

**Determinação dos índices físico-químicos dos óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis*,  
*Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon winterianus***

**Determination of the physicochemical indexes of *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus* and  
*Cymbopogon winterianus* essential oils**

**Determinación de los índices fisicoquímicos de los aceites esenciales de *Rosmarinus officinalis*,  
*Cymbopogon citratus* y *Cymbopogon winterianus***

Recebido: 05/11/2020 | Revisado: 14/11/2020 | Aceito: 16/11/2020 | Publicado: 20/11/2020

**Gilcielen de Oliveira Carreiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9746-8405>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [gilcielen@outlook.com](mailto:gilcielen@outlook.com)

**Isabelle Luiz Rahal**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8867-5138>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [isabelle.Rahal.98@edu.unipar.br](mailto:isabelle.Rahal.98@edu.unipar.br)

**Wanessa de Campos Bortolucci**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7233-8313>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [wanessa.bortolucci@edu.unipar.br](mailto:wanessa.bortolucci@edu.unipar.br)

**José Eduardo Gonçalves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-4167>

Centro Universitário de Maringá, Brasil

E-mail: [jose.goncalves@unicesumar.edu.br](mailto:jose.goncalves@unicesumar.edu.br)

**Maria Graciela Iecher Faria**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7713-4320>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [gracielaiecher@prof.unipar.br](mailto:gracielaiecher@prof.unipar.br)

**Carla Maria Mariano Fernandez**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7324-5533>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [carlamfernandez@prof.unipar.br](mailto:carlamfernandez@prof.unipar.br)

**Suelen Pereira Ruiz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1094-174X>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [suelenruiz@prof.unipar.br](mailto:suelenruiz@prof.unipar.br)

**Nelson Barros Colauto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4390-8302>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [nbc@prof.unipar.br](mailto:nbc@prof.unipar.br)

**Giani Andrea Linde**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1220-2032>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [gianilinde@prof.unipar.br](mailto:gianilinde@prof.unipar.br)

**Zilda Cristiani Gazim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0392-5976>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [cristianigazim@prof.unipar.br](mailto:cristianigazim@prof.unipar.br)

**Resumo**

O controle de qualidade em óleos essenciais é de grande importância para evitar adulterações destes produtos, porém são escassas informações sobre as características físico-químicas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar análises físico-químicas de óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon winterianus*. Os óleos foram obtidos de dois fornecedores comerciais e codificados como Comercial 1 e 2. Estes óleos foram comparados com óleos extraídos por hidrodestilação de folhas das plantas implantadas no Horto Medicinal da Universidade e codificados como Cultivada. Os óleos foram obtidos pelo processo de hidrodestilação durante 3 horas para o *R. officinalis* e de 2 horas para *C. citratus* e *C. winterianus*. Foram determinados a densidade absoluta (g/mL), o índice de refração e a composição química (CG/EM) dos óleos. Para a densidade e o índice de refração os resultados indicaram não haver diferenças entre as amostras comerciais e cultivada, entretanto na composição química observou-se diferenças entre os compostos majoritários. No óleo de alecrim destacou-se o 1,8-cineol com 5,82% (Cultivada), 17,28% (Comercial 1) e 27,42% (Comercial 2). No óleo essencial de capim limão o mirceno apresentou 8,52% (Cultivada) e ausência nas amostras de ambos os fornecedores comerciais. No óleo essencial de citronela o limoneno encontra-se com 9,55% (Comercial 2), 2,31% (Comercial 1) e 3,62%

(Cultivada), indicando que a variação do percentual de compostos entre as amostras podem ter sido ocasionadas principalmente por fatores abióticos e bióticos, pois as amostras provêm de culturas implantadas em locais diferentes, interferindo nas características destes óleos essenciais.

**Palavras-chave:** *Cis-Trans* citral; Citronelal; Cânfora; Densidade absoluta; Índice de refração.

### Abstract

The quality control in essential oils is of great importance to avoid adulteration of these products, however there is little information about the physical and chemical characteristics. In this way, the objective of this work was to perform physical-chemical analysis of three essential oils samples of *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon winterianus*. The essential oils were obtained from two commercial suppliers and coded as Comercial 1 and 2. These oils were compared with oils extracted by hydrodistillation from leaves of plants implanted in the Medical Garden of the University and codified as Cultivated. The essential oils were obtained by hydrodistillation for 3 hours for *R. officinalis* and 2 hours for *C. citratus* and *C. winterianus*. The absolute density (g/mL), refractive index and the chemical composition (GC / MS) of the oils were determined. For the density and the refractive index, the results indicated that there were no differences between the commercial and cultivated samples, however, in the chemical composition, differences were observed among the major compounds. For rosemary oil, 1,8-cineole stood out with 5.82% (Cultivated), 17.28% (Commercial 1) and 27.42% (Commercial 2). For lemongrass essential oil, myrcene has 8.52% (Cultivated) and the absence of those from both commercial suppliers. For citronella essential oil, limonene was found at 9.55% (Commercial 2), 2.31% (Commercial 1), and 3.62% (Cultivated), indicating that the variation in the percentage of compounds may have been caused by abiotic and biotics factors, as the samples come from cultures implanted in different locations, interfering in the characteristics of these essential oils.

**Keywords:** Absolute density; Camphor; *Cis-Trans* citral; Citronellal; Refractive index.

### Resumen

El control de calidad en los aceites esenciales es de gran importancia para evitar la adulteración de estos productos, sin embargo existe poca información sobre las características físicas y químicas. Así, el objetivo de este trabajo fue realizar análisis físico-químicos de

aceites esenciales de *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus* y *Cymbopogon winterianus*. Los aceites se obtuvieron de dos proveedores comerciales y se codificaron como Comercial 1 y 2. Estos aceites se compararon con aceites extraídos por hidrodestilación de hojas de las plantas implantadas en el Jardín Médico de la Universidad y codificadas como Cultivadas. Los aceites se obtuvieron mediante el proceso de hidrodestilación durante 3 horas para *R. officinalis* y 2 horas para *C. citratus* y *C. winterianus*. Se determinó la densidad absoluta (g/mL), el índice de refracción y la composición química (GC/MS) de los aceites. Para la densidad y el índice de refracción, los resultados indicaron que no hubo diferencias entre las muestras comerciales y cultivadas, sin embargo en la composición química sí hubo diferencias entre los compuestos principales. En aceite de romero se destacó el 1,8-cineol con 5,82% (Cultivado), 17,28% (Comercial 1) y 27,42% (Comercial 2). En aceite esencial de limoncillo, mircene mostró 8.52% (Cultivado) y ausencia en muestras de ambos proveedores comerciales. En el aceite esencial de citronela, el limoneno se encuentra en 9.55% (Comercial 2), 2.31% (Comercial 1) y 3.62% (Cultivado), lo que indica que la variación en el porcentaje de compuestos entre muestras puede haber sido causados principalmente por factores abióticos y bióticos, ya que las muestras provienen de cultivos implantados en diferentes localizaciones, interfiriendo en las características de estos aceites esenciales.

**Palabras clave:** Alcanfor; Densidad absoluta, Citral *Cis-Trans*; Citronelal; Índice de refracción.

## 1. Introdução

Os óleos essenciais são produtos do metabolismo secundário das plantas aromáticas, também denominados óleos voláteis. Estes compostos são produzidos em células especiais ou grupos de células, encontradas geralmente nas folhas e caule, porém diferentes partes da planta podem produzir óleos com diferentes composições (Oussalah et al., 2007). Os óleos essenciais são constituídos principalmente de mono, sesquiterpenos e de fenilpropanóides (Bizzo, Hovell & Rezende, 2009). Esta composição, normalmente oferece diferentes usos na indústria de cosméticos, perfumaria, medicamentos e alimentos. Apresentam diversidade de aplicações farmacológicas, como por exemplo, atividade antimicrobiana (Simic et al., 2008; Oliveira et al., 2011; Oliveira et al., 2015) podendo auxiliar na preservação de alimentos ao atuar como conservante natural (Oussalah et al., 2007), também apresentam atividade anticonvulsivante (Almeida, Motta & Leite, 2003), efeito ansiolítico, miorelaxante e hipotérmico (Vale et al.,

1999), antiasmáticas, antialérgicas e antissépticas bucal (Arung et al., 2011), anestésicas (Velisek et al., 2011), entre outras aplicações.

O controle de qualidade dos óleos essenciais é de grande importância, visto que há adulterações destes produtos devido ao seu elevado custo, sendo necessário utilizar óleos de fornecedores confiáveis, garantindo assim a qualidade, segurança e características desejadas no produto. O Brasil destaca-se na produção mundial de óleos essenciais, mas apresenta problemas com a falta de manutenção do padrão de qualidade dos óleos, representatividade nacional e baixos investimentos governamentais no setor, o que impede crescimento deste ramo (Bizzo, Hovell & Rezende, 2009). Os principais testes realizados para controle de qualidade dos óleos são: índice de refração que é calculado pela proporção entre a velocidade da luz no ar e a velocidade da luz na substância transparente (Brasil, 2010), a densidade absoluta, que consiste na relação entre a massa e o volume de uma amostra (Oliveira, Melo Filho & Afonso, 2013) e determinação dos componentes químicos por cromatografia.

*Rosmarinus officinalis*, conhecido popularmente como alecrim ou rosemary, produz um óleo utilizado nas indústrias de perfumaria e de alimentos como aromatizante e conservante natural (Mangena & Muyima 1999). Apresenta atividade antisséptica, antibacteriana, sendo componente de medicamentos para vias respiratórias (Ghrabi, 2005). O óleo essencial de *R. officinalis* em associação com antibacterianos apresentou aumento da inibição *in vitro* de bactérias resistentes (Ribeiro et al., 2012). Também foi observada atividade antifúngica (Lee et al., 2020) e inibitória sobre aflatoxinas, demonstrando possibilidade de ser um substituto para determinados aditivos sintéticos em alimentos (Frag, Daw & Abo-Raya, 1989). O óleo de alecrim apresenta ainda efeito estimulante, provocando aumento da atenção, vigor e sensação de felicidade (Hongratanaworakit, 2009).

*Cymbopogon citratus*, conhecido como lemongrass, capim limão ou capim cidreira produz um óleo largamente empregado como agente aromatizante em perfumaria e cosmética por seu forte odor de limão (Carvalho et al., 2005). Outra utilização do óleo essencial de capim limão é a síntese de  $\alpha$  e  $\beta$ -iononas, intermediários para síntese de vitamina A e retinol ou ácido retinóico que apresenta propriedade anti rugas de alto valor comercial (Craveiro & Queiroz, 1993). O citral, constituinte majoritário do óleo de *C. citratus*, é o componente considerado responsável pelas atividades germicida e repelente de insetos, atribuídas ao seu óleo essencial (Guimarães et al., 2008). O óleo essencial de capim limão apresentou propriedades ansiolíticas, sedativas e anticonvulsiantes (Blanco et al., 2009), atividades antifúngica (Tyagi & Malik, 2010; Oliveira et al., 2020), antibacteriana (Hammer, Carson & Riley, 1999), antinociceptiva (Viana et al., 2000).

*Cymbopogon winterianus*, conhecida popularmente como citronela, ocupa lugar de destaque visto que produz um óleo essencial utilizado para a produção de geraniol, citronelal e hidroxicitronelal, sendo largamente utilizado nas indústrias farmacêutica, na produção de domissaneantes, cosméticos e perfumaria (Rocha, Ming & Marques, 2000). O óleo de citronela é bastante conhecido por sua propriedade repelente de insetos (Yang & Ma, 2005), o que possibilita sua utilização em sabonetes, velas, cosméticos, entre outras formulações com potencial repelente. O cultivo de citronela é possível em diferentes regiões do Brasil por ser uma planta resistente à variação climática e pragas, no país, a produção de óleo essencial de citronela no Brasil representa uma parcela significativa em relação aos demais óleos essenciais nacionais (Vargas, Cassel & Souza, 2006). Diante da importância em avaliar a qualidade, o objetivo deste trabalho foi realizar análises físico-químicas de óleos essenciais de *R. officinalis*, *C. citratus* e *C. winterianus*.

## 2. Metodologia

A pesquisa foi fundamentada em métodos quantitativos, desenvolvidos em laboratório experimental (Pereira et al., 2018) por meio das análises físico-químicas dos óleos essenciais.

### 2.1 Material vegetal

As culturas de *R. officinalis*, *C. citratus* e *C. winterianus* foram implantadas no Horto Medicinal da Universidade Paranaense em Umuarama, região Noroeste do Estado do Paraná, nas coordenadas S23° 46,225' e WO 53° 16,730' e altitude de 391 m. As exsicatas estão depositadas no Herbário Educacional da Universidade Paranaense – HEUP, sob os números 16, 28 e 314, respectivamente.

### 2.2 Condições climáticas

Os materiais vegetais para extração dos óleos essenciais de *R. officinalis*, *C. citratus* e *C. winterianus* foram coletados no dia 28 de março de 2018, cujas condições climáticas eram: temperatura média  $24,25 \pm 3,93$  °C, índice pluviométrico de 53,7 mm, umidade relativa do ar  $82 \pm 11,08$  % (SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento).

## 2.3 Obtenção dos óleos essenciais

As folhas frescas de *R. officinalis*, *C. citratus* ou *C. winterianus* foram fragmentadas e submetidas ao processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado. As extrações dos óleos essenciais das três espécies vegetais ocorreram no dia 28 de março de 2018. Os óleos foram retirados do aparelho com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, acondicionados em frasco âmbar e mantidos a -4 °C.

Para a extração do óleo de *R. officinalis*, foram pesadas 195,30 g de folhas frescas, fragmentadas com 1.500 mL de água destilada, e submetida à hidrodestilação durante 3 horas (Farag, Daw & Abo-Raya, 1989; Franco et al., 2005). Para a obtenção do óleo de *C. citratus* foram pesadas 344,37 g de folhas fragmentadas em 1.500 mL, o óleo foi obtido após 2 horas de destilação (Ming et al., 1996; Ranitha et al., 2014), e na extração do óleo de *C. winterianus*, foram adicionadas a 1.500 mL de água destilada e 277 g das folhas frescas fragmentadas e a extração ocorreu durante 2 horas (Pinheiro et al., 2013; Gonçalves et al., 2013). Amostras comerciais foram adquiridas de dois diferentes fornecedores de óleos essenciais comerciais e codificados como Comercial 1 e Comercial 2.

## 2.4 Índices físico-químicos dos óleos essenciais

Foram determinados os índices de refração e densidade absoluta dos óleos essenciais de *R. officinalis*, *C. citratus* e *C. winterianus*. Os testes foram realizados no Laboratório de Química de Produtos Naturais na Universidade Paranaense, unidade de Umuarama/PR.

### 2.4.1 Índice de refração

O índice de refração foi determinado em refratômetro do tipo ABBE, modelo RL3, marca PZO warszawa a 20 °C (Brasil, 2010).

### 2.4.2 Densidade absoluta

A densidade absoluta dos óleos essenciais foi obtida por capilaridade à temperatura de 20 °C, por meio da relação entre a massa (g) e o volume (mL) de óleo ocupado no capilar.

## 2.5 Determinação dos constituintes químicos dos óleos essenciais por CG-MS

### 2.5.1 Instrumentação e programação do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis*

A identificação química do óleo essencial de *R. officinalis* foi realizada em um cromatógrafo em fase gasosa (Agilent 7890 B) acoplado à espectrometria de massa (Agilent 5977 A), equipado com uma coluna analítica HP-5MS UI 5% (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) com temperatura inicial de 40 °C, seguido de uma rampa de 4 °C/min até 180 °C e por fim 20 °C/min até 280 °C permanecendo por 7 min. Foi utilizado gás hélio como gás carreador na velocidade linear de 1 mL/min até 300 °C e com vazão de pressão de 7.07 psi. A temperatura do injetor foi de 250 °C; o volume de injeção foi de 2 µL; a injeção ocorreu no modo split (2:1). A linha de transferência foi mantida a 280 °C e a fonte de ionização e quadrupolo a 230 °C e 150 °C, respectivamente. Utilizou-se o sistema de detecção EM no modo “scan”, na faixa de razão massa/carga ( $m/z$ ) de 40-500, com “solvent delay” de 3 min. Os compostos foram identificados comparando seus espectros de massas com os espectros de massas da biblioteca NIST 11.0 libraries e na comparação dos seus índices de retenção (IR) obtidos por uma série homóloga do padrão de n-alcenos (C7 - C28) (Adams, 2017).

### 2.5.2 Instrumentação e Programação do óleo essencial de *Cymbopogon citratus*

A identificação química do óleo essencial do *C. citratus* foi realizada em um cromatógrafo em fase gasosa (Agilent 7890 B) acoplado à espectrometria de massa (Agilent 5977 A), equipado com uma coluna analítica HP-5MS UI 5% (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) com temperatura inicial da coluna em 60 °C, seguindo de aquecimento de 3 °C/min até 246 °C, depois 10 °C/min até 270 °C permanecendo por 5 min e finalizando com aquecimento de 10 °C/min até 290 °C. O gás carreador foi o hélio com fluxo de 1 mL/min com vazão de pressão de 8.23 psi. A temperatura do injetor foi de 220 °C; o volume de injeção foi de 2 µL; a injeção ocorreu no modo split (20:1). A linha de transferência foi mantida a 240 °C e a fonte de ionização e quadrupolo a 230 °C e 150 °C, respectivamente. O espectrômetro de massas (EM) foi operado a 70 eV utilizando o sistema de detecção EM no modo “scan”, na faixa de razão massa/carga ( $m/z$ ) de 40-500, com “solvent delay” de 3 min. Os compostos foram identificados comparando seus espectros de massas com os espectros de massas da biblioteca NIST 11.0 libraries e na comparação dos seus índices de retenção (IR) obtidos por uma série homóloga do padrão de n-alcenos (C7 - C28) (Adams, 2017).



### 2.5.3 Instrumentação e programação do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*

A identificação química do óleo essencial de *C. winterianus* foi realizada em um cromatógrafo em fase gasosa (Agilent 7890 B) acoplado à espectrometria de massa (Agilent 5977 A), equipado com uma coluna analítica HP-5MS UI 5% (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) com temperatura inicial da coluna em 80 °C, seguido de aquecimento de 4 °C/min até 260 °C. O gás carreador foi o hélio com fluxo de 1 mL/min com vazão de pressão de 9.38 psi. A temperatura do injetor foi de 220 °C; o volume de injeção foi de 2 µL; a injeção ocorreu no modo *splitless*. A linha de transferência foi mantida a 280°C e a fonte de ionização e quadrupolo a 230 °C e 150 °C, respectivamente. O espectrômetro de massas (EM) foi operado a 70 eV utilizando o sistema de detecção EM no modo “scan”, na faixa de razão massa/carga (*m/z*) de 40-500, com “solvent delay” de 3 min. Os compostos foram identificados comparando seus espectros de massas com os espectros de massas da biblioteca NIST 11.0 libraries e na comparação dos seus índices de retenção (IR) obtidos por uma série homóloga do padrão de n-alcanos (C7 - C28) (Adams, 2017).

### 3. Resultados e Discussão

Os valores médios de densidade e índice de refração dos óleos essenciais avaliados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores de densidade absoluta e do índice de refração dos óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus* e de *Cymbopogon winterianus*.

Óleo essencial		Densidade absoluta (g/mL)	Índice de Refração
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Cultivada	0,94 ± 0,02	1,4710
	Comercial 1	0,90 ± 0,00	1,4660
	Comercial 2	0,92 ± 0,03	1,4690
<i>Cymbopogon citratus</i>	Cultivada	0,95 ± 0,02	1,4915
	Comercial 1	0,92 ± 0,02	1,4840
	Comercial 2	0,93 ± 0,03	1,4830
<i>Cymbopogon</i>	Cultivada	0,93 ± 0,03	1,4665

<i>winterianus</i>	Comercial 1	0,91 ± 0,01	1,4685
	Comercial 2	0,90 ± 0,00	1,4665

Fonte: Autores.

Com relação à densidade absoluta dos óleos essenciais de alecrim, capim limão e citronela, os resultados indicaram que não houve diferença considerável deste parâmetro para as amostras analisadas.

As amostras de alecrim estão em concordância com a Farmacopeia Europeia, (2005) em que a densidade do óleo essencial de alecrim varia entre 0,89 a 0,92 g/mL. A densidade do óleo essencial de capim limão descrita pela International Organization for Standardization, (1974) é de 0,87 a 0,89 g/mL, abaixo dos valores encontrados nas amostras analisadas. As amostras de óleo essencial de citronela analisadas também demonstraram valores acima do encontrado na Farmacopeia Europeia, (2005) cuja densidade relatada está entre 0,88 a 0,89 g/mL.

Por meio da análise de cromatografia (Tabela 2), foram identificados 73 compostos na amostra Cultivada do óleo essencial de *R. officinalis*, 28 compostos no óleo Comercial 1 e 28 compostos no Comercial 2.

**Tabela 2.** Composição química do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis*.

Pico	Composto	RI lit.	RI calc.	Área %			Método de Identificação
				Cultivada	Comercial 1	Comercial 2	
1	n.i		704	-	9,34	-	
2	n.i	-	769	0,02	-	-	a, b, c
3	Metilciclohexano	-	801	0,06	-	-	a, b, c
4	$\beta$ -propylacrolein	-	855	0,02	-	-	a, b, c
5	<i>Cis</i> -3 hexenol	-	858	0,08	-	-	a, b, c
6	Ciclofencheno	-	882	-	-	0,11	a, b, c
7	Bornileno	-	904	-	-	0,07	a, b, c
8	n.i	-	918	-	0,97	-	a, b, c
9	n.i	-	919	0,09	-	-	a, b, c
10	$\beta$ -terpineno	-	922	0,39	0,09	-	a, b, c
11	$\alpha$ -tujeno	924	928	0,18	0,56	-	a, b, c
12	$\alpha$ -pineno	932	946	9,64	13,56	13,98	a, b, c
13	Canfeno	946	951	3,88	8,36	6,97	a, b, c
14	Verbeneno	961	955	0,31	0,19	-	a, b, c
15	$\beta$ -pineno	974	977	3,31	3,78	6,14	a, b, c
16	Mirceno	988	991	9,09	0,42	4,18	a, b, c

17	$\alpha$ -felandreno	1002	1008	0,35	-	-	a, b, c
18	$\delta$ -3-careno	1008	1008	0,04	0,37	-	a, b, c
19	$\alpha$ -terpineno	1014	1020	0,80	-	-	a, b, c
20	<i>p</i> -cimeno	1020	1028	0,31	-	-	a, b, c
21	Limoneno	1024	1028	9,19	3,28	-	a, b, c
22	1,8 cineol	1026	1036	5,82	17,28	27,42	a, b, c
23	<i>Trans</i> - $\beta$ -ocimeno	1044	1040	0,03	0,57	-	a, b, c
24	$\gamma$ -terpineno	1054	1066	1,57	-	2,23	a, b, c
25	<i>Cis</i> -sabineno hidratado	1065	1071	0,34	-	-	a, b, c
26	Fenchone	1083	1087	-	0,10	-	a, b, c
27	$\alpha$ -terpinoleno	1086	1091	1,45	-	-	a, b, c
28	Óxido $\alpha$ -pineno	1099	1095	-	0,15	-	a, b, c
29	Linalol	1095	1099	2,22	2,20	2,39	a, b, c
30	Crisantenona	1124	1129	1,46	-	-	a, b, c
31	Cânfora	1141	1151	21,38	23,76	17,48	a, b, c
32	Mentona	1148	1155	-	0,22	-	a, b, c
33	Isoborneol	1155	1158	-	0,09	-	a, b, c
34	<i>Trans</i> -pinocanfona	1158	1174	0,62	-	-	a, b, c
35	4-terpineol	1144	1176	2,09	0,37	4,33	a, b, c
36	Pinocarvona	1160	1178	1,20	-	-	a, b, c
37	Borneol	1165	1181	1,49	4,34	-	a, b, c
38	<i>p</i> -cimen-8-ol	1179	1187	-	0,15	-	a, b, c
39	$\alpha$ -terpineol	1186	1192	3,73	4,10	4,21	a, b, c
40	$\gamma$ -terpineol	1199	1196	-	0,17	-	a, b, c
41	<i>Trans</i> -dihidrocarvona	1200	1217	1,02	-	-	a, b, c
42	Verbenona	1204	1224	3,06	0,09	-	a, b, c
43	<i>Cis-p</i> -menta-1(7)8-dien 2 ol	1227	1228	2,55	-	-	a, b, c
44	Pulegona	1233	1246	0,26	-	0,41	a, b, c
45	Carvona	1239	1250	0,02	-	-	a, b, c
46	Acetato de linalol	1254	1257	-	0,14	-	a, b, c
47	Piperitona	1249	1259	0,06	-	-	a, b, c
48	Geraniol	1249	1277	0,33	-	-	a, b, c
49	Nerolato de metila	1280	1280	0,14	-	-	a, b, c
50	Acetato de bornila	1284	1286	1,09	2,62	2,44	a, b, c
51	Thimol	1289	1295	0,05	-	-	a, b, c
52	Carvacrol	1298	1299	0,13	-	-	a, b, c
53	n.i	-	1320	-	-	0,03	a, b, c
54	$\alpha$ -cubebeno	1345	1333	-	-	0,13	a, b, c
55	n.i	-	1344	0,29	-	-	a, b, c
56	n.i	-	1352	0,09	-	-	a, b, c
57	Eugenol	1356	1359	0,02	-	-	a, b, c
58	$\alpha$ -ilangeno	1373	1372	0,05	-	-	a, b, c
59	$\alpha$ -copaeno	1374	1375	0,13	-	0,27	a, b, c
60	n.i	-	1385	0,05	-	-	a, b, c
61	Piperitenona	1340	1400	1,45	-	-	a, b, c
62	$\alpha$ -gurjuneno	1408	1405	-	-	0,11	a, b, c

63	Metil eugenol	1403	1407	0,17	-	-	a, b, c
64	<i>Trans</i> -cariofileno	1417	1418	2,68	1,58	4,86	a, b, c
65	n.i	-	1430	0,05	-	-	a, b, c
66	$\beta$ -copaeno	1430	1440	0,029	-	-	a, b, c
67	$\alpha$ -humuleno	1452	1452	0,70	0,20	0,45	a, b, c
68	$\beta$ -guaieno	1492	1473	0,01	-	-	a, b, c
69	Allo-aromadendreno	1458	1476	-	-	0,09	a, b, c
70	$\beta$ -himacaleno	1500	1477	0,21	-	-	a, b, c
71	n.i	-	1482	0,05	-	-	a, b, c
72	Eremofileno	-	1486	0,02	-	-	a, b, c
73	$\alpha$ -elemeno	-	1494	0,12	-	-	a, b, c
74	$\alpha$ -muurolo	1500	1498	0,09	-	-	a, b, c
75	$\beta$ -bisaboleno	1505	1506	-	-	0,18	a, b, c
76	$\delta$ -cadineno	1522	1508	0,23	-	0,15	a, b, c
77	n.i	-	1513	0,14	-	-	a, b, c
78	<i>Z</i> -calameno	1528	1524	0,43	-	-	a, b, c
79	<i>E</i> -cadinina-1(2) 4-dieno	1533	1532	0,02	-	-	a, b, c
80	$\alpha$ -cadineno	1537	1537	0,02	-	-	a, b, c
81	n.i	-	1543	0,04	-	-	a, b, c
82	n.i	-	1551	-	0,07	-	a, b, c
83	$\beta$ -sesquiciclogeraniol	-	1563	0,02	-	-	a, b, c
84	n.i	-	1570	0,02	-	-	a, b, c
85	Óxido de cariofileno	1582	1581	0,49	0,65	0,19	a, b, c
86	n.i	-	1595	-	-	0,04	a, b, c
87	n.i	-	1597	0,04	-	-	a, b, c
88	n.i	-	1608	0,10	-	-	a, b, c
89	n.i	-	1612	0,06	-	-	a, b, c
90	Viridiflorol	1592	1628	0,05	-	-	a, b, c
91	$\beta$ -cariofiladienol	1639	1634	-	-	0,03	a, b, c
92	$\alpha$ - <i>epi</i> -muurolol	1640	1642	0,10	-	-	a, b, c
93	Jasmonato de metila	1648	1647	0,07	-	0,07	a, b, c
94	$\alpha$ -cadinol	1652	1655	0,06	-	-	a, b, c
95	Vulgarol B	-	1669	0,14	-	-	a, b, c
96	Cadaleno	1675	1674	0,06	-	-	a, b, c
97	$\alpha$ -bisabolol	1685	1684	0,52	-	-	a, b, c
98	$\beta$ -costol	1766	1699	0,02	-	-	a, b, c
99	Iso-cariofileno	-	1734	-	-	0,002	a, b, c
100	n.i	-	1769	-	-	0,01	a, b, c
101	Valerenol	-	1770	0,05	-	-	a, b, c
102	n.i	-	1791	-	-	0,02	a, b, c
103	Acetato de 2- <i>trans</i> -6- <i>trans</i> -farnesil	1845	1792	0,14	-	-	a, b, c
104	n.i	-	1816	-	-	0,01	a, b, c
105	n.i	-	1866	-	0,07	-	a, b, c
106	n.i	-	1880	0,02	-	-	a, b, c
107	n.i	-	1919	0,09	-	-	a, b, c

108	Cembreno	1937	1955	0,08	-	-	a, b, c
109	Hexadecanoato de metila	1921	1984	-	-	0,20	a, b, c
110	$\alpha$ -espringeno	1937	1986	0,02	-	-	a, b, c
111	n.i	-	2058	0,07	-	-	a, b, c
112	Caureno	2042	2095	0,06	-	-	a, b, c
113	n.i	-	2263	0,08	-	-	a, b, c
114	n.i	-	2313	-	-	0,04	a, b, c
115	Abietatrieno	2055	2325	0,04	-	-	a, b, c
116	n.i	-	2350	0,02	-	-	a, b, c
117	n.i	-	2417	0,02	-	-	a, b, c
118	n.i	-	2461	0,03	-	-	a, b, c
119	<i>Trans</i> -ferruginol	2331	2487	0,10	-	-	a, b, c
120	Farnesol isômero A	-	2525	-	-	0,51	a, b, c
121	n.i	-	2800	-	-	0,03	a, b, c
122	n.i	-	2881	-	-	0,02	a, b, c
123	n.i	-	2943	-	-	0,03	a, b, c
<b>Total Identificado</b>				<b>98,46</b>	<b>89,53</b>	<b>99,70</b>	
Monoterpenos hidrocarbonetos				40,58	31,21	33,71	
Monoterpenos oxigenados				49,2	53,09	56,26	
Sesquiterpenos hidrocarbonetos				4,86	1,8	6,27	
Sesquiterpenos oxigenados				1,48	0,65	0,74	
Diterpenos hidrocarbonetos				0,22	-	-	
Diterpenos oxigenados				0,1	-	-	
Fenilpropanóides				0,21	-	-	
Outros				1,81	2,78	2,72	

<sup>a</sup> Compostos listados de acordo com a ordem de eluição da coluna HP-5MS; <sup>b</sup> Índice de Retenção (IR) calculado utilizando uma série homóloga de *n*-alcanos em uma coluna capilar (HP-5MS); <sup>c</sup> Identificação baseada na comparação dos espectros de massa da espectroteca Wiley 275; Área (%): É a porcentagem da área ocupada pelo composto dentro do cromatograma. (-): composto ausente na amostra; n.i= não identificado. Fonte: Autores.

A classe predominante nas três amostras foi a dos monoterpenos oxigenados. Outra classe com presença de destaque foi a dos monoterpenos hidrocarbonetos, apresentando a segunda maior concentração nas três amostras. Os terpenos ou terpenóides são os maiores grupos de metabólitos secundários, sendo produzidos para proteção da planta contra herbívoros e repelente de insetos (Yamada, 2004).

A cânfora foi o composto encontrado em maior quantidade (17,48 a 23,76%) nas três amostras analisadas, sendo responsável pelo odor característico do OE, e portanto classificado como um odor canforáceo. Apresenta propriedades rubefacientes excitando ou aumentando a atividade trofovascular do local de aplicação, proporcionando sensação de calor na pele

(Green, 1990) sendo bastante utilizada em diversos produtos tópicos como analgésicos, géis, pomadas e também em descongestionantes nasais (Moqrich et al., 2005). Outro composto importante encontrado nos óleos essenciais analisados foi o 1,8 cineole (eucaliptol), que esteve presente em maior quantidade nas amostras A e B. O eucaliptol apresenta potencial analgésico e antiinflamatório, proporcionando a diminuição de edemas e aumento de circulação sanguínea (Santos & Rao, 2000). É um composto que contribui para a atividade antimicrobiana de alguns óleos essenciais (Hendry et al., 2009) e ação inseticida (Lee et al., 2004).

O  $\alpha$  e  $\beta$ -pineno encontrados como majoritários nas amostras analisadas, apresentam potencial antimicrobiano (Leite et al., 2007) e inseticida (Silva et al., 2012). Bae et al. (2012) demonstraram que o  $\alpha$ -pineno tem um efeito antiinflamatório durante a pancreatite aguda induzida por ceruleína. O composto limoneno apresentou maior concentração na amostra Cultivada (9,19%), e não foi encontrado na Comercial 2. É um composto com grande importância na indústria alimentícia, listado como Geralmente Reconhecidos Como Seguros (GRAS), sendo usado como agente aromatizante e pode ser encontrado em alimentos como sucos de frutas, refrigerantes, assados, sorvetes e pudins (Sun, 2007). Além da aplicação comercial apresenta potencial anticarcinogênico (Vigushin et al., 1998), antibacteriano e antifúngico (Aggarwal et al., 2002).

Foi detectada maior concentração de mirceno na amostra Cultivada (9,09%), seguido da Comercial 2 (4,18%), e Comercial 1 (0,42%). O mirceno apresenta potencial analgésico (Duarte et al., 1992), faz interações com o metabolismo de xenobióticos (Freitas et al., 1993), proporciona efeito sedativo e relaxante muscular (Vale et al., 2002).

O canfeno também foi um composto de destaque nas amostras de óleo essencial de alecrim, presente em maior quantidade nas amostras Comerciais 1 e 2. É um composto que apresenta propriedades antioxidante e citoprotetoras (Tiwari & Kakkar, 2009), sendo um importante produto químico industrial utilizado na síntese de produtos como o toxafeno, acetato de isobornil, isoborneol e cânfora, utilizado também na produção de fragrâncias (Findik & Gündüz, 1997).

Através da identificação química (Tabela 3) foi possível observar a presença de 20 compostos identificados do óleo essencial de *C. citratus* na amostra Cultivada, 19 compostos na Comercial 1 e 43 compostos na Comercial 2. A classe predominante foi a dos monoterpenos oxigenados nas três amostras analisadas.

**Tabela 3.** Composição química do óleo essencial de *Cymbopogon citratus*.

Pico	Composto	RI lit.	RI calc.	Área %		Método de Identificação	
				Amostr a Cultiva da	Amostr a Comerci al 2		
1	n.i	-	800	-	0,79	-	a, b, c
2	n.i	-	801	-	-	0,07	a, b, c
3	n.i	-	802	0,09	-	-	a, b, c
4	Tricicleno	921	925	-	0,21	0,07	a, b, c
5	$\alpha$ -pineno	932	937	-	-	0,11	a, b, c
6	Camfeno	946	952	-	1,14	0,60	a, b, c
7	Metil heptenona	981	988	-	1,25	1,50	a, b, c
8	Mirceno	988	994	8,52	-	-	a, b, c
9	Octanal	998	1003	-	-	0,10	a, b, c
10	Limoneno	1024	1031	-	0,31	0,29	a, b, c
11	<i>Cis</i> - $\beta$ -ocimeno	1032	1031	0,30	-	0,11	a, b, c
12	<i>Trans</i> - $\beta$ -ocimeno	1044	1050	0,23	-	0,06	a, b, c
13	4-nonanona	-	1078	-	0,83	0,37	a, b, c
14	6,7-epoximirceno	1090	1094	0,24	-	-	a, b, c
15	Terpinoleno	1086	1100	-	-	0,99	a, b, c
16	Linalol	1095	1101	1,22	1,04	-	a, b, c
17	n.i.	-	1104	-	-	0,15	a, b, c
18	n.i	-	1117	0,10	-	-	a, b, c
19	<i>Cis</i> - <i>m</i> -menth-8-eno	-	1141	-	-	0,25	a, b, c
20	n.i	-	1141	0,16	-	-	a, b, c
21	Cânfora	1141	1148	-	0,71	-	a, b, c
22	2,6 nonadienal ( <i>E,Z</i> )	1150	1148	-	-	0,81	a, b, c
23	n.i	-	1148	0,75	-	-	a, b, c
24	<i>Trans</i> -chrisantemal	-	1152	0,27	0,41	0,37	a, b, c
25	Citronelal	1148	1156	0,21	0,33	0,55	a, b, c
26	Isoborneol	1155	1167	-	1,31	-	a, b, c
27	<i>Trans</i> -verbenol	1140	1168	1,51	-	-	a, b, c
28	Epóxide de rosefurano	1173	1178	-	-	0,16	a, b, c
29	n.i	-	1181	-	-	0,11	a, b, c
30	Pulegona	1233	1184	-	1,98	-	a, b, c
31	<i>Cis</i> -carveol	1226	1185	2,25	-	0,65	a, b, c
32	<i>m</i> -mentha-4,6-dien-8-ol	-	1185	-	-	2,74	a, b, c
33	Sabinol	-	1192	-	-	0,22	a, b, c
34	Neopentilideno ciclohexano	-	1196	0,11	-	-	a, b, c
35	<i>Cis</i> -citral	1235	1246	34,03	32,6	30,34	a, b, c
36	Geraniol	1249	1259	4,26	5,49	6,73	a, b, c
37	<i>Trans</i> -citral	1264	1276	42,77	42,91	37,24	a, b, c
38	Formato de geraniol	1298	1306	-	-	0,05	a, b, c
39	<i>p</i> -menta-1,8-dien-4- hidroperóxido	-	1342	-	-	0,32	a, b, c
40	Ácido gerânico	-	1342	0,44	-	-	a, b, c

41	Acetato de citronelil	1350	1357	-	-	0,34	a, b, c
42	Eugenol	1356	1360	-	-	0,44	a, b, c
43	n.i	-	1365	0,03	-	-	a, b, c
44	Acetato de neril	1359	1368	-	-	0,20	a, b, c
45	1,8-menthadien-4-ol	-	1378	0,62	-	-	a, b, c
46	$\alpha$ -copaeno	1374	1378	-	-	0,48	a, b, c
47	$\beta$ -bourboneno	1387	1385	-	3,63	-	a, b, c
48	Acetato de geranila	1379	1386	0,67	-	-	a, b, c
49	$\beta$ -elemeno	1389	1389	-	-	6,31	a, b, c
50	n.i	-	1409	-	-	0,11	a, b, c
51	<i>Trans</i> -cariofileno	1417	1417	0,19	2,07	1,72	a, b, c
52	$\beta$ -gurjuneno	1431	1427	0,20	-	0,11	a, b, c
53	$\alpha$ -bergamoteno	1432	1436	0,25	-	0,07	a, b, c
54	n.i	-	1436	0,08	-	-	a, b, c
55	$\alpha$ -humuleno	1452	1453	-	-	0,26	a, b, c
56	$\alpha$ -amorfenol	1452	1490	-	1,90	0,08	a, b, c
57	$\alpha$ -muuroleno	1500	1501	-	-	0,08	a, b, c
58	$\gamma$ -cadineno	1513	1512	-	-	0,26	a, b, c
59	$\delta$ -cadineno	1522	1522	-	0,45	0,05	a, b, c
60	Elemol	1548	1549	-	-	0,07	a, b, c
61	Óxido de cariofileno	1582	1580	0,08	0,45	1,88	a, b, c
62	Humuleno epóxido II	1608	1605	-	-	0,15	a, b, c
63	n.i	-	2070	-	-	0,12	a, b, c
64	Isômero geranil linalol	-	2107	-	-	0,20	a, b, c
65	n.i	-	2108	0,16	-	-	a, b, c
66	n.i	-	2142	-	-	0,10	a, b, c
67	n.i	-	2143	0,04	-	-	a, b, c
68	$\alpha$ - <i>Trans</i> -sesquiciclogeraniol	-	2152	-	-	0,07	a, b, c
69	Farnesol 1	-	2218	-	-	0,10	a, b, c
70	n.i	-	2220	-	-	0,08	a, b, c
<b>Total Identificado</b>				<b>98,45</b>	<b>99,19</b>	<b>99,11</b>	
Monoterpenos hidrocarbonetos				9,07	1,67	2,52	
Monoterpenos oxigenados				87,42	86,9	80,8	
Sesquiterpenos hidrocarbonetos				0,65	8,07	9,45	
Sesquiterpenos oxigenados				0,08	0,46	2,3	
Diterpenos hidrocarbonetos				-	-	-	
Diterpenos oxigenados				-	-	0,21	
Fenilpropanóides				-	-	0,44	
Outros				1,23	2,09	3,58	

<sup>a</sup>Compostos listados de acordo com a ordem de eluição da coluna HP-5MS; <sup>b</sup>Índice de Retenção (IR) calculado utilizando uma série homóloga de *n*-alcanos em uma coluna capilar (HP-5MS); <sup>c</sup>Identificação baseada na comparação dos espectros de massa da espectroteca Wiley 275; Área (%): É a percentagem da área ocupada pelo composto dentro do cromatograma. (-): composto ausente na amostra; n.i.= não identificado. Fonte: Autores.



Os compostos majoritários encontrados nas amostras de óleo essencial de *C. citratus* foram: O *Cis* e *Trans*-citril. A presença do citral no óleo essencial de *C. citratus* é muito importante, pois este é considerado responsável pelas atividades antimicrobiana e repelente de insetos (Guimarães et al., 2008). Este componente apresenta também utilização na síntese de alfa e beta iononas, que são intermediários para síntese de vitamina A e ácido retinóico, utilizados em cosméticos antirrugas com alto valor comercial (Craveiro & Queiroz, 1993). O teor de citral identificado nos óleos essenciais analisados está em conformidade com o encontrado nas plantações brasileiras que apresenta cerca de 75 a 86% de sua composição total; valor satisfatório para o mercado internacional (Martins et al., 2002). O mirceno na amostra Cultivada, com concentração próxima às encontradas na literatura que variam entre 9,47 a 16,5% (Almeida, 2016) e ausente nas demais amostras o que pode indicar diminuição nos efeitos relaxantes e analgésicos destes óleos essenciais proporcionados por este composto. Outro composto com grande importância encontrado em concentrações semelhantes nas três amostras analisadas foi o geraniol, que é utilizado na indústria como aromatizador em diversos produtos (Chen & Viljoen, 2010), apresenta ação antineoplásica (Burke et al., 1997) e ação antifúngica (Bard et al., 1988). O composto  $\beta$ -elemeno é um composto com atividade antineoplásica estudada em diversas pesquisas (Zhao et al., 2007; Yao et al., 2008; Li et al., 2009; Zhu et al., 2011), atividade em doenças auto-imunes e propriedades anti-inflamatórias (Zhang et al., 2011).

A Tabela 4 indica a composição química do óleo essencial de *C. winterianus*.

**Tabela 4.** Composição química do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*.

Pico	Composto	RI lit.	RI calc.	Área %			Método de Identificação
				Amostra Cultivad a	Comerci al 1	Comerci al 2	
1	n.i	-	902	-	0,98	-	a, b, c
2	n.i	-	906	-	-	0,21	a, b, c
3	n.i	-	906	0,24	-	-	a, b, c
4	$\alpha$ -pineno	932	933	-	-	0,04	a, b, c
5	Mirceno	988	960	-	0,24	0,10	a, b, c
6	$\delta$ -3-careno	1008	979	-	-	0,19	a, b, c
7	Sabineno	969	980	0,19	-	-	a, b, c
8	Limoneno	1024	1018	3,62	2,31	9,55	a, b, c
9	<i>Trans</i> - $\beta$ -ocimeno	1044	1040	0,060	0,98	0,04	a, b, c
10	n.i	-	1057	-	0,10	-	a, b, c
11	Terpinoleno	1086	1157	0,46	-	0,34	a, b, c
12	Linalool	1095	1102	0,67	1,04	-	a, b, c

13	$\alpha$ -terpinoleno	-	1105	-	-	0,74	a, b, c
14	Citronellal	1148	1166	31,51	35,82	31,69	a, b, c
15	Neoiso(iso)pulegol	1167	1175	-	-	0,51	a, b, c
16	Isopulegol	1145	1176	0,32	-	-	a, b, c
17	Epóxido de rosefuran	1173	1183	-	-	0,19	a, b, c
18	3-dodecina	-	1191	-	-	0,27	a, b, c
19	n.i	-	1192	0,16	-	-	a, b, c
20	n.i	-	1192	0,11	-	-	a, b, c
21	<i>n</i> -decanal	1201	1209	0,15	-	-	a, b, c
22	Citronelol	1223	1233	13,23	12,39	13,06	a, b, c
23	Neral	1235	1246	0,84	-	1,08	a, b, c
24	Geraniol	1249	1261	17,42	19,71	17,13	a, b, c
25	<i>Trans</i> -citral	1264	1281	2,01	-	1,53	a, b, c
26	$\delta$ -elemeno	1335	1340	-	-	0,09	a, b, c
27	Acetato de citronelil	1350	1355	3,27	3,04	3,03	a, b, c
28	Eugenol	1356	1361	0,39	0,25	0,66	a, b, c
29	Acetato de geranila	1379	1385	4,24	3,39	-	a, b, c
30	$\beta$ -bourboneno	1387	1389	-	-	3,41	a, b, c
31	$\beta$ -elemeno	1389	1395	1,88	4,44	2,67	a, b, c
32	<i>Trans</i> -cariofileno	1417	1423	0,21	0,23	0,33	a, b, c
33	$\beta$ -gurjuneno	1431	1435	0,11	-	-	a, b, c
34	n.i	-	1455	-	-	0,05	a, b, c
35	$\alpha$ -humuleno	1452	1458	-	0,22	-	a, b, c
36	$\beta$ -selineno	1489	1458	-	-	0,19	a, b, c
37	$\gamma$ -muuroloeno	1478	1459	0,13	-	-	a, b, c
38	n.i	-	1468	-	-	0,06	a, b, c
39	$\alpha$ -amorfenol	1483	1480	0,08	0,37	0,13	a, b, c
40	<i>Epi</i> -biciclosesquifelandreno	-	1480	-	-	0,35	a, b, c
41	Germacreno D	1484	1484	1,01	0,39	0,13	a, b, c
42	$\delta$ -selineno	1492	1485	-	-	1,00	a, b, c
43	Valenceno 1	1496	1490	-	-	0,06	a, b, c
44	$\alpha$ -selineno	1498	1497	-	0,22	0,20	a, b, c
45	n.i	-	1498	0,12	-	-	a, b, c
46	$\alpha$ -muuroloeno	1500	1502	0,35	0,77	0,67	a, b, c
47	Epizonareno	1501	1518	-	-	0,69	a, b, c
48	$\gamma$ -cadineno	1513	1518	0,33	0,75	-	a, b, c
49	$\delta$ -cadineno	1522	1527	2,19	2,85	2,44	a, b, c
50	$\alpha$ -cadineno	1537	1541	0,08	0,18	0,15	a, b, c
51	Elemol	1548	1554	8,66	5,14	3,35	a, b, c
52	Germacreno D-4-ol	1574	1579	2,41	0,60	0,43	a, b, c
53	n.i	-	1619	-	-	0,08	a, b, c
54	n.i	-	1620	0,12	-	-	a, b, c
55	$\gamma$ -eudesmol	1630	1635	0,24	0,45	0,40	a, b, c
56	$\alpha$ - <i>epi</i> -cadinol	1638	1645	0,96	-	0,64	a, b, c
57	$\alpha$ -cadinol	1652	1645	-	0,62	-	a, b, c
58	Torreiol	1644	1649	0,14	-	0,09	a, b, c

59	$\beta$ -eudesmol	1649	1654	0,12	0,34	0,28	a, b, c
60	$\alpha$ -eudesmol	1652	1658	1,61	1,00	0,89	a, b, c
61	n.i	-	1703	0,18	-	-	a, b, c
62	Ácido hexadecanoico	1959	1964	-	0,67	-	a, b, c
63	n.i	-	2004	-	-	0,43	a, b, c
64	Ácido oléico	2141	2148	-	0,37	-	a, b, c
<b>Total Identificado</b>				<b>99,02</b>	<b>98,89</b>	<b>98,86</b>	
	Monoterpenos hidrocarbonetos			4,35	3,55	11,03	
	Monoterpenos oxigenados			66,18	68,96	65,04	
	Sesquiterpenos hidrocarbonetos			6,4	10,46	12,51	
	Sesquiterpenos oxigenados			14,18	8,17	6,11	
	Diterpenos hidrocarbonetos			-	-	-	
	Diterpenos oxigenados			-	-	-	
	Fenilpropanóides			0,4	0,25	0,66	
	Outros			7,51	7,5	3,51	

<sup>a</sup>Compostos listados de acordo com a ordem de eluição da coluna HP-5MS; <sup>b</sup>Índice de Retenção (IR) calculado utilizando uma série homóloga de *n*-alcanos em uma coluna capilar (HP-5MS); <sup>c</sup>Identificação baseada na comparação dos espectros de massa da espectroteca Wiley 275; Área (%): É a percentagem da área ocupada pelo composto dentro do cromatograma. (-): composto ausente na amostra; n.i= não identificado. Fonte: Autores.

Através da identificação química foi possível observar a presença de 32 compostos identificados do óleo essencial de *C. winterianus* na amostra Cultivada, 28 compostos na Comercial 1 e 39 compostos na Comercial 2. A classe predominante foi a dos monoterpenos oxigenados, em concentrações semelhantes nas três amostras analisadas.

Os óleos essenciais de *C. winterianus* analisados apresentaram como compostos majoritários: o citronelal, e sua presença confirma importante atividade repelente (Kwon et al., 2010) o que possibilita o uso deste óleo essencial em produtos que possuem atividade repelente. Também tem ação antimicrobiana (Sato, Krist & Buchbauer, 2006) e antioxidante (Lu et al., 2014). Os valores (%) de citronelal encontrados nas três amostras foram semelhantes e satisfatórios por estarem de acordo com os valores encontrados na literatura que variam entre 17,91% a 27,00 % (Rocha, Ming & Marques, 2000; Simic et al., 2008; Oliveira et al., 2015;). O geraniol, presente em altas concentrações nas três amostras analisadas apresenta importância sendo utilizado na aromatização de produtos (Chen & Viljoen, 2010), também tem potencial antineoplásico (Burke et al., 1997) e ação antifúngica (Bard et al., 1988). O citronelol, um composto abundante no óleo essencial de *C. winterianus*, possui atividade neuroprotetora e anticonvulsiva (Sousa et al., 2006), anti-inflamatória (Zhuang et al., 2009) e analgésica (Brito et al., 2012). O limoneno, presente em maior

concentração na Comercial 2, o que pode gerar um diferencial no aroma deste óleo e o elemol, que também é um composto com atividade repelente, potencializando os efeitos do citronelal (Carroll et al., 2010), utilizado na síntese de fragrâncias para a indústria (Rodrigues et al., 2018), sendo também um redutor de lesões de pele e anti-inflamatório (Yang et al., 2015).

A variação química dos compostos e suas concentrações nas plantas podem estar relacionadas a diversos fatores bióticos e abióticos como variabilidade genética, condições ambientais, local de crescimento, tipo de solo (Ložionė & Venskutonis, 2005; Morais & Castanha, 2012), o qual a caracterização desses compostos químicos depende da resposta às condições de cada ecossistema. Os fatores bióticos são os fatores genéticos que influenciarão nos quimiotipos da planta. Os fatores abióticos estão relacionados ao ambiente de desenvolvimento da planta. Dentre os fatores abióticos destacam-se as variações de temperatura e luminosidade, sazonalidade, nutrição fornecida pelo solo, disponibilidade de água, horário de coleta, estágio de desenvolvimento da planta, métodos de coleta e interferências pós-coleta (Ložionė & Venskutonis, 2005; Morais, 2009).

#### **4. Considerações Finais**

Os óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon winterianus* provenientes de amostras comerciais e de culturas implantadas localmente apresentaram diferenças na composição química, o que revela a importância da análise. Sugere-se que a variação do percentual de compostos presentes nas amostras pode estar relacionada principalmente com fatores abióticos e bióticos, pois as amostras provêm de culturas implantadas de diferentes locais, interferindo desta forma nos compostos majoritários destes óleos essenciais. Visto que os compostos presentes podem interferir nas características e no potencial biológico, sugere-se para pesquisas futuras o estudo da relação das propriedades biológicas das diferentes fontes dos óleos essenciais e a relação com os compostos presentes.

#### **Referências**

Adams, R. P. (2017). *Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry*. (4a ed.), Carol Stream Illinois. Allured Publishing Corporation.

Aggarwal, K. K., Khanuja, S. P. S., Ahmad, A., Kumar, T. R. S., Vivek, K. G., & Kumar, S. (2002). Antimicrobial activity profiles of the two enantiomers of limonene and carvone isolated from the oils of *Mentha spicata* and *Anethum sowa*. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(1), 59–63.

Almeida, F. M. (2016). Óleo essencial de *Cymbopogon citratus*: caracterização e avaliação das atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica. [Master's dissertation]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição.

Almeida, N. R., Motta, C. S., & Leite, R. J. (2003). Óleos essenciais com propriedades anticonvulsivantes. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 2(1), 3-6.

Arung, E. T., Matsubara, E., Kusuma, I. W., Sukaton, E., Shimizu, K., & Kondo, R. (2011). Inhibitory components from the buds of clove (*Syzygium aromaticum*) on melanin formation in B16 melanoma cells. *Fitoterapia*, 82(2): 198-202.

Bard, M., Albrecht, M. R., Gupta, N., Guynn, C. J., & Stillwell, W. (1988). Geraniol interferes with membrane functions in strains of *Candida* and *Saccharomyces*. *Lipids*, 23(6), 534-538.

Bizzo, R. H., Hovell, C. M. A., & Rezende, M. C. (2009). Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, 32(3), 588-594.

Blanco, M. M., Costa, C. A. R. A., Freire, A. O., Santos, J. G. Jr., & Costa, M. (2009). Neurobehavioral effect of essential oil of *Cymbopogon citratus* in mice. *Phytomedicine*, 16(2-3), 265-270.

Brasil. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Farmacopéia Brasileira*. Brasília (DF): Anvisa, 2010. 545 p. Recuperado de: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/farmacopeia\\_volume-2\\_2010\\_monografias.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/farmacopeia_volume-2_2010_monografias.pdf)

Brito, G. R., Guimarães, G. A., Quintans, S. S. J., Santos, V. R. M., Sousa, D. P. D., Passos, B. D Jr., Lucca Jr, W., Brito, F. A., Barreto, E. O., Oliveira, A. P., & Quintans Jr, L. J. (2012). Citronellol, a monoterpene alcohol, reduces nociceptive and inflammatory activities in rodents. *Journal of Natural Medicines*, 66(4), 637-644.

Burke, D. Y., Stark, J. M., Roach, L. S., Sen, E. S., & Crowell, L. P. (1997). Inhibition of pancreatic cancer growth by the dietary isoprenoids farnesol and geraniol. *Lipids*, 32(2), 151-156.

Carroll, F. J., Paluch, G., Coats, J., & Kramer, M. (2010). Elemol and amyris oil repel the ticks *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) in laboratory bioassays. *Experimental and Applied Acarology*, 51(4), 383-392.

Carvalho, M. C., Costa, M. P. C., Sousa, S. J., Silva, D. H. R., Oliveira, L. C., & Paixão, R. J. F. (2005). Rendimento da produção de óleo essencial de capim-santo submetido a diferentes tipos de adubação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 5(2), 01-07.

Chen, W., & Viljoen, M. A. (2010). Geraniol - A review of a commercially important fragrance material. *South African Journal of Botany*, 76(4), 643-651.

Craveiro, A. A., & Queiroz, C. D. (1993). Óleos essenciais e química fina. *Química Nova*, 16(3), 224-228.

Duarte, G. D. I., Santos, R. I., Lorenzetti, B. B., & Ferreira, H. S. (1992). Analgesia by direct antagonism of nociceptor sensitization involves the arginine-nitric oxide-cGMP pathway. *European Journal of Pharmacology*, 217(2-3), 225-227.

European Pharmacopoeia. (2005). (5a ed.), Council of Europe. Strasbourg.

Farag, S. R., Daw, Y. Z., & Abo-Raya, H. S. (1989). Influence of some spice essential oils on *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflatoxins in a synthetic medium. *Journal of Food Science*, 54(1), 74-76.

Findik, S., & Gündüz, G. (1997). Isomerization of  $\alpha$ -pinene to camphene. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(3), 1145-1151.

Franco, J., Nakashima, T., Franco, L., & Boller, C. (2005). Composição química e atividade antimicrobiana *in vitro* do óleo essencial de *Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth., Myrtaceae, extraído em diferentes intervalos de tempo. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 15(3), 191-194.

Freitas, C. J., Presgrave, A. O., Fingola, F. F., Menezes, A.M., & Paumgarten, J. F. (1993). Effect of  $\beta$ -myrcene on pentobarbital sleeping time. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 26(5), 519-523.

Ghrabi, Z. (2005). *Rosmarinus officinalis*. In *A guide to medicinal plants in North Africa*, pp. 205 – 206, International Union for Conservation of Nature. Malaga.

Gonçalves, B. T., Sousa, O. E., Fabíola, F. G., Rodrigues, G. F. F., Costa, M. G. J. (2013). Chemical composition and antibacterial evaluation of the essential oil from *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Gramineae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13(4), 426-431.

Green, G. B. (1990). Sensory characteristics of camphor. *Journal of Investigative Dermatology*, 94(5), 662-666.

Guimarães, L. G. L., Cardoso, G. M., Zacaroni, M. L., Lima, K. R., Pimentel, A. F., & Morais, R. A. (2008). Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf). *Química Nova*, 31(6), 1476-1480.

Hammer, A. K., Carson, F. C., Riley, V. T. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86(6), 985–990.

Hendry, R. E., Worthington, T., Conway, R. B., & Lambert, A. P. (2009). Antimicrobial efficacy of eucalyptus oil and 1,8-cineole alone and in combination with chlorhexidine digluconate against microorganisms grown in planktonic and biofilm cultures. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 64(6), 1219-1225.

Hongratanaworakit, T. (2009). Simultaneous aromatherapy massage with rosemary oil on humans. *Scientia Pharmaceutica*, 77, 375-387.

International Organization for Standardization. Oil of lemongrass (*Cymbopogon citratus*). Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3217:ed-1:v1:en>.

Kwon, Y., Kim, H. S., Ronderos, S. D., Lee, Y., Akitake, B., Woodward, M. O, Guggino, W. B., Smith, D. P., & Montell, C. (2010). *Drosophila* TRPA1 channel is required to avoid the naturally occurring insect repellent citronellal. *Current Biology*, 20(18), 1672-1678.

Lee, B., Annis, CP., Tumaalii, F., & Choi, W. (2004). Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 40(5), 553-564.

Lee, L. T., Garcia, S. A., Martinazzo, A. P., & Teodoro, C. E. de S. (2020). Fungitoxicity and chemical composition of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) on *Aspergillus flavus*. *Research, Society and Development*, 9(8), e202985628. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5628>

Leite, M. A., Lima, O. E., Souza, L. E., Diniz, M. F. F. M., Trajano, N. V., & Medeiros, A. I. (2007). Inhibitory effect of  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -pinene and eugenol on the growth of potential infectious endocarditis causing gram-positive bacteria. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 43(1), 121-126.

Li, Q. Q., Wang, G., Zhang, M., Cuff, F. C., Huang, L., & Reed, E. (2009).  $\beta$ -Elemene, a novel plant-derived antineoplastic agent, increases cisplatin chemosensitivity of lung tumor cells by triggering apoptosis. *Oncology Report*, 22(1), 161-170.

Ložionè, K., Venskutonis, P. R. (2005). Influence of environmental and genetic factors on the stability of essential oil composition of *Thymus pulegioides*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33, 517-525.



Lu, Y., Shipton, N. F., Khoo, J. T., & Wiart, C. (2014). Antioxidant activity determination of citronellal and crude extracts of *Cymbopogon citratus* by 3 different methods. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(4), 395-400.

Mangena, T., & Muyima, Y. N. (1999). Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of *Artemisia afra*, *Pteronia incana* and *Rosmarinus officinalis* on selected bacteria and yeast strains. *Letters in Applied Microbiology*, 28(4), 291-296.

Martins, M. P., Melo, C. E., Barbosa, B. A. C. L., Santos, S. H. R., & Machado, C. M. (2002). Influência da temperatura e velocidade do ar de secagem no teor e composição química do óleo essencial de capim-limão. *Acta Horticulturae*, 569(25), 155-160.

Ming, C. L., Figueiredo, O. R., Machado, R. S., & Andrade, C. M. R. (1996). Yield of essential oil of and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogon Citratus* (D.C.) Stapf) Poaceae. *Acta Horticulturae*, 426(60), 555-559.

Moqrich, A., Hwang, W. S., Earley, J. T., Petrus, J. M., Murray, N. A., Spencer, S. K., Andahazy, M., Story, G. M., & Patapoutian, A. (2005). Impaired thermosensation in mice lacking TRPV3, a heat and camphor sensor in the skin. *Science*, 307(5714), 1468-1472.

Morais, L. A. S. (2009). Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura brasileira*, 27(2), S4050-S4063.

Morais, L. A. S., & Castanha, R. F. (2012). Chemical composition of sweet basil essential oil naturally submitted to *Planococcus citri* infestation. *Horticultura Brasileira*, 30(2), 2178-2182.

Oliveira, M. B., Melo Filho, M. J., & Afonso, C. J. (2013). A densidade e a evolução do densímetro. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(1), 1601- 1610.

Oliveira, M. M. M., Brugnera, F. D., Cardoso, G. M.; Guimarães, L. G. L. & Piccoli, H. R. (2011). Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 13(1), 08-16.

Oliveira, W. A, Arrua, M. M. J., Wanderley, A. P., Lima, B. R., & Lima, O.E. (2015). Effects of the essential oil of *Cymbopogon winterianus* against *Candida albicans*. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 6(1), 21-26.

Oliveira, F. da S. de, Teodoro, C. E. de S., Berbert, P. A., & Martinazzo, A. P. (2020). Evaluation of the antifungal potential of *Cymbopogon citratus* essential oil in the control of the fungus *Aspergillus brasiliensis*. *Research, Society and Development*, 9(7), e691974697. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4697>

Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L., & Lacroix, M. (2007). Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 18(5), 414-420.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. Shitsuka, R (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM.

Pinheiro, F. P., Queiroz, T. V., Rondelli, M. V., Costa, V. A., Marcelino, P. T., & Pratisoli D. (2013). Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. *Ciência e Agrotecnologia*, 37(2), 138-144.

Ranitha, M., Abdurahman, N. H., Sulaiman, A. Z., Azhari, N. H., & Thana Raj, S. R. A (2014). Comparative study of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil extracted by microwave-assisted hydrodistillation (MAHD) and conventional hydrodistillation (hd) method. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(2): 104-108.

Ribeiro, S. D., Melo, B. D., Guimarães, G. A., & Velozo, S. E. (2012). Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(2), 687-696.

Rocha, S. F. R., Ming, L. C., & Marques, M. O. M. (2000). Influência de cinco temperaturas de secagem no rendimento e composição do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 3(1), 73-78.

Rodrigues, L., Majik, S. M., Tilve, G. S., & Wahidulla, S. (2018). Synthesis of (-)-elemoxide, a commercially important fragrance compound. *Tetrahedron Letters*, 59(37), 3413-3415.

Santos, A. F., & Rao, N. S. V. (2000). Antiinflammatory and antinociceptive effects of 1,8-cineole a terpenoid oxide present in many plant essential oils. *Phytotherapy Research*, 14(4), 240-244.

Sato, K., Krist, S., & Buchbauer G. (2006). Antimicrobial effect of trans cinnamaldehyde, (-)-perillaldehyde, (-)-citronellal, citral, eugenol and carvacrol on airborne microbes using an airwasher. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 29(11), 2292-2294.

Simic, A., Rančić, A., Sokovic, D. M., Ristic, M., Grujic-Jovanovic, S., & Vukojevic J, Marin, P. D. (2008). Essential oil composition of *Cymbopogon winterianus*. and *Carum carvi*. and their antimicrobial activities. *Pharmaceutical Biology*, 46(6), 437–441.

Sousa, P. D., Gonçalves, C. J., Quintans Júnior, L., Cruz, S. J., Araújo, A. D., & Almeida, N. R. (2006). Study of anticonvulsant effect of citronellol, a monoterpene alcohol, in rodents. *Neuroscience Letters*, 401(3), 231–235.

Sun, J. (2007). D-limonene: safety and clinical applications. *Alternative Medicine Review*, 12(3), 259-264.

Tiwari, M., & Kakkar, P. (2009). Plant derived antioxidants – Geraniol and camphene protect rat alveolar macrophages against t-BHP induced oxidative stress. *Toxicology in Vitro*, 23(2), 295–301.

Tyagi, K. A., & Malik, A. (2010). Liquid and vapour-phase antifungal activities of selected essential oils against *Candida albicans*: microscopic observations and chemical characterization of *Cymbopogon citratus*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10(65), 01-11.

Vale, G. T, Matos, A. J. F., Lima, M. C. T., & Viana, B. S. G. (1999). Behavioral effects of essential oils from *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown chemotypes. *Journal of Ethnopharmacology*, 167(2): 127–133.

Vale, G. T., Furtado, C. E., Santos Júnior, G. J., & Viana, B. S. G. (2002). Central effects of citral, myrcene and limonene, constituents of essential oil chemotypes from *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. *Phytomedicine*, 9(8), 709–714.

Vargas, F. M. R., Cassel, E., & Souza, C. C. (2006). Experiments and modeling of the *Cymbopogon winterianus* essential oil extraction by steam distillation. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 50(3): 126-129.

Velisek, J., Stara, A., Li, Z., Silovska, S., & Turek, J. (2011). Comparison of the effects of four anaesthetics on blood biochemical profiles and oxidative stress biomarkers in rainbow trout. *Aquaculture*, 310(3-4), 369-375.

Viana, B. S. G., Vale, G. T., Pinho, N. S. R., & Matos, A. J. F. (2000). Antinociceptive effect of the essential oil from *Cymbopogon citratus* in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 70(3), 323–327.

Vigushin, M. D., Poon, K. G., Boddy, A., English, J., Halbert, W. G., Pagonis, C., Jarman, M., Coombes, C. (1998). Phase I and pharmacokinetic study of D-limonene in patients with advanced cancer. *Cancer Chemotherapy and Pharmacology*, 42(2), 111-117.

Yamada, T. (2004). Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura?. *Informações Agronômicas*, (108): 01-07.

Yang, H., Jung, M. E., Ahn, C., Lee, S. G., Lee, Y. S., & Kim, H. S. (2015). Elemol from *Chamaecyparis obtusa* ameliorates 2,4-dinitrochlorobenzene-induced atopic dermatitis. *International Journal of Molecular Medicine*, 36(2), 463-472.

Yang, P., & Ma, Y. (2005). Repellent effect of plant essential oils against *Aedes albopictus*. *Journal of Vector Ecology*, 30(2), 231-234.

Yao, Q. Y., Ding, X., Jia, C. Y., Huang, X. C., Wang, Z. Y., & Xu, H. Y. (2008). Anti-tumor effect of  $\beta$ -elemene in glioblastoma cells depends on p38 MAPK activation. *Cancer Letters*, 264(1), 127-134.

Zhang, R., Tian, A., Zhang, H., Zhou, Z., Yu, H., & Chen, L. (2011). Amelioration of experimental autoimmune encephalomyelitis by  $\beta$ -elemene treatment is associated with Th17 and treg cell balance. *Journal of Molecular Neuroscience*, 44(1), 31-40.

Zhao, J., Li, Q. Q., Zou, B., Wang, G., Li, X., Kim, E. J., Cuff, C. F., Huang, L., Reed, E., Gardner, K. (2007). In vitro combination characterization of the new anticancer plant drug  $\beta$ -elemene with taxanes against human lung carcinoma. *International Journal of Oncology*, 31(2), 241-252.

Zhu, T., Xu, Y., Dong, B., Zhang, J., Wei, Z., Xu, Y., & Yao, Y. (2011).  $\beta$ -elemene inhibits proliferation of human glioblastoma cells through the activation of glia maturation factor  $\beta$  and induces sensitization to cisplatin. *Oncology Reports*, 26(2), 405-413.

Zhuang, R. S., Chen, L. S., Tsai, H. J., Huang, C. C., Wu, C. T., Liu, S. W, Tseng, Hsien-Chun., Lee, Hong-Sen., Huang, Min-Chang., Shane, Guang-Tzoo., Yang, Cheng-Hua., Shen, You-Cheng., Yan, Yeong-Yu., & Wang, Chin-Kun. (2009). Effect of citronellol and the chinese medical herb complex on cellular immunity of cancer patients receiving chemotherapy/radiotherapy. *Phytotherapy Research*, 23(6), 785–790.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Gilcielen de Oliveira Carreiro – 15%

Isabelle Luiz Rahal – 9%

Wanessa de Campos Bortolucci – 9%

José Eduardo Gonçalves – 9%

Maria Graciela Iecher Faria – 9%

Carla Maria Mariano Fernandez – 9%

Suelen Pereira Ruiz – 9%

Nelson Barros Colauto – 9%

Giani Andrea Linde – 9%

Zilda Cristiani Gazim – 13%