e o tratamento DAT 90 conferiu maior peso, com cerca de 5,0 g (Figura 11 A).

Figura 11 – Matéria seca da Parte Aérea, da Parte Subterrânea, Total e Alocação de biomassa (%) de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. em função dos DAT.



Fonte: Autora, 2020

A matéria seca da parte subterrânea foi maior com os tratamentos 76, 83 e 90 DAT, com 7,0 g. Isto, possivelmente, é devido à densidade de novos perfilhos nas touceiras (Figura 11 B). Quanto à matéria seca total o tratamento com maior acúmulo foi o 90 DAT, com valor em torno de 10 g (Figura 11 C).

Observou-se que o tratamento 6, 76 e 90 DAT forneceu maior biomassa para a parte subterrânea em relação à parte aérea (Figura 11 D) e a alocação se tornou proporcional para os tratamentos 17, 22, 28, 34, 40, 45, 49, 55, 69 e 83 dias após o transplântio. O único tratamento com maior alocação de biomassa na parte aérea foi o DAT 61. Segundo Peixoto e colaboradores (2020) ao atingir o tamanho definitivo, os vegetais entram para a fase de senescência, diminuindo o índice de área foliar, com menor interceptação da energia luminosa, resultando em decréscimo no acúmulo de matéria seca com a translocação desta para os órgãos de reservas, e conseqüente degeneração do sistema fotossintético.

Por fim, o crescimento das plantas é influenciado por fatores como idade e condições ambientais a que estão submetidas (REIS, 1978), portanto, os resultados aqui obtidos representam o comportamento de indivíduos de *Cyperus sesquiflorus* transplântados em função da metodologia aplicada, sendo necessária nova investigação em condições de campo.

4.4 CONCLUSÕES

Os valores máximos para comprimentos da maior folha e da parte subterrânea, diâmetro de colmo e número de folhas em *Cyperus sesquiflorus* cultivada foram encontrados até os 34 dias após o transplântio. A manutenção da espécie durante os três meses de cultivo causou reduções nos valores das variáveis citadas, exceto em número de inflorescências e de perfilhos, que cresceram ao longo do experimento, demonstrando que as reproduções sexuada e assexuada ocorrem de forma simultânea em *C. sesquiflorus*. A senescência observada na espécie ocorreu em função do sombreamento decorrente do surgimento de novas folhas. O crescimento da parte subterrânea foi limitado pelo volume do recipiente utilizado.

Os resultados fornecem subsídios para a obtenção do óleo essencial de *C. sesquiflorus*, de modo que indicam o período com menor número de inflorescências (17 DAT) e maior obtenção de perfilhos, indicando-se a propagação da touceira aos 90 DAT.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M., HEFLER, S.M., TREVISAN, R., SILVA FILHO, P.J.S., RIBEIRO, A.R.O. 2015. Cyperaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB35092>>. Acesso em 22 de julho de 2019.
- BRANDÃO, C. F. L. S.; VIEIRA, A.C.S.; FARIAS, D.S. SILVA, L.G.; GONZAGA, E.P.; LANA, M.D.; COLA, R. E.; NOBRE, S.C.M. Análise do componente arbóreo adulto e regenerante e da serapilheira em um remanescente de Floresta Atlântica em Rio Largo, Alagoas. *In*: LEITE, M. J.H.; PINTO, A.V.F.; BRANDÃO, C. F. L. S.; LANA, M. D. **PESQUISAS FLORESTAIS EM FOCO**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 105 p., 2020
- BRIGHENTI, A.M.; SILVA, J.F.; SEDIYAMA, T.; SILVEIRA, J.S.M.; SEDIYAMA, C.S. Análise de crescimento da tiririca (*Cyperus rotundus* L.). **Revista Ceres**, v. 44, n. 251, p. 94-110, 1997.
- BRYSON, C.T.; CARTER, R. The Significance of Cyperaceae as Weeds. *In*: NACSI, R.F.C.; FORD, B.A. **Sedges: uses, diversity, and systematics of the Cyperaceae**. St. Louis: Missouri Botanical Garden, p.15-100, 2008.
- BRYSON, C.T.; CARTER, R. Spread, Growth Parameters, and Reproductive Potential for Brown Flatsedge (*Cyperus fuscus*). **Invasive Plant Science and Management**, v. 3, p. 240-245, 2010.
- CARVALHO, O.M. (2003). Classificação e caracterização físico-hídrica de solos de Rio Largo cultivado com cana-de-açúcar. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 74p.
- CARVALHO, S.J.P.; MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; VEJERO, R.F.L.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MEDEIROS, D. Crescimento e Desenvolvimento da Planta Daninha Capim-Camalote. **Bragantia**, v.64, n.4, p.591-600, 2005.
- CARTER, R. An introduction to the sedges of Georgia. **Tipularia**, v. 20 p.15–44, 2005.
- CASTELLANI, D.C.; DOMENICO, C.I.; RONCOLETTA, L.M.A.; SILVA, A.C.; TOZAKI R.M.; OLIVEIRA, D.H. Coeficientes técnicos de produção da pirioca (*Cyperus articulatus* L.) em sistema orgânico, na região de Belém (PA). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, especial, p.606-611, 2011.
- FAO, Database of Weed Species in Crops and Countries. 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/biodiversity/weeds/db-countries/b/en/#brazil>>
- GBIF, *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. no Secretariado do GBIF (2019). Taxonomia de backbone do GBIF. **Conjunto de dados da lista de verificação** <https://doi.org/10.15468/39omei> acessado via GBIF.org em 2020-09-29.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New Jersey: PrenticeHall, 2011. 915p.

HASSANEIN, H. D., NAZIF, N.M., SHAHAT, A. A., HAMMOUDA, F. M., SOBREABLE, E. A., SALEH, M. A. Chemical Diversity of Essential Oils from *Cyperus articulatus*, *Cyperus esculentus* and *Cyperus papyrus*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.17, n.2, p. 251-264, 2014.

LASZLO, O essencial em sua vida. Óleo essencial de priprioca gt Índia 5mL. 2021. Disponível em < <https://www.emporiolaszlo.com.br/oleo-essencial-priprioca.html>> Acesso em 14 de janeiro de 2021.

LASZLO, O essencial em sua vida. Óleo essencial de priprioca gt Brasil 5mL. 2021. Disponível em < https://www.emporiolaszlo.com.br/oleo-essencial-priprioca-brasil-5ml.html?__SID=U> Acesso em 14 de janeiro de 2021.

LIMA, A.R.S.; LIMA, R.C.; NEPOMUCENO, I.T.G. NASCIMENTO, H.H.C.; PRATA, A.P.N.; SILVA, R.R.V. Influence of edge in the structure of the vegetation of Anopen Ombrophilous Forest in Alagoas. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, p. 591-601, 2020.

MACHADO FILHO, H.O., COUTO, E.A., BEZERRA, C.P., MELLO, J.I.M., Composição e similaridade da flora associada a sítios antropizados do município de João Pessoa – Paraíba. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 33, n. 1, p. 57-66, 2015.

MATOS, F. J. A; CAVALCANTI, F.S.; PARENTE, J.P. Estudo agrônômico qualitativo e quantitativo de *Cyperus esculentus* L. (junça) - Uma fonte inexplorada de alimento energético. **Revista Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 124-129, 2008.

MORAES, A.; PALHANO, A. L. Fisiologia da produção de plantas forrageiras. *In*: Cyntia Maria Wachowicz; Ruy Inácio Neiva de Carvalho. (Org.). **Fisiologia Vegetal - Produção e Pós-Colheita**. 1ed.Curitiba: Champagnat, v.1, p.249-272, 2002.

NICOLI, C.M.L.; HOMMA, A.K.O.; MENEZES, A. J. E. A. Aproveitamento da biodiversidade amazônica: o caso da priprioca. *In*: HOMMA, A.K.O. **Extrativismo vegetal na Amazônia, história ecologia, economia e domesticação**. EMBRAPA, Brasília, 2014.

NOGUEIRA, M.L., LIMA, E. J. S.P., ADRIÃO, A. A. X., FONTES, S. S., SILVA, V. R., SANTOS, L. S., SOARES, M. B. P., DIAS, R. B., ROCHA, C. A. G., COSTA, E. V., SILVA, F. M. A., VANNIER-SANTOS, M.A., CARDOZO, N.M.D., KOOLEN, H.H.F., BEZERRA, D.P. *Cyperus articulatus* L. (Cyperaceae) Rhizome Essential Oil Causes Cell Cycle Arrest in the G2/M Phase and Cell Death in HepG2 Cells and Inhibits the Development of Tumors in a Xenograft Model. **Molecules**, v. 25, n. 2687, p. 1-19, 2020, doi:10.3390/molecules25112687

OSHADI, Uncompromising purity in essential oils. Nagarmotha organic (Cypriol) Essential Oil *Cyperus scariosus*. 2021. Disponível em:< <https://oshadhi.co.uk/nagarmotha-organic-cypriol-essential-oil/>> Acesso em 27 de janeiro de 2021.

PECKOLT, T., PECKOLT, G. **História das plantas úteis e medicinais do Brasil**. Fino Traço, 1 edição, 904p., 2016.

PEIXOTO, C. P.; ALMEIDA, A.T.; SANTOS, J.M.S.; POELKING, V. G. C.; OLIVEIRA, E. R. Análise Quantitativa do Crescimento de Plantas. *In*: PEIXOTO, C. P.; ALMEIDA, A.T.; SANTOS, J.M.S.; POELKING, V. G. C.; OLIVEIRA, E. R. **Curso de Fisiologia vegetal**. Cruz das Almas, BA: UFRB, 2020. 218p.

REIS, G. G. **Análise de crescimento de plantas - mensuração do crescimento**. Belém, CPATU/EMBRAPA, 1978. 23p.

REIS, M. S. MARIOT, A. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. *In*: SIMÕES, C.M.O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2007, p.45 – 74.

RODIYATI, A.; NAKAGOSHI, N. Annual Growth and Phenology of *Kyllinga brevifolia* (Rottb.) Hassk. in Temperate and Tropical Regions. **Journal of International Development and Cooperation**, v.10, n.1, p. 1–10, 2003.

SIMPSON, D. A.; INGLIS, C. A. Cyperaceae of economic, ethnobotanical, and horticultural importance: A checklist. **Kew Bulletin**, v. 56, p. 257–360, 2001.

SOUZA, J. L., FILHO, G. M., LYRA, R. F. F., TEODORO, I. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período e 1997-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 131-141, 2004.

SRIVASTAVA, R. K., SINGH, U.M.A., SRIVASTAVA, G. P., LEHRI, U.M. A., ANIRANJAN, S.K., TEWARI, K. K. U., KUMAR, S. Chemical Constituents and Biological Activities of Promising Aromatic Plant Nagarmotha (*Cyperus scariosus* R.Br.): A Review. **Proceedings of the Indian National Science Academy**, v. 80, n. 3, p. 525-536, 2014.

TREVISAN, R.; LÜDTKE, R. & BOLDRINI, I.I. O gênero *Kyllinga* Rottb. (Cyperaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p. 27-36, 2007.

TUCKER, A.O., MACIARELLO, M.J., BRYSON, C.T. The Essential Oil of *Kyllinga odorata* Vahl (Cyperaceae) from Mississippi. **Journal of Essential Oil Research**, v.18, p.4, 381-382, 2006, DOI:10.1080/10412905.2006.9699120

ZHANG, L.L., ZHANG, L.F., HU, Q.P, HAO, D.L.XU, J.G. Chemical composition, antibacterial activity of *Cyperus rotundus* rhizomes essential oil against *Staphylococcus aureus* via membrane disruption and apoptosis pathway. **Food Control**, 80, 290 e 296, 2017.

5 RENDIMENTO E PERFIL QUÍMICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Cyperus sesquiflorus* EM FUNÇÃO DA IDADE

RESUMO

O rendimento e a composição química dos óleos essenciais podem variar em função de fatores intrínsecos e extrínsecos ao vegetal. *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. foi submetida ao cultivo com o objetivo de avaliar-se o rendimento e a composição química do seu óleo essencial em função da idade. As plantas utilizadas foram cultivadas em sacos de polietileno em delineamento inteiramente casualizado, com 30 repetições (sacos contendo 10 perfilhos) e 6 tratamentos (17, 34, 45, 55, 69 e 90 dias após o transplântio), mantidos em casa de vegetação do CECA/UFAL, entre dezembro de 2019 e março de 2020. A extração do óleo essencial foi realizada em triplicata (10 sacos por repetição) por hidrodestilação utilizando o aparelho de Clevenger e a identificação dos compostos químicos de uma repetição de cada tratamento foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG/EM). As médias referentes ao rendimento de óleo foram submetidas à Regressão Polinomial com dois fatores (Rendimento de óleo e Dias Após o Transplântio), utilizando-se o Programa SigmaPlot. Ao longo do experimento observou-se um decréscimo no teor de óleo em função do aumento da idade da planta. Aos 17 dias após o transplântio (tratamento 1) foi obtido o maior rendimento de óleo essencial, correspondendo a 0,27%. Os menores rendimentos de óleo foram obtidos nos tratamentos 3, 4 e 5. Aos 90 dias após o transplântio (tratamento 6) obteve-se 0,18% de óleo essencial, o mesmo rendimento obtido no tratamento 2. Houve alterações qualitativas e quantitativas na composição química do óleo essencial em função dos dias após o transplântio. De acordo com os tratamentos, seis sesquiterpenos foram identificados: aristoloqueno 15,73% (T6) a 19,54% (T2), valenceno 7,98% (T1) a 9,51% (T2), miltail-4(12)-eno 5,02% (T1) a 6,28% (T2) e em menor quantidade β -elemeno 2,70% (T6) a 3,65% (T2), (*E*)-cariofileno 0,77% (T6) a 1,40% (T2) e, ainda, o composto 7-*epi*- α -eudesmol (0,71%) tendo ocorrido somente no tratamento 3 (45 dias após o transplântio). O composto majoritário não foi identificado. Por fim, concluiu-se que a elucidação do composto majoritário precisa ser realizada, bem como, o indicativo da influência do período reprodutivo na produção de óleo essencial requer novas investigações.

Palavras-chave: *Kyllinga odorata*. Sesquiterpenos. Cyperaceae.

ABSTRACT

The performance and chemical composition of essential oils may vary depending on factors intrinsic and extrinsic to the vegetable. *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük.) was subjected to cultivation in order to evaluate the yield and chemical composition of its essential oil depending on the days after transplanting. The plants were grown in polyethylene bags in a completely randomized design, with 30 replicates (bags containing 10 tillers) and 6 treatments (17, 34, 45, 55, 69 and 90 days after transplanting), maintained in a greenhouse at the CECA/UFAL, between December 2019 and March 2020. The extraction of the essential oil was carried out in triplicate (10 bags per repetition) by hydrodistillation using the Clevenger apparatus and the identification of the chemical compounds of a repetition of each treatment was performed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (CG-EM). The averages regarding oil yield were submitted to Polynomial Regression with two factors (Oil yield and Days After Transplantation), using the SigmaPlot Program. Throughout the experiment, a decrease in oil content was observed due to the increase in plant age. At 17 days after transplanting (treatment 1) the highest yield of essential oil was obtained, corresponding to 0.27%. The lowest oil yields were obtained in treatments 3, 4 and 5. At 90 days after transplanting (treatment 6) 0.18% essential oil was obtained, the same yield obtained in treatment 2. There were qualitative and quantitative changes in chemical composition of essential oil depending on the days after transplanting. According to the treatments, six sesquiterpenes were identified: aristolochene 15.73% (T6) to 19.54% (T2), valencene 7.98% (T1) to 9.51% (T2), miltail-4(12)-eno 5.02% (T1) to 6.28% (T2) and to a lesser extent β -elemene 2.70% (T6) to 3.65% (T2), (E)-caryophyllene 0.77% (T6) to 1.40% (T2) and also the compound 7-*epi*- α -eudesmol (0.71%) having occurred only in treatment 3 (45 days after transplant). The major compound was not identified. Finally, it was concluded that the elucidation of the major compound needs to be carried out, as well as, the indication of the influence of the reproductive period in the production of essential oil requires further investigations.

Keywords: *Kyllinga odorata*. Sesquiterpenes. Cyperaceae.

5.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Cyperus* L. (Cyperaceae) abriga espécies de plantas aromáticas e produtoras de óleo essencial, tais como *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. (sinonímia com *Kyllinga odorata* Vahl), cujo nome popular “capim cheiroso” faz referência ao agradável aroma das suas folhas e rebentos, oriundo do seu metabolismo secundário (PECKOLT; PECKOLT, 2016). O gênero é conhecido em chinês como “xiangfu ou xiangfuzi”, cujo sufixo xiang significa perfumado, sendo utilizado para fragrâncias fortes e agradáveis (SRIVASTAVA *et al.*, 2014). O gênero tem atraído a atenção de cientistas devido ao seu potencial terapêutico (ELSHRIF *et al.*, 2017).

Mundialmente são conhecidos cerca de 3.000 óleos essenciais, dos quais 10% comercialmente importantes para os setores farmacêutico, agrônomico, alimentício, sanitário, cosmético e indústrias de perfumes (BAKKALI *et al.*, 2008). No tocante a investigações a respeito dos óleos essenciais produzidos por espécies de *Cyperus* L. foram realizadas pesquisas sobre a presença e composição de voláteis nos órgãos de espécies como *Cyperus scariosus* R. Br. (UPPAL; CHHABRA; KALSI, 1984), *Cyperus giganteus* Vahl (ZOGHBI *et al.*, 2006); *Cyperus prolixus* Kunth (ZOGHBI *et al.*, 2008); *Cyperus articulatus* L. (priprioca), utilizados pela empresa Natura Cosméticos, na linha Ekos Priprioca (ZOGHBI *et al.*, 2008; CASTELLANI *et al.*, 2011; HASSANEIN *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2014); *Cyperus esculentus* L. (HASSANEIN *et al.*, 2014); *Cyperus papyrus* L. (HASSANEIN *et al.*, 2014; LAWAL *et al.*, 2016) e nos órgãos da invasora voraz *Cyperus rotundus* L. (tiririca), que se estabelece no topo das espécies mais investigadas (ZOGHBI *et al.*, 2008; AGHASSI; NAEEMY; FEIZBAKHS, 2013; PERRONE *et al.*, 2014; SANTOS, 2014; POYRAZ; DEMIRCI; KÜÇÜK, 2018; ASSUNÇÃO *et al.*, 2020).

O fornecimento de óleo essencial também foi elucidado em *Cyperus erectus* (Schumach.) Mattf. & Kük. (MAHMOUT *et al.*, 1993; OYEDEJI *et al.*, 2010); *Cyperus afrorobustus* Lye (GUILHON *et al.*, 2008; PAUDEL *et al.*, 2012); *Cyperus hortensis* (Salzm. ex Steud.) Dorr (JARAMILLO-COLORADO *et al.*, 2016) e *C. alopecuroides* (SONWA; KÖNIG; 2001); *Cyperus alternifolius* Rottb. (ELSHRIF *et al.*, 2017); *Cyperus fuscus* L. (ERDEM *et al.*, 2018); *Cyperus difformis* L. e *C. arenarius* Retz (FEIZBAKHS; AGHASSI; NAEEMY, 2012); *Cyperus conglomeratus* Rottb. (FEIZBAKHS; NAEEMY, 2011); *Cyperus distans* (LAWAL; OYEDEJI, 2009); *Cyperus glomeratus* L. (LAZAREVIC *et al.*, 2010); *Cyperus laevigatus* L. (NASSAR *et al.*, 2014); *Cyperus longus* (MEMARIANI *et al.*,

2016); *Cyperus maculatus* Boeck (MAHMOUT; BESSIÈRE; DOLMAZON, 2002) entre outros.

A composição química do vegetal dita a qualidade da matéria prima de plantas medicinais e aromáticas, incluindo-se o preço a ser pago por esta. Dessa forma, o princípio ativo, isto é, a quantidade de constituintes químicos com potencial farmacológico produzido pela planta, deve ser constante ao longo do ano (ANDRADE; NUNES; GENDAKEN, 2017). Os componentes químicos presentes nos óleos essenciais são classificados por majoritários ou principais, isto é, dois ou três componentes em concentrações bastante altas (até 80%), sendo geralmente o desejo e o fator pelo qual ocorre a exploração econômica das plantas produtoras de óleo; e como componentes traços, sendo aqueles que se apresentam em baixas concentrações (VITTI; BRITO, 2003; BAKKALI *et al.*, 2008; BURT, 2004).

A fim de reconhecer plenamente a melhor época de coleta da planta em termos de composição e/ou rendimento do óleo essencial, é importante saber os fatores que influenciam a produção, e saber, para cada caso particular, suas especificidades e requisitos (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). De acordo com Morais (2009) e Figueiredo *et al.*, (1997) a composição química, a proporção relativa dos constituintes e o teor de óleo essencial de uma espécie podem sofrer alterações em função da idade, horário de coleta, estágio de desenvolvimento da planta, ciclo de atividade do polinizador, lesões mecânicas ou químicas e do tipo de material vegetal. Sabe-se também que tecidos mais novos geralmente possuem maior taxa biossintética de metabólitos (HARTMANN, 1996) e que a formação de óleos voláteis, em geral, parece aumentar em temperaturas mais elevadas, apesar de dias muito quentes levarem a uma perda excessiva destes metabólitos, enquanto chuvas contínuas podem resultar na perda de substâncias hidrossolúveis das folhas e raízes por lixiviação (EVANS, 1996).

O conteúdo total e as proporções relativas de metabólitos secundários em plantas sofrem variações temporais e espaciais que ocorrem em diferentes níveis (sazonais e diárias; intraplanta, inter e intraespecífica) e, apesar da existência de um controle genético, a expressão pode sofrer modificações resultantes da interação de processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e evolutivos (LINDROTH *et al.*, 1987; HARTMANN, 1996; GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Diferenças no tipo e na quantidade de compostos químicos de óleos essenciais intraespecíficos podem ocorrer devido a alterações atribuídas ao clima, condições ambientais e nutricionais das plantas, quimiotipo, localização geográfica, período de colheita e tempo de armazenamento (JANAKI *et al.*, 2018; AI MASSARANI *et al.*, 2016).

Sabe-se que muitas espécies apresentam diferenças marcantes na composição, enquanto outras têm uma composição mais ou menos estável (FIGUEIREDO *et al.*, 1997).

Estudos sobre alterações no óleo essencial de espécies de Cyperaceae foram desenvolvidos por Santos (2014) que, ao investigar o óleo essencial de *Cyperus rotundus* L. ao longo de um ano, verificou variação no teor no período seco e chuvoso, bem como variação dos principais constituintes em função da época do ano em que os tubérculos foram coletados, tendo sido considerados os fatores abióticos como temperatura, época de coleta e precipitação, para a avaliação da variação sazonal. Alterações no rendimento e composição química do óleo essencial de Nagarmotha (*C. scariosus*) também foram verificadas em função da localidade de ocorrência, na Índia (KUMAR *et al.*, 2015). Quanto ao rendimento dos óleos essenciais de *Cyperus* L. pode variar de modo interespecífico, em pesquisas com *C. rotundus* foram obtidos 0,2% (AGARWAL *et al.*, 2015; AI MASSARANI *et al.*, 2016); 0,78% (LIU *et al.*, 2016); 0,83 % (ZHANG *et al.*, 2017) e 1,5% (AGHASSI; NAEEMY; FEIZBAKHS, 2013). Os levantamentos realizados com *C. articulatus* revelaram rendimentos do óleo essencial de 0,58%, 0,60% e 0,62% (OLAWORE *et al.*, 2006; NOGUEIRA *et al.*, 2020).

Por fim, os dados levantados nesta investigação aliarão os dados de crescimento de *C. sesquiflorus* obtidos no capítulo 2 à quantificação e composição química do seu óleo volátil, buscando responder qual o melhor momento de colheita da planta para a obtenção da maior quantidade e melhor qualidade do óleo essencial nas condições estabelecidas. O trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento e a composição química do óleo essencial de *C. sesquiflorus* em função da idade.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Identificação botânica

As exsicatas do material botânico utilizado na dissertação foram identificadas pela botânica especialista da família Cyperaceae, Professora Dra. Ana Paula do Nascimento Prata do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e foram depositadas no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE), com o número de Voucher (ASE 42.592).

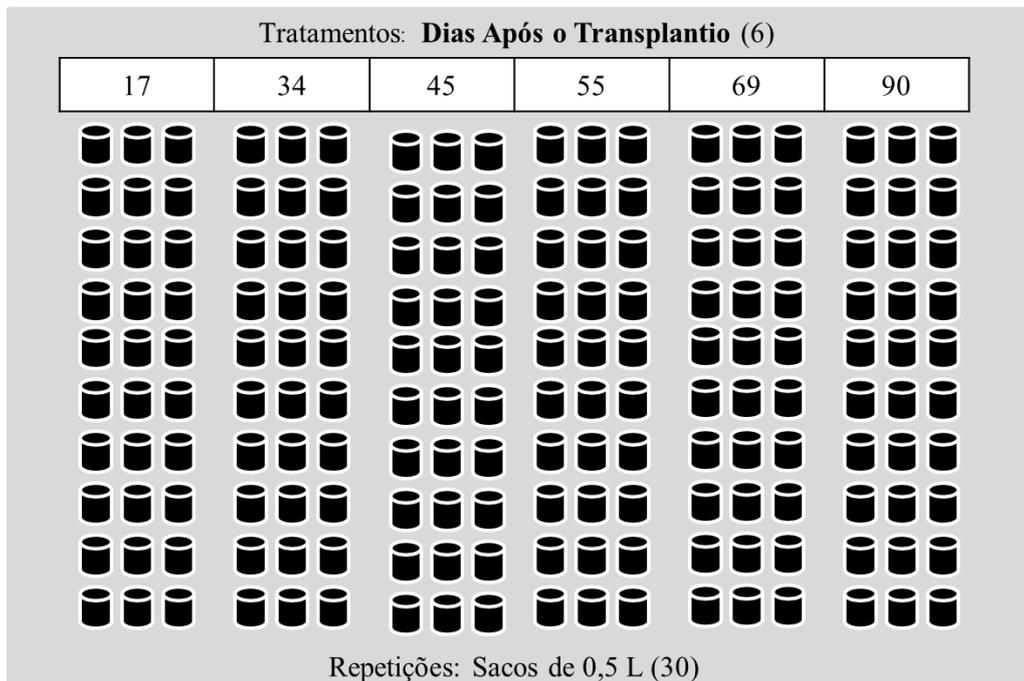
5.2.2 Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido entre dezembro de 2019 e março de 2020, correspondendo ao período seco, concomitante ao ensaio de crescimento de *C. sesquiflorus* (Capítulo 2), sobre bancada em casa de vegetação da Clínica Fitossanitária no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL, situado no município de Rio Largo, AL. A região está inserida na Zona da Mata Alagoana (BRANDÃO *et al.*, 2020), no Domínio da Mata Atlântica, com a tipologia vegetacional de Floresta Ombrófila Aberta (LIMA *et al.*, 2020). O solo da região é classificado como Latossolo Amarelo Coeso Argissólico (CARVALHO, 2003). O clima da região caracteriza-se como úmido, megatérmico (quente), com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno, pela classificação de Thornthwaite e Mather. A precipitação pluvial média anual é 1.818 mm, com mínima (41 mm) em janeiro e máxima (294 mm) em julho. A temperatura do ar varia de 19,3°C em agosto a 31,7°C em janeiro, com média anual de 25,4°C e umidade relativa do ar média mensal acima de 70% (SOUZA *et al.*, 2004).

5.2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi do tipo inteiramente casualizado, com 30 repetições (sacos com 10 perfilhos da planta) e 6 tratamentos (Dias após o transplântio - DAT). Os seis tratamentos selecionados foram 17, 34, 45, 55, 69 e os 90 (DAT) (Figura 12). Cabe relatar que as plantas foram transplântadas em 13 de dezembro de 2019.

Figura 12 – Croqui do experimento conduzido com *C. sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. para a extração de óleo essencial em função dos dias após o transplântio em Rio Largo, AL.



Fonte: Autora, 2020

5.2.4 Obtenção e processamento do material botânico para extração de óleo essencial de *C. sesquiflorus*

As touceiras de *C. sesquiflorus* foram coletadas em áreas de jardinagem do CECA/UFAL em Rio Largo e submetidas à lavagem. Posteriormente, foram divididas para obtenção de 10 perfilhos da espécie por saco, conduzindo-se o transplântio dos perfilhos. Os sacos de polietileno utilizados possuíam capacidade para 0,5 L e foram preenchidos com solo peneirado originado de áreas de ocorrência natural da espécie, cujas características químicas foram pH=5,9, P=55 mg/dm³, K=93 mg/dm³, Ca+Mg=6,44 cmolc/dm³ e V%=68. Os sacos foram acomodados em bandejas plásticas para irrigação capilar, com abastecimento de água a cada três dias. A metodologia de irrigação foi adaptada de Bryson e Carter (2010).

A colheita das plantas para a obtenção de óleo essencial ocorreu às 08:00 horas da manhã, sendo retiradas dos sacos e submetidas à lavagem para eliminação de impurezas do solo e, posteriormente foram secas com papel toalha. As plantas então foram picotadas e pesadas em balança analítica, sendo separadas as repetições. Como para cada tratamento havia 30 sacos, cada repetição foi composta de 10 sacos, uma vez que a extração de óleo ocorreria em triplicata. Acondicionaram-se as amostras em sacos plásticos e as mesmas

foram conduzidas ao Laboratório de Farmacognosia, Campus A.C. Simões, da Universidade Federal de Alagoas, mantendo-as congeladas até o momento da hidrodestilação. As massas das amostras podem ser visualizadas na tabela 4.

Tabela 4 – Massa em g e data de colheita das amostras de *Cyperus sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. em função dos Dias após o Transplântio (DAT).

DAT	Código da amostra*/data de colheita	Massa em gramas		
		Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3
17	CST1 / 30/12/19	109,78	109,50	110,9
34	CST2 / 16/01/19	165	165	165
45	CST3 / 27/01/19	213,6	212,87	212,07
55	CST4 / 06/02/19	222,21	222,17	221,67
69	CST5 / 20/02/20	243,43	243,50	243,34
90	CST6 / 12/03/20	168,46	168,88	168,67

*CS: *Cyperus sesquiflorus*; Ti: Tratamento i

5.2.5 Extração do óleo essencial de *Cyperus sesquiflorus* obtido por hidrodestilação

Os óleos essenciais foram obtidos das plantas inteiras, assim como realizado por Tucker e colaboradores (2006). As extrações aconteceram no Laboratório de Farmacognosia da UFAL, onde o material foi triturado em liquidificador, com 1 L de água deionizada, sendo posteriormente depositado em balão de vidro, com capacidade de 2 L. As quantidades dos materiais vegetais hidrodestilados podem ser consultadas no quadro 4. O material foi turbolizado em manta aquecedora e o óleo essencial extraído, por meio de processo de hidrodestilação, durante 4 horas em aparelho de Clevenger. Ao término da extração, quantificou-se o óleo essencial por meio da calibração do Clevenger em ml e armazenou-se cada repetição em frasco âmbar, mantendo-as sob refrigeração a 4°C. A secagem do óleo essencial para retirada de água foi realizada adicionando-se aos frascos 1 g de sulfato de sódio anidro e 3 ml de acetato de etila HPLC. Com o auxílio de uma pipeta a solução foi transferida para outro recipiente (frasco âmbar). O solvente foi evaporado em ar livre.

5.2.6 Variáveis e Análise estatística

Após a quantificação do óleo essencial, calculou-se o rendimento obtido de cada repetição em cada tratamento. O rendimento do óleo essencial de ambos os tratamentos foi calculado segundo a equação 1:

$$R = \frac{V_o}{MF} * 100 \quad (1)$$

Em que:

R= Rendimento (%)

V_o= Volume do óleo obtido

MF= Massa fresca

As médias referentes ao rendimento de óleo foram submetidas à Regressão Polinomial, utilizando-se o Programa SigmaPlot.

5.2.7 Composição química do óleo essencial de plantas de *C. sesquiflorus* em função do dia após o transplântio

5.2.7.1 Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM)

De modo aleatório foram selecionados os óleos essenciais de *C. sesquiflorus* obtidos das repetições 2, 3, 3, 2, 1, e 1 dos tratamentos 1 (17 DAT), 2 (34 DAT), 3 (45 DAT), 4 (55 DAT), 5 (69 DAT) e 6 (90 DAT), respectivamente. O óleo essencial de cada repetição (5 mg a 10 mg) foi diluído em 600µl de acetato de etila HPLC. A análise foi realizada utilizando um CG-EM-DIC (GC-2010 Plus; GCMSQP2010 Ultra, Shimadzu Corporation, Japão) equipado com um amostrador de injeção automática AOC-20i (Shimadzu), pertencente ao Laboratório de Cromatografia do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe. As separações foram realizadas pelo processo de eluição diferencial utilizando uma coluna capilar de sílica fundida Rtx®-5MS Restek (5%-difenil-95%-dimetilpolisiloxano) de 30m x 0,25mm de diâmetro interno, 0,25µm de espessura de filme, em um fluxo constante de hélio (99,999 %) com taxa de 1,2ml.min⁻¹. A temperatura de injeção foi de 280°C, 1,0µl (10mg.ml⁻¹) de amostra foi injetado, com uma razão de split de 1:30. A programação de temperatura do forno iniciou-se a partir de 50°C (isoterma durante 1,5 min), com um aumento de 4°C.min⁻¹,

até 200°C, em seguida, a 10°C. min⁻¹ até 280°C, permanecendo por 5min. Para o CG-EM as moléculas foram ionizadas pelo impacto de elétrons com energia de 70eV, os fragmentos analisados por um sistema quadrupolo programado para filtrar fragmentos/íons com m/z na ordem de 40 a 500Da e detectados por um multiplicador de elétrons.

O processamento de dados foi realizado utilizando o Software CG Postrum Analysis (Labsolutions – Shimadzu).

5.2.7.2 Identificação dos constituintes

A análise qualitativa do óleo foi realizada por CG/EM. Cada componente do óleo foi identificado com base no tempo de retenção utilizando a equação de Van den Dool e Kratz (1963), utilizando uma série homóloga de n-alcanos C₈-C₂₀, índice de retenção, corrigido por regressão linear, bem como por comparação do padrão de fragmentação próprio de cada componente, com espectros de massa de banco de dados virtual (Biblioteca NIST107, NIST21 e Willey 8) e, ainda, por comparação visual com espectros de massa registrados na literatura (ADAMS, 2017).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Extração do óleo essencial de *Cyperus sesquiflorus*

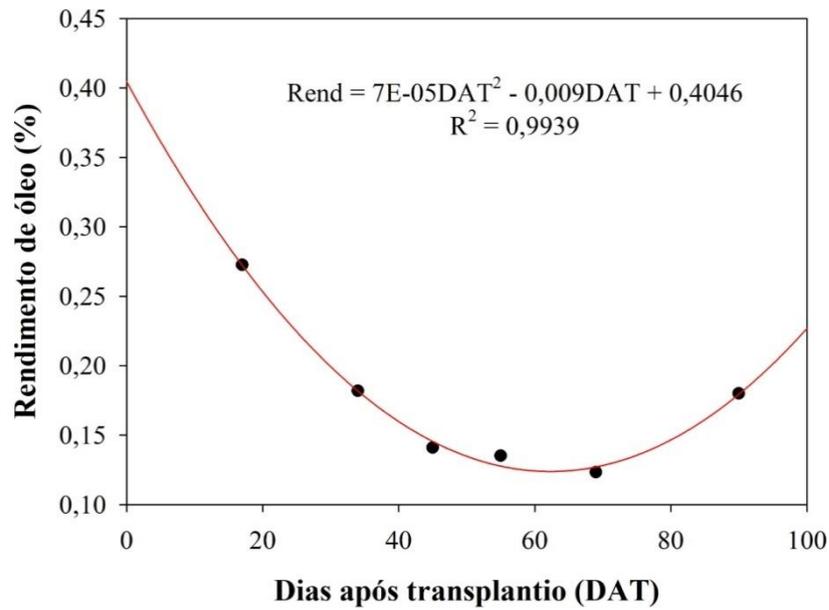
O óleo essencial obtido possuiu coloração visual levemente amarelada e cheiro suavemente odorífero, corroborando com os resultados de Peckolt e Peckolt (2016) e com os resultados descritos no capítulo 1. Os intervalos de coleta para obtenção de óleo variaram de 10 a 21 dias e os dados de volumes e rendimentos obtidos podem ser conferidos na tabela 5.

Tabela 5 – Volume em ml (média com desvio padrão - DV) e rendimento em % do óleo essencial obtido de *C. sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. em diferentes Dias Após o Transplântio - DAT.

Amostra	Volume de óleo essencial (ml)			Média +/- DV	Rendimento %
	Rep 1	Rep2	Rep 3		
CST1-DAT17	0,3	0,3	0,3	0,3+/-0,000	0,27
CST2-DAT34	0,3	0,3	0,3	0,3+/-0,000	0,18
CST3-DAT45	0,3	0,3	0,3	0,3+/-0,000	0,14
CST4-DAT55	0,3	0,3	0,3	0,3+/-0,000	0,14
CST5-DAT69	0,3	0,3	0,3	0,3+/-0,000	0,12
CST6-DAT90	0,3	0,3	0,3	0,3+/-0,000	0,18

O rendimento do óleo essencial de *C. sesquiflorus* variou com os dias após o transplântio, apresentando um ajuste polinomial (Figura 13). Na primeira colheita, feita aos 17 dias após o transplântio (tratamento 1) foi obtido o maior rendimento de óleo essencial, correspondendo a 0,27% (Figura 13). Os menores rendimentos de óleo foram obtidos nos tratamentos 3, 4 e 5. Na ultima colheita, feita aos 90 dias após o transplântio (tratamento 6) obteve-se 0,18% de óleo essencial, o mesmo rendimento obtido no tratamento 2.

Figura 13 – Rendimento de óleo essencial (%) de *C. sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. em casa de vegetação em função de 17, 34, 45, 55, 69 e 90 Dias Após o Transplântio, Rio Largo-AL.



Fonte: Autora, 2020

O maior incremento do óleo essencial obtido no 17º dia após o transplante coincidiu com o período em que a planta em estudo sobre crescimento, vide capítulo 2, estavam mais jovens e possuíam o menor número de perfilhos e inflorescências entre os tratamentos, além de alocação proporcional de biomassa entre parte aérea e subterrânea (Tabela 6).

Tabela 6 – Variáveis de crescimento de *C. sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. obtidas no experimento do capítulo 2 desta dissertação.

Variáveis DAT	17	34	45	55	69	90
Altura (cm)	25	26	23	20	20	20
Diâmetro do colmo (mm)	2,7	3,1	2,5	1,8	1,5	2,1
Comprimento da raiz (cm)	10	17	12	9	6	8
Número de perfilhos	15	19	17	18	24	31
Número de flores	1	4	9	8	14	20
Número de folhas	6	6	4	3	2,5	2
Alocação de biomassa da raiz (%)	50	50	50	50	50	60

O decréscimo no teor de óleo essencial observado em função do aumento da idade da planta (Figura 13), redução especial dos 45 aos 69 DAT coincide com o período em que as plantas em crescimento (capítulo 2) possuíam um maior número de inflorescências e de perfilhos em relação ao DAT 17 (Tabela 6).

A tendência de aumento no rendimento de óleo essencial observado aos 90 dias após o transplântio poderia ser explicado pelo máximo número de perfilhos encontrado na touceira (capítulo 2), isto é, grande número de indivíduos jovens produzindo óleo essencial ao mesmo tempo em que o florescimento pode ter limitado a produção do metabólito (Tabela 6). Ao se comparar o crescimento aos 17 dias (que forneceu o maior rendimento de óleo) com o crescimento aos 90 dias (que forneceu uma tendência de aumento no rendimento) as variáveis de crescimento da última coleta de dados foram reduzidas, com exceção da diferença na alocação de biomassa, que alocou mais biomassa na PS e o número de inflorescências, que atingiu ápice numeroso com o último tratamento (Tabela 6).

Segundo Peckolt e Peckolt (2016) o rendimento do óleo essencial de *C. sesquiflorus* é maior no período anterior ao reprodutivo. A interferência do florescimento levantada por Peckolt e Peckolt (2016) poderia explicar ainda o fato do rendimento de óleo essencial obtido no referido tratamento (T6) ter sido igual ao do tratamento 2 (34 DAT), momento cujas plantas em crescimento possuíam maiores valores em altura, diâmetro do colmo, comprimento de raiz (sendo inclusive o ápice encontrado no experimento), número de folhas, além da alocação proporcional de biomassa. Ou seja, diferiu-se do DAT 90 em menor número de flores (4) e de perfilhos (19) (Tabela 6).

Portanto, em um tratamento têm-se menores valores morfológicos, maior alocação de biomassa nas raízes, maior nº de perfilhos e de inflorescências (DAT 90). Do outro se tem maiores valores morfológicos, alocação proporcional de biomassa, menor número de flores e de perfilhos (DAT 34). Ambos os casos resultaram no mesmo rendimento, sendo este menor que o rendimento encontrado no tratamento 1. É preciso mais investigações a respeito da influência do florescimento na produção de óleo essencial em *Cyperus* L., em busca de um padrão dentro do gênero, sendo necessários experimentos que acompanhem um ciclo mais longo, com intervalos regulares de amostragem e material botânico estritamente padronizado.

O rendimento do óleo essencial obtido de população espontânea de *C. sesquiflorus* encontrado no capítulo 1 foi de 0,14. Observou-se que o cultivo aos 17 e 90 dias forneceram rendimentos maiores, indicando uma boa resposta da planta ao ambiente cultivado com finalidade de extração dos voláteis. As médias de DAT 45 e 55 são exatamente iguais ao do referido capítulo e a média de 0,12 % obtida aos 69 dias após o transplântio foi levemente

inferior. Analisando a influência do período de colheita de *C. sesquiflorus* no rendimento, os autores Peckolt e Peckolt (2016) encontraram os teores em ordem decrescente mensal de óleo essencial, sendo necessário uma investigação sazonal a respeito da produção de óleo essencial da espécie.

Os resultados encontrados diferiram de Oliveira e colaboradores (2012) que encontraram menor teor de óleo essencial nas primeiras colheitas de *Mentha x piperita var. citrata* crescendo em canteiros adubados, com posterior aumento com a idade da planta e redução quando se observou a senescência.

A juvenilidade das touceiras parece ser um fator importante na produção de óleo essencial, por exemplo, para obtenção do volátil de *Cyperus articulatus*, Castelalani e colaboradores (2011) informaram que a espécie é cultivada no início da estação chuvosa e a colheita realizada após 9 meses do plantio, uma vez que ao passar esse período a produção diminui.

Outra questão que pode ter influência nesses resultados é que após a colheita, a planta deve ser utilizada ou estabilizada, a fim de se evitar a deterioração dos princípios medicinais (SAAD *et al.*, 2009). Ainda que com todos os cuidados para análise das variáveis com agilidade para posterior deslocamento com as plantas para o Campus A.C. Simões, à medida que os DAT se passavam o volume de plantas aumentava e com isso o processo de lavagem e preparo pode ter se prolongado mais do que no período inicial, sendo portanto, causador de atividade enzimática degradadora. Além disso, seria a lavagem com água uma fonte de degradação? Uma vez que esse procedimento de limpeza pode causar alterações irreversíveis de estruturas do material e/ou retirada por eluição (lixiviação) de constituintes químicos de interesse (BASSANI; PETROVICK, 2017).

5.3.2 Composição química dos óleos essenciais de plantas de *C. sesquiflorus* em função da idade

A análise química do óleo essencial permitiu identificar seis constituintes químicos, perfazendo de 33,45% a 40,38% dos tratamentos, correspondendo ao T6 o menor percentual identificado e ao T2 o maior, respectivamente (Tabela 7). Embora o óleo essencial obtido no tratamento 2 (34 dias após o transplante) tenha o maior teor de constituintes identificados 40,38% foi o tratamento com menor porcentagem de majoritário não identificado (NID). Os óleos essenciais obtidos dos tratamentos 6 e 1, ou seja, os extremos, tiveram as menores taxas de compostos identificados 33,45% e 33,70%.

Foram identificados os compostos aristoloqueno 15,73% (T6) a 19,54% (T2), valenceno 7,98% (T1) a 9,51% (T2), miltail-4(12)-eno 5,02% (T1) a 6,28% (T2) e em menor quantidade β -elemeno 2,70% (T6) a 3,65% (T2), (*E*)-cariofileno 0,77% (T6) a 1,40% (T2) e, ainda, o composto 7-*epi*- α -eudesmol (0,71%) tendo ocorrido somente no tratamento 3 (45 dias após o transplântio). A complexidade de compostos encontradas nas plantas de *Cyperus sesquiflorus* do atual trabalho esteve bem abaixo daquela observada por Tucker e colaboradores (2006) no Mississippi (EUA), que registraram 23 constituintes destacando-se diidrokaranonona ($53,1 \pm 16,6\%$) e aristoloqueno ($11,3 \pm 2,4\%$). As porcentagens deste último composto foram maiores no atual estudo. As variações químicas entre os trabalhos podem ser decorrentes de temperaturas mais elevadas no nordeste brasileiro, uma vez que dias muito quentes podem levar a uma perda excessiva destes metabólitos (EVANS, 1996).

Dentre os compostos importantes não identificados encontra-se o majoritário (RI^a = 1773), que varia de 55.65% (T2) a 61.41% (T4). Tal composto requer mais investigações para definição de sua identidade e características, de modo que seja verificada a possibilidade de ser um constituinte ainda não descrito pela ciência. A elucidação e caracterização de novos compostos terpênicos em *Cyperus* L. tem ocorrido em *Cyperus alopecuroides* (SONWA; KÖNIG; 2001); *Cyperus maculatus* (MAHMOUT *et al.*, 2002) e na própria *Cyperus sesquiflorus* analisada por Tucker e colaboradores (2006) que registraram ocorrência de diidrokaranonona e aristoloqueno pela primeira vez em cyperaceae. Devido ao estudo fitoquímico em membros de Cyperaceae ter sido por muito tempo negligenciado, apesar do seu emprego no sistema da medicina tradicional (o que precisa ser mais investigado), o isolamento de novos compostos na família é um fato possível (BABU; SAVITHRAMMA, 2014).

Os compostos apresentaram teores variáveis durante o ciclo de cultivo da planta. Na colheita realizada aos 17 dias após o transplântio (tratamento 1) a quantidade do componente majoritário (não identificado) se mantém em segunda posição em relação ao tratamento 4, mas apresentou menor teor de miltail-4(12)-eno e Valenceno em relação aos seis tratamentos.

Tabela 7 – Composição química do óleo essencial de plantas inteiras e floridas de *C. sesquiflorus* (Torr.) Mattf. & Kük. em função do tempo de cultivo.

Nº	Componente	TR (min)	CST1 %	CST2 %	CST3 %	CST4 %	CST5 %	CST6 %	RI ^a	RI ^b
1	β -Elemeno	25,26	3,38	3,65	3,10	2,92	3,13	2,70	1397	1389
2	(<i>E</i>)-Cariofileno	26,99	0,79	1,40	1,24	1,33	1,10	0,77	1427	1417

Nº	Componente	TR (min)	CST1 %	CST2 %	CST3 %	CST4 %	CST5 %	CST6 %	RI ^a	RI ^b
									Continua...	
3	Miltail-4(12)- eno	27,78	5,02	6,28	5,58	5,40	5,99	5,75	1451	1445
4	Aristolouqueno	29,18	16,53	19,54	16,48	16,06	16,02	15,73	1493	1487
5	Valenceno	29,46	7,98	9,51	8,48	8,33	8,97	8,50	1502	1496
6	7- <i>epi</i> - α - Eudesmol	34,71	-	-	0,71	-	-	-	1672	1662
7	NID	37,66	60,32	55,65	57,48	61,41	59,03	59,57	1773	-
8	NID	38,98	3,97	3,97	6,29	4,55	5,76	6,21	1825	-
9	NID	41,26	-	-	0,64	-	-	0,77	1913	-
Total identificado			33,70	40,38	35,59	34,06	35,21	33,45		

TR= Tempo de retenção; RI^a = Índice de Retenção Relativo experimental; RI^b = Índice de Retenção da literatura; % = Área relativa do pico em relação à área total do pico no cromatograma de íons totais por CG-EM do óleo essencial de CST1 (17 DAT), CST2 (34 DAT), CST3 (45 DAT), CST4 (55 DAT), CST5 (69 DAT) e CST6 (90 DAT). NID= Não identificado.

Diferenças na quantidade dos compostos químicos e na sua composição foram identificadas à medida que ocorreu o crescimento da planta, mesmo em tratamentos que forneceram os mesmos rendimentos de óleo essencial, tais como os tratamentos 2 e 6 (0,18%); 3 e 4 (0,14%) (Tabela 5), inclusive como já mencionado apenas o tratamento 3 apresentou o composto 7-*epi*- α -eudesmol (0,71%). Tal composto foi identificado no óleo essencial de *C. sesquiflorus* em estado desidratado (0,88%), vide tabela 3, capítulo 1. Essas variações podem estar ligadas ao crescimento do vegetal, uma vez que a idade, desenvolvimento do vegetal e o surgimento de novos órgãos podem causar variações no metabolismo secundário (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Em relação à classificação dos compostos encontrados tem-se a predominância de sesquiterpenos. Esta classe química frequentemente compõe os óleos essenciais de *Cyperus* spp. (KAVAZ *et al.*, 2018; NOGUEIRA *et al.*, 2020; AI MASSARANI *et al.*, 2016; ELSHRIF *et al.*, 2017; FEIZBAKHSH; AGHASSI; NAEEMY, 2012).

A porcentagem do composto majoritário não identificado (RI^a= 1773) encontrada no óleo essencial de *C. sesquiflorus* cultivadas de janeiro a março no atual trabalho (55,65% T2 a 61,41% T4) (Tabela 7) foi superior ao encontrado nos óleos essenciais de plantas frescas e desidratadas de *C. sesquiflorus* (41,56% a 36,09% na tabela 3, capítulo1) coletadas em

setembro de 2019 (Tabela 1, capítulo 1). Entretanto, as quantidades dos demais compostos químicos identificados (compartilhados por ambos os experimentos) no capítulo 1 foram maiores do que as identificadas em plantas cultivadas. Apesar de estarem sob condições diferentes, os dados encontrados em relação ao composto majoritário parecem não corroborar com a indicação dos meses de agosto e setembro, seguidos de março de Peckolt e Peckolt (2016). É preciso uma investigação sazonal a respeito da produção de óleo essencial para afirmar o melhor período de obtenção, tanto em relação ao rendimento quanto em relação ao perfil químico.

É importante mencionar que as diferenças no rendimento e na composição química com o desenvolvimento vegetal de *C. sesquiflorus* precisam ser investigadas a nível anatômico, em relação aos tipos de estruturas de secreção que a espécie possui. Segundo Figueiredo e colaboradores (2008) plantas com estruturas secretoras externas podem liberar secreções com maturação do órgão devido à ruptura da cutícula do tricoma, enquanto as plantas com estruturas secretoras internas mais frequentemente mantêm um rendimento e composição estáveis.

5.4 CONCLUSÕES

A colheita aos 17 dias após o transplântio forneceu o maior rendimento de óleo essencial de *Cyperus sesquiflorus*, que apresentou teor importante do composto majoritário não identificado (NID) (60,32%, segundo lugar) e teores medianos dos constituintes identificados como aristoloqueno 16,53%, valenceno 7,98%, miltail-4(12)-eno 5,02%, β -elemeno 3,38% e (*E*)-cariofileno 0,79%. Observou-se que a idade reduz o rendimento e altera os teores relativos dos compostos presentes no óleo essencial, de modo que oscilam para mais e para menos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto nesta dissertação, sugere-se a investigação de faixas de temperaturas e métodos de secagem eficientes para *Cyperus sesquiflorus*, com análise anatômica das células de armazenamento do óleo essencial. Indica-se a necessidade de estudos a respeito da influência da reprodução na produção de óleo essencial em *C. sesquiflorus*, a fim de identificar-se um padrão dentro do gênero. Além disso, outros experimentos que acompanhem um ciclo mais longo com a espécie, influência dos períodos sazonais no rendimento e composição do óleo essencial, com adoção de intervalos regulares de amostragem e material botânico estritamente padronizado são necessários. Por fim, a elucidação do composto majoritário se faz importante.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy**. Allured Publishing Corporation, Illinois USA, 4.1th edition, 804, 2017.
- AGARWAL, S., PRAKASH, R., MATHUR, R. M., SRIVASTAVA, A. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oil of Tubers of *Cyperus Rotundus* Linn. Collected From Kannauj (U.P.). **Research Paper**, v. 4, n. 11, p. 54-55, 2015.
- AGHASSI A., NAEEMY A., FEIZBAKHSI, A. Chemical Composition of the Essential Oil of *Cyperus rotundus* L. from Iran. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.16, n.3, p. 382-386, 2013.
- AI MASSARANI, S., AI ENZI, F., AI JOMAIHAH, N., AI AMRI, R., BASER, K. H. C., TABANCA, N., ESTEP, A. S., BECNEL, J.J., BLOOMQUIST, R., DEMIRCI, B. Composition & biological activity of *Cyperus rotundus* L. tuber volatiles from Saudi Arabia. **Natural Volatiles & Essential Oils**, v.3, n.2, p. 26-34, 2016.
- ASSUNÇÃO, A.C.R., PRATA, A.P.N., NASCIMENTO, T.G., ALMEIDA, L.M.; SILVA, S.A.S., NASCIMENTO, H.H.C., FREITAS, J.M.D., SANTOS, M.J.L. Prospecção tecnológica de espécies do gênero *Cyperus* L. (Cyperaceae): uma investigação do seu potencial antimicrobiano. **Revista Humanidades e Inovação**, v.7, n.4, p. 315-326, 2020.
- ANDRADE, J.L.R.; NUNES, M.S.; GEDANKEN, V. **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: produção e beneficiamento** / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, Brasília: SENAR, 124 p., 2017.
- BABU, R. H.; SAVITHRAMMA, N. Screening of Secondary Metabolites of Underutilized Species of Cyperaceae. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 24, n.29, p. 182-187, 2014.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils — A review. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p. 446–475, 2008.
- BASSANI, V. L.; PETROVICK, P. R. Desenvolvimento tecnológico de produtos farmacêuticos a partir de produtos naturais. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- BRANDÃO, C. F. L. S.; VIEIRA, A.C.S.; FARIAS, D.S. SILVA, L.G.; GONZAGA, E.P. *et al.* Análise do componente arbóreo adulto e regenerante e da serapilheira em um remanescente de Floresta Atlântica em Rio Largo, Alagoas. In: LEITE, M. J.H.; PINTO, A.V.F.; BRANDÃO, C. F. L. S.; LANA, M. D. **PESQUISAS FLORESTAIS EM FOCO**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 105 p., 2020.
- BRYSON, C.T.; CARTER, R. Spread, Growth Parameters, and Reproductive Potential for Brown Flatsedge (*Cyperus fuscus*). **Invasive Plant Science and Management**, v. 3, p. 240-245, 2010.

BURT, S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods — A review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, p. 223–25, 2004.

CARVALHO, O.M. (2003). Classificação e caracterização físico-hídrica de solos de Rio Largo cultivado com cana-de-açúcar. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 74p.

CASTELLANI, D.C.; DOMENICO, C.I.; RONCOLETTA, L.M.A.; SILVA, A.C.; TOZAKI R.M.; OLIVEIRA, D.H. Coeficientes técnicos de produção da pripioca (*Cyperus articulatus* L.) em sistema orgânico, na região de Belém (PA). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, especial, p.606-611, 2011.

ELSHRIF, S.S.; GENDY, A.E.G.E.; ELSHAMY, A.I.; NASSAR, M. I.; EL-SEEDI, H. R. Chemical Composition and TLC-DPPH-Radical Scavenging Activity of *Cyperus alternifolius* Rottb. Essential Oils. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 20, n.4, p. 1125-1130, 2017.

ERDEM, B.; BAGCI, E.; DOGAN, G.; AKTOKLU, E.; DAYANGAC, A. Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil and ethanol extract of *Cyperus fuscus* L burs from Turkey. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v.17, n.8, p. 1637-1643, 2018.

EVANS, W. C. **Trease and Evans' Pharmacognosy**, 14th ed., WB Saunders Company: London, 1996, cap. 7.

FEIZBAKHSI, A.; NAEEMY, A. Chemical Composition of the Essential Oil of *Cyperus conglomeratus* Rottb. from Iran. **E-Journal of Chemistry**, v.8, p. S293-S296, 2010.

FEIZBAKHSI, A.; AGHASSI, A.; NAEEMY, A. Chemical Constituents of the Essential Oils of *Cyperus difformis* L. and *Cyperus arenarius* Retz from Iran. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.15, n.1, p. 48-52, 2012.

FIGUEIREDO, A.C., BARROSO, J.G., PEDRO, L.G., SCHEFFER, J.J.C. Physiological aspects of essential oil production. In: **Essential Oils: Basic and Applied Research: Proceedings of the 27th International Symposium on Essential Oils**, Franz Ch, Máthé Á, Buchbauer G (eds). Allured: Carol Stream, IL, 1997; p.95–107.

FIGUEIREDO, A.C., BARROSO, J.G., PEDRO, L.G., SCHEFFER, J.J.C. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **Flavour and Fragrance Journal**, v.23, n4, p. 213–226, 2008.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. PLANTAS MEDICINAIS: FATORES DE INFLUÊNCIA NO CONTEÚDO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS. **Química Nova**, v. 30, n. 2, 374-381, 2007.

GUILHON, G.M.S.P., VILHENA, K.S.S., ZOGHBI, M.G.B., BASTOS, M.N.C., ROCHA, A.E.S. Volatiles from Aerial Parts and Rhizomes of *Kyllinga brevifolia* Rottb. Growing in Amazon. **Journal of Essential Oil Research**, 20:6, 545-548, 2008.

HARTMANN, T.; Diversity and variability of plant secondary metabolism: a mechanistic view. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 80, p.177-188,1996.

HASSANEIN, H. D., NAZIF, N.M., SHAHAT, A. A., HAMMOUDA, F. M., SOBREABLE, E. A., SALEH, M. A. Chemical Diversity of Essential Oils from *Cyperus articulatus*, *Cyperus esculentus* and *Cyperus papyrus*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.17, n.2, p. 251-264, 2014.

JARAMILLO-COLORADO, B. E., MARTÍNEZ-CÁCERES, E. L., DUARTE-RESTREPO, E. Volatile chemical composition and bioactivities from Colombian *Kyllinga pumila* Michx (Cyperaceae) essential oil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 38, n. 3, p. 273-282, July-Sept, 2016.

JANAKI, S., ZANDI-SOHANI, N., RAMEZANI, L., SZUMNY, A. Chemical composition and insecticidal efficacy of *Cyperus rotundus* essential oil against three stored product pests. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 133, p. 93–98, 2018.

KAVAZ, D.; IDRIS, M.; ONYEBUCHI, C. Physiochemical characterization, antioxidative, anticancer cells proliferation and food pathogens antibacterial activity of chitosan nanoparticles loaded with *Cyperus articulatus* rhizome essential oils. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.123, p. 837-845, 2018.

KUMAR, A.; NIRANJAN A.; LEHRI A.; SRIVASTAVA, R. K.; TEWARI, S.K. Effect of Geographical Climatic Conditions on Yield, Chemical Composition and Carbon Isotope Composition of Nagarmotha (*Cyperus scariosus* R. Br.). **Essential Oil. Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 19, n.2, p. 368-373, 2015.

LAWAL, O.A.; OYEDEJI, A.O. The Composition of the Essential Oil from *Cyperus distans* Rhizome. **Natural Product Communications**, v.4, n.8, p. 1009-1102, 2009.

LAWAL, O.A., OGUNWANDE, I. A., OPOKU, A. R., OYEDEJI, A. O. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from the rhizomes of *Cyperus papyrus* L. grown in South Africa. **Latin American and Caribbean Bulletin of Medicinal and Aromatic Plants**, v.15, n.3, p.136 – 143, 2016.

LAZAREVIC, J.; RADULOVIC, N.; PALLIC, R.; ZLATKOVIC, B. Chemical Composition of the Essential Oil of *Cyperus glomeratus* L. (Cyperaceae) from Serbia. **Journal of Essential Oil Research**, v.22, p.578-580, 2010.

LIMA, A.R.S.; LIMA, R.C.; NEPOMUCENO, I.T.G. NASCIMENTO, H.H.C.; PRATA, A.P.N.; SILVA, R.R.V. Influence of edge in the structure of the vegetation of Anopen Ombrophilous Forest in Alagoas. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, p. 591-601, 2020.

LINDROTH, R. L.; HSIA, M. T. S.; SCRIBER, J. M. Seasonal Patterns in the Phytochemistry of Three Populus Species. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.15, p. 681-686, 1987.

LIU, X. C., LU, X. N., LIU, Q. Z., LIU, Z. L. Chemical Composition and Insecticidal Activity of the Essential Oil of *Cyperus rotundus* Rhizomes Against *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae). **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 19,

n.3, p. 640–647, 2016.

MAHMOUT, Y., Composition of the Essential Oil from *Kyllinga erecta* S.. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 41, 277-279, 1993.

MAHMOUT, Y.; BESSIÈRE, J.M.; DOLMAZON, R. Constituents of the Essential Oil of *Cyperus maculatus* Boeck. **Journal of Essential Oil Research**, v. 14, n.4, p. 263–265, 2002.

MEMARIANI, T., HOSSEINI, T., KAMALI, H., MOHAMMADI, A., GHORBANI, M., SHAKERI, A., SPANDIDOS, D. A., TSATSAKIS, A.M., SHAHSAVAND, S. Evaluation of the cytotoxic effects of *Cyperus longus* extract, fractions and its essential oil on the PC3 and MCF7 cancer cell lines. **Oncology Letters**, v.11, n.2, p. 1353–1360, 2016.

MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2 (Suplemento - CD Rom), 2009.

NASSAR, M.I.; YASSINE, Y. M.; ELSHAMY, A. I.; EL-BEIH, A. A.; EL-SHAZLY, M. *et al.* Essential Oil and Antimicrobial Activity of Aerial Parts of *Cyperus leavigatus* L. (Family: Cyperaceae). **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.18, n.2, p. 416-422, 2014.

NOGUEIRA, M.L., LIMA, E. J. S.P., ADRIÃO, A. A. X., FONTES, S. S., SILVA, V. R., SANTOS, L. S., SOARES, M. B. P., DIAS, R. B., ROCHA, C. A. G., COSTA, E. V., SILVA, F. M. A., VANNIER-SANTOS, M.A., CARDOZO, N.M.D., KOOLEN, H.H.F., BEZERRA, D.P. *Cyperus articulatus* L. (Cyperaceae) Rhizome Essential Oil Causes Cell Cycle Arrest in the G2/M Phase and Cell Death in HepG2 Cells and Inhibits the Development of Tumors in a Xenograft Model. **Molecules**, v. 25, n. 2687, p. 1-19, 2020, doi:10.3390/molecules25112687

OLAWORE, N. O., USMAN, L.A., OGUNWANDE, I. A., ADELEKE, K. A. Constituents of Rhizome Essential Oils of Two Types of *Cyperus articulatus* L. Grown in Nigeria. **Journal of Essential Oil Research**, v. 18, p. 604-606, 2006.

OLIVEIRA, A. R. M. F.; JEZLER, C.N.; OLIVEIRA, R. A.; COSTA, L.C.B. Influência da idade da planta na produção de óleo essencial de alevante. **Revista Ceres**, v.59, n.2, 2012.

OYEDEJI, A.O., MDLOLO, C.M., ADENIYI, B. AKINDE, T. 1,8-Cineole Chemotype of the Essential Oils of *Kyllinga erecta* Schum et Thonn and its Antimicrobial Activities. **Journal of Essential Oil Research**, v.22, n.2, p.189-192, 2010.

PAUDEL, P., SATYAL, P., KHADKA, G., SETZER, W.N. Leaf Essential Oil Composition of *Kyllinga brevifolia* Rottb. from Nepal. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.15, n.5, p. 854-857, 2012.

PECKOLT, T., PECKOLT, G. **História das plantas úteis e medicinais do Brasil**. Fino Traço, 1 edição, 904p., 2016.

PERRONE, L.A., ARAUJO, F.A.M., PEREIRA, J.L.S., SANTOS, A.L.M. Constituintes químicos do óleo essencial de *Cyperus rotundus* L. e bioensaio toxicológico preliminar frente a larvas de *Artemia salina* L., 37º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. 2014, (Congresso), **Anais...**, Disponível em: http://www.s bq.org.br/37ra/cdrom/lista_area_QPN.htm

POYRAZ, I.E.; DEMIRCI, B.; KÜÇÜK, S. Volatiles of Turkish *Cyperus rotundus* L. Roots. **Records of Natural Products**, v.12, n.3, p. 222-228, 2018.

SAAD, G. A., LÉDA, P. H. O., SÁ, I. M., SEIXLACK, A. C. **Fitoterapia Contemporânea Tradição e Ciência na Prática Clínica**. 1. Ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 402 p., 2009.

SANTOS, A.L.M. Estudo químico e biológico de *Cyperus rotundus* aclimatada no amazonas, Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, p.152, 2014.

SILVA, I. C. M., SANTOS, W. L., LEAL, I. C. R., ZOGHBI, M. G.B., FEIRHMANN, A. C., CABRAL, V. F., MACEDO, E. N., CARDOSO-FILHO, L. Extraction of essential oil from *Cyperus articulatus* L. var. *articulatus* (pripiroca) with pressurized CO₂. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 88, p. 134-141, 2014.

SONWA, M. M.; KÖNIG, W. A. Constituents of the essential oil of *Cyperus alopecuroides*. **Phytochemistry**, v. 56, n.4, p. 321–326, 2001.

SOUZA, J. L., FILHO, G. M., LYRA, R. F. F., TEODORO, I. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período e 1997-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 131-141, 2004.

SRIVASTAVA, R. K., SINGH, U.M.A., SRIVASTAVA, G. P., LEHRI, U.M. A., ANIRANJAN, S.K., TEWARI, K. K. U., KUMAR, S. Chemical Constituents and Biological Activities of Promising Aromatic Plant Nagarmotha (*Cyperus scariosus* R.Br.): A Review. **Proceedings of the Indian National Science Academy**, v. 80, n. 3, p. 525-536, 2014.

TUCKER, A.O., MACIARELLO, M.J., BRYSON, C.T. The Essential Oil of *Kyllinga odorata* Vahl (Cyperaceae) from Mississippi. **Journal of Essential Oil Research**, v.18, n.4, p. 381-382, 2006, DOI:10.1080/10412905.2006.9699120

UPPAL, S.K., CHHABRA, B.R., KALSI, P.S. A biogenetically important hydrocarbon from *Cyperus scariosus*. **Phytochemistry**, v. 23, n. 10, p. 2367-2369, 1984.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P.D. A Generalization of Retention Index System Including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, 1963. 11, 463-471.

VITTI, A. M. S; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. Documentos Florestais, n. 17, 2003. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/df17.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2020.

ZHANG, L.L., ZHANG, L.F., HU, Q.P, HAO, D.L.XU, J.G. Chemical composition, antibacterial activity of *Cyperus rotundus* rhizomes essential oil against *Staphylococcus aureus* via membrane disruption and apoptosis pathway. **Food Control**, v.80, p.290-296, 2017.

ZOGHBI, M. G. B., ANDRADE, E.H.A., OLIVEIRA, J., GUILHON, G.M.S.P., VILHENA, K.S.S. Analysis of the Essential Oil of the Rhizome of *Cyperus giganteus* Vahl. (Cyperaceae) Cultivated in North of Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v.18, n.4, p.408-410, 2006.

ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; CARREIRA, L.M.M.; ROCHA, E.A.S.
Comparison of the Main Components of the Essential Oils of “priprioca”: *Cyperus articulatus*
var. *articulatus* L., *C. articulatus* var. *nodosus* L., *C. prolixus* Kunth and *C. rotundus* L..
Journal of Essential Oil Research, v. 20, n.1, p. 42-45, 2008.