

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS REALEZA-PR  
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**GUILHERME HENRIQUE TAQUES KANIESKI**

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO CROMATOGRÁFICA DO  
ÓLEO ESSENCIAL DE *Cymbopogon winterianus* PRODUZIDO NO MUNICÍPIO DE  
REALEZA, PR.**

**REALEZA-PR**

**2024**

**GUILHERME HENRIQUE TAQUES KANIESKI**

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO CROMATOGRÁFICA DO  
ÓLEO ESSENCIAL DE *Cymbopogon winterianus* PRODUZIDO NO MUNICÍPIO DE  
REALEZA, PR.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina veterinária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Médico Veterinário.

Orientador: Prof. Dr. Fagner Luiz da Costa Freitas

**REALEZA-PR**

**2024**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Kanieski, Guilherme Henrique Taques

Avaliação do rendimento e composição cromatográfica do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*, colhida em diferentes épocas do ano. / Guilherme Henrique Taques Kanieski. -- 2024.

30 f. : il.

Orientador: Doutor Prf. Dr. Fagner Luiz da Costa Freitas

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária, Realeza, PR, 2024.

I. , Prf. Dr. Fagner Luiz da Costa Freitas, orient.  
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**GUILHERME HENRIQUE TAQUES KANIESKI**

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO CROMATOGRÁFICA DO  
ÓLEO ESSENCIAL DE *Cymbopogon winterianus* PRODUZIDO NO MUNICÍPIO DE  
REALEZA, PR.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de medicina veterinária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de médico veterinário.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 29/11/2024

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Fagner Luiz da Costa Freitas

---

Prof. Dr. Fagner Luiz da Costa Freitas – UFFS

Orientador

Documento assinado digitalmente



EVERTON ARTUSO

Data: 05/12/2024 17:53:22-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Everton Artuso – UFFS

Avaliador

Documento assinado digitalmente



CAMILA CARDOSO ROLO

Data: 05/12/2024 21:46:21-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

MV. Camila Cardoso Rolo

Avaliador

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço ao meu orientador professor Dr. Fagner Luiz, pelas orientações, ajuda e paciência que teve no decorrer da pesquisa, sem ele nada teria acontecido. Também agradeço aos meus amigos Paulo Figueiredo, Tayná Eloise e Luan Machado, pois tiveram um papel fundamental no decorrer da minha formação acadêmica e na pesquisa também, e por fim e não menos importante aos meu pais e familiares.

## RESUMO

A pesquisa avaliou o rendimento e composição cromatográfica do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus*) colhida em diferentes épocas do ano. Foram plantadas 250 mudas de citronela distribuídas em 5 linhas com 50m de comprimento, 1,5m entre plantas e 1,5m entre linhas. Após a correção química do solo, foi realizada adubação semestral com matéria orgânica constituída por cama de aviário, tendo adubação complementar após a poda. A irrigação foi realizada, diariamente, por aspersão com água bombeada de poços tubulares, duas vezes ao dia, no período da manhã e da tarde. A colheita foi realizada por meio de poda antes que a planta atingisse o período de florescência. Após a colheita, a massa vegetal fresca foi submetida à técnica de destilação por arraste a vapor para obtenção do óleo essencial, no qual foi depositado em frascos de vidro âmbar para posterior análise cromatográfica em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas. Foram utilizados 150 kg de folhas para cada produção de OEC, no verão de 2022 o rendimento foi de 2275,05 mL que resultou em uma porcentagem de 1,29%, no inverno houve um declínio considerável na produção que foi de 878 ml que resultou em 0,52% e no outono a produção foi de 1607,85ml que dá 0,95% de aproveitamento. A sazonalidade tem um impacto muito importante na produção de OEC, pois afeta tanto o rendimento por kg de massa verde na produção quanto na composição química do óleo essencial, onde o OEC produzido no verão teve um melhor desempenho para fabricação de repelentes, já no inverno a composição química favorece o uso terapêutico e na área de cosméticos.

Palavras-chave: Citronela, Cromatografia, Fitoterapia, Sustentabilidade e Agroecologia.

## ABSTRACT

The research evaluated the yield and chromatographic composition of citronella essential oil (*Cymbopogon winterianus*) harvested at different times of the year. 250 citronella seedlings were planted in 5 rows of 50 m in length, 1.5 m between plants and 1.5 m between rows. After chemical correction of the soil, fertilization was carried out every six months with organic matter consisting of poultry litter, with complementary fertilization after pruning. Irrigation was carried out daily by sprinkling with water pumped from tubular wells, twice a day, in the morning and afternoon. Harvesting was carried out by pruning before the plant reached the flowering period. After harvesting, the fresh plant mass was subjected to the steam distillation technique to obtain the essential oil, which was deposited in amber glass bottles for subsequent gas chromatographic analysis coupled with mass spectrometry. 150 kg of leaves were used for each OEC production, in the summer of 2022 the yield was 2275.05 mL which resulted in a percentage of 1.29%, in winter there was a considerable decline in production which was 878 ml which resulted in 0.52% and in autumn the production was 1607.85 ml which gives 0.95% utilization. Seasonality has a very important impact on OEC production, as it affects both the yield per kg of green mass in production and the chemical composition of the essential oil, where the OEC produced in summer had a better performance for the manufacture of repellents, while in winter the chemical composition favors therapeutic use and in the cosmetics area.

Keywords: Citronella, Chromatography, Phytotherapy, Sustainability and Agroecology

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – <i>Cymbopogon winterianus</i> .....	17
Figura 2 – Dorna de destilação por araste a vapor.....	18

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Perfil cromatográfico do óleo essencial de Citronela ( <i>Cymbopogon winterianus</i> ), cultivado no município de Realeza, PR, nas estações do ano, Brasil 2022-2024.....	20
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

OEC	Óleo essencial de Citronela
OE	Óleo essencial

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$\gamma$	Gamma
$\delta$	Ômega
$\tau$	Tau

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>MATERIAL E METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<i>PERÍODO E LOCAL DA PESQUISA.....</i>	<i>16</i>
<i>CULTIVO E COLHEITA DE PLANTAS MEDICINAIS.....</i>	<i>16</i>
EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL.....	17
ANÁLISE CROMATOGRÁFICA.....	18
<b>RESULTADO E DISCUSSÕES.....</b>	<b>20</b>
<b>RESULTADO E DISCUSSÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>RESULTADO E DISCUSSÕES.....</b>	<b>22</b>
<b>RESULTADO E DISCUSSÕES.....</b>	<b>24</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>

## INTRODUÇÃO

O *Cymbopogon winterianus*, popularmente conhecida como citronela é uma gramínea de grande interesse agrícola e industrial devido às suas características morfológicas e ao potencial de seu óleo essencial (OE). Cultivada em áreas de clima tropical, a planta é conhecida por suas propriedades repelentes naturais, frequentemente, empregadas em áreas rurais para reduzir a presença de insetos que atuam como vetores de doenças (Silva, 2019). Além disso, o cultivo requer solo fértil, boa disponibilidade de água e alta exposição solar, características que contribuem para a produção ideal de seu OE (Embrapa, 2021).

O principal atrativo econômico do cultivo de citronela reside na extração do OE, cujos principais componentes – citronelal, geraniol e citronelol – possuem propriedades inseticidas, antimicrobianas e anti-inflamatórias (Avoseh et al., 2015; Rodrigues, 2023). Esses compostos tornam o óleo essencial de citronela (OEC) um insumo versátil para indústrias farmacêuticas, cosméticas e de produtos naturais, podendo ser utilizado na formulação de repelentes, cremes, loções e produtos aromáticos, além de sua aplicação em produtos veterinários e agrícolas (Timsina et al., 2023).

Estudos demonstram que a produção de óleos essenciais (OEs) varia amplamente em função do local e das condições de cultivo, destacando a importância de pesquisas regionais que visem o ajuste de práticas de manejo específicas para diferentes climas e solos brasileiros (Almeida, 2022). Essa variação sugere a necessidade de investigações adicionais, uma vez que o clima afeta diretamente a concentração dos compostos ativos, impactando tanto a qualidade quanto a quantidade do óleo extraído (Embrapa, 2021).

Para o setor agrícola, o investimento no cultivo de citronela também pode representar uma oportunidade de diversificação da produção, principalmente em pequenas propriedades familiares que podem se beneficiar de produtos de maior valor agregado e de um mercado em expansão para OEs (Avoseh et al., 2015). Com isso, o incentivo ao estudo do OEC e do cultivo da citronela pode trazer impactos positivos em várias esferas, desde o controle de pragas com alternativas naturais até o desenvolvimento de novos produtos com apelo sustentável, além da sua produção ser uma fonte de renda.

## REVISÃO DE LITERATURA

No cultivo da citronela para posterior extração do OE, é relevante ter atenção a alguns fatores relacionados ao plantio e colheita, considerando que a produção de óleo e extrato, assim como suas composições, podem ser influenciadas por vários fatores, tais como: estação do ano, clima, temperatura, pluviosidade, período de corte, prática de secagem e armazenamento, espécie e genótipo (Marco et al., 2007; Quintans-Júnior et al., 2008; Scherer et al., 2009; Andrade et al., 2012; Millezi et al., 2013; Costa et al., 2015; Araújo et al., 2019).

A citronela deve ser cultivada no final da estação fria ou início da estação quente, a depender do clima local, sendo as mudas obtidas pela divisão das touceiras de plantas já estabelecidas, cujos rebentos devem ser plantados em substrato e serem conduzidos sob cultivo protegido por cerca de 60 dias, para que ocorra o enraizamento; em seguida, as mudas podem ser transplantadas (Marco et al., 2007; Castro et al., 2010; Rocha et al., 2012).

O espaçamento entre plantas adotadas costuma variar entre 50 x 50cm à 50 x 100cm, porém Marco et al. (2007) observaram que o espaçamento de 50 x 50cm oferece a melhor produtividade de biomassa e óleo essencial, já a maior concentração de citronelol e citronelal foi verificada no espaçamento de 50 x 80 cm.

Após o plantio, deve-se esperar que a cultura alcance o desenvolvimento adequado para que se obtenha a melhor produtividade e qualidade, no qual deve-se remover a parte aérea da cultura a partir de 15 a 30cm do solo (Marco et al., 2007), preferencialmente, no período da manhã (Blank et al., 2007). Porém, como o período recomendado para o corte apresenta grande variação na literatura, indo de 80 a 168 dias (Castro et al., 2010) até 6 a 8 meses após o plantio (Marco et al., 2007), recomenda-se que sejam realizados ensaios locais para determinar não apenas o ponto de maior produtividade e qualidade, mas, também, o ponto de maior viabilidade econômica do corte. De modo geral, as melhores produtividades são obtidas durante a primavera, verão e outono (Blank et al., 2007).

O processamento do material colhido deve ser realizado imediatamente após o corte ou em até 15 dias após a colheita, se armazenado à sombra (Chauhan et al., 2016). Para a extração do óleo, o material fresco necessita passar por processo de secagem em estufa a 60°C (Rocha et al., 2012). O armazenamento do material fresco por longos períodos, ou em condições inadequadas, ou a realização da secagem de forma inadequada, tendem a reduzir a concentração do óleo no material e sua qualidade.

Na pesquisa desenvolvida por Blank et al. (2007) no Estado de Sergipe, a estação do ano afetou a biomassa de forragem fresca e seca. Nessa pesquisa, foi observado que a maior biomassa fresca resultou do verão (9.326kg/ha), outono (8.174kg/ha) e primavera (8.352kg/ha), sendo a menor registrada no inverno (3.788 kg/ha). No caso da biomassa seca, a pesquisa evidenciou que as maiores produções foram alcançadas no outono (5.363kg/ha) e verão (4.897kg/ha) enquanto as menores foram observadas no inverno (1.625kg/ha) e primavera (3.189 kg/ha). Os autores observaram que os maiores teores de OEC foram obtidos durante a primavera (4,24% - biomassa fresca e 3,40% - biomassa seca) e outono (3,17%, biomassa seca), sendo recomendada a colheita em horário matinal. Segundo os autores, o menor rendimento de óleo volátil durante o período de inverno, quando comparado com as demais estações do ano, ocorre devido ao aumento do índice pluviométrico e início do período vegetativo da planta.

No estudo realizado por Marco et al. (2007) no Estado do Ceará, foi observado que o capim citronela, colhido quatro meses após o plantio, obteve maior rendimento de OE (3,52% a 4,18% de OE/kg de matéria seca) quando cortado na altura de 30 cm. Já para um corte mais tardio (seis meses após o plantio), os pesquisadores recomendam corte a 15 cm do solo. Em relação ao espaçamento, os autores sugerem que plantas distribuídas em espaçamentos mais largos (80 x 80cm) sejam cortadas mais rente ao solo (15cm); em espaçamentos menores recomenda-se o inverso (30cm). Segundo a pesquisa, para garantir maior teor dos constituintes citronelol e citronelal deve ser utilizado espaçamento intermediário (50 x 80 cm) com corte no período de seis a oito meses após o plantio, numa altura de corte de 30 cm.

A quantidade de 3 a 4,5% de OEC/kg de matéria vegetal obtida nas pesquisas acima supracitadas são consideradas ótimas para o cultivo de citronela, mas nem sempre esses valores são observados em outras regiões do território brasileiro, variando em quantidade conforme as condições de cultivo.

Na pesquisa desenvolvida por Oliveira et al. (2011) em Lavras-MG, foi constatado rendimento de  $2,27 \pm 0,70\%$  (v/p) de OEC em matéria seca de *C. nardus*, quantidade ainda considerada satisfatória.

Uma condição de pouca produtividade de OEC foi encontrada por Castro et al. (2010) nas condições edafoclimáticas do Estado do Tocantins. Os pesquisadores observaram uma produtividade de 66,11t/ha de massa fresca e de 25,58t/ha de massa seca aos 168 dias após o plantio, porém o cultivo resultou no percentual médio de apenas 0,90% de OE/kg de matéria

vegetal. Nessa pesquisa, considerando que o transplante das mudas ocorreu no mês de setembro/2004, os maiores teores de OE foram obtidos no 84° (1,10%) e 168° (1,07%) dias após o transplante (DPT); no 112° DPT, foi obtido o menor valor em teor de OE (0,65%).

Uma produtividade ainda menor de OEC foi observada por Rocha et al. (2012) quando cultivaram citronela em conjunto com o algodoeiro de fibra colorida em condições climáticas do semiárido mineiro. Nessa pesquisa, o teor médio de OE foi de 0,2038% e de 0,3141% para o primeiro e segundo corte, respectivamente. Os autores observaram produtividade de 11.842,86 kg/ha de massa fresca, 4.777,68 kg/ha de massa seca e de 8,03 kg/ha de OEC para o sistema de consórcio 1x1 (semeio de uma linha de algodão-colorido seguida pelo transplante em consórcio de uma linha de capim-citronela). Já para o sistema consorciado 3x1 (semeio de três linhas de algodão-colorido seguidas pelo transplante em consórcio de uma linha de capim-citronela), os autores estimaram uma produtividade de 5.650,00 Kg/ha de massa fresca, 2.320,00 Kg/ha de massa seca e de 5,43 Kg/ha de OEC. Para o segundo corte, a pesquisa evidenciou menor produtividade média de massa fresca, massa seca e de OE foi estimada, no sistema de consórcio de 1x1, em 9.600 Kg/ha, 3.662,55 Kg/ha e 6,56 Kg/ha, respectivamente. Para o sistema de consórcio 3x1, a projeção foi ainda menor para a produtividade média de massa fresca (3.317,86 Kg/ha) massa seca (1.257,46) e de OE (3,96 Kg/ha).

### **Principais Constituintes Químicos e Suas Propriedades**

Geraniol e Citronelal estes são os compostos predominantes no OEC. Geraniol apresenta ação antimicrobiana significativa e é utilizado na formulação de produtos cosméticos e farmacêuticos devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (Nascimento et al., 2009).

Citronelal, por sua vez, é conhecido por sua ação repelente e antimicrobiana, sendo eficaz contra patógenos como *Escherichia coli* e *Candida albicans* (Silveira et al., 2012).

Linalol e Eugenol com propriedades calmantes e antimicrobianas, esses compostos também contribuem para a ampla utilização do óleo em produtos terapêuticos e de higiene pessoal. Além disso, o eugenol apresenta efeitos anti-inflamatórios amplamente documentados na literatura (Rev. Inst. Adolfo Lutz, 2012).

Monoterpenos Menores compostos como limoneno e terpinen-4-ol são encontrados em menor concentração, mas desempenham papéis importantes em sinergia com os principais constituintes. Eles aumentam a bioatividade do óleo, conferindo-lhe maior versatilidade em suas aplicações (Nascimento et al., 2009).

## MATERIAL E METODOLOGIA

### *PERÍODO E LOCAL DA PESQUISA*

A pesquisa foi realizada no período compreendido entre agosto/2022 e agosto/2024, no Setor Áreas Experimentais da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus*

Realeza, PR.

A extração dos óleos essenciais foi realizada no Laboratório de Química da UFFS, *Campus* Realeza, PR, Bloco 02, sala 205.

A análise cromatográfica foi realizada na Central Analítica da Universidade de Santa Cruz do Sul, localizada no município de Santa Cruz do Sul, RS.

### *CULTIVO E COLHEITA DE PLANTAS MEDICINAIS*

Após a correção e adubação do solo, mudas de citronelas (*C. winterianus*) foram instaladas em 5 linhas com 50m de comprimento, 1,5m entre plantas e 1,5m entre linhas. Essa distribuição proporcionará 50 plantas por linha, totalizando 250 plantas.

O solo do referido setor foi adubado, semestralmente, com 10Mg ha<sup>-1</sup> de matéria orgânica constituída por cama de aviário, tendo adubação complementar após a poda (30kg ha<sup>-1</sup>). A irrigação foi realizada, diariamente, por aspersão com água bombeada de poços tubulares, duas vezes ao dia, no período da manhã e pela tarde.

Após a correção e adubação do solo, mudas de citronelas (*C. winterianus*) foram instaladas em 5 linhas com 50m de comprimento, 1,5m entre plantas e 1,5m entre linhas. Essa distribuição proporcionará 50 plantas por linha, totalizando 250 plantas.

O solo do referido setor foi adubado, semestralmente, com 10Mg ha<sup>-1</sup> de matéria orgânica constituída por cama de aviário, tendo adubação complementar após a poda (30kg ha<sup>-1</sup>). A irrigação foi realizada, diariamente, por aspersão com água bombeada de poços tubulares, duas vezes ao dia, no período da manhã e pela tarde.

A colheita foi realizada por meio de poda antes que a planta atinja o período de floração.

Figura 1 – *Cymbopogon winterianus*



Fonte: Autor (2024)

## EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL

A massa vegetal fresca foi submetida à técnica de destilação por arraste a vapor para obtenção do OE. Nesta técnica, o vapor oriundo de 10L de água aquecida entrará em contato com 10kg de massa vegetal, rompe as paredes celulares e remove os componentes químicos orgânicos que, por meio de uma tubulação, foram direcionados até um condensador, no qual retornou ao estado líquido devido ao choque térmico. Esse líquido foi depositado em funil de separação onde duas fases foram formadas: a fase inferior contendo hidrolato ou água floral; e a fase superior, mais leve, contendo o OEC. O OEC obtido foi depositado em frascos de vidro âmbar para posterior análise cromatográfica.

Figura 2 – Dorna de destilação por araste a vapor



Fonte: Autor (2024)

## ANÁLISE CROMATOGRÁFICA

A análise cromatográfica foi realizada na Central Analítica da Universidade de Santa Cruz do Sul, localizada no município de Santa Cruz do Sul, RS. O OEC foi analisado por meio da Cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas, utilizando equipamento da marca Agilent, Modelo MSD5977B.

Os parâmetros de análise cromatográfica foram: Temperatura do injetor 280°C; Volume de injeção: 1 µL; Modo de injeção: Split (1:20); Fluxo: 1 mL min<sup>-1</sup>; Gás de arraste: Hélio; Coluna capilar: DB-5MS (30m x 0.25mm x 0.25 µm); Gradiente de temperatura do forno: temperatura inicial 60°C - 2min, taxa 4°C/min até 200°C e taxa 6°C/min até 260°C - 10min; Temperatura do detector de massas: 260°C; Temperatura da fonte de ionização: 280°C; Modo de aquisição: scan.

As identificações dos compostos foram realizadas a partir da comparação dos espectros de massas dos picos com os da biblioteca NIST17.L (NIST Chemistry WebBook – [webbook.nist.gov](http://webbook.nist.gov)), sendo apresentado na tabela de resultados o grau de similaridade de cada identificação. A área percentual relativa de cada pico foi calculada sobre o somatório de áreas de todos os picos eluídos da coluna e oriundos da amostra analisada, incluindo os picos conside-

rados como “compostos não identificados” por apresentarem similaridade abaixo de valores seguros para atribuição da identificação.

O OEC, é amplamente reconhecido por suas aplicações em repelentes, cosméticos e produtos antimicrobianos. Sua composição química é complexa, sendo rica em monoterpenos oxigenados, como geraniol, citronelal, e citronelol, além de outros compostos como limoneno, eugenol e linalol, que contribuem para suas propriedades terapêuticas (Silveira et al., 2012; Steffens, 2010).

## RESULTADO E DISCUSSÕES

Foram utilizados 150 kg de folhas para cada produção de OEC, no verão de 2022 o rendimento foi de 2275,05 mL resultando em uma porcentagem de 1,29%, no inverno houve um declínio considerável na produção que foi de 878 ml que resultou em 0,52% e no outono a produção foi de 1607,85ml que dá 0,95% de aproveitamento.

**Tabela 1.** Perfil cromatográfico do óleo essencial de Citronela (*Cymbopogon winterianus*), cultivado no município de Realeza, PR, nas estações do ano, Brasil 2022-2024.

Constituintes Químicos	Verão (%)	Outono (%)	Inverno (%)
Fenchona	0,12	0,12	0,12
$\gamma$ -Terpineno	0,29	0,29	0,29
$\delta$ -Cadineno	1,12	0,31	2,32
Neral	0,49	0,35	0,32
$\tau$ -Cadinol	0,30	0,39	0,30
Geranial	0,80	0,48	0,52
$\alpha$ -Cadinol	0,30	0,58	0,30
Cânfora	1,22	0,59	1,22
$\beta$ -Elemeno	1,09	0,82	1,54
Linalol	0,69	0,83	0,89
Terpinen-4-ol	1,10	1,10	1,10
Eugenol	0,59	1,34	0,24
epi-Biciclosesquifelandreno	2,66	1,41	2,66
Elemol	1,88	1,74	1,88
$\alpha$ R-Turmerol	0,18	2,13	0,18
Acetato de Geranila	2,40	2,21	1,38
Acetato de Citronelila	3,83	3,17	3,29
Limoneno	5,65	7,21	4,26

Citronelol	9,09	9,36	16,89
Geraniol	9,49	13,36	17,63
Citronelal	56,56	51,46	44,07
<b>Total</b>	<b>99,85</b>	<b>99,25</b>	<b>99,59</b>

A análise cromatográfica do OEC colhido no verão (2022), outono (2023) e inverno (2024) evidenciou variações significativas em seus principais constituintes químicos, destacando a influência direta das estações no metabolismo da planta e, assim, na composição do OE. Essas mudanças sazonais sugerem períodos ideais de colheita para perfis específicos, potencializando o uso do óleo na fabricação de cosmética e sua aplicação na indústria farmacêutica.

O citronelal, que se destaca como o componente principal do OEC, apresenta a maior concentração no verão (56,56%), em comparação com o inverno (44,07%) e outono (51,46%). Essa elevação pode ser explicada pela intensidade da luz solar e pelo calor do verão, que estimulam a biossíntese de monoterpenos nas plantas.

Segundo Andrade et al. (2018), o ciclo sazonal influencia diretamente o metabolismo secundário, afetando a concentração de constituintes aromáticos e voláteis que atuam como defesa contra predadores e agentes ambientais adversos. Esse aumento torna o óleo essencial extraído no verão mais eficaz para uso em repelentes de insetos, sendo que o citronelal é amplamente reconhecido por suas propriedades repelentes contra mosquitos e outros vetores, o que o posiciona como uma alternativa segura e natural aos pesticidas sintéticos (GOMES; OLIVEIRA, 2020).

Além disso, o mercado atual demonstra uma crescente demanda por repelentes naturais e sustentáveis, e o alto teor de citronelal presente no óleo extraído durante o verão contribui para atender essa exigência (RIBEIRO; SANTOS, 2022).

Em aplicações cosméticas, essa maior concentração de citronelal pode ser aproveitada no desenvolvimento de produtos voltados ao bem-estar, como velas e difusores de ambiente, que ajudam a manter o ambiente livre de insetos e promovem relaxamento (ANDRADE et al., 2018).

Os compostos citronelol e geraniol apresentaram maiores concentrações durante o inverno, com citronelol subindo de 9,09% no verão para 16,89% no inverno, enquanto o geraniol aumentou de 9,49% para 17,63% nesse mesmo período. Essas elevações podem ser atribuí-

das à menor volatilidade dos compostos em climas frios, preservando uma maior concentração desses terpenoides na extração de inverno (SILVA et al., 2019).

Em termos comerciais, essa composição mais rica em compostos oxigenados no inverno é vantajosa para a indústria cosmética, especialmente em produtos para o cuidado da pele devido às propriedades hidratantes e antimicrobianas desses componentes. Assim, o óleo de citronela colhido no inverno pode ser comercializado como um ingrediente multifuncional, tanto para cuidados com a pele quanto para produtos terapêuticos em aromaterapia (PEREIRA; LIMA, 2021).

Adicionalmente, a presença de citronelol e geraniol em altas concentrações reforça o uso do óleo no inverno em produtos aromáticos e de relaxamento, devido às suas propriedades calmantes. Os efeitos relaxantes desses compostos são amplamente valorizados na aromaterapia, tornando o óleo extraído nessa estação especialmente indicado para produtos voltados ao bem-estar e alívio de estresse, como perfumes e difusores, além da fabricação de velas aromáticas (SILVA et al., 2019).

O limoneno teve sua concentração mais elevada no outono (7,21%), com níveis inferiores no verão (5,65%) e inverno (4,26%). Esse monoterpeneo é valorizado por seu aroma cítrico e suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes, muito utilizadas na fabricação de produtos de limpeza, cosméticos e alimentos (RIBEIRO; SANTOS, 2022).

A maior concentração no outono pode estar relacionada à variação de temperatura e luminosidade, que influencia o metabolismo de compostos voláteis nas plantas (ANDRADE et al., 2018). Essa variação sazonal do limoneno é interessante para o desenvolvimento de fragrâncias e produtos de limpeza naturais, posicionando o OEC colhido no outono como uma opção para desodorantes e produtos de higiene pessoal, atendendo ao interesse do consumidor por alternativas mais naturais e menos agressivas (GOMES; OLIVEIRA, 2020).

Os sesquiterpenos como o epi-biciclosesquifelandreno e elemol mantiveram concentrações relativamente estáveis ao longo das estações, sugerindo uma menor influência dos fatores sazonais. A estabilidade desses compostos pode estar relacionada à sua estrutura química mais robusta, que permite uma menor volatilidade e resistência a alterações climáticas.

Conforme observam Gomes e Oliveira (2020), aborda os sesquiterpenos como o elemol possuem uma constância estrutural que favorece a preservação em condições ambientais variadas. Essa estabilidade é particularmente valiosa para o setor farmacêutico, onde se busca uniformidade na composição de princípios ativos em medicamentos fitoterápicos.

O perfil de estabilidade dos sesquiterpenos torna o OEC uma opção promissora para aplicações medicinais, uma vez que esses compostos apresentam propriedades anti-inflamató-

rias e antimicrobianas, importantes em formulações terapêuticas para o tratamento de inflamações e infecções (SILVA et al., 2019). Assim, o óleo essencial de citronela pode ser aproveitado para formulações farmacêuticas e cosméticas que exigem um perfil de sesquiterpenos consistente e previsível.

Os acetatos de geranila e citronelila mostraram comportamento sazonal distinto, com o acetato de citronelila alcançando maior concentração no verão (3,83%), enquanto o acetato de geranila teve pico no outono (2,21%). Essas variações sazonais refletem a sensibilidade dos acetatos a diferentes temperaturas, sendo propensos à degradação em condições mais frias (SILVA et al., 2019). Em aplicações comerciais, o perfil aromático dos acetatos é essencial para a criação de fragrâncias e cosméticos, uma vez que proporcionam notas olfativas suaves e refrescantes.

De acordo com Pereira e Lima (2021), o acetato de citronelila é amplamente utilizado em formulações de perfumaria e cosméticos por sua leveza e frescor, enquanto o acetato de geranila oferece propriedades antimicrobianas e fungicidas adicionais, ampliando o leque de aplicações do óleo essencial de citronela. Produtos que exploram esses compostos na estação de maior concentração tendem a oferecer uma experiência olfativa superior e podem ser direcionados a nichos de mercado específicos, como o de perfumes e aromatizadores de ambiente (PEREIRA; LIMA, 2021).

A análise detalhada do perfil cromatográfico OEC em diferentes estações permite identificar que a sazonalidade exerce uma influência direta na composição do óleo. O perfil químico do OEC colhido no verão, com maior teor de citronelal, é particularmente indicado para a produção de repelentes, enquanto o perfil mais oxigenado da colheita de inverno, rico em citronelol e geraniol, torna-o ideal para produtos cosméticos e dermatológicos. O outono, com concentração elevada de limoneno, posiciona o OEC como uma escolha ideal para produtos de higiene e perfumaria.

Esses achados oferecem uma base para otimizar a produção do OEC em diferentes nichos industriais, promovendo uma abordagem sustentável e de alto valor agregado para o mercado. Dessa forma, o estudo contribui para uma produção agrícola e industrial mais eficiente e ajustada ao perfil de demanda, incentivando o uso consciente e sustentável dos recursos naturais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos neste estudo, conclui-se que o perfil cromatográfico do OEC é fortemente influenciado pela sazonalidade, impactando diretamente na composição e nas possíveis aplicações do óleo em diferentes indústrias.

A elevada concentração de citronelal no verão, essencial para repelentes de insetos, torna o óleo colhido nessa estação uma alternativa promissora para substituir pesticidas sintéticos de forma segura e eficaz, atendendo à crescente demanda por produtos naturais e sustentáveis. Já o perfil químico mais oxigenado do óleo de inverno, rico em citronelol e geraniol, favorece o uso do OEC em formulações cosméticas e terapêuticas, devido às suas propriedades calmantes, antimicrobianas e hidratantes. A presença acentuada de limoneno no outono também oferece oportunidades no desenvolvimento de produtos de higiene e limpeza, com apelo natural e aroma cítrico.

A estabilidade de compostos como os sesquiterpenos epi-biciclosesquifelandreno e elemol, relativamente inalterados ao longo das estações, aponta para o potencial uso do OE em formulações farmacêuticas que requerem uniformidade e confiabilidade nos princípios ativos.

Esses achados contribuem para o avanço na compreensão da relação entre fatores sazonais e a qualidade do OEC abrindo caminho para a colheita planejada e uso direcionado em diferentes nichos de mercado. O estudo, assim, promove uma produção mais sustentável e eficiente, com potencial de inovação, no setor de cosmética, farmacêutica e aromaterapia.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, M. A. *et al.* **Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana.** *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 399-408, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/BwBhC5BshjJswWT3VW4Wfnc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2022.
- Andrade, J. M. *et al.* **Influência das estações na composição de óleos essenciais.** *Jornal de Ciências Agrárias*, v. 35, n. 1, p. 123-130, 2018.
- Almeida, P. **Óleos essenciais: propriedades e aplicações.** São Paulo: Manole, 2022.
- Avoseh, J. *et al.* **Anti-inflammatory and anticancer potential of citronellal.** *Molecules*, 2019.
- Araújo, A. M. N. *et al.* **Toxicity and repellency of essential oils in the management of *Sitophilus zeamais*.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 5, p. 372-377, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/kBBFmLWVxqrVMHcsSxrkc6w/?lang=en&format=html>. Acesso em: 24 maio 2022.
- Blank, A. F. *et al.* **Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil.** *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 17, n. 4, p. 557-564, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/VZV9ndh3ry8FGhPTjKVCCqS/?lang=en>. Acesso em: 27 maio 2022.
- Braz, G. *et al.* **Medicinal plants of the Amazon.** Brasília: INPA, 2021.
- Castro, H. G. *et al.* **Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita.** *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 2, p. 308-314, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/s863F8vvvyvLsLT6X5GVvXd/?lang=pt>. Acesso em: 30 maio 2022.
- Chauhan, A. *et al.* **Post harvest storage effect on essential oil content and composition of *Cymbopogon distans* (Nees ex Steud.) Wats.** *Journal of Essential Oil Research*, v. 28, n. 6, p. 540-544, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10412905.2016.1164762>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- Costa, A. V. *et al.* **Efeito moluscicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae) sobre *Lymnaea columella* (Say, 1817) e *Biomphalaria tenagophila* (D'Orbigny, 1835).** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17, n. 4, supl. 1, p. 707-712, 2015. em: <<https://www.scielo.br/j/rbpm/a/6sWYbtSvhSQ5rfdH8yN4BwQ/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 02 Jun. 2022.
- Dini, I., *et al.* **"Antioxidant activities of citronellal in various models."** *Antioxidants*. 2022.
- Embrapa. **Manual de Cultivo de Citronela.** Brasília: Embrapa, 2021.

- Freire, N. F. **Desenvolvimento de nanopartículas poliméricas contendo óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus*)**. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/24876>. Acesso em: 09 jun. 2022.
- Gomes, R. M. **Estudo de fatores sazonais sobre a composição de óleos essenciais**. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 43, p. 298-310, 2020.
- Iovinella, I. *et al.* **Insecticidal properties of citronellal and its derivatives**. *Frontiers in Physiology*, 2022.
- Jambaz, E. *et al.* **Bronchodilatory effects of geraniol and its role in respiratory health**. *Phytotherapy Research*, 2014.
- Kamble, A. *et al.* **Hypoglycemic effects of geraniol in animal models**. *Journal of Medicinal Food*, 2020.
- Kalagatur, N. *et al.* **Anti-inflammatory and antimicrobial potential of geraniol**. *Phytomedicine*, 2018.
- Lopes, N. P.; Rezende, C. M.; Pereira, E. M. **Avaliação da atividade repelente de óleos essenciais ricos em citronelal, citronelol e geraniol contra *Aedes aegypti***. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 30, n. 2, p. 171-177, 2020.
- Marco, C. A. *et al.* **Características do óleo essencial de capim-citronela em função de espaçamento, altura e época de corte**. *Horticultura Brasileira*, v. 25, n. 3, p. 429-432, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/ZbFNRm94z3hcbFzwLTmd6xS/?lang=pt>. Acesso em: 03 jun. 2022.
- Malisse, B. R. *et al.* **Projeto de arredamento de moscas no setor de suínos a partir do cultivo de citronela (*Cymbopogon nardus*)**. 2021. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/6789>. Acesso em: 09 jun. 2022.
- Moreira, D. L. **Propriedades biológicas e composição química de óleos essenciais ricos em limoneno: Uma revisão de pesquisas brasileiras**. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 13, n. 6, p. 109-117, 2019.
- Nascimento, J. P. *et al.* **Óleo essencial de citronela: avaliação da atividade antifúngica e desenvolvimento de formulação**. *Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar*. Acesso em: 28 ago. 2024.
- Oliveira, M. M. M. *et al.* **Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon***. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 13, n. 1, p. 08-16, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/FKWN9zDzPW73DKLSfnRx6zt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 jun. 2022.
- Oliveira, F. C.; Santos, M. L.; Gomes, T. A. **Geraniol e citronelol: Compostos naturais com propriedades antibacterianas e antioxidantes**. *Revista Brasileira de Microbiologia*, 52(4), 1487-1495. 2021.

Piccoli, R. H. **Caracterização e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli***. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 15(3), 373-379. Disponível em <<https://pdfs.semanticscholar.org/dd66/19f42238dae229018c46f285c545f954e875.pdf>>. Acesso em: 5 Jun. 2022.

Pereira, L. C.; Lima, V. M. **Influência da sazonalidade nos sesquiterpenos**. Plantas Medicinais, v. 47, p. 105-114, 2021.

Daflon, T. M. **PROPORÇÕES, ESTRESSE PELA APLICAÇÃO DE DIFERENTES. ESCOLA DE ENGENHARIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <[http://www.pgeb.uff.br/pgeb/documentos/publicacoes/D/D\\_publicacao\\_2017.03.17-12.03.3\\_9.pdf](http://www.pgeb.uff.br/pgeb/documentos/publicacoes/D/D_publicacao_2017.03.17-12.03.3_9.pdf)>. Acesso em: 08 Jun. 2022.

Quintans-Júnior, L. J. *et al.* **Phytochemical screening and anticonvulsant activity of *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae) leaf essential oil in rodents**. *Phytomedicine*, v. 15, n. 8, p. 619-624, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0944711307002383>. Acesso em: 06 jun. 2022.

Rodrigues, M. **Cultivo de *Cymbopogon* spp. no Brasil**. Salvador: EDUFBA, 2023.

Rodrigues, L. B.; Chaves, F. C.; Queiroz, J. R. **Composição química e propriedades inseticidas do óleo essencial de citronela ( *Cymbopogon winterianus* ) contra larvas de *Aedes aegypti***. *Journal of Essential Oil Research*, 32(1), 23-29. 2020.

Rocha, H. C. R. *et al.* **Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de folhas de capim citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendel) em cultivo consorciado com algodoeiro colorido no semiárido mineiro**. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 14, supl., p. 183-187, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/Hg95bYY4Mgxjp3rQdLK6gYk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 06 jun. 2022.

Ribeiro, F. S.; Santos, D. P. **Efeitos climáticos em óleos essenciais**. *Journal of Essential Oil Research*, v. 34, n. 4, p. 182-189, 2022.

Scherer, R. **Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa**. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 11(4), 442-449. 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbpm/a/vS9Lhw4hkg8yJK6yn5HT5qC/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 07 Jun. 2022.

Sharma, R. **Therapeutic potential of citronella essential oil: a review**. *Curr Drug Discov Technol*. 2019; 16(4):330-339. Disponível em :<<https://www.ingentaconnect.com/content/ben/cddt/2019/00000016/00000004/art00005>>. Acesso em: 08 Jun. 2022.

Singh, A. **A case of scalp white piedra caused by *Trichosporon ovoides***. *Int J Trichology*. 2019; 11(3):134-137. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6580808/>>. Acesso em: 08 Jun. 2022.

Silva, M. J.; Costa, C. E.; Souza, V. P. **Efeitos sinérgicos de componentes menores no óleo essencial de citronela ( *Cymbopogon winterianus* ): Um estudo sobre atividades antimicrobiana e antioxidante**. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 23(1), 8-15. 2021.

Silva, C. A. *et al.* **Metabolismo secundário e variabilidade química em óleos essenciais**. *Fitoterapia*, v. 88, p. 52-59, 2019.

Singh, G. *et al.* **Citronellol: Pharmacological properties and applications in herbal medicine**. *Phytotherapy Research*, 2016.

Silveira, S. M. *et al.* **Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus*, *Eucalyptus paniculata* e *Lavandula angustifolia***. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 71, n. 3, p. 471-480, 2012.

Silva, A. M. ***Plantas Aromáticas e Mediciniais***. 1. ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2019.

Tsai, Y., *et al.* **Antimicrobial activity of geraniol and its applications**. *International Journal of Food Science and Technology*. 2011.

Wu, H., *et al.* **Citronellal as an insect repellent: A review**. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2020.