



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Ygor Jessé Ramos

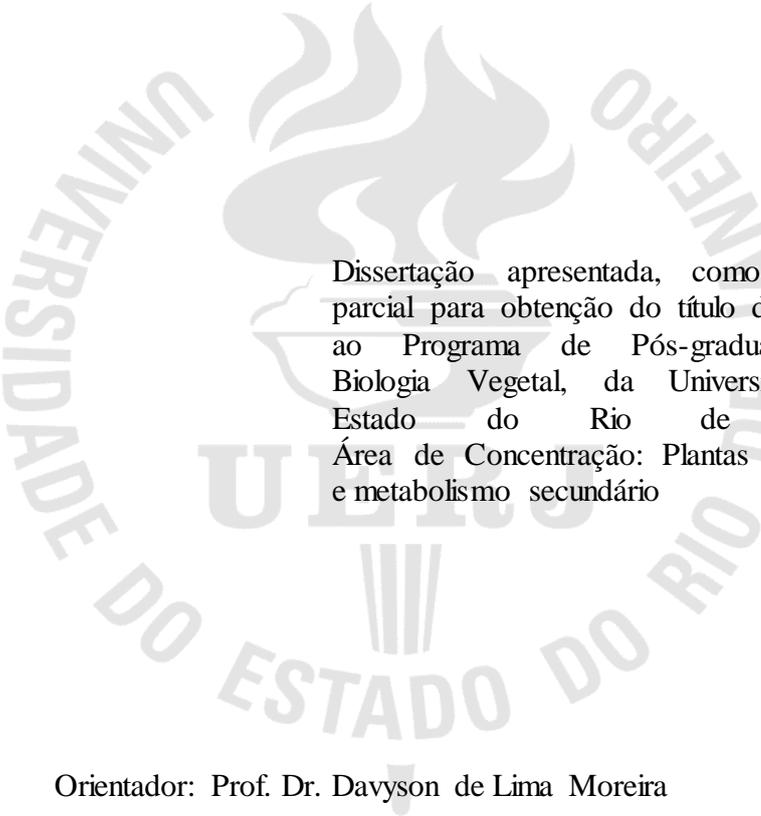
Identificação de possíveis quimiotipos de *Piper aduncum* L. e *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) com base no estudo dos componentes químicos de óleos essenciais

Rio de Janeiro

2018

Ygor Jessé Ramos

Identificação de possíveis quimiotipos de *Piper aduncum* L. e *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) com base no estudo dos componentes químicos de óleos essenciais



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Plantas medicinais e metabolismo secundário

Orientador: Prof. Dr. Davyson de Lima Moreira

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

R175	<p>Ramos, Ygor Jessé Identificação de possíveis quimiotipos de <i>Piper aduncum</i> L. e <i>Piper mollicomum</i> Kunth (Piperaceae) com base no estudo dos componentes químicos de óleos essenciais / Ygor Jessé Ramos. - 2018. 246 f. : il.</p> <p>Orientador: Davyson de Lima Moreira Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.</p> <p>1. Piperaceae - Teses. 2. Plantas medicinais – Teses. 3. Essências e óleos essenciais – Teses. 3. Extração (Química) – Teses. I. Moreira, Davyson de Lima. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 582.672</p>
------	---

Patricia Bello Meijinhos – CRB7/5217 – Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Ygor Jessé Ramos

Identificação de possíveis quimiotipos de *Piper aduncum* L. e *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) com base no estudo dos componentes químicos de óleos essenciais

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Plantas medicinais e metabolismo secundário

Aprovado em 27 de julho de 2018.

Orientador:

Prof. Dr. Davyson de Lima Moreira
Farmanguinhos – Fundação Oswaldo Cruz

Aprovado em 27 de julho de 2018.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Rachel Fátima Gagliardi Araújo
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof.^a Dra. Angélica Ribeiro Soares
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus Macaé

Prof.^a Dra. Gisele Lopes de Oliveira
Universidade Federal do Sul da Bahia

Rio de Janeiro

2018

$$VIDA = \int_{\text{Organelas}}^{\text{População}} \text{COMUNICAÇÃO}$$

“O domínio ilimitado leva à inanição e somente a existência de um freio antagonizante resulta em potencialidade criativa.”

Otto R. Gottlieb

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por todas as coisas que fiz e onde cheguei, entrego a ti toda honra e glória.

Aos meus queridos pais, **Geovânia Borges e José Roque**, pelo amor e trabalho ardo de manter, sacrificar-se e gerenciar os sonhos de um filho. Obrigado pela vida!

Ao professor **Dr. Davyson de Lima Moreira**, por existir, pelas alegrias, orientações e dedicação ao ensino. Pelas discussões nas madrugadas e pela empolgação. Sou eternamente grato. Devo minha formação nessa etapa a você. Como um nordestino (sem muitas referências), ter pessoas como você que possibilitam a OPORTUNIDADE nos fazem somente agradecer a Deus pela manutenção de sua vida. **Obrigado “cabra”!**

A **Márcio Augusto** pelo amor, alegria, dedicação e paciência. Obrigado!

A **João Carlos** (meu pai carioca) muito obrigado pelo amor, acolhimento e dedicação. Devo a você tudo isso.

Aos **meus familiares**, minhas avós (Dona Wilma e Elza), meus irmãos, minhas tias, sobrinhos e primos. Obrigado por tudo.

“A amizade duplica as alegrias e divide as tristezas.” (Francis Bacon)

A professora **Dr^a Anna Carina Antunes e Defaveri**, Obrigado, OBRIGADO e obrigado. Foi uma oportunidade divina te conhecer. Tenho você como meu SUL para como profissional e amiga.

A **George Azevedo**, tive a felicidade de conhecer você no mato e o mato nos fez fortalecer uma amizade tremenda. Obrigado por tudo.

Aos amigos **Itan Cruz, Luiz Gustavo e Karen Lorena**. Sem vocês, minha vida não teria todos esses “s”.Obrigado.

As instituições

A **CAPES** pela bolsa. Nesse mar de incerteza econômica, você era meu porto seguro.

A **Farmanguinhos/FIOCRUZ**, especialmente a Plataforma Analítica pelo suporte para realização desse trabalho.

Aos **meus amigos e colegas do Laboratório de Toxicologia Ambiental**, obrigado.

Ao **Centro de Responsabilidade Socioambiental do Jardim Botânico do Rio de Janeiro** pela estrutura e apoio. Especialmente aos **Jovens, Júlio, Mary, Ulisses, Verônica, Lu, Magal e ao Rogério** (Pelas noites não dormidas). Obrigado.

A **Prof.^a Dr^a Maria Auxiliadora Kaplan e Ana Clarissa** da Universidade Federal do Rio de Janeiro pelo apoio no laboratório e carinho trocados. Obrigado.

Otto R. Gottlieb, obrigado por ter existido.

À todos os meus, muito obrigado.

RESUMO

RAMOS, Y. J. **Identificação de possíveis quimiotipos de *Piper aduncum* L. e *P. mollicomum* Kunth (Piperaceae) com base no estudo dos componentes químicos de óleos essenciais.** 2018. 246 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Piper aduncum L. e *P. mollicomum* Kunth são espécies nativas do Brasil e morfologicamente muito similares. Como a maioria das Piperaceae, são reconhecidas pelos seus fortes aromas. O estudo da composição química de óleos essenciais dessas duas espécies é imprescindível para a diferenciação botânica, entendimento das variações das substâncias químicas e determinação de possíveis quimiotipos. Assim, esse trabalho tem como objetivo estudar a composição química de óleos essenciais das folhas de *P. aduncum* e de *P. mollicomum* coletadas em campo e cultivadas em casa de vegetação, obtidas de três acessos no Estado do Rio de Janeiro (Niterói, Rio de Janeiro e Teresópolis). As espécies foram coletadas, identificadas, cultivadas e seus óleos essenciais (OE) foram obtidos por hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado. As substâncias químicas dos OE foram identificadas e quantificadas por técnicas de cromatografia com fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) e por cromatografia com fase gasosa acoplada a detector por ionização por chama (CG-DIC), respectivamente. As análises dos OE permitiram a diferenciação para determinação de possíveis quimiotipos por análises estatísticas. Para os acessos de *P. aduncum* de Teresópolis registrou-se sesquiterpenos como substâncias majoritárias, podendo identificar, junto ao dados da literatura, a presença de dez possíveis quimiotipos (1: dilapiol; 2: safrol e asariscina; 3: apiol; 4: 1,8-cineol; 5: *E*-nerolidol; 6: β -selineno; 7: piperitona; 8: asaricina e miristicina; 9: *trans*-ocimeno; e 10: linalool). Para os acesso de *P. mollicomum* foram obtidas composições entre sesquiterpenos, monoterpênicos e benzenoides, possibilitando identificar quatro quimiotipos (1: biciclogermacreno; 2: α -terpineol; 3: 1,8-cineol, linalool e *E*-nerolidol; e 4: espatulenol). Com esse trabalho, pela primeira vez, pode ser registrar um padrão quimiogeográfico de produção entre sesquiterpenos e arilpropanoides para *P. aduncum*, mostrando que existe um gradiente de produção que é diretamente e inversamente proporcional com latitude, respectivamente. Também foi possível associar padrões de quimiodiversidade nos biomas brasileiros. Os resultados da composição química volátil das duas espécies demonstraram diferenças importantes, tanto interespecie quanto ao local de coleta, além de estar sendo descrito, pela primeira vez, como majoritárias as substâncias β -selineno para *P. aduncum* e 1,8-cineol e linalool para *P. mollicomum*.

Palavras-chave: Substâncias voláteis. Cultivo. Sazonalidade. Polimorfismo químico. Plasticidade fenotípica. Quimiodiversidade.

ABSTRACT

RAMOS, Y. J. **Identification of possible *Piper aduncum* L. and *P. mollicomum* Kunth chemotypes (Piperaceae) based on the study of essential oils chemical components.** 2018. 246 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Piper aduncum L. and *P. mollicomum* Kunth are native to Brazil and morphologically very similar. Like most Piperaceae, they are renowned for their strong aromas. The study of the chemical composition of essential oils of these two species is essential for the botanical differentiation, to understand the variations of the chemical substances and to determine possible chemotypes. The objective of this study was to study the chemical composition of essential oils from leaves of *P. aduncum* and *P. mollicomum* collected in the field and grown in a greenhouse, obtained from three accessions in the State of Rio de Janeiro (Niterói, Rio de Janeiro and Teresópolis). The species were collected, identified, cultivated and their essential oils (OE) were obtained by hydrodistillation in a modified Clevenger apparatus. The OE compounds were identified and quantified by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography coupled to a flame ionization detector (CG-FID), respectively. The OE analyzes allowed the differentiation to determine possible chemotypes by statistical analysis. For the accessions of *P. aduncum* were registered for the samples of Teresópolis sesquiterpenes as major substances. Combining literature records and results of this study based on statistical analysis it was possible to determine ten possible chemotypes (1: dillapiole; 2: saffrole and asaricin; 3: apiole; 4: 1,8-cineole; 5: *E*-nerolidol; 6: β -selinene; 7: piperitone; 8: asaricin and myristicin; 9: *trans*-ocimene; and 10: linalool). For the accessions of *P. mollicomum*, the EO chemical compounds were identified as sesquiterpenes, monoterpenes and benzenoids, making it possible to identify four chemotypes (1: bicyclogermacrene. 2: α -terpineol; 3-1,8-cineole, linalool and *E*-nerolidol; and 4: spathulenol). In this work it can be registered, for the first time, a chemogeographic pattern of production between sesquiterpenes and arylpropanoids for *P. aduncum*: the presence of a production gradient that is directly and inversely proportional to latitude to sesquiterpenes and arylpropanoids, respectively. It was also determined an association of standards of quimiodiversity in the Brazilian biomes. The results of the volatile chemical composition of the two Piperaceae species show important differences, both inter-species and the site of collection, besides being described for the first time as major component β -selinene component for *P. aduncum* and 1,8-cineole and linalool for *P. mollicomum*.

Keywords: Volatile substances. Cultivation. Seasonality. Chemical polymorphism. Phenotypic plasticity. Chemodiversity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Principais rotas e relações biossintéticas entre o metabolismo basal e especial	15
Figura 2 –	Esquemas das rotas biossintéticas para produção dos principais componentes dos óleos essenciais: monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15), arilpropanoídes, derivados de ácidos benzóicos e cumarinas	18
Figura 3 –	Esquema simplificado das duas vias biossintéticas para formação do isopreno	19
Figura 4 –	Representação esquemática da formação dos arilpropanoídes.....	20
Figura 5 –	Esquema representativo das relações entre os conceitos de quimiotipos, ecotipos e geotipos em relações aos fatores de influência na produção de óleos essenciais, plasticidade fenotípica e o processo de aclimatização e adaptação	25
Figura 6 –	Fotomicrografia de <i>Piper aduncum</i> L. em comparação com <i>Piper mollicomum</i> Kunth.....	34
Figura 7 –	Esquema para o preparo das estacas e cultivo de <i>P. aduncum</i> e <i>P. mollicomum</i>	38
Figura 8 –	Média mensal e diagrama ombrotérmico correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) das cidades de Teresópolis/RJ, Niterói/RJ e Rio de Janeiro/RJ no período de 1961-1990.....	40
Figura 9 –	Fotomicrografia dos espécimes de <i>P. aduncum</i> e <i>P. mollicomum</i> coletada em Niterói/RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ cultivados na casa de vegetação do Centro de Responsabilidade Socioambiental do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ)	46

Figura 10 –	Varição da altura (cm) de <i>P. mollicomum</i> coletadas em Niterói, Teresópolis e Rio de Janeiro ao longo de 300 dias de cultivo em casa de vegetação do Centro de Responsabilidade Socioambiental do JBRJ.....	47
Figura 11 –	Varição da altura (cm) de <i>P. aduncum</i> coletadas em Niterói/RJ e Teresópolis/RJ ao longo de 300 dias de cultivo em casa de vegetação do Centro de Responsabilidade Socioambiental do JBRJ	48
Figura 12 –	Dendrograma correspondente aos atributos dos solos do substrato de cultivo e daqueles retirados das áreas de coleta dos cinco acessos de <i>P. aduncum</i> (PA) e <i>P. mollicomum</i> (PM) nas regiões de Niterói/RJ (PMN/PAN), Teresópolis/RJ (PMT/PAT) e Rio de Janeiro/RJ (PMR), pela análise de agrupamento hierárquico (método UPGMA)	49
Figura 13 –	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. aduncum</i> coletada no acesso de Niterói/RJ (PAN) no mês de Janeiro de 2017.....	51
Figura 14 –	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. aduncum</i> coletada no acesso de Teresópolis/ RJ (PAT) no mês de Janeiro de 2017.....	56
Figura 15 –	Médias mensais e diagrama ombrotérmico correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) das cidades de Teresópolis/ RJ e Niterói/ RJ no período de janeiro 2017 a janeiro de 2018.....	63
Figura 16 –	Comparações das variações dos rendimentos (%) de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> dos acessos de Niterói/RJ e Teresópolis/RJ e suas relações com as médias mensais dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.....	65

Figura 17 –	Variações das classes químicas de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> no acesso de Niterói/ RJ e Teresópolis/RJ, no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.....	68
Figura 18 –	Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> no acesso de Niterói/ RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.....	70
Figura 19 –	Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> no acesso de Teresópolis/ RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.....	70
Figura 20 –	Estruturas químicas das substâncias majoritárias <i>E</i> -cariofileno (1), β -selineno (2) e <i>E</i> -nerolidol (3) presentes nos óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> coletadas em Teresópolis/RJ e Niterói/RJ.....	71
Figura 21 –	Dendrograma e gráfico de <i>two-way joining</i> de 13 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> do acesso de Niterói/ RJ (PAN), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.....	72
Figura 22 –	Dendrograma e gráfico de <i>two-way joining</i> de 13 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> do acesso de Teresópolis/ RJ, de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.....	73
Figura 23 –	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. aduncum</i> (PA) obtido a partir de plantas cultivadas em casa de vegetação e colhidas no mês de dezembro de 2017	73

Figura 24 –	Variações das classes químicas de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> (PA) da primeira geração (PAN1 /PAT1) e segunda geração, cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/RJ (PAN) e Teresópolis/RJ (PAT) (PAN2/PAT2), colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018	81
Figura 25 –	Dendrograma e gráfico de <i>two-way joining</i> das 34 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> dos acessos de Niterói/ RJ (PAN), Teresópolis/ RJ (PAT) e das cultivadas da primeira (PAN1/PAT1) e segunda (PAN2/PAT2) geração, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.....	83
Figura 26 –	Gráfico <i>score</i> e gráfico <i>loadings</i> de 35 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> dos acessos de Niterói/ RJ (PAN), Teresópolis/ RJ (PAT) e das cultivadas da primeira (PAN1/PAT1) e segunda (PAN2/PAT2) geração, baseado em análise de componente principal	84
Figura 27 –	Gráfico <i>loadings</i> construído a partir das classes químicas de 152 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> obtidas na literatura e dessa Dissertação, com base em análise de componente principal ..	112
Figura 28 –	Dendrograma construído a partir da análise de agrupamento pelo método UPGMA das classes de químicas de 152 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> obtidas na literatura e nessa Dissertação ..	113
Figura 29 –	Mapa de quimiodiversidade de classes químicas presentes nos óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> , com base nos dados obtido da literatura e identificados nos acessos de Niterói/ RJ e Teresópolis/RJ, no mês de Janeiro de 2017.....	114
Figura 30 –	Análise de correlação de Pearson entre as classes químicas presentes nos óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> (n=152), segundo dados obtidos da literatura e produzidos nessa Dissertação, e a localização do indivíduo (latitude).....	115

Figura 31 – Gráfico de <i>box plot</i> correlacionando 129 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> identificados nesse trabalho e obtidos na literatura, com relação à sua disposição nos biomas brasileiros, e com o número de substâncias identificadas e teor em área normalizadas das classes de substâncias	117
Figura 32 – Dendrograma construído a partir da composição química de 152 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> dessa Dissertação e obtidas da literatura, com base na análise agrupamento hierárquico pelo método UPGMA	118
Figura 33 – Quimiogeografia do polimorfismo químico de óleo essencial de <i>P. aduncum</i> por acessos dessa Dissertação e obtidos da literatura	119
Figura 34 – Gráfico <i>loadings</i> construído a partir da composição química de 152 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> dessa Dissertação e obtidas da literatura, com base em análise de componente principal.....	120
Figura 35 – Gráfico <i>score</i> e dendrograma construído a partir da composição química de 57 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> obtidas da literatura, com base em análise de componente principal	121
Figura 36 – Gráfico <i>score</i> e dendrograma construído a partir da composição química de 26 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> obtidas da literatura, com base em análise de componente principal	123
Figura 37 – Gráfico <i>score</i> e dendrograma construído a partir da composição química de 48 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> obtidas da literatura, com base em análise de componente principal	124
Figura 38 – Gráfico <i>score</i> e dendrograma construído a partir da composição química de 21 amostras de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> obtidas da literatura, com base em análise de componente principal	125

Figura 39 –	Substâncias majoritárias 1,8-cineol (1), linalool (2), β -elemeno (3), α -humuleno (4), α -eudesmol (5), germacreno D (6) e benzoato de benzila (7) presentes nos óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> de Teresópolis/RJ e Niterói/RJ	127
Figura 40 –	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. mollicomum</i> coletada no acesso de Niterói/ RJ (PMN), referente ao mês de janeiro de 2017 .	128
Figura 41 –	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. mollicomum</i> coletada no acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), referente ao mês de janeiro de 2017.....	136
Figura 42 –	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. mollicomum</i> coletada no acesso do Rio de Janeiro/ RJ (PMR), referente ao mês de janeiro de 2017.....	144
Figura 43 –	Médias mensais e diagrama ombrotérmico correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) da cidade do Rio de Janeiro/ RJ, no período de janeiro 2017 a janeiro de 2018.....	151
Figura 44 –	Comparações das variações dos rendimentos (%) de óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> em diferentes acessos e relacionados com as médias mensais nos acessos de Niterói/ RJ, Teresópolis/ RJ e Rio de Janeiro/ RJ, correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.....	152
Figura 45 –	Variações das classes químicas identificadas nos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> no acesso de Niterói/ RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.....	157

Figura 46 –	Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> no acesso de Niterói/ RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018	158
Figura 47 –	Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> no acesso de Teresópolis/ RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018	158
Figura 48 –	Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> no acesso de Rio de Janeiro /RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018	159
Figura 49 –	Dendrograma e gráfico de <i>two-way joining</i> de 13 amostras de óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> do acesso de Niterói/ RJ (PMN), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.....	161
Figura 50 –	Dendrograma e gráfico de <i>two-way joining</i> de 13 amostras de óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> do acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), de janeiro de 2017 a janeiro 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.....	162
Figura 51 –	Dendrograma e gráfico de <i>two-way joining</i> de 13 amostras de óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (A1-2), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA	163
Figura 52 –	Cromatogramas dos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> coletada no horário de 0:00 h, no acesso de Rio de Janeiro/RJ (PMR)	165

Figura 53 – Médias mensais, diagrama ombrotérmico e médias de três em três horas das 24 horas de coleta correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%), radiação global (kJ/m ²) e temperatura média (°C) da cidade do Rio de Janeiro/RJ, no período de janeiro 2017 a janeiro de 2018 e nas quinzenas do mês de março e outubro de 2017	175
Figura 54 – Rendimentos dos óleos essenciais (%) obtidos das coletas de três em três horas, comparando suas variações e distribuição diária no ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> com à normal climatológica dos fatores ambientais umidade (%) e temperatura média (°C) no acesso do Rio de Janeiro/ RJ, nos meses de março e outubro de 2017	174
Figura 55 – Distribuições das variações das classes químicas de óleos essenciais de folhas de <i>P. mollicomum</i> coletadas na Floresta da Tijuca/RJ em março e outubro de 2017, durante 24 horas, em intervalos de três em três horas	178
Figura 56 – Comparação das variações dos componentes majoritários de óleos essenciais do ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> no acesso de Rio de Janeiro/ RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais temperatura (°C) e umidade (%) de março de 2017	179
Figura 57 – Comparação das variações dos componentes majoritários de óleos essenciais do ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> no acesso de Rio de Janeiro/RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais temperatura (°C) e umidade (%) de outubro de 2017	180
Figura 58 – Dendrograma e gráfico de <i>two-way joining</i> das 16 amostras de óleos essenciais do ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> do acesso do Rio de Janeiro/ RJ (PMR) nos meses de março (PMR-Mar) e outubro (PMR-Out), de três em três horas de um dia, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA	182

Figura 59 – Cromatograma do óleo essencial de <i>P. mollicomum</i> (PM) cultivadas em casa de vegetação colhidas no mês de dezembro de 2017	185
Figura 60 – Variações das classes químicas nos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> cultivadas a partir dos espécimes obtidos dos acessos de Niterói/RJ (PMN), Teresópolis/RJ (PMT), Rio de Janeiro/RJ (PMR) em casa de vegetação por primeira (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda (PMN2/PMT2/PMR2) gerações, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018	193
Figura 61 – Dendrogramas e gráficos <i>score</i> construídos com 51 amostras de óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> , divididas e correlacionadas com estudos sazonal dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PMT), Rio de Janeiro/ RJ (PMR) em casa de vegetação por primeira (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda (PMN2/PMT2/PMR2) gerações, baseado em análise de componente principal	195
Figura 62 – Dendrograma das 67 amostras de óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PMT), Rio de Janeiro/ RJ (PMR) e seus exemplares cultivadas em primeira (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda (PMN2/PMT2/PMR2) gerações, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA	196
Figura 63 – Gráfico de <i>two-way joining</i> das 51 amostras de óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PMT), Rio de Janeiro/ RJ (PMR) e seus exemplares cultivadas em primeira (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda (PMN2/PMT2/PMR2) gerações, baseado em análise de agrupamento	197

Figura 64 –	Gráficos <i>score</i> e <i>loadings</i> construídos a partir da composição química de 77 amostras de óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> dessa Dissertação e obtidas da literatura, com base em análise de componente principal	202
Figura 65 –	Dendograma construído a partir da composição química de 77 amostras de óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> dessa Dissertação e obtidas da literatura, com base na análise agrupamento hierárquico pelo método UPGMA.....	204
Figura 66 –	Esquema ilustrativo da comparação da variações de classes químicas, altitudes, temperatura e precipitação.....	217
Figura 67 –	Esquema ilustrativo do ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> baseado nas substâncias majoritárias dos OE produzidos no mês de março de 2017	218
Figura 68 –	Biossíntese da formação de monoterpenos presentes nos OE do ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i>	219
Figura 69 –	Esquema ilustrativo do ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> baseado nas substâncias majoritárias dos OE produzidos no mês de Outubro de 2017	220

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracteres morfológicos comparativos entre as espécies <i>Piper aduncum</i> L. e <i>Piper mollicomum</i> Kunth	33
Tabela 2 –	Caracterização dos locais de coletas dos acessos de <i>P. aduncum</i> (PA) e <i>P. mollicomum</i> (PM) no Estado do Rio de Janeiro	37
Tabela 3 –	Atributos do solo de cinco áreas de ocorrência de <i>P. aduncum</i> (PA) e <i>P. mollicomum</i> (PM) no Estado do Rio de Janeiro e do substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças® utilizado para o cultivo das espécies em casa de vegetação	39
Tabela 4 –	Sobrevivência (%) das espécies <i>P. aduncum</i> e <i>P. mollicomum</i> após 60 dias de plantio de estacas cultivadas em casa de vegetação	45
Tabela 5 –	Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de <i>P. aduncum</i> (PA) do acesso de Niterói/RJ (PAN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018	52
Tabela 6 –	Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de <i>P. aduncum</i> (PA) do acesso de Teresópolis/ RJ (PAT) nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018	57
Tabela 7 –	Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> do acesso de Niterói/ RJ (PAN)	66
Tabela 8 –	Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas de óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> do acesso de Teresópolis/RJ (PAT)	67

Tabela 9 –	Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de <i>P. aduncum</i> (PA) da primeira geração (PAN1/PAT1) e da segunda geração (PAN2/ PAT2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói (PAN) e Teresópolis (PAT), colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018.....	76
Tabela 10 -	Levantamento da composição química do óleo essencial de <i>P. aduncum</i> de diferentes acessos nos Estados do Acre (AC), Amapá (AP) e Amazônia (AM), no Brasil	86
Tabela 11 –	Levantamento da composição química do óleo essencial de <i>P. aduncum</i> de diferentes acessos nos Estados do Para (PA), Roraima (RO) e Tocantins (TO), no Brasil	89
Tabela 12 –	Levantamento da composição química do óleo essencial de <i>P. aduncum</i> de diferentes acessos do Estado do Maranhã (MA), Pernambuco (PE), Distrito Federal (DF), Mato Grosso (MT), no Brasil	93
Tabela 13 –	Levantamento da composição química do óleo essencial de <i>P. aduncum</i> de diferentes acessos do Estado de Minas Gerais (MG) no Brasil	96
Tabela 14 –	Levantamento da composição química do óleo essencial de <i>P. aduncum</i> de diferentes acessos dos Estados de Minas Gerais (MG), São Paulo (SP) e Paraná (PA) no Brasil	100
Tabela 15 –	Levantamento da composição química do óleo essencial de <i>P. aduncum</i> de diferentes acessos dos países Cuba, Colômbia, Costa Rica, Bolívia, Equador, Nova guiné, Panamá, Malasia e Pacífico Sul	105

Tabela 16 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de <i>P. mollicomum</i> (PM) do acesso de Niterói/ RJ (PMN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018	129
Tabela 17 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de <i>P. mollicomum</i> (PM) do acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018	137
Tabela 18 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de <i>P. mollicomum</i> (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018	145
Tabela 19 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> do acesso de Niterói/RJ (PMN)	153
Tabela 20 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> do acesso de Teresópolis/RJ (PMT).....	154
Tabela 21 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR)	155
Tabela 22 – Constituição química, rendimentos e ciclo vegetativo dos óleos essenciais (OE) das folhas no ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de março de 2017.....	166
Tabela 23 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) do ciclo circadiano das folhas de <i>P. mollicomum</i> (PM) dos acessos de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de outubro de 2017	167
Tabela 24– Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais do ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> do acesso de Rio de Janeiro/RJ (PMR), no mês de março de 2017	177

Tabela 25 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais do ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> do acesso de Rio de Janeiro/RJ (PMR) no mês de outubro de 2017 ...	177
Tabela 26– Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de <i>P. mollicomum</i> (PM) de primeira geração (PMN1 /PMT1/PMR1) e segunda geração (PAN2/PAT2/PMR2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PAT) e Rio de Janeiro/ RJ, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018	186
Tabela 27 – Levantamento da composição química do óleo essencial de <i>P. mollicomum</i> , de diferentes acessos do Brasil, publicados na literatura	198
Tabela 28 – Números de táxons de espécies superiores encontrados nos Biomas das áreas de coleta de <i>P. aduncum</i> para extração de óleos essenciais.....	212
Tabela 29 – Possíveis quimiotipos sugeridos para <i>P. aduncum</i> no período de 2009 a 2018.....	214
Tabela 30 – Algumas atividades biológicas associadas a quimiotipos de <i>P. aduncum</i> sugeridos nos períodos de 2009 a 2018.....	215

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAH	Análise de Agrupamento Hierárquico
Abr	abril
ACP	Análise de Componente Principal
Ago	agosto
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATP	trifosfato de adenosina
Axis 1	Eixo 1 do agrupamento de componente principal
Axis 2	Eixo 2 do agrupamento de componente principal
CG	Cromatografia com Fase Gasosa
CG-DIC	Cromatografia com Fase Gasosa acoplada a detector de ionização por chamas
CG-EM	Cromatografia com Fase Gasosa acoplado à Espectrometria de Massa
CGEN	Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Dez	dezembro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fev	fevereiro
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FPP	pirofosfato de farnesila
GGPP	pirofosfato de geranilgeranila
GPP	pirofosfato de geranila
h	horas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMT	Instituto Nacional de Meteorologia
Inv	inverno
IPP	pirofosfato de isopentenila

IR	Índice de Retenção
IRcalc	Índice de Retenção Calculado
IRlit	Índice de Retenção da Literatura
ISO	International Organization for Standardization
Jan17	janeiro de 2017
Jan18	janeiro de 2018
Jul	julho
Jun	junho
LPP	pirofosfato de linalila
Mai	maio
Mar	março
MEP	metileritritol fosfato
MH	monoterpenos hidrocarbonetos
MO	monoterpenos oxigenados
Nov	novembro
OE	Óleo Essencial
OMS	Organização Mundial da Saúde
Out	outono
PA	<i>Piper aduncum</i> L.
PAN	<i>Piper aduncum</i> do acesso de Niterói
PAN1	<i>Piper aduncum</i> obtida de Niterói/RJ cultivada em primeira geração
PAN2	<i>Piper aduncum</i> obtida de Niterói/RJ cultivada em segunda geração
PAT	<i>Piper aduncum</i> do acesso de Teresópolis
PAT1	<i>Piper aduncum</i> obtida de Teresópolis/RJ cultivada em primeira geração
PAT2	<i>Piper aduncum</i> obtida de Teresópolis/RJ cultivada em segunda geração
PC1	primeiro componente principal
PC2	segundo componente principal
pH	potencial de hidrogênio iônico

PM	<i>Piper mollicomum</i> Kunth
PMN	<i>Piper mollicomum</i> do acesso de Niterói
PMN1	<i>Piper mollicomum</i> obtida de Niterói/RJ cultivada em primeira geração
PMN2	<i>Piper mollicomum</i> obtida de Niterói/RJ cultivada em segunda geração
PMR	<i>Piper mollicomum</i> do acesso da Floresta da Tijuca do Rio de Janeiro
PMR1	<i>Piper mollicomum</i> obtida de Rio de Janeiro cultivada em primeira geração
PMR2	<i>Piper mollicomum</i> obtida de Rio de Janeiro cultivada em segunda geração
PMT	<i>Piper mollicomum</i> do acesso de Teresópolis
PMT1	<i>Piper mollicomum</i> obtida de Teresópolis/RJ cultivada em primeira geração
PMT2	<i>Piper mollicomum</i> obtida de Teresópolis/RJ cultivada em segunda geração
Prim	primavera
RB	Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro
RJ	Estado do Rio de Janeiro
SD	desvio padrão
Set	setembro
SH	sesquiterpenos hidrocarbonetos
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SO	sesquiterpenos oxigenados
UPGMA	<i>Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages</i>
UTO	Unidade Taxonômica Operacional
Ver	verão

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
>	Maior que
<	Menor que
°C	Grau Celsius
±	Mais ou menos
cm	Centímetros
α	Alfa
β	Beta
δ	Delta
γ	Gama
cmolc.dm⁻³	Centimol de carga por decímetro cúbico
dag.g⁻¹	Decagrama por grama
g	Gramma
h	Horas
L	Litro
kJ/m²	Kilojoules por metro quadrado
m	Metro
m(%)	Porcentagem de saturação por alumínio
mg	Miligramas
mg.g⁻¹	Miligramas por grammas
mg.kg⁻¹	Miligrama por quilogramas
mg.L⁻¹	Miligrama por litro
ml.min⁻¹	Mililitro por minuto
mm	Milímetro
pH	Potencial de hidrogênio iônico
ppm	Parte por milhão
r²	Coefficiente de linearidade
µl	Microlitro

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	13
1	REVISÃO DA LITERATURA	14
1.1	Metabolismo vegetal	14
1.1.1	<u>Metabolismo especial</u>	15
1.1.2	<u>Óleos essenciais: funções ecológicas e fatores de variabilidade</u>	16
1.2	Quimiodiversidade e plasticidade fenotípica com base nos óleos essenciais	22
1.3	Piperaceae Giseke Prae. Ord. Nat. Pl. 123. 1792	26
1.3.1	<u>Piper mollicomum Kunth, Linnaea 13: 6448. 1839</u>	29
1.3.2	<u>Piper aduncum Linnaea, Sp. Pl. 29. 175</u>	31
2	OBJETIVOS	35
2.1	Objetivo Geral	35
2.2	Objetivos Específicos	35
3	MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1	Coleta do material vegetal em campo.	36
3.2	Estabelecimento do cultivo em casa de vegetação	37
3.3	Análises da composição do solo e dados climáticos	39
3.4	Extração de óleos essenciais	41
3.5	Análises para elucidar as composições químicas dos óleos essenciais.	41
3.6	Processamentos de dados e análises estatísticas	42
4	RESULTADOS	45
4.1	Cultivo de <i>Piper aduncum</i> L. e <i>Piper mollicomum</i> Kunth	45
4.2	Considerações sobre as análises dos solos dos acessos e utilizado no cultivo	49
4.3	Composição química e rendimento dos óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> coletada a campo	50
4.4	Composição química e rendimentos dos óleos essenciais de <i>P. aduncum</i> cultivadas em casa de vegetação e comparação com as amostras coletadas a campo	74

4.5	Análise quimiogeográfica e da quimiodiversidade dos óleos essenciais de <i>Piper aduncum</i> L.	85
4.6	Composição química e rendimentos dos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> coletada a campo	126
4.6.1	<u>Composição química dos óleos essenciais do ciclo circadiano de <i>P. mollicomum</i> coletada a campo</u>	164
4.7	Composição química e rendimentos dos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i> cultivadas em casa de vegetação e comparação com as amostras coletadas a campo	183
4.8	Análise da quimiodiversidade dos óleos essenciais de <i>P. mollicomum</i>.	198
5	DISCUSSÃO	204
	CONCLUSÃO	222
	REFERÊNCIAS	225
	APÊNDICE A – Mapas de quimiodiversidade.....	243
	APÊNDICE B – Gráfico de <i>Box Plot</i>	245

INTRODUÇÃO

A eminente perda de biodiversidade decorrente das ações antrópicas não provoca apenas a extinção de espécies, afeta também, direta ou indiretamente, a economia, a saúde e o bem-estar do ser humano. No século XXI, com apreensão de um possível processo de extinção, intensificou-se uma corrida para o desenvolvimento científico e tecnológico com finalidade de entender os fenômenos e a complexidade da diversidade em espécies e em táxons (SIMÕES *et al.*, 2017).

Essa preocupação aumentou quando foram reconhecidas áreas denominadas de *hotspots* da biodiversidade, caracterizadas como ambientes com elevada riqueza, endemismos e nos quais se encontram espécies extremamente ameaçadas de extinção. No território brasileiro, a Mata Atlântica e o Cerrado são considerados *hotspots*, devido ao grande nível de degradação relacionado, em sua maioria, às ações antrópicas durante a construção sócio-histórica do país. Dessa forma, existe a necessidade de se acentuar estudos relacionados às espécies presentes nessas regiões (SIMÕES *et al.*, 2017).

A diversidade vegetal apresenta-se como componente significativo da biodiversidade. No mundo cerca de 20% das plantas foram submetidas a algum estudo científico, e grande parte das espécies nativas brasileiras não foram estudadas de forma adequada (NINO *et al.*, 2006; FOGLIO *et al.*, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2009). Além disso, estima-se que aproximadamente 50% das espécies vegetais existentes no Brasil possuem alguma propriedade medicinal advinda dos diversos princípios ativos derivados do metabolismo vegetal, como as espécies da família Piperaceae (MONT'ALVERNE; ANDRADE, 2011).

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Metabolismo vegetal

A biodiversidade envolve diferentes níveis organizacionais, tais como biogeográfico (biomas), morfológico (organismos), metabólico (substâncias) e funcional (bioatividades). Esses níveis se inter-relacionam de maneira direta e se adaptaram (especializaram) no decorrer da evolução (GOTTLIEB *et al.*,1996; GOTTLIEB *et al.*, 2012).

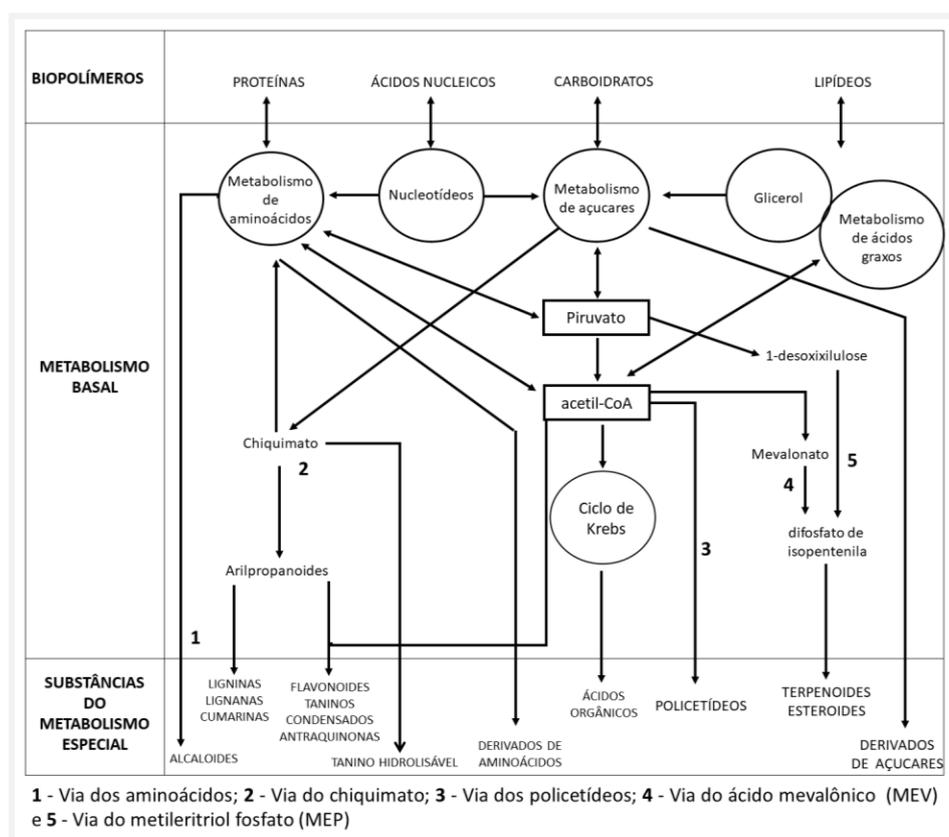
Dentre esses níveis, para as espécies vegetais, está o metabolismo, que se define como um conjunto de reações químicas que ocorrem continuamente nas células das plantas. Este sistema funciona mediado pelo controle de matéria-prima por uma unidade informativa (código genético) e que direciona a formação de catalisadores (enzimas) que participam da produção de substâncias orgânicas (metabólitos). Os caminhos de produção desses metabólitos são denominados de rotas metabólicas. Nas células vegetais podem ser produzidas, ou não, de forma compartimentalizada, como por exemplo, as produções realizadas nos plastídios e no citosol, com finalidade de reserva, ou até mesmo com ações específicas (GOTTLIEB *et al.*,1996; GOTTLIEB *et al.*, 2012;WENG *et al.*, 2012).

Alguns autores, para melhor compreensão da funcionalidade desse metabolismo vegetal, o dividiram em dois, nos quais se define: I- Metabolismo Basal (*i.e.* metabolismo primário): conjunto de transformações que realiza as produções de substâncias em grande escala, que se apresenta em distribuição universal nos seres vivos, denominado de macromoléculas, como por exemplo, os carboidratos, proteínas e lipídeos. É destinado, principalmente, para à manutenção da vida e à reprodução; II – Metabolismo Especial (*i.e.* metabolismo secundário): conjunto de transformações que realiza produções de substâncias em menor escala que não são necessariamente vitais ao organismo produtor e possui distribuições restritas (GOTTLIEB *et al.*,1996; GOTTLIEB *et al.*, 2012; SIMÕES *et al.*, 2017).

1.1.1 Metabolismo especial

Os metabólitos especiais são caracterizados como vocábulos da linguagem ecológica/evolutiva, responsáveis pela existência, sincronização e modulação de redes metabólicas, orgânicas e biogeográficas (“auto-organização” e “autorregulação”) (GOTTLIEB *et al.*, 2012). Esses metabólitos são produzidos em interação com o metabolismo basal, por diversas rotas biossintéticas, como as vias dos ácidos aminados, do chiquimato, dos policetídeos, do ácido mevalônico e do metileritriol fosfato (Figura 1). As substâncias têm suas origens a partir da glicólise, do ciclo da pentose-fosfato e do ciclo de Krebs, que são fontes de vários açúcares (trioses, tetroses) e ácidos carboxílicos (acetato, piruvato, 2-oxoglutarato) (DEWICK, 2002; SIMÕES *et al.*, 2017).

Figura 1 – Principais rotas e relações biossintéticas entre o metabolismo basal e especial.



Fonte: adaptado de Simões *et al.*, 2017, f.153.

Diversas classes de substâncias são obtidas por essas rotas metabólicas, entre elas estão os alcaloides, lignanas/ neolignanas, cumarinas, flavonoides, taninos condensados e hidrolisáveis, antraquinonas, ácidos orgânicos, policetídeos, terpenoides, esteroides, derivados de açúcares/ ácidos aminados, entre outros (Figura 1) (DEWICK, 2002; SIMÕES *et al.*, 2017).

As plantas sintetizam uma diversidade de metabólitos especiais com diferentes níveis de complexidade. Essas substâncias podem ser produzidas em uma distribuição restrita por grupos, família, gênero ou espécies vegetais. A depender dessas, podem ser determinados marcadores químicos para facilitar a identificação taxonômica. Essa metodologia é propósito dos estudos em quimiosistemática (*i.e.* quimiotaxonomia) (DEWICK, 2002; WENG *et al.*, 2012; SIMÕES *et al.*, 2017). Por exemplo, com intuito de auxiliar nas identificações de espécies da família Asteraceae, podem-se utilizar as lactonas sesquiterpênicas como marcadores químicos. Como também, utilizam-se outros terpenoides presentes nos óleos essenciais de espécies das famílias Rutaceae, Piperaceae e Lamiaceae (FIGUEIREDO *et al.*, 2008; KAPLAN *et al.*, 2010; SIMÕES *et al.*, 2017).

1.1.2 Óleos essenciais: funções ecológicas e fatores de variabilidade

Os óleos essenciais (OE), também denominados de voláteis ou etéreos, são definidos segundo a *International Organization For Standardization* (ISO, n. 9235 de 2013), como misturas complexas de composições químicas variadas, obtidas através das técnicas de destilação a partir de matéria-prima natural de origem vegetal e/ou processos mecânicos a partir de pericarpos de frutos cítricos. Outros métodos também podem fornecer OE, tais como: enfloração (do francês *enfleurage*); arraste por vapor d'água; extração por solvente; ultrassom; e fluido supercrítico (SIMÕES *et al.*, 2017; HASHEMI *et al.*, 2018).

Na história do homem, os OE sempre tiveram um significado para cerimônias religiosas, alimentação e prática de cura. Existem relatos em pinturas rupestres sobre o

uso de fumaças aromáticas, na pré-história, para prática de cultuar divindades e entidades. Em 2700 a.C, na China, no livro *Shen Nung*, já era descrito uma lista de essências para uso em tratamentos de doenças. Vale ressaltar que somente durante as cruzadas os conhecimentos sobre os OE se difundiram, já que os árabes aperfeiçoaram as técnicas e os aparatos de destilação. Somente em 1563, por Giovanni Battista Della, houve maior produção de conhecimentos e a separação dos primeiros OE puros, que até então eram soluções alcoólicas e hidrolatos. Apenas a partir dos Séculos XVI e XVII que houve uma expansão na comercialização e popularização dos OE, devido ao aumento do nível tecnológico (FRANCHOMME *et al.*, 2001).

Os OE possuem volatilidade, característica físico-química que os diferenciam de óleos fixos, que são misturas de lipídeos e, em sua maioria, são obtidos de sementes. Nos OE podem ser encontradas diversas substâncias com diferentes grupos funcionais, tais como hidrocarbonetos simples e terpênicos, álcoois simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas e cumarinas (SIMÕES *et al.*, 2017).

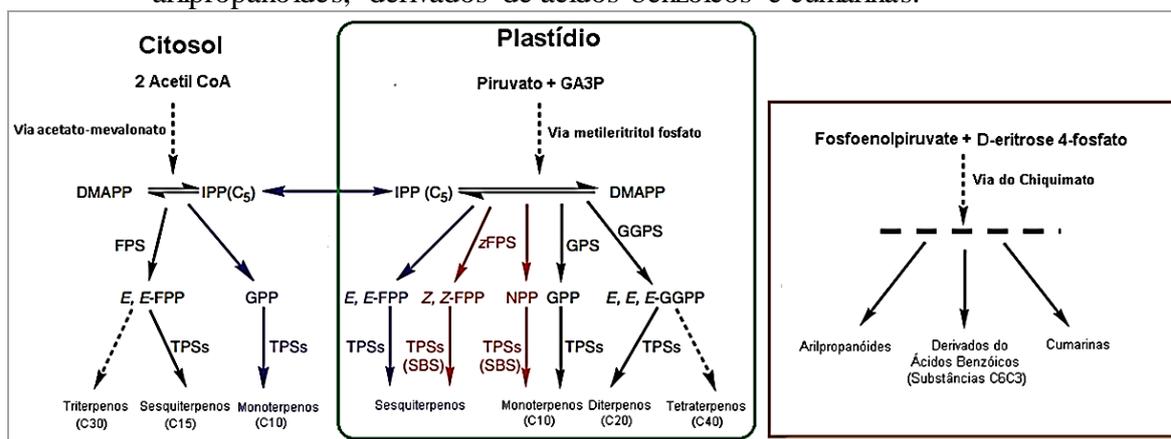
As classes mais quimiodiversas em OE são os terpenoides e arilpropanoides. A primeira é derivada de combinações de unidades prenílicas de cinco carbonos, denominados de difosfato de isopentenila (IPP) e seu isômero difosfato de γ,γ -dimetilalila (DMAPP). A partir dos precursores ativados, haverá condensação sequencial gerando o *2E*-difosfato de geranila (GPP, C₁₀), *2E,6E*-difosfato de farnesila (*E,E*-FPP, C₁₅) e *2E,6E,10E*-difosfato de geranilgeranila (*E,E,E*-GGPP, C₂₀). Reações subsequentes catalisadas pela enzima terpeno sintase (TPS), geram os esqueletos olefínicos, monoterpenos (C₁₀), sesquiterpenos (C₁₅) e diterpenos (C₂₀), respectivamente. A condensação em pares de FPP e GGPP, geram as classes de triterpenos (C₃₀) e tetraterpenos (C₄₀), respectivamente (Figura 2), não encontrados em OE (DEWICK, 2002; YU; UTSUMI, 2009; ABBAS *et al.*, 2017;). Podem ocorrer outras modificações adicionais nos esqueletos dessas substâncias, por uma diversidade de enzimas (hidroxilases, desidrogenases, redutases e metil-transferases de Citocromo P450), dando origem à grande variedade de diferentes metabólitos terpenoídicos (DEWICK, 2002; YU; UTSUMI, 2009; ABBAS *et al.*, 2017). Abbas e colaboradores (2017) afirmam que existe um novo caminho para a biossíntese de mono- e sesquiterpenos a partir dos difosfatos de *cis*-isoprenila, catalisado pela enzima sentaleno

e bergamoteno sintetase (SBS), usando os substratos *Z,Z*-FFP e difosfato de nerila (isômero *cis* do GPP), respectivamente (Figura 2).

Nas plantas superiores já é descrito que existem duas vias independentes para produção de terpenoides, localizadas em diferentes compartimentos intracelulares, no citosol, peroxissomos e retículo endoplasmático (Figura 2) (ABBAS *et al.*, 2017).

O IPP é derivado da via clássica de acetato-mevalonato (MVA), que se inicia com o processo de condensação de acetil-CoA. Ao mesmo tempo, nos plastídios, o IPP é gerado a partir de piruvato e gliceraldeído 3-fosfato (GA-3P), via fosfato de metileritritol (MEP). As duas vias mencionadas cooperam entre si durante algum tempo e fornecem o precursor de IPP para a biossíntese de terpenoides (Figura 3) (ABBAS *et al.*, 2017).

Figura 2 – Esquemas das rotas biossintéticas para produção dos principais componentes dos óleos essenciais: monoterpenos (C₁₀), sesquiterpenos (C₁₅), arilpropanóides, derivados de ácidos benzóicos e cumarinas.

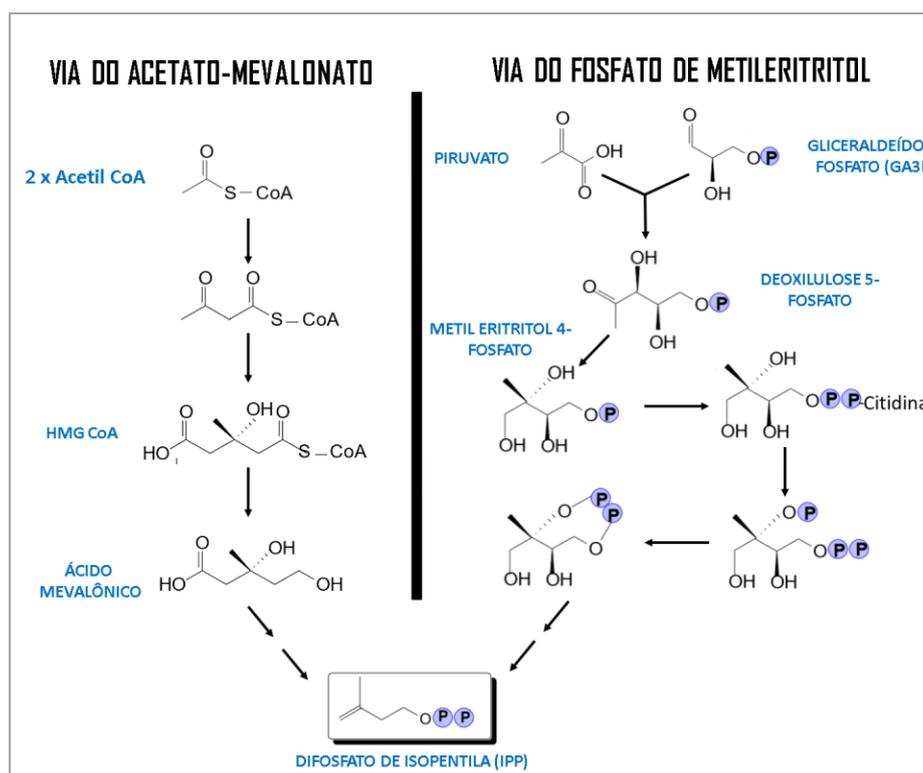


Fonte: adaptado de DEWICK, 2002, f. 121; YU; UTSUMI, 2009, f. 3045; ABBAS *et al.*, 2017.

Existem outras substâncias com importância quimiotaxônomica e encontradas em elevadas concentrações nos OE de plantas, como por exemplo, os arilpropanóides e benzenóides. Estas substâncias são produzidas a partir do metabolismo de açúcares pelos substratos fosfoenolpiruvato e eritrose-4-fosfato, gerando o ácido chiquímico. Esse intermediário é convertido à corismato, que logo em seguida é transformado em prefenato através de uma enzima mutase. O prefenato sofre uma desidratação, seguido de uma descarboxilação, originando o fenilpiruvato que é transaminado formando *L*-fenilalanina. Para produção da *L*-tirosina é observado que o mesmo prefenato produzido

sofre o processo de descarboxilação oxidativa, formando *p*-hidroxi fenilpiruvato, que também sofre transaminação, gerando a *L*-tirosina (MUHLEMANN *et al.*, 2004; DENG; LU, 2017). Em seguida, o ácido aminado *L*-fenilalanina é convertido pela enzima fenilalanina-amônia-liase (FAL), em processo de desaminação oxidativa, formando o ácido cinâmico.

Figura 3- Esquema simplificado das duas vias biossintéticas para formação do isopreno.



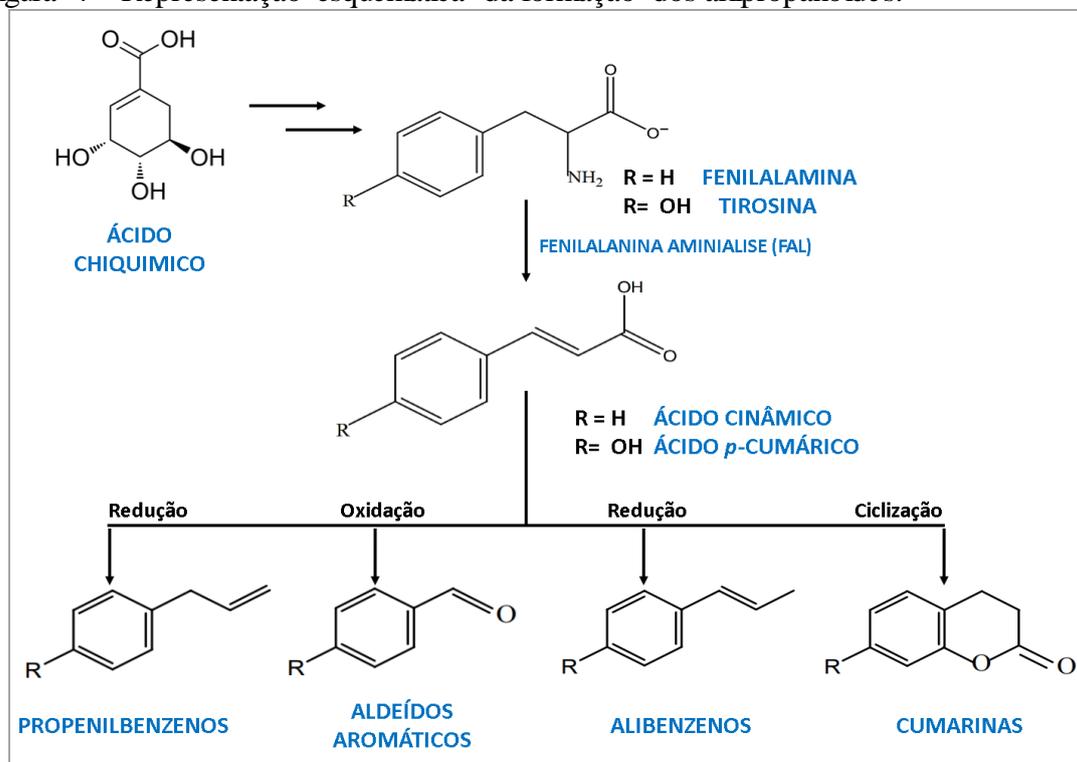
Fonte: adaptado de DEWICK, 2002, f. 170-17.

Legenda: : a) via do mevalonato e b) via do fosfato de metileritritol.

O ácido cinâmico é utilizada como substrato da enzima cinamato 4-hidroxilase, o que leva à biossíntese do ácido *p*-curmárico. A depender da estrutura do esqueleto carbônico gerado nessa via biossintética, pode-se dividir em três subclasses: benzenoides (C₆-C₁), arilpropanoides (C₆-C₃) e derivados relacionados (C₆-C₂). Desses, diversos grupos funcionais são formados por diferentes reações (por exemplo, oxidação com degradação das cadeias laterais, geram os aldeídos aromáticos; reduções enzimáticas produzem propenilbenzenos/ alibenzenos). Quando ocorrem ciclizações enzimáticas intramoleculares, a partir do ácido *cis* *p*-curmárico hidroxilado na posição

2, são originadas as cumarinas que são mais raras em OE (Figura 4) (MUHLEMANN *et al.*, 2004; DENG; LU, 2017; SIMÕES *et al.*, 2017;).

Figura 4 – Representação esquemática da formação dos arilpropanoídeos.



Fonte: adaptado de SIMÕES *et al.*, 2017, f.171.

Os OE exercem várias funções ecológicas, dentre essas estão a comunicação entre plantas (volatilização e lixiviação), defesa contra outras plantas (alelopatia positivas e negativas), defesa contra parasitas, fungos, bactérias e herbivoria, atração de disseminadores de sementes e polinizadores, interação com feromônios, proteção contra estresses ambientais (antioxidantes), bem como no processo de atração de inimigos naturais dos herbívoros (LOAIZA; CÉSPEDES, 2007; ABBAS *et al.*, 2017).

Vale ressaltar que a biossíntese da maioria dos metabólitos especiais, incluindo terpenos e arilpropanoídeos, tende a ocorrer em estágios específicos durante o desenvolvimento da planta e dentro de tecidos específicos. Dependendo do tecido/parte da planta em estudo, composições químicas totalmente diferentes podem ser obtidas (DEWICK, 2002; YU; UTSUMI, 2009; ABBAS *et al.*, 2017). Essa diferenciação na distribuição/armazenamento da biossíntese e das substâncias que compõe os OE nos diferentes compartimentos vegetativos tem interrelação com a questão evolutiva

específica de cada táxon, denominado de co-evolução bioquímica. Esse fato sugere uma especialização a depender das relações ecológicas estabelecidas durante a história dessa espécie no ambiente (GOTTLIEB *et al.*, 1996; FIGUEIREDO *et al.*, 2008; GOTTLIEB *et al.*, 2012).

O ambiente também influencia de forma direta na produção/composição química dos OE nas plantas de maneira qualitativa e quantitativa. As plantas respondem aos estímulos externos, com finalidade de sobreviver às adversidades impostas, através de modificações morfológicas ou fisiológicas como respostas imediatas. Dessa forma, didaticamente, é possível compreender que os fatores que influenciam/alteram a produção dos OE são três: os **bióticos**, **abióticos** e **bioquímicos/genéticos** (LOAIZA; CÉSPEDES, 2007; GOBBO-NETO; LOPES, 2007; GOTTLIEB *et al.*, 2012;).

- ✓ Os fatores bióticos envolvem a própria planta, como o estágio de desenvolvimento dos órgãos, dos tecidos, das células produtoras e dos estágios fenológicos. Outrossim, ainda existem modificações associadas às funções ecológicas, anteriormente mencionadas (LOAIZA; CÉSPEDES, 2007; FIGUEIREDO *et al.*, 2008; ABBAS *et al.*, 2017);
- ✓ Os fatores abióticos podem ser considerados aqueles que são derivados de aspectos físicos, químicos ou físico-químicos do meio ambiente, tais como o fotoperíodo, qualidade luminosa disponível, variações climáticas (umidade relativa, ventos e temperaturas), disponibilidade de nutrientes e de água, danos físicos, composição atmosférica (poluição), presença de reguladores do crescimento e variações sazonais (LOAIZA; CÉSPEDES, 2007; FIGUEIREDO *et al.*, 2008; ABBAS *et al.*, 2017);
- ✓ Os fatores genéticos e bioquímicos são os intrínsecos, tais como as multifuncionalidades enzimáticas, alterações epigenéticas que incluem mudanças na estrutura da cromatina (remodelação da cromatina/metilação do DNA), transcrição de genes inativos, como também estenose do cromossomo (dilatação, duplicação, inversão, translocação, *crossing over*) (LOAIZA; CÉSPEDES, 2007; FIGUEIREDO *et al.*, 2008; ABBAS *et al.*, 2017);

Entende-se que esses fatores não são dissociados e somam-se uns aos outros (ABBAS *et al.*, 2017; FIGUEIREDO *et al.*, 2008). Essas alterações nas composições químicas dos OE, derivadas da diversidade de rotas metabólicas e das enzimas catalisadoras de múltiplos substratos, se direcionam a promover riquezas estruturais e uma complexidade biossintética em plantas, que muitas das vezes, se apresentam restritamente a uma família, e alguns casos, em uma única espécie (WENG *et al.*, 2012).

1.2 Quimiodiversidade e plasticidade fenotípica com base nos óleos essenciais

A quimiodiversidade é a diversidade química oriunda das diversas variações proveniente das relações entre e intra os ecossistemas existentes, por meio da plasticidade fenotípica (GUO *et al.*, 2008; WENG *et al.*, 2012).

Assim como a biodiversidade, entender os conceitos de variações intraespecíficas é fundamental para compreender a quimiodiversidade. Ainda, as variações são medidas pelas expressões fenotípicas (fisiológico e morfológico), que são derivadas de um genótipo, quando exposto a diferentes ambientes (GUO *et al.*, 2008; WENG *et al.*, 2012).

Os OE são os que possuem classes de substâncias com o maior número em diversidade estrutural, sendo, então, importantes para os estudos sobre variações químicas em plantas e de contribuições para o entendimento da quimiodiversidade. A característica mais apreciável nos OE é o aspecto sensorial, envolvendo o sentido do olfato, pois as decorrentes alterações associadas às variações nas composições químicas podem, em alguns casos, ser perceptivo ao sistema humano e animal (SIMÕES *et al.*, 2017).

Até o final do Século XIX, pesquisadores já possuíam a compreensão de que os OE podiam ter sua composição química modificada de acordo com a região na qual as plantas eram cultivadas. Sendo assim, os OE comerciais recebiam, muitas vezes, o nome dessas regiões, que se denominavam geotipos (WOLFFENBÜTTEL, 2016). A primeira tentativa de classificação desses OE foi proposta em 1975 por Pierre Franchomme, com uma terminologia denominada por ele como “assinatura bioquímica das plantas”, ou

chemotype (ou *chimiotype* ou *race chimique*). Esses quimiotipos tinham como definição apenas a variação no componente principal dos OE de uma mesma espécie, nos diferentes ambientes. Em 2006, essa definição foi formalizada pela União Europeia pelo *Registration, evaluation and authorisation of chemicals* (REACH) (FRANCHOMME *et al.*, 2001).

Com os avanços dos estudos sobre os polimorfismos químicos dos OE surgiram diversos conceitos associados aos termos de Pierre Franchomme. O significado somente atinge a mais ampla compreensão, até o momento, quando foram considerados os fatores extrínsecos (a soma dos fatores bióticos e abióticos), e fatores intrínsecos (fatores bioquímicos e genéticos) (Figura 5). O entendimento sobre os fenômenos das variações intraespecíficas ampliou o conceito de quimiotipo e houve a introdução de outras classificações para OE, entre essas estão geotipo e ecotipo. Assim, esses termos são definidos como:

I - **Quimiotipos** (*i.e.* raça química): variações intraespecíficas contínuas expressas na alteração da substância química majoritária do OE de uma espécie, que são derivadas de pequenas alterações genéticas, e que proporcione pouco ou nenhum efeito na morfologia e grande mudança no fenótipo químico, sem inviabilizar o cruzamento com sucesso com outro membro da mesma espécie e podendo garantir a transferência da modificação hereditariamente. Tem como requisito uma expressão fenotípica química diferente, mesmo quando cultivado em ambiente diferente do habitat, com a existência de uma mesma espécie com elevado grau de concordância no genótipo (GUO *et al.*, 2008; HILAN *et al.*, 2011; POLATOGLU, 2013; HASHEMI *et al.*, 2018).

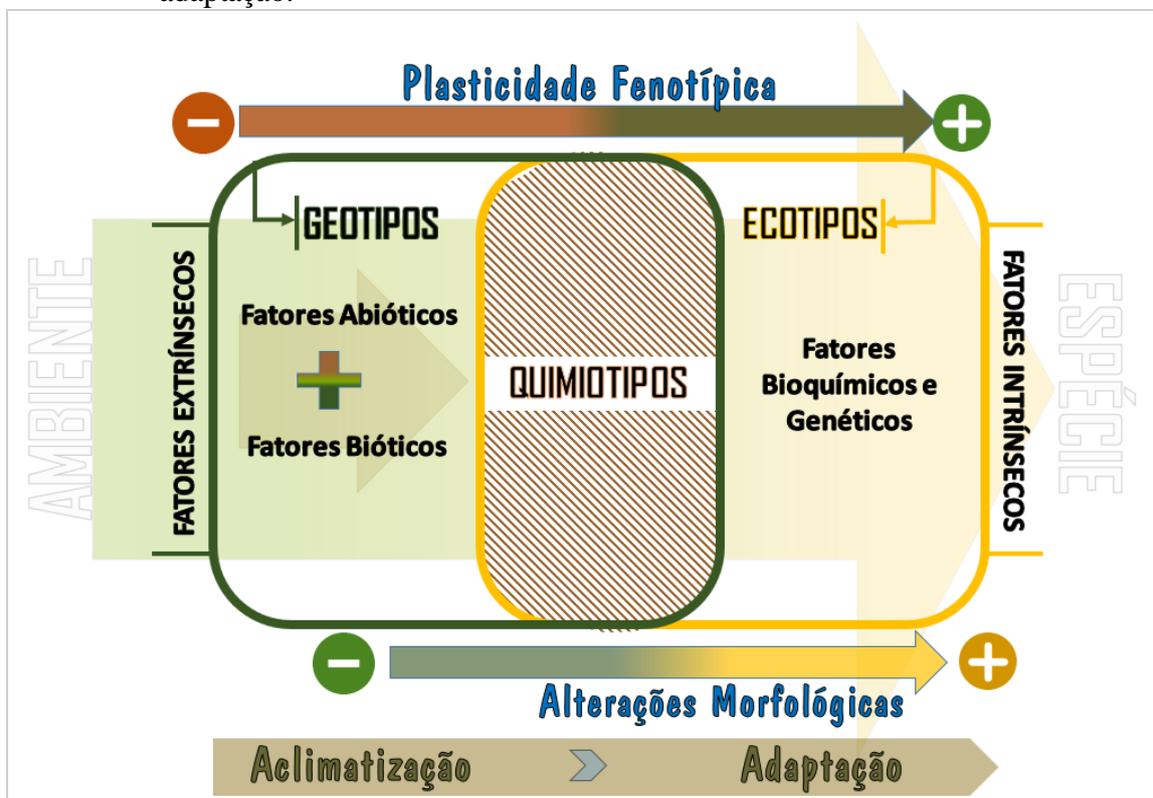
II – **Ecotipos** (*i.e.* raça ecológica): variações intraespecíficas contínuas expressas na alteração da substância química majoritária do OE de uma espécie, derivadas de alterações genéticas, com modificações morfológicas significativas e sem inviabilizar o cruzamento com sucesso com outro membro da mesma espécie. Tem como requisito a possibilidade de ter uma expressão fenotípica química e morfológica diferente, mesmo quando cultivado em ambiente diferente do habitat, com a existência de uma mesma espécie com elevado grau de concordância no genótipo (GUO *et al.*, 2008; HASHEMI *et al.*, 2018).

III – **Geotipos** (*i.e.* respostas ambientais; variações químicas): variações intraespecíficas descontínuas expressas nas alterações da substância química majoritária do OE de uma espécie, derivados, exclusivamente, das pressões associadas aos fatores abióticos e bióticos, sem inviabilizar o cruzamento com sucesso com outro membro da mesma espécie. Estes polimorfismos químicos estão associados aos processos de aclimatização, tendo como requisito ter uma expressão fenotípica química e morfológica igual, mesmo quando cultivado em ambiente diferente do habitat, com a existência de uma mesma espécie com elevado grau de concordância no genótipo (KURLOVICH, 1998; GUO *et al.*, 2008; WOLFFENBÜTTEL, 2016; HASHEMI *et al.*, 2018;).

Na literatura, muitas vezes, o termo quimiotipo é utilizado como sinônimo para geotipo e ecotipo. Para Guo e colaboradores (2008) esse fato advém da carência de orientação teórica sistemática sobre a temática. Segundo esses autores, existe uma relação muito alta entre o aumento de plasticidade fenotípica e o ecotipo. Relatam também, que existe uma relação entre plasticidade fenotípica morfológica com os quimiotipos, mas não é condicionante. Então, é postulado que todo quimiotipo pode ser um ecotipo e nem todo ecotipo é um quimiotipo (Figura 5). Para isso, é necessária uma análise sobre todos os fatores (ambientais e morfológicos), com finalidade de atribuir corretamente o conceito aos resultados (GUO *et al.*, 2008; POLATOGLU, 2013).

Comumente, o termo geotipo não é mais empregado cientificamente, apenas com finalidades comerciais, adotando apenas a nomenclatura variação química (HASHEMI *et al.*, 2018; WOLFFENBÜTTEL, 2016). O termo ecotipo foi introduzido recentemente para os estudos de OE (GUO *et al.*, 2008). Alguns autores apontam a existência dos quimiotipos em OE como um processo de especiação (FRELLO; HESLOP-HARRISON, 2000; TAVARES *et al.*, 2005).

Figura 5 – Esquema representativo das relações entre os conceitos de quimiotipos, ecotipos e geotipos em relações aos fatores de influência na produção de óleos essenciais, plasticidade fenotípica e o processo de aclimatização e adaptação.



A plasticidade fenotípica química em OE é vista como amplitude da variabilidade do fenótipo frente às mudanças ambientais, permitindo as plantas apresentarem diversas atividades biológicas (BRADSHAW, 1965; KAMADA *et al.*, 1999). Igualmente aos fatores culturais e genéticos, essas variabilidades químicas (genética-ambiente) podem justificar as diferenças de recomendações terapêuticas para plantas medicinais pelo saber popular em diferentes regiões (KAMADA *et al.*, 1999; HALBERSTEIN, 2005).

Na literatura, existem muitos relatos de espécies amplamente estudadas em torno da existência de polimorfismo químico dos OE. Inicialmente, essa preocupação na determinação de quimiotipos somente perpassou para as espécies comerciais, tais como tomilho (*Thymus vulgaris* L., Lamiaceae), manjeriço (*Ocimum basilicum* L., Lamiaceae) e absinto (*Artemisia absinthium* L., Asteraceae). Entre essas, o absinto era largamente utilizado para o preparo de uma bebida destilada na França. Em 1915, era considerada droga de abuso, por apresentar atividades psicotrópicas. Foi descrito que o

consumo dessa bebida causava sérios problemas de saúde, principalmente, neurotoxicidade. Essa atividade tóxica era conferida ao álcool. Com o desenvolvimento tecnológico, foi observado que essa atividade era proveniente da variação da produção química do monoterpene tujona, que se apresentava com teores entre 43,1 a 45,0 % nos OE de plantas cultivadas em Paris. Em outras localizações da França, no entanto, a tujona encontrava-se em concentrações menores que 8,4 % (FRANCHOMME *et al.*, 2001), explicando, portanto, as diferenças encontradas no efeito neurotóxico da bebida absinto. Atualmente, sabe-se que existem nove quimiotipos para o absinto (MOLINA *et al.*, 2008).

A busca por novos fármacos, o desenvolvimento de fitoterápicos e a padronização de princípios ativos em insumos e drogas vegetais, estimularam os estudos de outras espécies, baseados em pesquisas randomizadas e quimiosistemáticas. Observa-se um elevado número de investigações com foco na determinação de quimiotipos para os gêneros de *Ocimum* L., *Lippia* L., *Tymus* L., *Melaleuca* L., entre outros (KAMADA *et al.*, 1999; FRANCHOMME *et al.*, 2001).

As famílias Lamiaceae, Rutaceae, Myrtaceae, Zingiberaceae, Valerianaceae, Rosaceae, Poaceae, **Piperaceae** e Lauraceae são conhecidas por serem aromáticas e, por isso, apresentam diversos estudos sobre a variabilidade nos fenótipos intra e interespecies envolvendo os OE. Por esse motivo, as espécies dessas famílias são apontadas como fortes candidatos para descobertas de novas aplicações e atividades farmacológicas (FRANCHOMME *et al.*, 2001).

1.3 Piperaceae Giseke Prae. Ord. Nat. Pl. 123. 1792.

A família Piperaceae tem despertado grande interesse da comunidade científica, devido à grande diversidade química e às propriedades medicinais conferidas às suas espécies. Por exemplo, *Piper nigrum* L. (pimenta-do-reino) foi difundida mundialmente como especiaria e é popularmente utilizada como gotas digestivas para melhorar funcionamento estomacal (ANANDARAJ; SARMA, 1995).

A química de Piperaceae é caracterizada por substâncias derivadas da via biossintética do chiquimato (lignoides, derivados de ácidos cinâmicos), da via do

acetato-mevalonato (terpenoides) e de via mista (flavonoides, cromenos e amidas) (MOREIRA *et al.*, 2016).

A família Piperaceae pertence à superordem Nymphaeiflorae, ordem Piperales *sensu* Dahlgren (1989), composta por 5 gêneros (*Peperomia* Ruiz & Pav., *Piper* L., *Manekia* Trel., *Verhuellia* Miq. e *Zippelia* Blume) e cerca de 3700 espécies, com hábito herbáceo (ervas, trepadeiras e arbustos) ou arbóreo de pequeno porte (YUNCKER, 1972; QUIJANO-ABRIL *et al.*, 2006; WANKE *et al.*, 2006; FRENZKE *et al.*, 2015; APG IV, 2016; FLORA DO BRASIL, 2018). Essa família pertence ao grupo das angiospermas basais e anatomicamente é interessante, pois seus feixes vasculares são semelhantes aos das monocotiledôneas, no entanto, o que difere é seu crescimento em espessura através da atividade cambial, comuns em eudicotiledôneas (LOURENÇO; CARVALHO-SILVA, 2014).

As folhas das espécies de Piperaceae possuem uma diversidade na sua forma estrutural. Em sua maioria são alternas, menos frequentemente opostas ou verticiladas, simples, com ou sem estípulas (JARAMILLO; MANOS, 2001; SOUZA, 2012). A morfologia das flores das Piperaceae é facilmente identificada pelas suas inflorescências em forma de espiga, racemos ou umbela. Estas apresentam flores aclamídeas que podem ter de 2 a 6 estames e 1 a 4 estigmas, constituídas de flores hermafroditas protegidas por uma bractéola (SOUZA, 2012; LOURENÇO; CARVALHO-SILVA, 2014). Dados recentes demonstram que no Brasil ocorrem 464 espécies de Piperaceae, sendo 292 na Mata Atlântica, 244 na Amazônia e 103 no Cerrado, demonstrando, assim, a importância da Mata Atlântica para as espécies dessa família (FLORA DO BRASIL, 2018).

Seus representantes apresentam distribuição cosmopolita, sendo encontrados na América Central e na América do Sul (JARAMILLO; MANOS, 2001). No Brasil, as espécies de Piperaceae são distribuídas em três gêneros: *Manekia*, *Peperomia* e *Piper*. O gênero *Ottonia* Springel, com uma única espécie válida na Flora do Brasil 2020 em construção (*O. sampaioi* Yunck.) está em processo de sinonimização para *Piper*, já não sendo considerado pela comunidade científica um táxon válido (FLORA DO BRASIL, 2018).

No Brasil, o gênero *Piper* tem representantes em todos os biomas, concentrando o maior número de táxons na região Norte (184 táxons), seguido pela região Sudeste (148

táxons). Entre os Estados dessa última região, o Rio de Janeiro possui o maior número de representantes (104 táxons) (FLORA DO BRASIL, 2018).

Piper é um gênero Pantropical com indivíduos de porte arbustivo ou árvores pequenas. Seus indivíduos são bastante uniformes morfológicamente, com folhas simples e alternadas, com nós geniculados. Os caules também apresentam entrenós articulados aumentados. Suas espigas são opostas as folhas e as inflorescências apresentam flores pequenas, hermafroditas e dioicas (SOUZA, 2012; LOURENÇO; CARVALHO-SILVA, 2014). *Piper* tem sido um gênero modelo para estudos ecológicos e evolutivos, e as espécies são consideradas importantes, devido a seus frutos serem alimentos para morcegos frugívoros (DYER; PALMER, 2004; SILVA *et al.*, 2017; FLORA DO BRASIL, 2018).

A literatura registra o uso de *Piper* desde a pré-história, tanto para questões místicas-religiosas, como na medicina popular para o tratamento de doenças. No Brasil, por exemplo, *Piper umbellatum* L. é tradicionalmente usada na forma de infusão, como anti-inflamatório, e liturgicamente, para iniciação de membros de religiões de matrizes africanas (FATUMBI, 1995; MANDARINO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2017).

Existem outras espécies que, dos pontos de vista farmacológico e comercial, são muito importantes, como *Piper methysticum* G. Fosst., popularmente conhecida como kava-kava (*kawa-kawa*), presente na Farmacopeia Brasileira e altamente comercializada como suplemento alimentar e fitoterápico. Seu uso está diretamente ligado às atividades no sistema nervoso central, para tratamento de ansiedade, efeito conferido pela presença de cavalactonas nos extratos (BARBOSA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2017).

Deve-se destacar a química de substâncias voláteis e os grandes rendimentos dos OE de *Piper*, caracterizados pela presença de monoterpenos, sesquiterpenos e arilpropanoides que, não raro, são os constituintes majoritários da mistura (MOREIRA *et al.*, 2016). Como mencionado anteriormente, os OE são valorizados pelo mercado internacional, devido à sua grande importância para as indústrias farmacêutica, de cosméticos e de produtos de limpeza. Por exemplo, o OE de *Piper hispidinervium* C.DC., rico em safrol, é uma importante matéria-prima para síntese de substâncias na indústria de química fina (CREMASCO; BRAGA, 2010; SILVA *et al.*, 2017).

Os OE de *Piper* possuem diversas atividades biológicas, entre elas destacam-se antibacteriana, antifúngica, antiprotozoário, anti-inflamatória, antinociceptiva, citotóxica e potencial inibidora da acetilcolinesterase (SILVA *et al.*, 2017).

Na literatura existe um número grande de estudos em *Piper* sobre a variabilidade do fenótipo químico envolvendo o rendimento de OE e a variação dos componentes voláteis, decorrente de diferentes regiões geográficas e fatores bióticos/abióticos, bem como a existência de quimiotipos e influência dessas variações nas atividades farmacológicas (MAIA *et al.*, 1998; MAIA *et al.*, 2009; ALMEIDA *et al.*, 2009; ANDRADE *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2017).

A diversidade de uso popular idêntico e a difícil diferenciação morfológica entre as espécies de *Piper* torna recorrente a necessidade de investigações para diminuição de danos à saúde, pois o usuário pode confundir no ato do consumo (SILVA *et al.*, 2017). A demanda comercial por novos e melhor qualidade dos produtos vegetais para diversas aplicações demonstram que o uso de marcadores genéticos, bioquímicos e químicos dos componentes principais são eficazes para conservar o germoplasma e permitir o melhoramento genético (SEN *et al.*, 2010; CHAVEERACH *et al.*, 2016; SINGH *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2017).

A presença de complexos taxonômicos em espécies de *Piper* é bem comum. Isto está relacionado às espécies que compartilham características morfológicas ao ponto de tornar-se difícil a sua identificação. Amorim e Carvalho-Silva (2012) descrevem a existência e a importância da diferenciação do complexo *Piper aduncum* L., formado pelas espécies: *Piper aduncum* L.; *P. chimonanthifolium* Kunth; *P. flavicans* C. DC.; *P. fuliginum* Kunth; *P. gaudichaudianum* Kunth; *P. hispidinervum* C. DC.; *P. macedoi* Yunck.; *P. mollicomum* Kunth; e *P. malacophyllum* (C. Presl.) C.DC.

1.3.1 *Piper mollicomum* Kunth, Linnaea 13: 6448. 1839.

Piper mollicomum é uma espécie nativa, popularmente conhecida como apertarua, jaborandi, jaborandi-manso, pariparoba e rabo-de-galo. No Brasil, está presente nos Estados de Alagoas, Amazonas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo,

Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Rondônia, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins (GUIMARÃES; GIORDANO, 2004; GUIMARÃES; MONTEIRO, 2006; FLORA DO BRASIL, 2018;). Essa é uma espécie primária e heliófila, que possui dispersão zoocórica, sendo encontrada, comumente, em áreas antrópicas, florestas ombrófilas, estacionais, ciliares e semidecíduais, como também em restingas (CORRÊA; PENA, 1984; GUIMARÃES; GIORDANO, 2004; RUSCHEL, 2004; GUIMARÃES; MONTEIRO, 2006; FLORA DO BRASIL, 2018;).

No final do Século XIX, Peckolt e Peckolt (1888) já descreviam o uso dos frutos de *P. mollicomum* para tratamento de problemas estomacais no Brasil, como também para doenças venéreas; e o mastigatório da raiz era útil como anestésicos em dores nos dentes e gengivais. O livro “*The Chemistry of Essential Oils And Artificial Perfumes*”, publicado em 1908, foi um dos primeiros registros que descrevem o uso dessa espécie para produção de perfumes e sugere parâmetros para avaliar a qualidade de seus óleos essenciais. Outros documentos que citaram aplicações para a espécie foram o “*Dicionário das Plantas Úteis do Brasil - e das exóticas cultivadas*” em 1926, o livro “*Die Ätherischen Öle - The Volatile Oils*” em 1931 e o “*Dicionário Brasileiro de Plantas Mediciniais*” em 1941, exemplos de arquivos históricos que externaram a importância e o potencial medicinal, aromático e cosmético dessa espécie no Brasil para o mundo (PECKOLT, PECKOLT, 1888; PARRY, 1908; HOLMSTEDT *et al.*, 1979; CORRÊA; PENA, 1984).

Estudos em etnobotânica demonstraram que *P. mollicomum* é utilizada popularmente a partir de diferentes partes vegetais e com várias formas de preparos, tais como a infusão, decocção, **inalação**, maceração, tintura, e também o uso *in natura* (MEDEIROS *et al.*, 2005; DUARTE *et al.*, 2007; BRITO; SENNA-VALLE, 2011; MESSIAS *et al.*, 2015). Suas folhas são utilizadas como tônico capilar, para doenças hepáticas, aliviar dores na coluna, antileucorreico e na diminuição de fluxo menstrual severo (CORRÊA; PENA, 1984; MORS *et al.*, 2000; MEDEIROS *et al.*, 2004; MEDEIROS *et al.*, 2005; DUARTE *et al.*, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2007; BRITO; SENNA-VALLE, 2011; MESSIAS *et al.*, 2015;). Os frutos são empregados para o tratamento de transtornos do trato gastrointestinal e das infecções sexualmente transmissíveis. As raízes, na forma de infusão e *in natura*, são aplicadas como

anestésico local, com maiores relatos para dores de dente (PECKOLT; PECKOLT, 1888; CORRÊA; PENA, 1984; GUIMARÃES; GIORDANO, 2004; MESSIAS *et al.*, 2015).

Essa espécie é ainda utilizada nos cultos de religião de matrizes africanas como *banho de amaci*, para iniciação de membros, a partir das folhas dedicadas para o orixá Xangô. Associado a isso está o rigor para colheita das folhas, que nunca deve ser realizado depois das 18h. Em caso de obrigação para iniciação, as folhas são coletadas das quatro às cinco da manhã (GUEDES *et al.*, 1985; FATUMBI, 1995).

Para *P. mollicomum* é descrito diferentes metabólitos especiais como amidas, aristolactamas, chalconas, cromenos, cumarinas, derivados de ácido benzoico, terpenoides e flavonoides (DUARTE *et al.*, 2006; LAGO *et al.*, 2007; REIGADA, 2009; PINTO, 2012; JARDIM, 2012;). Na literatura, são apontados os potenciais farmacológicos dessa espécie, tais como, aumento da motilidade gastrointestinal (POTRICH *et al.*, 2014), antifúngico (LAGO *et al.*, 2007; REIGADA, 2009), antibacteriano (DUARTE *et al.*, 2006; DUARTE *et al.*, 2007; CORDOVA *et al.*, 2010), larvicida no controle da transmissão da dengue (GONCHE *et al.*, 2005), efeito analgésico periférico (JUNIOR *et al.*, 2002) e antinocepsivo (SOUZA *et al.*, 2014).

Medeiros e colaboradores (2007) descrevem o potencial tecnológico e a presença de 13 patentes com as aplicações cosméticas e para tratamento de transtornos ocasionados pela menopausa para *P. mollicomum*. Descreveram, ainda, que mesmo a espécie não possuindo um cultivo comercial, já apresenta uma difusão tecnológica.

Essa planta arbustiva chega a ter quatro metros de altura, de fácil propagação e crescimento, que não apresenta muitas exigências para o cultivo (MAGEVSKI, 2012).

1.3.2 *Piper aduncum* Linnaea, Sp. Pl. 29. 1753

Piper aduncum é conhecida no Brasil como aperta-ruão, pariparoba, erva-de-jaboti, jaborandi-do-mato, matico falso, pimenta-de-fruto-ganchoso, pimenta-de-macaco, pimenta-longa e tapa-buraco. No vocabulário tupi-guarani recebeu o nome de jaborandiba, que significa fruto que faz a língua dormir e salivar (POHLIT, 2013). Tem

ocorrência em quase todo Brasil, com exceção dos Estados de Sergipe e do Rio Grande do Sul (FLORA DO BRASIL, 2018).

Estudos etnobotânicos apontam diversos usos para *P. aduncum*, tais como adstringente, antisséptico (corte na pele), antimalárico, como bebida refrescante, digestivo, diurético, laxante, repelente de insetos, sedativo, e no tratamento para disenterias, dor de dente, dor de estômago, estimulante, gonorreia, hemorragias menstruais, hemorroidas e leucorréia (corrimento vaginal) (POHLIT, 2013; MAIA, 2001).

Piper aduncum ficou mundialmente conhecida por conta da história de um soldado espanhol, chamado pelo nome de Matico, que se feriu no Peru, e aprendeu com um grupo de indígena a utilizar as folhas *in natura* para estancar o sangramento da pele. Pelo seu relato, a planta recebeu o nome de erva-de-soldado ou mático. Posteriormente ao fato, um médico de Liverpool, em 1839, introduziu a espécie na medicina europeia e estadunidense como um hemostático e adstringente para tratamento de feridas (LOCK; ROJAS, 2004; MACEDO *et al.*, 1987).

No Brasil, o extrato hidroalcoólico das folhas dessa espécie, “Extrato Fluido de Aperta-Ruão” (*Extractum piperis aduncifluidum*), foi reconhecido na primeira Farmacopéia Brasileira (*Pharmacopéia dos Estados Unidos do Brasil*, 1926), sendo retirado na segunda edição (POHLIT, 2013).

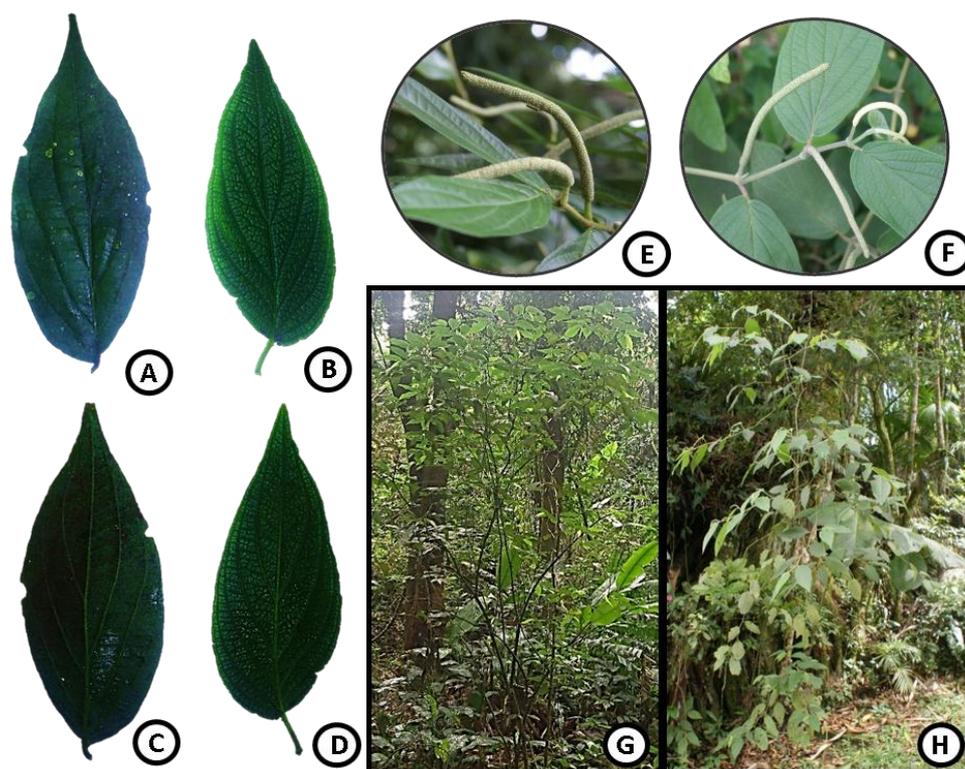
Em princípio, *P. aduncum* e *P. mollicomum* podem ser confundidas entre si, por apresentarem folhas de formas semelhantes, inflorescências curvas e frutos redondos. *Piper mollicomum*, contudo, pode ser distinguida quando adulto por apresentar menor porte, com ramos pilosos e folhas mais densas nas nervuras, bem como, na parte adaxial não são ásperas ao toque (TEBBS, 1993; FAZOLIN *et al.*, 2006; GUIMARÃES; CARVALHO-SILVA, 2012), como é apresentado na Tabela 1 e Figura 6.

Tabela 1 – Caracteres morfológicos comparativos entre as espécies *Piper aduncum* L. e *P. mollicomum* Kunth.

Caracteres		<i>Piper aduncum</i>	<i>Piper mollicomum</i>
Hábito		arbusto	arbusto
Altura		1,5-8m	1-4m
Folhas	– tamanho da lâmina	11-15,5x3,3-5,4cm	9-13x5-7cm
	– tamanho do pecíolo	2-5mm	0,5-1,2cm
	– textura da face adaxial	escabra	vilosa
	– textura da face abaxial	pubescente	vilosa
	– tricomas	ásperos ao tato	sedosos ao tato
	– ápice	acuminado	acuminado-falcado
	– base assimétrica	cordada	obtusos-cordada
	– nervação	eucamptódroma	eucamptódroma
	– nervura secundária	6-8	5-6
Espiga	– forma	curva	curva
	– tamanho	8-9,5x0,2-0,3cm	8-10x0,4-0,5cm
	– bractéolas	triangulares	subtriangulares
Frutos	– forma	obovoide	oblongo
	– lateral	não achatado	achatado

Fonte: adaptado de GUIMARÃES; CARVALHO-SILVA, 2012.

Figura 6 – Fotomacrografia de *Piper aduncum* L. em comparação com *Piper mollicomum* Kunth.



Legenda: *Piper aduncum* L.: A) Lâmina foliar com face adaxial; C) Face abaxial; E) Inflorescência; G) Hábito de um espécime com aproximadamente quatro metros. *Piper mollicomum* Kunth: B) Lâmina foliar com face adaxial; D) Face abaxial; F) Inflorescência; H) Hábito de um espécime com aproximadamente três metros.

Os OE de *P. aduncum* possuem nove quimiotipos descritos, com diversidade de atividades biológicas, tais como antibacteriana, antifúngica, acaricida, larvicida, repelente, antioxidante e antiprotozoário (SILVA *et al.*, 2017; MONZOTE *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2013b; OLIVEIRA *et al.*, 2013a).

O mais relevante dos trabalhos com *P. aduncum* foi a sugestão de **variabilidade nos fenótipos químicos na forma de quimiotipos** em Piperaceae, fato pouco explorado pela comunidade científica. No sentido de se aprofundar na importante questão sobre quimiotipos em Piperaceae, torna-se extremamente relevante dar continuidade aos estudos da composição química volátil de outros acessos de *P. aduncum*, bem como de uma espécie próxima do ponto de vista botânico, *P. mollicomum*.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar a composição química dos óleos essenciais de *Piper aduncum* L. e de *P. mollicomum* Kunth coletadas a campo em diferentes acessos no Estado do Rio de Janeiro e cultivadas em casa de vegetação, com finalidade de determinar possíveis quimiotipos.

2.2 Objetivos Específicos

- I. Realizar coletas por treze meses de folhas dos espécimes de *P. aduncum* e *P. mollicomum*, em diferentes acessos no Estado do Rio de Janeiro;
- II. Realizar coletas de folhas de três em três horas por 24hs nos meses de Março e Outubro de 2017 de um outro espécime de *P. mollicomum* do acesso da cidade do Rio de Janeiro-RJ, de acordo com o ritmo circadiano;
- III. Cultivar os espécimes coletados a campo em casa de vegetação, pelo método de estaquia, com finalidade de obter primeira e segunda geração;
- IV. Realizar a extração dos óleos essenciais das folhas dos espécimes coletados em campo nos diferentes acessos, e cultivados em casa de vegetação (1ª e 2ª gerações), por hidrodestilação;
- V. Elucidar a composição química dos óleos essenciais dos espécimes em estudo, empregando cromatografia em fase gasosa;
- VI. Verificar variações na composição química dos OE dos materiais estudados, correlacionando-as estatisticamente com fatores abióticos;
- VII. Determinar possíveis quimiotipos para as duas espécies a partir de correlações estatísticas entre os resultados obtidos neste trabalho e dados anteriores publicados na literatura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta do material vegetal em campo

Folhas e estacas foram coletadas de um indivíduo adulto de *Piper aduncum* L. e de um indivíduo adulto de *Piper mollicomum* Kunt com 3 a 4 m de altura, respectivamente, em regiões de Floresta de Mata Atlântica nas cidades de Niterói, Rio de Janeiro e Teresópolis, no Estado do Rio de Janeiro, em três diferentes níveis de altitudes. As coletas foram feitas com licenças concedidas pelo SISBIO (número 57296-1; código de autenticação 47749568) e CGEN sob nº 010771/2014-0. As identificações botânicas foram realizadas pela Dr^a Elsie Franklin Guimarães do Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) e amostras herborizadas foram depositadas no Herbário RB/JBRJ, com suas localizações e número de registro descritos na Tabela 2.

Como proposta para verificar variações na composição química dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* e de *P. mollicomum*, de acordo com a sazonalidade, foram coletadas entre 100 – 150g de folhas, mensalmente, de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, nos diferentes acessos, respeitando os espaçamentos de um mês entre as coletas no horário entre 9:00h e 10:00h. Durante as coletas foram registradas as atividades fenológicas dos espécimes em estudo, com avaliação de fase reprodutiva (constatação da presença de inflorescências e frutos) e fase vegetativa (sem a presença desses órgãos) (DEFAVERI *et al.*, 2011).

Com a finalidade de verificar possíveis variações na composição química volátil de acordo com o ritmo circadiano de *P. mollicomum*, foram coletadas folhas no acesso do Parque Nacional da Floresta da Tijuca de outro indivíduo, de três em três horas, nos horários de 00:00 h, 03:00 h, 06:00 h, 09:00 h, 12:00 h, 15:00 h, 18:00 h e 21:00 h, nos meses de março e outubro de 2017. Essas duas coletas são relativas às estações chuvosa e seca, respectivamente, seguindo metodologia proposta por Ribeiro *et al.* (2014). As folhas foram armazenadas em freezer (aproximadamente – 20°C) até o momento da extração.

Tabela 2 – Caracterização dos locais de coletas dos acessos de *P. aduncum* (PA) e *P. mollicomum* (PM) no Estado do Rio de Janeiro.

Cidade	Localização	Espécie	Latitude / Longitude	Altitude	Registro no Herbários RB
Teresópolis	Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Trilha direcionada ao Caminho para o Órgão do Sino.	PA	22°27'10" S/ 42°59'25" O	1832m	RB 730959
	Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Ao lado da casa dos pesquisadores, direcionada ao Caminho para o Órgão do Sino.	PM	22°27'0" S/ 42°59'20" O	1267m	RB 730966
Niterói	Parque Estadual da Serra da Tiririca. Trilha do Córregos dos Colibris, Itaipú. Dentro da trilha B no Córrego dos Colibris.	PA	22°57'9" S/ 43°01'16" O	52 m	RB 730958
	Parque Estadual da Serra da Tiririca. Trilha do Córregos dos Colibris, Itaipú. Entre a Trilha A e B.	PM	22°57'10" S/ 43°01'18" O	50m	RB 730965
Rio de Janeiro	Parque Nacional da Tijuca. Trilha para o Parque Municipal do Rio de Janeiro.	PM	22°58'12" S/ 43°14'30" O	452 m	RB 730964

3.2 Estabelecimento do cultivo em casa de vegetação

Os experimentos de cultivo foram realizados na casa de vegetação do Centro de Responsabilidade Socioambiental do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, localizada nas coordenadas geográficas latitude 22°58'00.7"S e longitude 43°13'43.3"O, em uma altitude de 34m.

As estacas de *P. aduncum* e de *P. mollicomum* coletadas nos diferentes acessos foram padronizadas em três nós e colocadas para enraizar em tubos de 1L com substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças®, por um período de 60 dias. O material foi mantido com irrigação automática e 70% de sombreamento, até que o sistema radicular estivesse formado, possibilitando o transplantio.

As estacas enraizadas foram transplantadas para vasos de 10L em abril de 2017. Com o crescimento de até 0,5m, novas estacas foram retiradas para o plantio da segunda geração (Figura 7), visando diminuir os estresses associados ao meio que podem ter impactados na primeira geração e assegurar que a informação genética não possui interferentes. O delineamento foi casualizado, com doze repetições por espécie, para cada acesso em triplicata. As colheitas das folhas dos espécimes foram realizadas em dezembro de 2017 janeiro de 2018, seguindo horários da coleta, previamente descritos. Antes do transplantio foi calculada taxa de sobrevivência de espécies da primeira e segunda geração e realizou-se avaliação de crescimento de forma não destrutiva após 20 dias do transplantio da primeira geração. A última variável foi avaliada pela *altura da planta* (cm) – obtida a partir do crescimento médio dos indivíduos, medidos de 20 em 20 dias da base do caule ao ápice do ramo, por um período de 10 meses (OLIVEIRA *et al.*, 2013b).

Figura 7 –Esquema para o preparo das estacas e cultivo de *P. aduncum* e *P. mollicomum*.



3.3 Análises da composição do solo e dados climáticos

Amostras do solo das três áreas de coleta (Rio de Janeiro, Niterói e Teresópolis) foram obtidas em cinco pontos próximos ao acesso de cada espécime, conforme descrito por Arruda *et al.* (2014). Análises químicas do solo, assim como do substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças® utilizado no cultivo, foram realizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Divisão de Solos (EMBRAPA – SOLOS) de acordo com Donagema *et al.* (2011). Os dados obtidos estão descritos na Tabela 3.

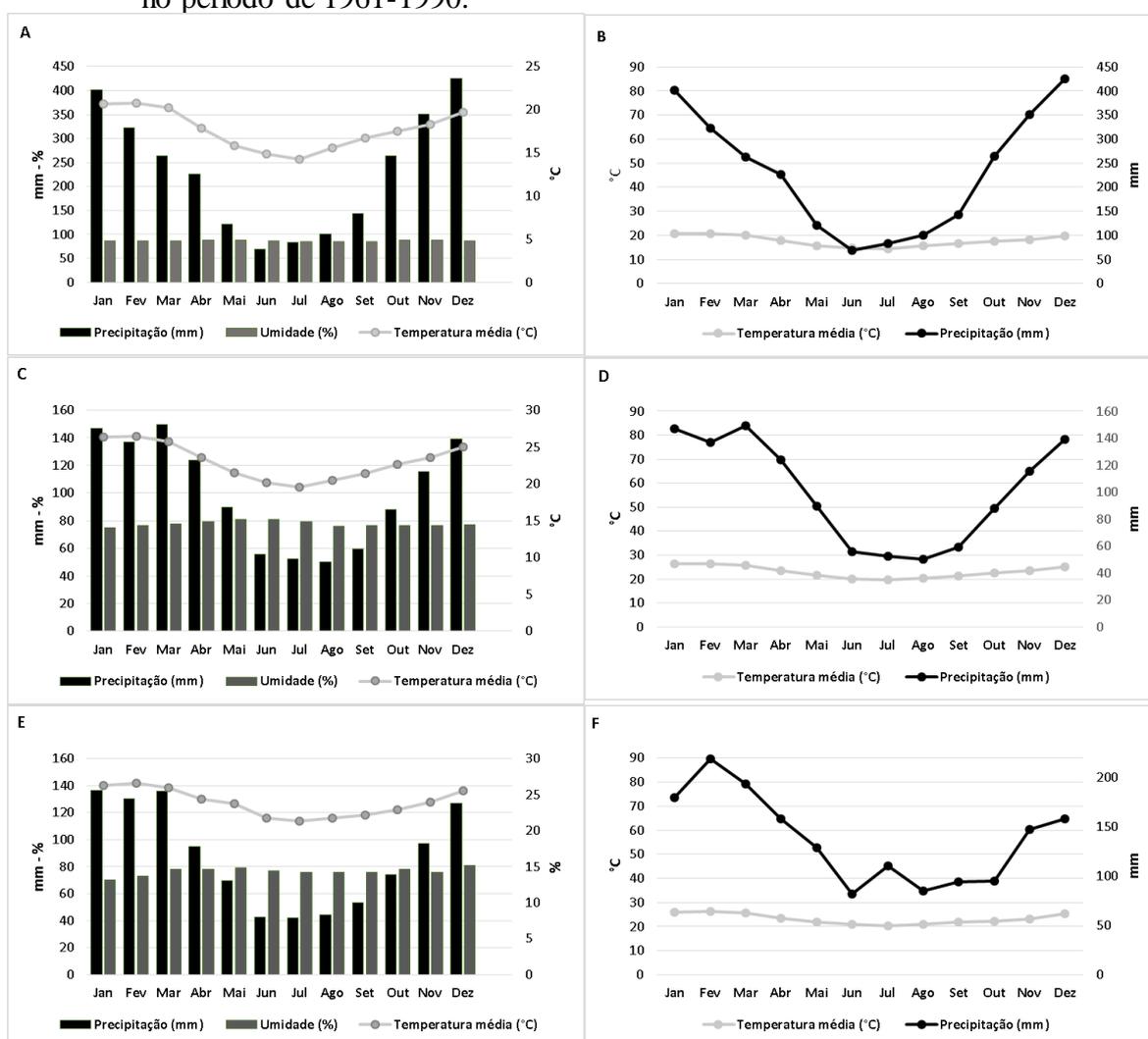
Tabela 3 – Atributos do solo de cinco áreas de ocorrência de *P. aduncum* (PA) e *P. mollicomum* (PM) no Estado do Rio de Janeiro do substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças® utilizado para o cultivo das espécies em casa de vegetação.

Atributos do Solo	Teresópolis		Niterói		Rio de Janeiro	Substrato
	PA	PM	PA	PM	PM	
pH em Água	4,10	5,80	5,10	6,50	4,90	5,80
Acidez Total (cmolc/dm ³)	14,69	2,15	6,11	3,14	11,88	8,91
Al (cmolc/dm ³)	1,40	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
Ca (cmolc/dm ³)	1,00	2,30	5,30	7,90	2,30	14,40
Mg (cmolc/dm ³)	0,40	1,60	0,90	2,10	1,30	6,90
Na (mg/dm ³)	20,70	11,50	34,50	25,30	18,40	27,60
K (mg/dm ³)	70,20	78,00	62,40	308,10	276,90	557,70
P (mg/dm ³)	9,26	103,80	5,55	130,27	7,54	25,33
C (g/Kg)	37,40	9,90	21,60	22,20	44,00	107,50
N (g/Kg)	3,90	0,80	2,30	2,30	4,30	4,20
Cu (mg/dm ³)	0,13	0,78	0,56	0,801	2,04	0,26
Fe (mg/dm ³)	68,40	49,50	22,30	20,00	29,70	23,60
Mn (mg/dm ³)	15,80	22,40	28,60	56,30	83,50	13,70
Zn (mg/dm ³)	3,18	1,76	3,61	9,67	4,43	3,46
Valor S (cmolc/dm ³)	1,67	4,15	6,51	10,90	8,05	4,15
Valor T (cmolc/dm ³)	16,36	6,30	12,62	14,04	19,93	6,30
Valor V (%)	10,21	65,93	51,61	77,66	40,39	65,93

Os dados climáticos das regiões de Teresópolis/RJ, Niterói/RJ e Rio de Janeiro/RJ foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia para o período das

coletas (INMT, 2017). O diagrama ombrotérmico de Gaussen-Gagnouls referentes às médias mensais no período 1961-1990 para três áreas estão representadas na figura 8, demonstram que não ocorrem estações do ano definidas nas cidades do estudo, mas levamos em consideração as datas oficiais das estações do ano para o Brasil. Constatase, também, que existe uma tendência na cidade do Rio de Janeiro para um período mais chuvoso e seco em março e outubro, respectivamente (figura 8E e F).

Figura 8 – Média mensal e diagrama ombrotérmico correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) das cidades de Teresópolis, Niterói e Rio de Janeiro no período de 1961-1990.



Fonte: INMET,2017.

Legenda: Média mensal (A, C e E) e diagrama ombrotérmico (B, D e F) correspondentes à normal climatológica das cidades de Teresópolis (A e B), Niterói (C e D) e Rio de Janeiro (E e F).

3.4 Extração de óleos essenciais

As extrações de óleos essenciais de *P. aduncum* e de *P. mollicomum* foram realizadas por hidrodestilação por 2h em aparelho do tipo Clevenger modificado, conforme Wasicky (1963). Entre 70 e 150g das folhas frescas foram pesadas, cominuídas manualmente, com auxílio de uma tesoura, e inseridas em balão de vidro de 1L contendo 700mL água destilada. Após finalização do processo, os óleos puros foram separados da fase aquosa, submetidos à secagem com sulfato de sódio anidro e armazenados em frascos escuros âmbar fechados, em freezer a -20 °C até o momento das análises. Os rendimentos foram calculados pela razão do volume em mL de óleo e o peso em g do material vegetal fresco utilizado na extração, multiplicado por 100, para expressar em teor porcentual. Os óleos essenciais que não se separaram dos hidrolatos foram extraídos com clorofórmio P.A. (Tedia, Brasil) em funil de separação e acondicionados conforme descrito acima para análise posterior.

3.5 Análises para elucidar as composições químicas dos óleos essenciais

Os óleos essenciais foram solubilizados em diclorometano P.A. (Tedia, Brasil) até concentração final de aproximadamente 1000 ppm e submetidos à análise por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) em equipamento HP Agilent GC 6890 – MS 5973, para obtenção dos espectros de massas. Para quantificação dos constituintes presentes nos óleos essenciais e determinação do índice de retenção (IR) foram feitas análises por cromatografia em fase gasosa acoplada ao detector por ionização em chama (CG-DIC) em equipamento HP-Agilent 6890. Ambas as análises foram realizadas na Plataforma Analítica de Farmanguinhos, FIOCRUZ, Rio de Janeiro.

As condições para análises por CG-EM foram: coluna HP-5MS (30m x 0,25mm i.d. x 0,25µm), programação de temperatura de 60 °C a 240 °C, com incremento de 3°C/min e usado hélio como gás de arraste, com fluxo de 1,0 mL/min, varredura entre m/z 40- 600 u.m.a., com energia de impacto de 70 eV. Foi injetado 1µL da solução de

óleo essencial, com temperatura de injetor de 270 °C, sem divisão de fluxo (*splitless*) (OLIVEIRA, 2013b).

As condições de análises por CG-DIC foram: coluna HP-5MS (30m x 0,25mm i.d. x 0,25µm), programação de temperatura de 60 °C a 240 °C, com incremento de 3°C/min e usado hidrogênio e ar sintético como gases de arraste, com fluxo de 1,0 mL/min. Foi injetado 1µL da solução de óleo essencial, com temperatura de injetor de 270 °C, sem divisão de fluxo (*splitless*) (OLIVEIRA, 2013b).

Os IR foram determinados a partir do tempo de retenção de uma série homóloga de hidrocarbonetos alifáticos saturados (C₈-C₂₈, Sigma-Aldrich) obtidos por CG-DIC, nas mesmas condições de análises dos óleos essenciais. As substâncias presentes nos óleos essenciais foram identificadas por comparação de seus espectros de massas com registros de banco de dados (WILEY 7n) e por comparação dos IR calculados (DOLL; KRATZ, 1963) com aqueles da literatura (ADAMS, 2007;2017).

3.6 Processamentos de dados e análises estatísticas

Análises estatísticas foram realizadas para examinar inter-relações da variabilidade:

I - composição química entre os táxons; II - variação climática (umidade, temperatura, radiação e precipitação); III - variação sazonal e ritmo circadiano; IV - atributos dos solos; V- qualidade da composição do óleo entre as coletadas em campo e cultivadas.

As análises foram realizadas utilizando o *software* Statistica, versão 10 (STATSOFT, 2010), aplicando Análise de Componentes Principais (ACP) e Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH). A composição química do OE foi tratada como unidades taxonômicas operacionais (UTO).

Para construção de gráficos de ACP e AAH foram utilizados os valores de porcentagem (% área) transformados para arco seno da raiz de p , extraído dos dados obtidos por CG-DIC, convertidos em uma matriz, excluindo substâncias que não foram identificadas ou com teor menor do que 5% (SADGROVE *et al.*, 2014; LEGENDRE; LEGENDRE, 1998).

Análises de Agrupamento Hierárquico (AAH) foram realizadas para verificar semelhanças entre as UTO com base na distribuição dos atributos dos solos, substâncias e classes químicas dos óleos essenciais. Para obtenção do dendrograma foram utilizadas as distâncias Euclidianas com o método de UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*) e como medida exploratória de aprofundamento se utilizou *heat map*, construídos pelo método *two-way joining* (SADGROVE *et al.*, 2014).

Para verificar a possível inter-relação entre variáveis climáticas (umidade, temperatura e precipitação) e os componentes dos óleos essenciais selecionados, foi utilizada a análise de correlação de Pearson (SÁ *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2013b; CALLEGARI-JACQUES, 2003). O coeficiente de correlação de Pearson (positivo ou negativo) foi interpretado de acordo com os critérios sugeridos por Jannuzzi e colaboradores (2010) como a seguir: **0,00 a 0,19** (*bem fraca*); **0,20 a 0,39** (*fraca*); **0,40 a 0,69** (*moderada*); **0,70 a 0,89** (*forte*); e de **0,90 a 1,00** (*muito forte*).

Para determinação de quimiotipos foram coletadas informações sobre a composição química obtida para as duas espécies, publicadas na literatura, em fonte primária e secundária. Alguns atributos para seleção de informação foram considerados: I – O óleo essencial ter sido obtido das folhas; e II - Ter sido extraído por método de hidrodestilação. Como critério de análise do documento foram obtidos: I – Localização da coleta; II – Coordenadas geográfica; e III – Total de substâncias identificadas e quantificadas. Quando não informado as coordenadas geográficas, tomou-se como verdadeiro os valores relativos para a cidade de coleta informada. De posse das informações da literatura, foram realizadas análises de correlação entre: I – Padrões de latitudes (grau) e produção no metabolismo especial; II- Distribuição geográfica e produção no metabolismo especial; III- Produção metabólica e diversidade vegetal nas áreas de coleta (GOTTLIEB *et al.*, 1996). Para os graus de latitude Sul tem-se os valores positivos e para a latitude Norte os negativos.

Os dados obtidos no levantamento bibliográfico, juntamente com os obtidos das análises dos OE dessa Dissertação foram também correlacionados por ACP e AAH. A partir das informações iniciais, envolvendo as estimativas de autovalores (*eigenvalue*) e disposição do dendrograma, foi realizado o método de fatorização na ACP, com finalidade de melhor compreender a formação de “supercharacterísticas” e/ou quimiotipos para cada grupo. Realizaram-se, também, junções para verificar o

comportamento das UTO. Para compreensão de quimiotipos mistos e coparticipação de substâncias majoritárias foi realizada a correlação de Pearson, no sentido de se comprovar total dependência (correlação forte) dessas substâncias dentro da UTO (OLIVEIRA *et al.*, 2013a; SADGROVE *et al.*, 2014).

As análises de variância (ANOVA) foram realizadas utilizando o Programa *software* Statistica. Para taxas de sobrevivência e variação de crescimento do cultivo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Para comparação das médias obtidas nos resultados de: I - Rendimentos dos OE; II - Componentes majoritários dos OE; III –Números de substâncias identificadas; e IV – Valores de correlações de Pearson. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5% de probabilidade. (RIBEIRO *et al.*, 2014; JOSE *et al.*, 2004).

4 RESULTADOS

4.1 Cultivo de *Piper aduncum* L. e *Piper mollicomum* Kunth

A porcentagem de sobrevivência de ambas as espécies está descrita na Tabela 4. Observa-se que os espécimes de *P. mollicomum* da primeira e segunda geração do acesso do Rio de Janeiro apresentaram as maiores taxas de sobrevivências (50,0% e 75,0%, respectivamente) comparando com *P. aduncum*. As amostras de *P. mollicomum* e *P. aduncum* coletadas em Teresópolis (região de altitude) apresentaram valores menores, com diferenças significativas para estacas da primeira geração, sendo que não existe essa diferença para a segunda geração.

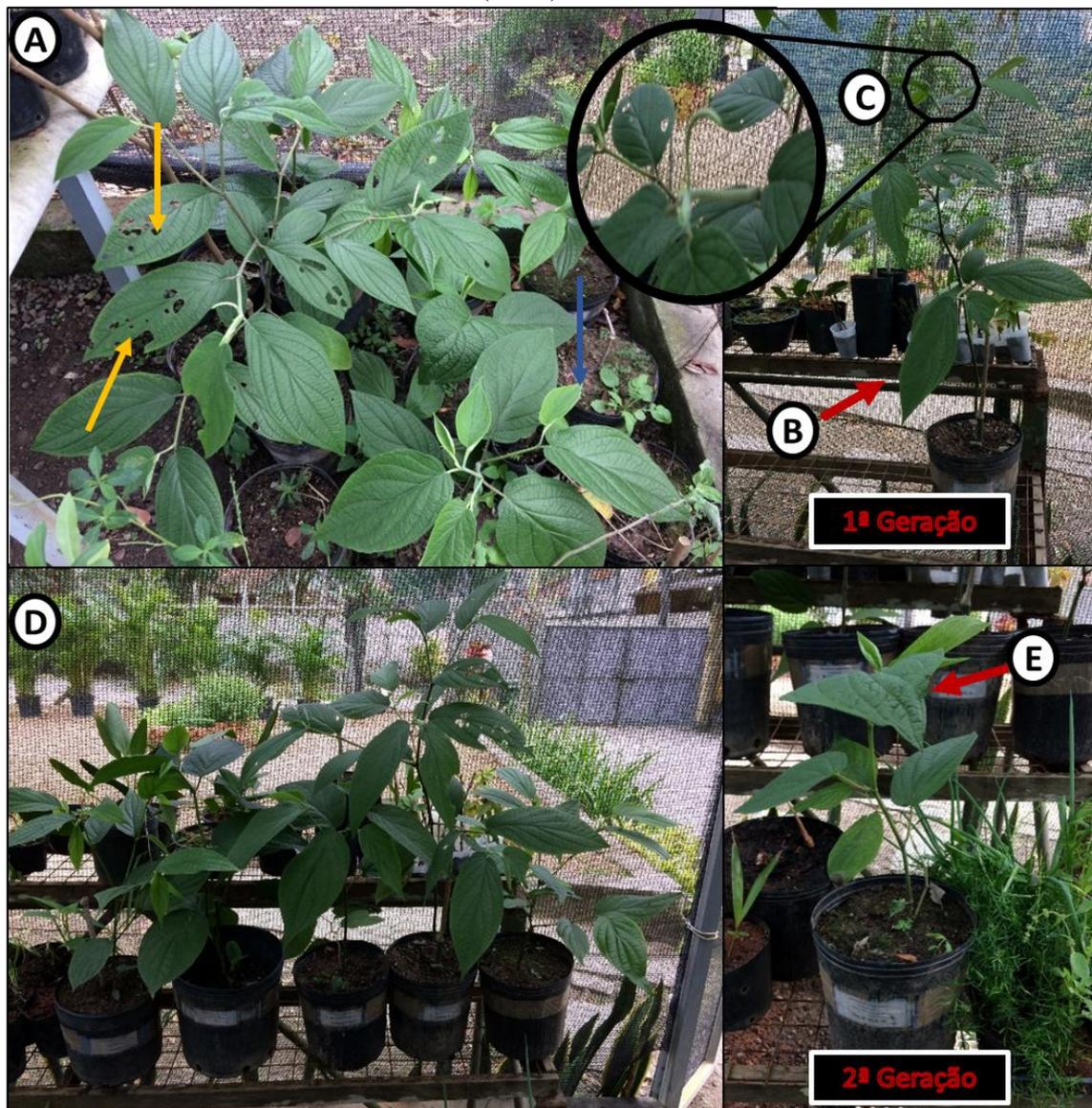
Tabela 4 – Sobrevivência (%) das espécies *P. aduncum* e *P. mollicomum* após 60 dias de plantio de estacas cultivadas em casa de vegetação.

Espécies	Geração	Taxas de Sobrevivências por Acesso %		
		Teresópolis	Niterói	Rio de Janeiro
<i>P. aduncum</i> L.	1ª	16,66 ^b	50,00 ^a	-
	2ª	37,50 ^a	25,00 ^a	-
<i>P. mollicomum</i> Kunth	1ª	16,66 ^B	32,32 ^A	50,00 ^A
	2ª	25,00 ^A	37,50 ^A	75,00 ^A

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra nas colunas para a espécie não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Letras maiúsculas comparações entre as espécies *P. mollicomum* e minúscula *P. aduncum*.

Os espécimes cultivados apresentaram hábitos de crescimento ereto e comportamento linear de crescimento no período avaliado, sendo que não diferiram nas características estruturais de morfologia foliar e caulinar, em comparação com as mesmas espécies por diferentes áreas. Os espécimes da primeira geração de *P. mollicomum* derivados de estacas coletadas na Floresta da Tijuca apresentaram fase reprodutiva não sincronizada, com um mês de antecedência, em relação aos mesmos espécimes coletados em outra região (Figura 9).

Figura 9 – Fotomacrografia dos espécimes de *P. aduncum* e *P. mollicomum* coletada em Niterói/RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ cultivados na casa de vegetação do Centro de Responsabilidade Socioambiental do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ).

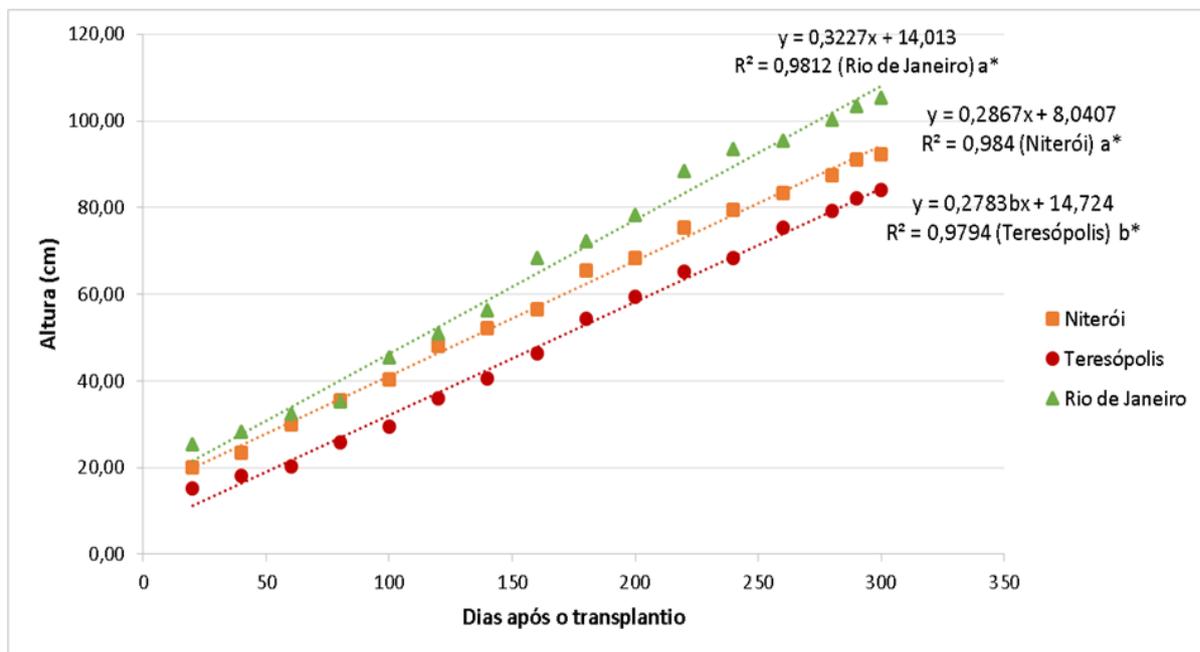


Legenda: A) e D) Espécies em cultivadas; **Setas vermelhas** em B) *P. mollicomum*; E) *P. aduncum* C) inflorescência; **Setas amarelas** destacam herbivoria em *P. mollicomum* obtidas de Teresópolis. **Seta em azul** destaca indivíduo de *P. mollicomum* de Niterói sem sinal de herbivoria.

Os indivíduos de primeira geração de *P. mollicomum* apresentaram média do tamanho da plântula de 84,02 cm, 92,35 cm e 105,35 cm, para os acessos de Teresópolis, Niterói e Rio de Janeiro, respectivamente. As plantas cultivadas provenientes do primeiro acesso apresentaram a menor média de crescimento após 300

dias, com diferença significativa entre as médias de crescimento para as estacas coletadas nesse acesso em relação aos demais (Figura 10).

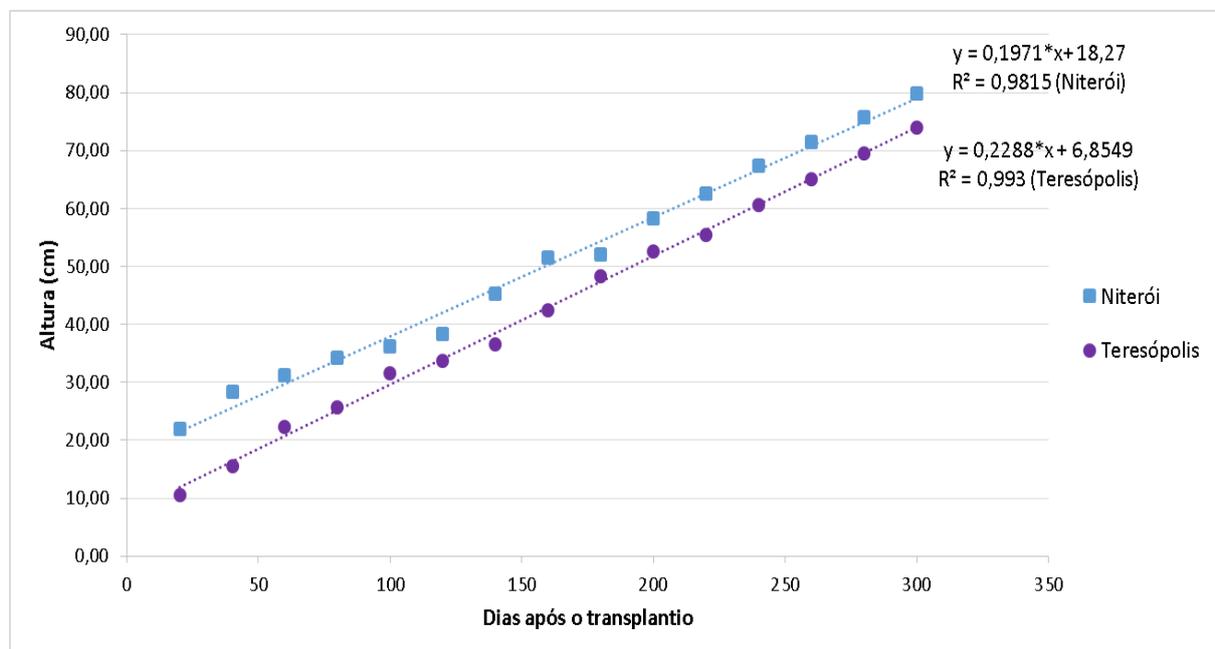
Figura 10 – Variação da altura (cm) de *P. mollicomum* coletadas em Niterói/RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ ao longo de 300 dias de cultivo em casa de vegetação do Centro de Responsabilidade Socioambiental do JBRJ.



Lengenda: * médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Os indivíduos de primeira geração de *P. aduncum* apresentaram média do tamanho da plântula de 79,89 cm e 74,00 cm para os acessos de Niterói e Teresópolis, respectivamente. Os espécimes dos dois acessos apresentaram um rápido crescimento, apesar das plantas de Teresópolis terem apresentado diferença significativa das médias de crescimento (Figura 11).

Figura 11 – Variação da altura (cm) de *P. aduncum* coletadas em Niterói/RJ e Teresópolis/RJ ao longo de 300 dias de cultivo em casa de vegetação do Centro de Responsabilidade Socioambiental do JBRJ

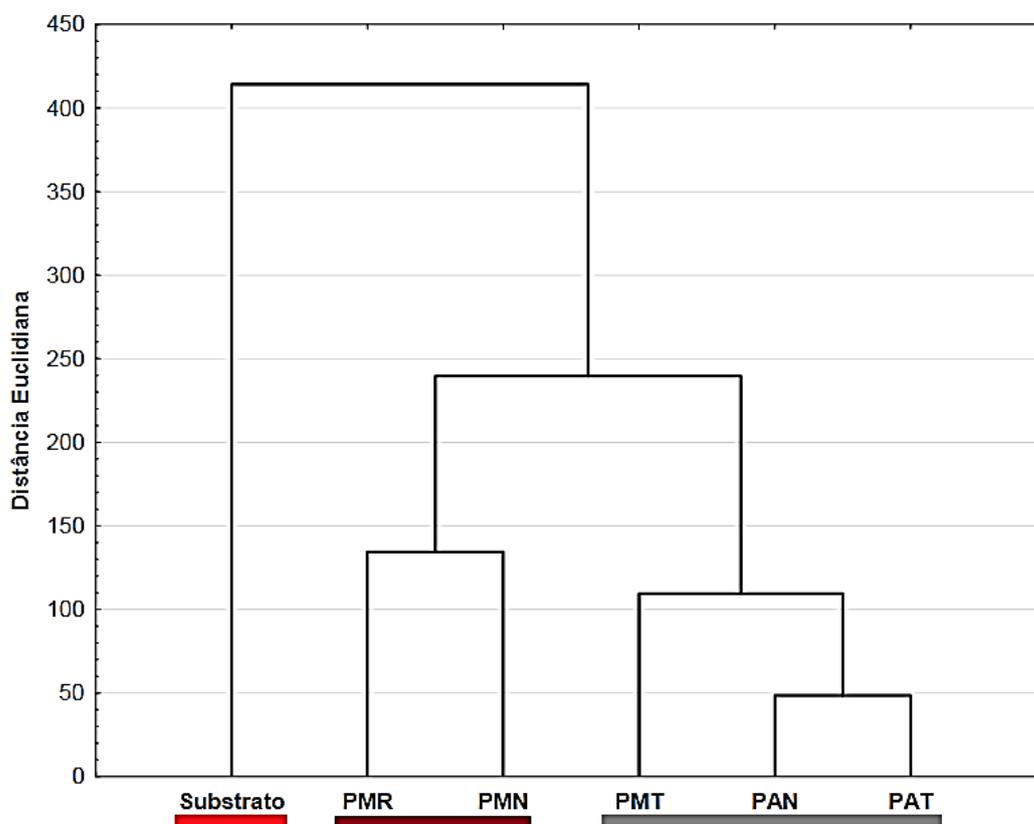


Legenda: *significativo a teste de Scott-Knott a 5%.

4.2 Considerações sobre as análises dos solos dos acessos e utilizado no cultivo

A figura 12 apresenta o dendrograma gerado pela análise de agrupamento hierárquico, correspondente aos atributos dos solos e do substrato do cultivo, baseados nas informações contidas na tabela 3. A análise evidencia que os solos dos acessos de *P. aduncum* apresentam uma maior similaridade, mesmo em áreas diferentes. Para os acessos de *P. mollicomum* das áreas de Niterói e Rio de Janeiro, pode-se observar o mesmo padrão de similaridade. O substrato de cultivo tem menor similaridade com as demais áreas de estudo, o que pode ser explicado pelo elevado nível de potássio e cálcio.

Figura 12 – Dendrograma correspondente aos atributos dos solos do substrato de cultivo e daqueles retirados das áreas de coleta dos cinco acessos de *P. aduncum* (PA) e *P. mollicomum* (PM) nas regiões de Niterói/RJ (PMN/PAN), Teresópolis/RJ (PMT/PAT) e Rio de Janeiro/RJ (PMR), pela análise de agrupamento hierárquico (método UPGMA).



Legenda: cores iguais agrupam similaridades.

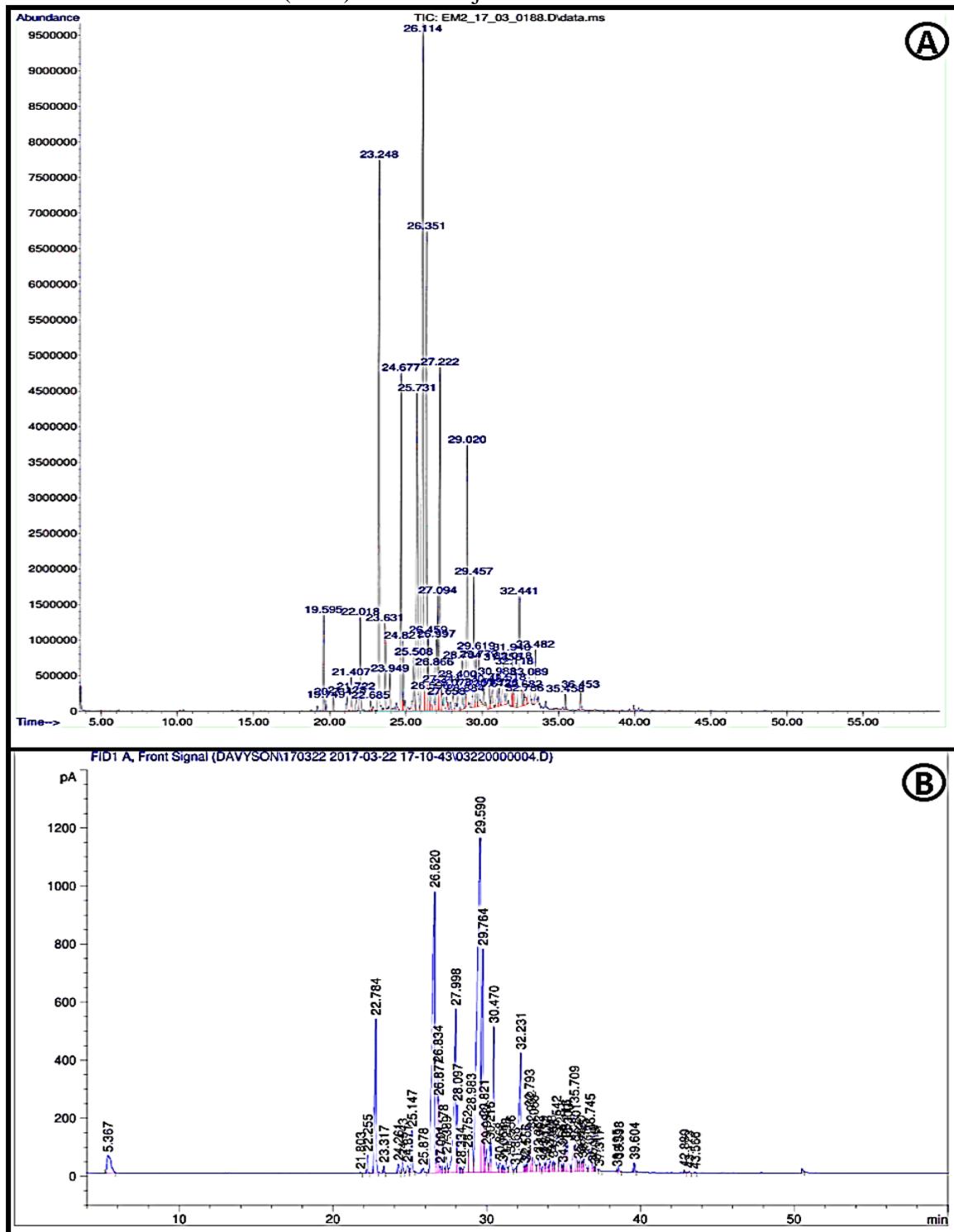
4.3 Composição química e rendimento dos óleos essenciais de *P. aduncum* coletada a campo

A composição química dos óleos essenciais de *P. aduncum* dos acessos de Niterói/RJ e de Teresópolis/RJ para os meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018 estão apresentadas nas tabelas 5 e 6 (13 amostras para cada acesso). Como exemplo, os cromatogramas da amostra de OE do mês de janeiro de 2017 do acesso de Niterói/RJ e de Teresópolis/RJ são apresentados nas figuras 13 e 14, respectivamente.

Os OE dos espécimes de Niterói/RJ registraram rendimentos que variaram de <0,10 a 0,83%. Foi possível identificar 77 substâncias diferentes, que variaram entre 18 a 53 entre amostras de OE durante os meses da pesquisa. O total de substâncias quantificadas nos OE ficou em uma faixa aceitável, de 84,66 a 99,67%. Observou-se fase reprodutiva de janeiro a abril de 2017 e novembro de 2017 a janeiro de 2018. Os OE apresentaram uma fração rica em sesquiterpenos, com constituintes majoritários os não oxigenados ***E*-cariofileno** (4,89 a 20,89%) e **β -selino** (10,02 a 29,61%). Outros sesquiterpenos identificados com relativa importância foram o **α -humuleno** (0,00 a 6,45%) e **biciclogermacreno** (0,00 a 20,13%) (Tabela 5).

Os espécimes do acesso de Teresópolis/ RJ forneceram rendimentos que variaram entre <0,10 a 0,82%, sendo possível a identificação de 118 substâncias diferentes e que variaram nos OE entre 32 a 75. O total percentual de substâncias identificadas variou entre 82,57 a 99,23%. A fase reprodutiva ocorreu no período de novembro a dezembro de 2017 e janeiro de 2018. Ao contrário dos OE do acesso de Niterói/ RJ, os OE do acesso de Teresópolis/RJ apresentaram como constituinte majoritário o sesquiterpeno oxigenado ***E*-nerolidol** (7,90 a 41,48%) e uma fração diversificada em monoterpenos, embora com teor percentual relativo baixo. Outra substância identificada com porcentagem relativa relevante foi o sesquiterpeno não oxigenado ***E*-cariofileno** (0,21 a 18,55%) (Tabela 6).

Figura 13 - Cromatograma do óleo essencial de *P. aduncum* coletada no acesso de Niterói/RJ (PAN) no mês de janeiro de 2017.



Legenda: Em A) cromatograma obtido por CG-EM e B) cromatograma obtido por CG-DIC.

Tabela 5 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA) do acesso de Niterói/RJ (PAN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continua)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Porcentagem Relativa (%±SD*)												
			2017												2018
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Monoterpenos - oxigenados			0,00	0,00	0,00	0,00	1,76	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,47	4,32	0,22
linalool	1097	1096	-	-	-	-	1,76±0,06	-	-	-	0,56±0,00	-	0,47±0,00	4,32±0,00	0,22±0,00
Sesquiterpenos-hidrocarbonetos			72,44	84,30	68,96	82,76	64,31	72,94	83,41	69,97	74,75	56,82	94,32	44,25	59,09
δ-elemeno	1339	1336-1340	1,46±0,04	1,66±0,01	1,45±0,01	2,90±0,01	5,51±0,63	7,30±0,45	7,38±0,09	5,39±0,01	6,23±0,01	3,13±0,03	7,05±0,74	4,33	3,26±0,03
α-cubebeno	1351	1349-1351	0,14±0,10	0,32±0,00	1,08±0,00	-	-	0,16±0,03	0,23±0,03	-	0,3±0,02	1,12±0,01	0,70±0,01	-	-
α-longipeneno	1351	1353	0,37±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ciclosativeno	1368	1354	0,52±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-ylangeno	1375	1371-1375	-	0,49±0,00	-	-	-	0,13±0,01	0,22±0,06	-	-	-	-	-	-
α-copaeno	1377	1375-1376	-	0,66±0,01	-	-	-	0,24±0,00	0,33±0,01	-	0,34±0,02	1,01±0,00	-	-	0,20±0,00
β-bourboneno	1384	1383-1384	0,33±0,00	0,42±0,01	-	-	-	0,20±0,02	0,26±0,02	-	0,26±0,09	0,22±0,02	-	0,12±0,01	-
β-elemeno	1391	1388-1389	1,56±0,08	0,99±0,01	1,16±0,16	2,61±0,09	2,53±0,12	1,53±0,02	1,77±0,03	1,17±0,02	1,84±0,06	-	2,55±0,03	-	1,75±0,01
α-gurjuneno	1409	1401-1403	0,12±0,08	0,31±0,05	-	-	0,39±0,05	0,15±0,02	0,54±0,06	-	-	-	-	-	-
<i>E</i> -cariofileno	1418	1413-1416	13,03±0,53	15,33±0,31	4,89±0,02	13,14±0,12	8,21±0,43	8,69±0,87	12,46±0,78	7,91±0,03	11,08±0,19	16,69±0,62	20,89±1,23	12,00±0,39	5,00±0,01
<i>E</i> -α-ionono	1430	1428	-	-	-	-	-	0,02±0,00	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -thujopseno	1429	1426-1428	1,56±0,05	2,06±0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,43±0,00	-	-	-
β-gurjuneno	1432	1428-1431	0,61±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,16±0,03	-	-
γ-elemeno	1437	1434-1435	-	-	-	-	4,35±0,32	3,16±0,03	3,78±0,78	2,47±0,00	6,18±0,02	1,72±0,02	-	-	0,40±0,01
α-guaieno	1440	1438	-	-	-	-	-	0,07±0,00	-	-	-	-	-	-	-
aromadendreno	1441	1439-1442	-	-	0,40±0,05	-	-	0,79±0,03	0,91±0,01	0,81±0,00	0,89±0,03	0,41±0,02	1,14±0,01	-	1,13±0,02
<i>Z</i> -β-farneseno	1443	1441	6,52±0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -muurola-3,5-dieno	1450	1447-1448	-	-	-	-	-	0,51±0,00	0,57±0,01	-	-	-	-	-	-
α-himachaleno	1451	1450	0,99±0,05	1,33±0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -muurola-3,5-dieno	1454	1452-1453	-	-	-	-	-	0,70±0,02	0,81±0,03	-	-	-	-	-	-

Tabela 5 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA) do acesso de Niterói/RJ (PAN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>α</i> -humuleno	1455	1452-1456	-	7,44±0,04	4,33±0,04	6,62±0,02	5,68±0,03	4,90±0,09	6,40±0,98	5,24±0,16	6,07±0,32	2,02±0,03	6,45±0,38	2,22±0,06	3,09±0,01
<i>allo</i> -aromadendreno	1460	1458-1461	-	1,25±0,01	-	-	0,58±0,00	1,02±0,01	1,23±0,02	1,02±0,05	1,28±0,00	1,14±0,01	2,04±0,03	-	0,84±0,01
<i>9-epi-E</i> -cariofileno	1467	1464-1646	1,24±0,10	-	-	-	-	0,32±0,01	0,38±0,01	2,77±0,07	2,89±0,01	0,64±0,00	0,47±0,00	-	-
<i>γ</i> -gurjuneno	1473	1468-1470	6,73±0,21	0,28±0,00	-	0,56±0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ar-curcumeno	1481	1481	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,67±0,02
<i>γ</i> -himachaleno	1483	1480-1481	-	-	-	-	-	0,09±0,00	-	-	-	-	1,12±0,00	-	-
<i>α</i> -amorfenoleno	1483	1482-1483	-	1,57±0,01	0,77±0,00	0,91±0,00	2,32±0,14	2,64±0,02	3,62±0,04	-	-	1,18±0,02	1,89	0,32±0,01	-
germacreno D	1485	1483-1485	-	3,73±0,02	1,66±0,04	6,99±0,02	1,64±0,09	1,31±0,00	1,57±0,06	0,72±0,01	1,56±0,02	0,62±0,01	0,99±0,01	0,03±0,02	-
<i>β</i> -selineno	1485	1485-1487	19,03±0,71	23,95±0,18	28,29±0,21	26,48±0,36	16,69±0,36	22,05±0,46	25,51±1,32	24,65±2,04	22,66±0,96	13,56±0,85	29,61±1,63	16,32±1,32	10,02±0,03
cadina-1,4-dieno	1496	1494-1496	-	-	1,40±0,22	-	1,34±0,00	-	-	-	-	-	-	-	0,32±0,02
<i>α</i> -selineno	1498	1497	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,12±0,14	-	-
biciclogermacreno	1500	1495-1498	11,99±1,49	14,11±0,10	14,08±0,02	17,62±0,05	6,11±0,77	8,11±0,06	8,10±0,65	7,98±0,07	7,92±0,16	3,24±0,06	-	4,62±0,02	20,13±0,20
<i>α</i> -muuroleno	1500	1500	1,07±0,17	0,56±0,00	0,64±0,00	-	1,55±0,00	1,04±0,02	1,09±0,01	0,74±0,01	1,14±0,02	1,07±0,03	0,72±0,06	0,13±0,02	1,38±0,03
epizonareno	1502	1501	-	-	0,81±0,00	-	-	0,31±0,02	-	1,34±0,03	0,39±0,01	0,64±0,02	0,82±0,01	-	-
germacreno A	1503	1502	0,23±0,17	-	-	-	0,40±0,05	0,08±0,01	-	-	-	-	-	-	-
<i>Z-α</i> -bisaboleno	1504	1501-1505	0,63±0,18	-	0,89±0,00	-	-	0,06±0,00	-	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -bisaboleno	1509	1505-1507	0,93±0,19	1,03±0,01	1,49±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>γ</i> -cadineno	1513	1510-1511	1,49±0,29	1,29±0,01	-	-	1,25±0,00	1,05±0,00	0,67±0,03	0,82±0,03	1,25±0,02	0,76±0,03	-	-	-
<i>trans</i> -calameneno	1521	1518-1520	0,15±0,02	0,45±0,01	0,75±0,00	1,18±0,08	0,86±0,00	0,62±0,01	0,48±0,02	0,79±0,02	0,57±0,02	0,95±0,02	-	1,32±0,01	0,58±0,02
<i>δ</i> -cadineno	1524	1521-1523	0,15±0,01	3,51±0,04	4,39±0,02	3,22±0,00	3,92±0,12	3,84±0,32	3,76±0,12	4,23±0,02	4,47±0,18	4,00±0,02	5,60±0,17	1,22±0,06	1,70±0,03
<i>α</i> -cadineno	1539	1537-1538	-	-	-	-	-	0,39±0,00	0,37±0,02	-	0,27±0,01	0,91±0,01	-	1,3±0,00	0,58±0,00
<i>cis</i> -calameneno	1540	1538-1541	-	-	-	-	-	-	0,66±0,01	1,15±0,01	1,18±0,01	0,74±0,00	-	-	0,36±0,03
<i>α</i> -calacoreno	1546	1544-1546	0,43±0,01	-	-	-	0,63±0,00	0,71±0,00	0,31±0,02	0,77±0,03	0,45±0,00	0,62±0,00	-	-	0,70±0,02
germacreno B	1556	1554-1557	0,92±0,02	1,02±0,01	0,48±0,00	0,53±0,23	0,35±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -calacoreno	1563	1560-1561	0,24±0,02	0,54±0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cadaleno	1677	1671	-	-	-	-	-	0,75±0,00	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 5 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA) do acesso de Niterói/RJ (PAN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

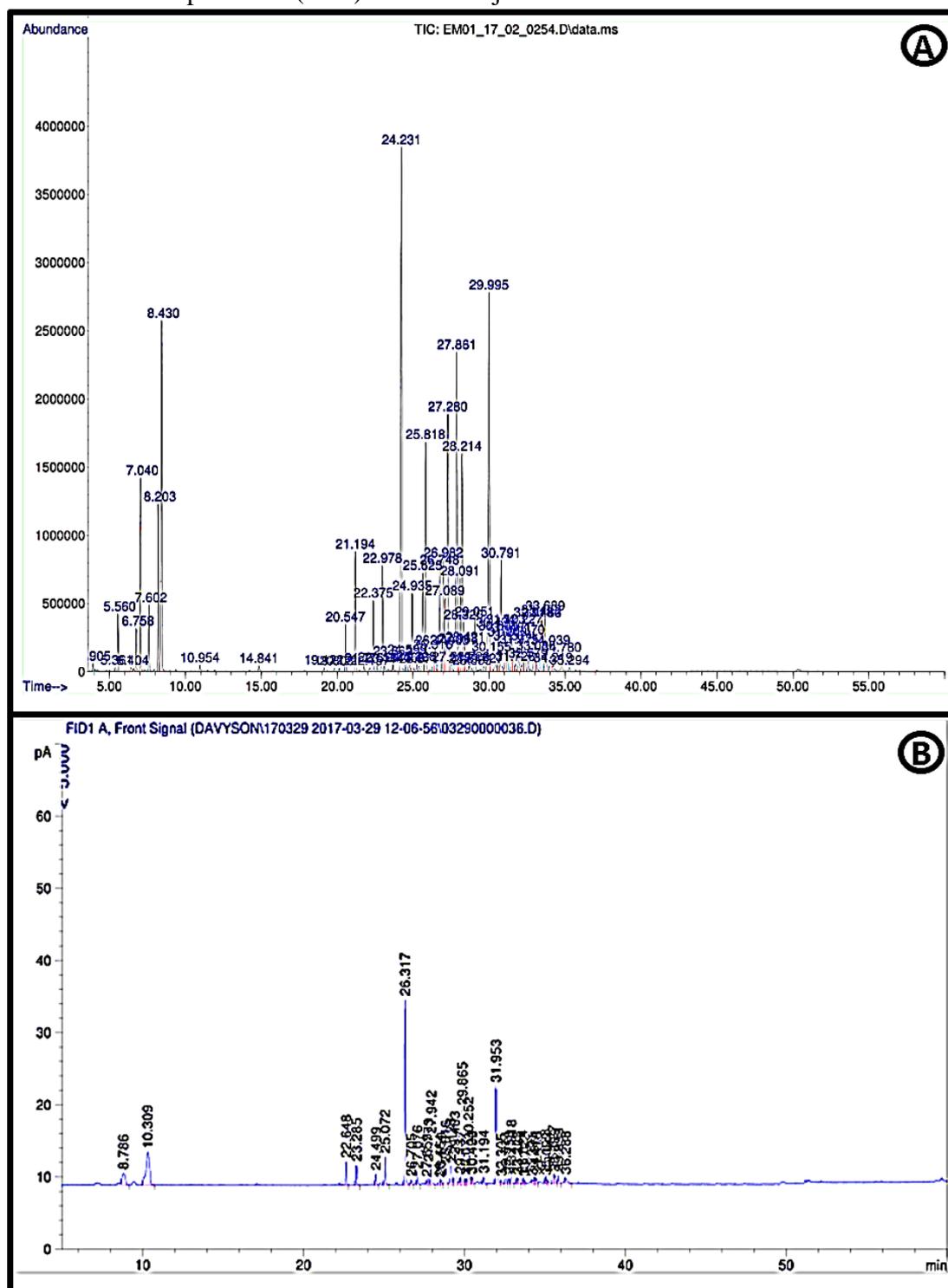
Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>Sesquiterpenos - oxigenados</i>			25,72	11,18	19,00	14,45	15,89	18,30	12,11	24,02	14,75	34,29	3,34	31,77	31,12
cubebol	1514	1512-1513	4,74±0,31	-	-	-	-	0,70±0,02	1,03±0,00	-	-	-	-	-	-
elemol	1549	1546	0,60±0,01	-	0,71±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E</i> -nerolidol	1564	1561-1562	4,80±0,22	0,21±0,01	-	0,75±0,02	4,41±0,12	0,34±0,00	0,15±0,00	0,38±0,03	1,43±0,03	4,95±0,23	-	0,8±0,02	4,91±0,03
palustrol	1567	1563-1564	-	0,23±0,01	-	-	-	0,35±0,00	0,14±0,03	-	-	-	-	0,32±0,02	-
espatulenol	1576	1573-1574	2,49±0,10	2,66±0,02	3,97±0,12	3,47±0,02	1,95±0,00	2,77±0,36	1,28±0,01	3,48±0,12	1,66±0,06	3,21±0,01	-	3,42±0,52	2,89±0,03
óxido de cariofileno	1583	1580-1581	0,97±0,039	1,14±0,01	2,00±0,02	1,34±0,00	0,80±0,03	0,90±0,02	1,85±0,03	1,84±0,00	0,72±0,00	-	-	0,32±0,03	-
viridiflorol	1590	1589-1591	1,04±0,04	1,45±0,03	2,53±0,03	2,3±0,00	-	2,07±0,01	1,16±0,02	2,54±0,03	1,41±0,06	5,05±0,06	-	4,32±0,26	5,49±0,03
carotol	1594	1590-1591	0,39±0,06	0,39±0,01	0,33±0,01	-	-	0,81±0,02	-	0,91±0,01	0,37±0,00	3,79±0,02	-	3,23±0,03	2,33±0,06
guaiol	1595	1590-1592	0,48±0,01	0,47±0,01	0,45±0,02	-	-	-	-	0,82±0,02	0,57±0,00	-	-	3,02±0,03	0,25±0,03
epóxido de humuleno II	1606	1601-1603	0,53±0,01	0,51±0,01	-	-	-	-	0,21±0,01	-	-	-	-	0,32±0,02	-
1,10-di- <i>epi</i> -cubebol	1614	1612-1613	0,66±0,01	0,70±0,12	-	-	-	0,35±0,02	0,64±0,02	-	-	-	-	0,740±0,02	-
10- <i>epi</i> - γ -eudesmol	1619	1615-1616	0,32±0,01	-	0,43±0,00	-	-	0,32±0,01	-	0,91±0,01	0,24±0,02	3,29±0,00	-	1,03±0,03	0,73±0,03
1- <i>epi</i> -cubebol	1627	1623-1624	1,32±0,02	1,00±0,05	-	-	-	0,41±0,02	-	0,46±0,00	0,64±0,00	3,58±0,01	-	2,32±0,02	1,60±0,01
γ -eudesmol	1630	1628	0,54±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -cadin-4-en-7-ol	1637	1636-1638	-	-	-	-	-	0,83±0,06	0,59±0,02	2,08±0,01	0,99±0,00	-	-	1,85±0,02	1,86±0,02
cariofila-4(14),8(15)-dien-5. α -ol	1641	1639	-	-	-	-	-	0,13±0,02	-	-	-	-	-	-	-
hinesol	1642	1638-1639	0,85±0,02	-	2,76±0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30±0,03	-
<i>epi</i> - α -muurolol	1642	1638-1639	-	-	-	-	3,97±0,23	0,13±0,02	0,25±0,02	1,51±0,00	0,85±0,00	2,58±0,02	0,57±0,00	1,32±0,03	0,46±0,03
cubebol	1642	1640-1641	0,72±0,02	-	-	-	-	1,67±0,04	0,67±0,00	2,15±0,03	1,50±0,01	2,94±0,03	-	2,10±0,02	0,80±0,03
α -muurolol	1645	1642-1643	0,74±0,02	-	-	-	-	1,22±0,01	0,42±0,00	1,39±0,01	0,77±0,00	-	-	-	-
α -eudesmol	1651	1649-1650	-	0,27±0,01	-	1,96±0,00	1,40±0,22	0,74±0,00	1,03±0,01	0,88±0,02	0,62±0,03	2,71±0,00	1,18±0,00	-	-
α -cadinol	1651	1650-1651	3,21±0,10	2,15±0,01	5,82±0,02	4,63±0,43	3,36±0,94	3,93±0,32	2,51±0,42	4,67±0,03	2,98±0,12	2,19±0,03	1,59±0,00	4,36±0,32	9,78±0,09
liral	1651	1647-1649	0,27±0,01	-	-	-	-	0,29±0,00	0,18±0,00	-	-	-	-	-	-

Tabela 5 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA) do acesso de Niterói/RJ (PAN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (conclusão)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>trans</i> -calamene-10-ol	1651	1648	-	-	-	-	-	0,13±0,00	-	-	-	-	-	-	-
14-hidroxi-9- <i>epi-E</i> -cariofileno	1651	1652	-	-	-	-	-	0,19±0,02	-	-	-	-	-	-	-
β -bisabolol	1651	1653	0,80±0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E,E</i> -farnesol	1651	1649-1652	0,25±0,01	-	-	-	-	0,02±0,00	-	-	-	-	-	-	-
Outras substâncias**			0,37	0,00	0,00	0,00	4,49	0,00	0,70	0,00	0,32	0,00	0,00	4,32	0,00
<i>n</i> -hexanol	871	866-867	-	-	-	-	-	-	0,70±0,02	-	-	-	-	4,32±0,15	-
benzoato de benzila	1762	1756-1578	0,37±0,01	-	-	-	2,19±0,03	-	-	-	0,32±0,02	-	-	-	-
nonadecano	1900	1892	-	-	-	-	2,30±0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
Números de substâncias identificadas			47	36	27	18	28	53	42	32	38	33	21	30	30
Total de substâncias quantificadas%			99,67	95,47	89,91	97,22	86,75	91,24	96,22	93,99	90,38	91,11	98,13	84,66	90,48
Rendimentos de OE %			0,36	0,42	0,56	0,62	0,83	0,25	< 0,10	< 0,10	0,21	0,13	0,18	0,21	0,23
Atividade Fenológica	<i>Fase vegetativo</i>						X	X	X	X	X	X			
	<i>Fase reprodutivo</i>		X	X	X	X							X	X	X
Estação do Ano⁺			Ver	Ver	Out	Out	Out	Out	Inv	Inv	Inv	Prim	Prim	Prim	Ver

Legenda: IR_{lit} – Índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007;2017); IR_{calc} -Índices de retenção calculados(variação); *O teor está em média (%) ± desvio padrão (SD); ** As outras substâncias são os *n*-alcanos, álcoois e cetonas;+ Ver=verão; Out = Outono; Inv=Inverno; Prim= Primavera; X – Presente; Áreas hachuradas em **rosa** evidencia o estado de fase reprodutiva; Áreas hachuradas em **azul** evidenciamsubstâncias com valores (%) significativospara o estudo.

Figura 14- Cromatograma do óleo essencial de *P. aduncum* coletada no acesso de Teresópolis/ RJ (PAT) no mês de janeiro de 2017.



Legenda: Em A) cromatograma obtido por CG-EM e B) cromatograma obtido por CG-DIC.

Tabela 6 -Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA)do acesso de Teresópolis/ RJ (PAT) nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continua)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Porcentagem Relativa (%±SD*)												
			2017												2018
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Monoterpenos - hidrocarbonetos			13,23	1,38	1,16	3,98	0,82	0,63	3,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	3,23
triciclono	926	924	0,05±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-pineno	939	932-936	0,53±0,00	0,34±0,00	0,14±0,00	0,20±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β-pineno	980	977-981	0,56±0,10	0,36±0,03	0,15±0,01	0,44±0,02	0,06±0,00	0,20±0,01	0,75±0,01	-	-	-	-	-	-
mirreno	991	986-990	2,36±0,41	0,27±0,05	0,23±0,03	0,17±0,01	-	0,43±0,02	1,28±0,06	-	-	-	-	-	-
α-felandreno	1005	1000-1007	0,84±0,16	-	0,19±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,91±0,01	-
o-cimeno	1022	1024	2,30±0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-cimeno	1025	1025	-	-	0,01±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
limoneno	1029	1028-1029	-	-	0,06±0,01	0,17±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β-felandreno	1030	1029-1032	6,59±1,13	0,41±0,03	0,35±0,02	-	0,60±0,02	-	1,64±0,02	-	-	-	-	-	3,23±0,09
cis-β-ocimeno	1037	1036-1037	-	-	-	0,34±0,12	0,17±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-β-ocimeno	1050	1047-1051	-	-	0,03±0,01	2,66±0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoterpenos - oxigenados			0,29	0,478	0,27	4,05	1,61	1,05	0,25	1,82	4,69	1,39	0,00	0,00	0,00
óxido de cis-linalool	1137	1135-1136	-	-	-	0,25±0,02	0,16±0,00	0,16±0,00	-	-	2,57±0,04	0,34±0,02	-	-	-
linalool	1098	1097-1100	0,14±0,01	0,188±0,00	0,27±0,03	3,80±0,18	1,41±0,00	0,68±0,02	-	1,82±0,03	2,12±0,01	1,05±0,03	-	-	-
cânfora	1146	1144	-	-	-	-	-	-	0,25±0,01	-	-	-	-	-	-
α-terpineol	1189	1187-1191	0,15±0,02	0,29±0,02	-	-	0,04±0,02	0,15±0,01	-	-	-	-	-	-	-
acetato de nerila	1362	1362	-	-	-	-	-	0,06±0,00	-	-	-	-	-	-	-
Sesquiterpenos - hidrocarbonetos			58,10	20,00	30,03	48,95	48,76	34,16	30,01	23,45	20,70	30,83	59,87	60,44	52,78
silfiperfol-5-eno	1316	1314-1317	0,07±0,01	-	0,07±0,00	-	0,07±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
δ-elemeno	1339	1333-1336	0,79±0,14	-	0,89±0,02	0,95±0,02	3,70±0,29	2,68±0,01	2,49±0,01	1,23±0,02	0,52±0,00	0,67±0,01	4,41±0,01	5,31±0,07	6,25±0,42
α-cubebeno	1351	1346-1349	2,07±0,35	-	0,35±0,03	-	0,75±0,00	1,16±0,00	0,78±0,02	-	-	0,23±0,00	2,48±0,00	2,71±0,06	0,89±0,03
ciclosativeno	1368	1364-1365	0,13±0,02	-	0,02±0,01	-	0,09±0,00	0,03±0,00	0,07±0,01	-	-	-	-	-	-
isoleveno	1373	1367-1369	1,24±0,21	-	-	-	0,09±0,01	0,52±0,01	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 6 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA) do acesso de Teresópolis/ RJ (PAT) nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>α</i> -copaeno	1376	1375-1378	0,14±0,02	-	0,22±0,01	0,21±0,01	0,44±0,02	-	0,28±0,02	0,02±0,00	0,39±0,00	0,39±0,00	1,08±0,01	1,81±0,02	0,71±0,02
<i>β</i> -patchouleno	1380	1379-1381	1,91±0,33	-	0,23±0,01	-	-	-	0,18±0,01	0,03±0,00	-	-	-	-	-
<i>β</i> -cubebeno	1390	1387-1391	0,28±0,05	0,23±0,00	-	-	0,65±0,00	-	-	0,32±0,00	-	-	1,08±0,05	0,62±0,01	-
<i>β</i> -elemeno	1391	1392-1393	-	1,44±0,12	3,15±0,12	13,70±0,19	6,07±0,34	-	2,70±0,03	0,32±0,00	-	1,85±0,00	-	-	4,31±0,02
<i>α</i> -funebreno	1403	1400-1401	-	-	0,27±0,02	-	0,27±0,01	-	0,43±0,00	-	-	-	-	-	-
Z-cariofileno	1404	1402-1403	1,54±0,26	3,92±0,15	0,19±0,02	0,89±0,03	2,96±0,00	-	-	-	-	-	-	0,40±0,00	0,18±0,02
longifoleno	1408	1404-1407	-	-	0,02±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -gurjuneno	1409	1407-1411	0,13±0,02	-	-	0,16±0,00	0,10±0,00	0,151±0,01	0,141±0,01	0,20±0,02	-	-	-	-	0,292398
1,7-di- <i>epi-β</i> -cedreno	1410	1409-1410	0,28±0,04	-	-	-	-	-	-	0,32±0,00	-	-	-	-	-
<i>β</i> -cedreno	1418	1414	0,20±0,03	-	-	-	0,10±0,01	-	-	0,21±0,00	-	-	-	-	-
<i>E</i> -cariofileno	1418	1412-1423	13,48±2,31	0,21±0,00	5,30±0,26	2,96±0,12	7,30±0,01	5,57±0,02	7,36±0,19	3,42±0,12	1,62±0,01	2,46±0,03	18,55±0,09	15,87±1,08	15,10±0,89
<i>cis</i> -thujopseno	1429	1426	0,15±0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -gurjuneno	1432	1430-1431	0,13±0,02	-	-	-	-	0,081±0,00	-	0,03±0,00	0,50±0,00	-	-	0,22±0,00	0,43±0,02
<i>γ</i> -elemeno	1433	1434-1435	1,85±0,31	-	1,25±0,19	4,83±0,29	1,54±0,02	0,521±0,01	-	0,83±0,00	-	1,46±0,01	-	-	-
aromadendreno	1439	1436-1438	4,43±0,79	0,39±0,03	0,07±0,00	0,14±0,01	-	-	1,28±0,03	1,03±0,00	0,32±0,00	0,42±0,00	2,65±0,03	0,68±0,00	2,69±0,03
<i>α</i> -guaiano	1440	1439-1441	-	-	-	0,15±0,03	-	-	-	0,22±0,00	-	-	-	0,22±0,00	-
<i>α</i> -himachaleno	1447	1448-1449	0,50±0,08	-	-	-	-	1,23±0,00	-	0,01±0,00	1,57±0,01	1,23±0,01	-	3,00±0,01	-
<i>α</i> -neo-cloveno	1454	1455	0,51±0,08	-	-	-	-	-	-	0,89±0,00	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -muuroala-3,5-dieno	1450	1448-1451	-	-	-	0,12±0,01	-	0,201±0,00	0,11±0,00	0,01±0,00	-	-	-	0,32±0,00	-
<i>trans</i> -muuroala-3,5-dieno	1454	1452-1456	-	-	-	0,18±0,04	0,63±0,02	0,63±0,02	0,21±0,00	0,03±0,00	-	-	-	0,38±0,00	-
<i>α</i> -humuleno	1455	1455-1458	-	0,57±0,03	0,89±0,00	0,82±0,00	1,29±0,02	1,51±0,01	1,28±0,00	2,32±0,09	2,59±0,04	4,21±0,15	2,21±0,02	2,47±0,02	1,45±0,01
<i>allo</i> -aromadendreno	1460	1458-1462	-	1,23±0,02	1,08±0,00	0,41±0,01	1,52±0,03	1,50±0,01	1,14±0,00	1,00±0,04	1,39±0,06	0,58±0,02	3,60±0,01	3,76±0,02	1,66±0,01
thujopsadieno	1462	1461-1464	2,34±0,40	-	0,06±0,00	-	-	-	-	-	-	-	0,56±0,02	-	-
<i>β</i> -acordadieno	1466	1465-1469	2,19±0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9- <i>epi-E</i> -cariofileno	1467	1468-1472	1,39±0,24	-	0,02±0,00	-	-	-	-	1,32±0,00	1,39±0,01	0,83±0,00	-	-	-
<i>β</i> -chamigreno	1475	1474-1477	5,97±1,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 6 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA) do acesso de Teresópolis/ RJ (PAT) nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
γ -gurjuneno	1477	1475-1479	-	-	-	-	0,04±0,02	0,61±0,02	-	-	-	-	-	-	-
γ -muuroloeno	1480	1479-1481	0,43±0,07	-	-	-	-	-	-	0,12±0,00	0,15±0,01	0,34±0,00	-	1,43±0,02	0,27±0,01
ar-curcumeno	1481	1479-1482	-	-	-	-	0,38±0,01	0,29±0,00	-	-	-	-	-	-	0,83±0,00
α -amorfenos	1485	1480-1485	-	-	-	0,51±0,03	-	0,93±0,02	-	0,32±0,02	0,94±0,03	1,24±0,02	1,32±0,02	-	1,40±0,00
germacreno D	1485	1484-1487	0,21±0,04	0,45±0,01	0,46±0,02	11,56±0,32	1,36±0,02	0,42±0,01	-	0,21±0,00	0,47±0,00	0,61±0,01	0,56±0,02	0,66±0,04	-
<i>cis</i> - β -guaieno	1490	1489-1494	0,46±0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -selineno	1490	1488-1492	-	0,87±0,05	0,58±0,02	1,05±0,01	1,11±0,03	0,54±0,00	0,92±0,02	0,32±0,00	0,55±0,01	0,75±0,01	2,84±0,02	2,58±0,02	1,71±0,03
valenceno	1491	1489-1491	7,42±1,27	0,25±0,02	-	0,25±0,06	-	1,42±0,0	0,21±0,00	0,31±0,00	0,36±0,00	0,59±0,00	-	-	1,18±0,01
biciclogermacreno	1494	1493-1499	-	4,28±0,03	4,86±0,52	4,56±0,89	6,13±0,54	0,52±0,03	2,35±0,12	1,21±0,01	0,94±0,00	1,47±0,02	3,43±0,01	4,35±0,01	4,69±0,05
α -muuroloeno	1499	1499-1502	4,23±0,72	-	-	0,50±0,00	0,44±0,02	-	0,46±0,01	0,32±0,00	0,42±0,00	0,57±0,01	0,54±0,01	0,58±0,01	0,45±0,00
cupareno	1502	1503	1,02±0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
epizonareno	1502	1501-1503	-	-	-	0,22±0,00	-	-	0,53±0,02	0,01±0,00	-	0,95±0,00	0,59±0,03	-	-
β -himacchalenos	1505	1502-1506	-	-	-	0,26±0,02	-	-	0,21±0,02	0,02±0,00	-	-	-	-	-
<i>E-E</i> - α -farneseno	1508	1511	0,65±0,57	1,39±0,08	1,44±0,03	1,30±0,00	-	2,59±0,00	0,75±0,01	0,01±0,00	-	0,29±0,01	-	-	0,44±0,03
germacreno A	1509	1507	0,56±0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -bisaboleno	1509	1508	-	1,54±0,02	2,65±0,12	0,52±0,02	2,97±0,03	-	-	-	-	-	-	-	1,90±0,01
curcumeno	1512	1513	0,16±0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
γ -cadineno	1513	1514-1517	0,08±0,01	-	0,35±0,08	-	0,41±0,00	-	-	2,02±0,02	1,19±0,02	1,05±0,00	0,78±0,00	0,64±0,02	0,40±0,02
δ -cadineno	1523	1520-1521	0,98±0,17	2,09±0,02	3,54±0,28	1,78±0,21	5,76±0,03	7,76±0,05	3,09±0,01	2,92±0,03	2,34±0,03	3,15±0,06	9,44±1,69	8,13±0,14	2,42±0,01
<i>trans</i> -calameneno	1529	1521-1529	-	0,41±0,01	0,35±0,03	0,31±0,03	-	0,91±0,01	0,78±0,00	0,20±0,01	0,52±0,01	0,68±0,00	1,00±0,01	0,78±0,04	0,40±0,01
zonareno	1530	1528-1531	-	0,51±0,02	0,93±0,11	0,25±0,02	0,88±0,02	-	-	-	-	0,65±0,00	0,81±0,00	1,37±0,08	0,89±0,00
1,4-cadina-dieno	1532	1531-1533	0,18±0,03	-	0,15±0,02	0,36±0,06	0,43±0,00	0,66±0,01	0,89±0,01	0,34±0,00	0,50±0,01	0,36±0,00	-	0,58±0,02	0,12±0,00
<i>cis</i> -calameneno	1540	1540-1541	-	0,22±0,00	0,21±0,02	-	0,64±0,00	0,85±0,02	1,10±0,02	1,35±0,02	1,34±0,01	1,42±0,03	0,69±0,01	0,74±0,02	0,75±0,00
α -calacoreno	1546	1543-1544	-	-	-	-	0,65±0,02	0,85±0,00	0,25±0,01	0,01±0,00	0,69±0,00	1,89±0,01	1,23±0,01	0,78±0,01	0,96±0,01
β -calacoreno	1566	1563-1566	-	-	0,43±0,02	-	-	-	-	-	-	0,49±0,00	-	-	-
Sesquiterpenos - oxigenados			27,49	68,90	50,34	32,10	37,44	48,80	61,17	64,74	69,41	63,84	38,68	31,50	31,97
neo-iso-diidro-acetato de carveoila	1356	1358	0,13±0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> -cubebol	1493	1494-1497	1,78±0,30	-	-	-	-	4,12±0,06	1,17±0,01	0,21±0,00	-	0,42±0,00	-	-	-

Tabela 6 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA) do acesso de Teresópolis/ RJ (PAT) nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
cubebol	1515	1512-1516	-	1,47±0,05	-	0,90±0,03	-	-	-	-	-	-	-	1,87±0,01	1,19±0,03
Z-nerolidol	1533	1530-1532	0,1±0,16	2,83±0,03	0,14±0,02	0,35±0,01	7,23±0,17	0,08±0,00	-	-	-	-	-	-	-
3,14-cedranoxida	1540	1539-1542	0,58±0,09	-	-	-	0,23±0,02	1,30±0,02	-	-	-	-	-	-	-
α-agrarofurano	1545	1544	0,94±0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
elemol	1549	1543-1549	0,80±0,14	-	0,35±0,02	0,30±0,00	-	-	-	-	0,22±0,01	0,29±0,00	-	-	-
germacreno B	1556	1554-1559	2,31±0,39	-	0,66±0,03	2,46±0,41	-	0,20±0,00	-	-	1,38±0,01	-	-	-	-
E-nerolidol	1563	1559-1566	7,90±0,22	41,48±0,26	25,75±1,89	17,32±0,38	15,27±0,09	13,30±0,47	29,59±0,11	27,32±0,74	21,69±1,02	22,78±0,19	20,65±0,78	14,87±0,02	10,11±0,02
ledol	1565	1561-1563	1,01±0,17	-	-	-	-	1,05±0,01	-	-	-	-	-	-	0,77±0,03
oxi-himachaleno	1574	1570	0,65±0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
espatulenol	1578	1576-1579	-	3,61±0,08	2,01±0,03	0,73±0,03	1,65±0,01	2,27±0,02	-	3,32±0,03	2,29±0,03	1,72±0,02	0,74±0,03	1,31±0,00	2,46±0,03
óxido de cariofileno	1581	1579-1583	0,70±0,12	1,51±0,02	1,07±0,02	0,68±0,12	-	-	3,73±0,03	3,98±0,01	4,21±0,01	3,58±0,08	-	0,58±0,00	0,95±0,00
globulol	1585	1585-1586	-	5,018±0,01	4,78±0,12	0,53±0,04	4,58±0,01	6,30±0,24	-	1,21±0,02	2,03±0,01	1,60±0,03	-	4,30±0,08	6,77±0,12
E-dehidro-apofarnesol	1587	1585	0,58±0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
longiborneol	1592	1587-1590	0,22±0,02	0,50±0,12	2,24±0,02	0,26±0,04	-	1,20±0,03	-	0,32±0,02	-	-	-	-	-
khusimona	1593	1591	0,62±0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
viridiflorol	1593	1591-1594	-	8,94±0,03	8,07±0,05	0,24±0,01	-	2,34±0,03	6,40±0,03	5,20±0,42	0,93±0,02	1,95±0,03	5,52±0,32	1,55±0,02	1,66±0,01
guaial	1601	1600-1602	-	-	-	1,20±0,03	-	2,34±0,04	0,60±0,01	0,10±0,00	0,83±0,01	0,85±0,01	1,57±0,01	1,13±0,00	0,68±0,00
epóxido de humuleno II	1606	1604-1607	1,02±0,17	-	-	-	-	1,42±0,06	0,46±0,02	0,20±0,01	1,70±0,15	0,79±0,02	-	0,14±0,00	-
1,10- di- <i>epi</i> -cubenol	1614	1611-1613	0,74±0,12	-	-	0,23±0,01	-	-	2,60±0,02	2,10±0,12	1,47±0,06	-	-	0,87±0,00	-
10- <i>epi</i> -γ-eudesmol	1619	1616-1620	0,33±0,06	-	-	-	-	0,96±0,01	6,40±0,78	5,20±0,14	4,20±0,09	3,49±0,02	1,30±0,01	1,07±0,01	-
1- <i>epi</i> -cubenol	1627	1624-1625	1,50±0,26	-	-	1,64±0,23	-	-	3,91±0,02	1,02±0,01	2,16±0,02	1,44±0,03	1,74±0,02	0,24±0,00	-
α-acorenol	1630	1628	0,43±0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	1,39±0,01	-	-	-
<i>cis</i> -cadin-4- <i>en</i> -7-ol	1637	1634-1637	-	-	-	-	0,84±0,02	-	0,39±0,01	0,20±0,00	1,78±0,01	1,54±0,01	1,13±0,02	-	0,29±0,00
hinesol	1638	1636-1637	1,17±0,19	0,67±0,00	1,01±0,15	1,08±0,04	0,58±0,02	-	-	0,32±0,00	2,61±0,01	0,30±0,01	1,94±0,02	-	0,24±0,00
<i>epi</i> -α-cadinol	1640	1637-1638	0,97±0,17	0,62±0,00	0,85±0,02	-	-	-	0,92±0,00	0,16±0,00	-	2,57±0,02	-	1,69±0,02	1,06±0,01
cariofila-4(14),8(15)-dien-5.α-ol	1641	1638-1640	-	-	-	-	0,21±0,03	0,31±0,00	0,39±0,00	1,20±0,00	0,96±0,00	1,13±0,00	-	-	-

Tabela 6 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA) do acesso de Teresópolis/ RJ (PAT) nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>epi-α</i> -muurolol	1641	1642	1,42±0,24	2,25±0,00	3,41±0,32	2,90±0,25	1,69±0,14	2,44±0,19	0,57±0,00	4,21±0,06	10,39±0,18	7,89±0,19	0,91±0,03	0,72±0,02	0,51±0,00
<i>α</i> -muurolol	1646	1645-1647	-	-	-	-	0,84±0,00	1,25±0,03	1,07±0,00	2,12±0,00	1,12±0,01	0,99±0,01	0,74±0,00	0,64±0,01	0,52±0,00
cubenol	1647	1644-1648	-	-	-	-	0,91±0,02	1,20±0,00	2,52±0,02	2,15±0,01	2,71±0,03	2,13±0,02	-	0,52±0,00	-
<i>α</i> -cadinol	1654	1654-1652	-	-	-	-	3,41±0,02	4,37±0,08	0,43±0,01	4,20±0,00	5,15±0,01	5,79±0,02	2,45±0,02	-	1,21±0,01
3-thujopsanona	1650	1653	0,74±0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
neo-intermedeol	1660	1658-1659	-	-	-	1,28±0,03	-	1,36±0,02	-	-	-	-	-	-	1,40±0,00
<i>β</i> -bisabolol	1671	1673	0,47±0,07	-	-	-	-	1,00±0,01	-	-	-	-	-	-	1,28±0,00
14-hidroxi-9- <i>epi-E</i> -cariofileno	1670	1666-1668	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88±0,01	0,68±0,03	-	-	0,85±0,02
valerana	1675	1674-1678	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25±0,00	0,52±0,01	-	-	-
8-cedren-13-ol	1688	1686	0,46±0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Z,E</i> -farneseol	1701	1697	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45±0,02	-	-	-	-
Outras substâncias**			0,43	2,65	0,47	0,00	1,56	0,59	0,82	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	4,71
<i>n</i> -hexanol	867	869	0,13±0,02	-	-	-	-	0,19±0,02	-	-	-	-	-	-	-
belzaldeído	961	960-964	0,15±0,02	2,65±0,20	0,43±0,02	-	0,10±0,01	0,25±0,01	-	-	-	-	-	-	4,71±0,32
1,3-dimetoxi-benzeno	1169	1168	-	-	-	-	0,03±0,00	0,09±0,00	-	-	-	-	-	-	-
decanal	1202	1200-1201	-	-	0,04±0,01	-	0,01±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>p</i> -anisil álcool	1279	1276-1278	0,08±0,01	-	-	-	0,07±0,00	0,06±0,00	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 6 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais de folhas de *P. aduncum* (PA) do acesso de Teresópolis/ RJ (PAT) nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (conclusão)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
sesamol	1312	1309	0,07±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
benzoato de 3-Z-hexanil	1567	1564-1566	-	-	-	-	1,35±0,15	-	0,82±0,04	0,12±0,01	-	-	-	-	-
Números de Substâncias Identificadas			75	36	53	51	53	56	47	58	46	52	32	42	45
Total de substâncias quantificadas %			99,23	97,14	82,57	89,88	90,20	85,23	95,91	90,13	94,80	96,06	98,55	92,84	92,69
Rendimentos de OE %			0,50	0,82	0,68	0,28	0,21	0,31	0,32	0,28	0,21	< 0,10	0,32	0,39	0,63
Atividade	<i>Fase vegetativo</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Fenológica	<i>Fase reprodutivo</i>												X	X	X
Estação do Ano⁺			Ver	Ver	Ver	Out	Out	Out	Inv	Inv	Inv	Prim	Prim	Prim	Ver

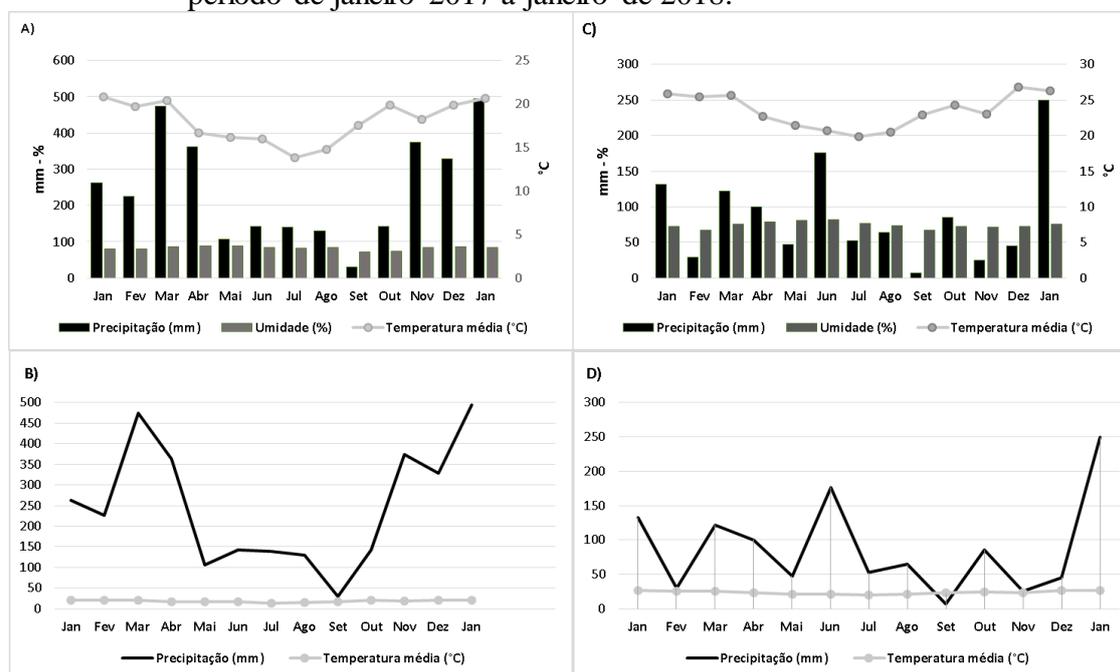
Legenda: IR_{lit} – Índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007;2017); IR_{calc} -Índices de retenção calculados(variação); *O teor está em média (%) ± desvio padrão (SD); ** As outras substâncias são os *n*-alcanos, álcoois e cetonas;+ Ver=verão; Out = Outubro; Inv=Inverno; Prim= Primavera; X – Presente; Áreas hachuradas em rosa evidenciam o estado de fase reprodutiva; Áreas hachuradas em azul evidenciam substâncias com valores (%) significativos para o estudo.

Na figura 15 são apresentadas as médias mensais e diagramas ombrotérmicos referentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) das cidades de Teresópolis/RJ e Niterói/RJ, no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, em que foram realizadas as coletas.

Os acessos de Teresópolis/ RJ possuem altitude maior que 1000m, diferente de Niterói/RJ que está a 50 m do nível do mar. A média registrada de temperatura é relativamente menor em altitude, o que é esperado, como demonstrado na figura 15.

O acesso de Teresópolis/ RJ não apresentou, de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, um período completamente seco, o que pode ser observado no diagrama ombrotérmico. O período seco, no entanto, pode ser observado em setembro de 2017 para Niterói/ RJ (Figura 15-D). Em contraponto, o acesso de Teresópolis/RJ possui duas estações chuvosas, sendo essas nos períodos do verão e da primavera (Figura 15).

Figura 15 – Médias mensais e diagrama ombrotérmico correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) das cidades de Teresópolis/RJ e Niterói/RJ no período de janeiro 2017 a janeiro de 2018.



Fonte: INMET,2017

Legenda: Médias mensais (A e C) e diagrama ombrotérmico (B e D); Cidades de Teresópolis/ RJ (A e B) e Niterói/ RJ (C e D); Da esquerda para direita = Jan-janeiro de 2017; Fev-fevereiro; Mar-março; Abr-abril; Mai-maio; Jun-junho; Jul-julho; Ago-agosto; Set-setembro; Out-outubro; Nov-novembro; Dez-dezembro; Jan-janeiro de 2018.

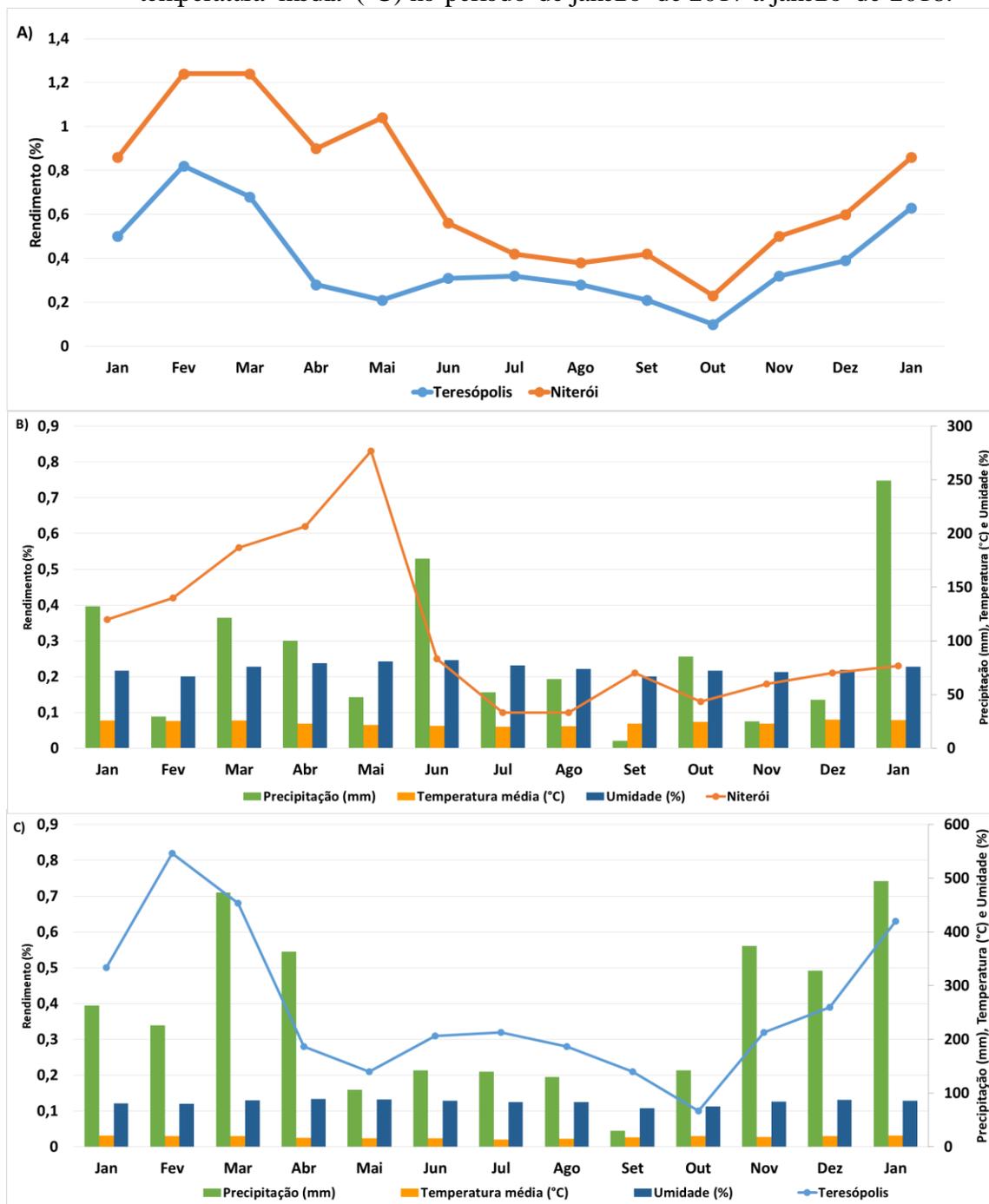
Os óleos essenciais das amostras das duas regiões apresentaram-se incolores. A figura 16 apresenta as variações nos rendimentos dos OE dos dois acessos, Niterói/ RJ (16 A e B) e Teresópolis/ RJ (16 A e C), relacionados com as médias mensais dos fatores ambientais (precipitação, umidade e temperatura) no período de avaliação.

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentados os resultados referentes às análises de Pearson, que correlacionam as classes químicas, rendimentos e as substâncias majoritárias presentes nos OE com fatores ambientais (precipitação, umidade e temperatura) para os espécimes dos acessos de Niterói e Teresópolis/ RJ, respectivamente.

Pode-se observar, na figura 16A, que os rendimentos de Niterói/ RJ são maiores do que os do acesso de Teresópolis/ RJ, apesar desses não apresentarem diferenças significativas entre si ($p=0,4511$). Para o acesso de Niterói/ RJ, registra-se na figura 16B que o maior rendimento (0,83%) foi obtido a partir de plantas coletadas no mês de maio, no período do outono, no qual o espécime não apresentava nenhuma inflorescência ou infrutescência (fase vegetativa, Figura 16B).

Com base na figura 16C é possível afirmar que o espécime do acesso de Teresópolis/ RJ teve maiores rendimentos de OE no verão (0,82%, 0,68% e 0,63%), e os menores a partir do outono até o início da primavera. Observa-se pelo gráfico um aumento novamente no verão, com o aparecimento das inflorescências. A figura 16C exhibe claramente uma tendência de linearidade positiva entre o rendimento do OE, o nível de precipitação na área e a temperatura. Isso pode ser confirmado com os resultados obtidos nas análises de correlação de Pearson (Tabela 8), evidenciando correlações moderadas positiva de $r^2=0,5893$ e $r^2= 0,5331$ para precipitação e temperatura, respectivamente.

Figura 16– Comparações das variações dos rendimentos (%) de óleos essenciais de *P. aduncum* dos acessos de Niterói/RJ e Teresópolis/RJ e suas relações com as médias mensais dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.



Legenda: (A) Rendimentos (%) de óleos essenciais de *P. aduncum* dos acessos de Niterói/RJ e Teresópolis/RJ; (B, C) Relações dos rendimentos (%) e médias mensais dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) nos período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, para os acessos de Niterói/ RJ (B) e Teresópolis/ RJ (C). Da esquerda para direita = Jan-janeiro; Fev-fevereiro; Mar-março; Abr-abril; Mai-maio; Jun-

junho; Jul – julho; Agos- agosto; Set – setembro; Out – outubro; Nov-novembro; Dez- dezembro; Jan- janeiro de 2018.

Tabela 7 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas de óleos essenciais de *P. aduncum* do acesso de Niterói/ RJ (PAN).

Variáveis analisadas	r^2			
	Precipitação	Umidade	Temperatura	
linalool	-0,2950	0,1682	0,3945	
δ -elemeno	-0,2771	0,2461	-0,8274*	
<i>E</i> -cariofileno	-0,5463	-0,4844	0,0007	
γ -elemeno	-0,7747*	-0,2310	-0,5085	
α -humuleno	-0,4322	-0,0975	-0,4924	
γ -gurjuno	0,7659	-0,0575	0,5755	
germacreno D	0,0988	0,1358	0,0640	
β -selineno	-0,4419*	-0,0745	-0,3897	
biciclo germacreno	0,5586*	0,0593	0,3361	
δ -cadineno	-0,4343	0,0894	-0,5507*	
<i>E</i> -nerolidol	0,1418	-0,1178	0,2695	
espatuleno	-0,0267	0,0070	0,4495	
viridiflorol	0,3014	0,0778	0,4876	
α -cadinol	0,1417	0,0568	0,5001	
Classes químicas	Monoterpenos-hidrocarbonetos	-0,2949	0,1682	0,3946
	Sesquiterpenos-hidrocarbonetos	-0,2742	-0,1338	-0,4254
	Sesquiterpenos-oxigenados	0,4755	0,0472	0,4580
	Outras substâncias	-0,2089	0,5725*	0,1703
Rendimentos dos óleos de PAN (%)	0,0122	0,3933	0,0861	

Legenda - *Significativo a $p < 0,05$; Áreas hachuradas representam níveis de correlações: azul – forte; verde moderada; +OE – Óleo Essencial.

Tabela 8 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas de óleos essenciais de *P. aduncum* do acesso de Teresópolis/RJ (PAT).

Variáveis analisadas	r^2		
	Precipitação	Umidade	Temperatura
β -felandreno	0,1213	-0,3951	0,3752
δ -elemeno	0,4156	0,4514	0,1512
β -elemeno	0,3251	0,6594	-0,1014
Z-cariofileno	-0,8285*	-0,5114	-0,3371
E-cariofileno	0,5283*	0,3580	0,3157
germacreno D	0,2951	0,4141	-0,2498
valenceno	0,1816	0,0015	0,4798
biciclogermacreno	0,5922*	0,6078*	0,3785
δ -cadineno	0,0607	0,3375	-0,1227
Z-nerolidol	-0,5916	0,1279	-0,3728
E-nerolidol	-0,2238	-0,2813	-0,2070
globulol	0,3551	0,2967	0,3822
viridiflorol	0,0982	0,0602	-0,0078
10- <i>epi</i> - γ -eudesmol	-0,6474*	-0,3143	-0,7140*
<i>epi</i> - α -muurolool	-0,5183	-0,7681*	-0,0086
α -cadinol	-0,5751	-0,5778	0,1681
Monoterpenos-hidrocarbonetos	0,0437	-0,4443	0,2812
Monoterpenos-oxigenados	-0,2286	-0,1576	-0,2443
Sesquiterpenos-hidrocarbonetos	0,3247	0,4345	0,0356
Sesquiterpenos-oxigenados	-0,7701*	-0,6643*	-0,4400
Outras substâncias	0,5009	0,0079	0,4406
Rendimentos dos óleos de PAT (%)	0,5893*	0,1997	0,5331*

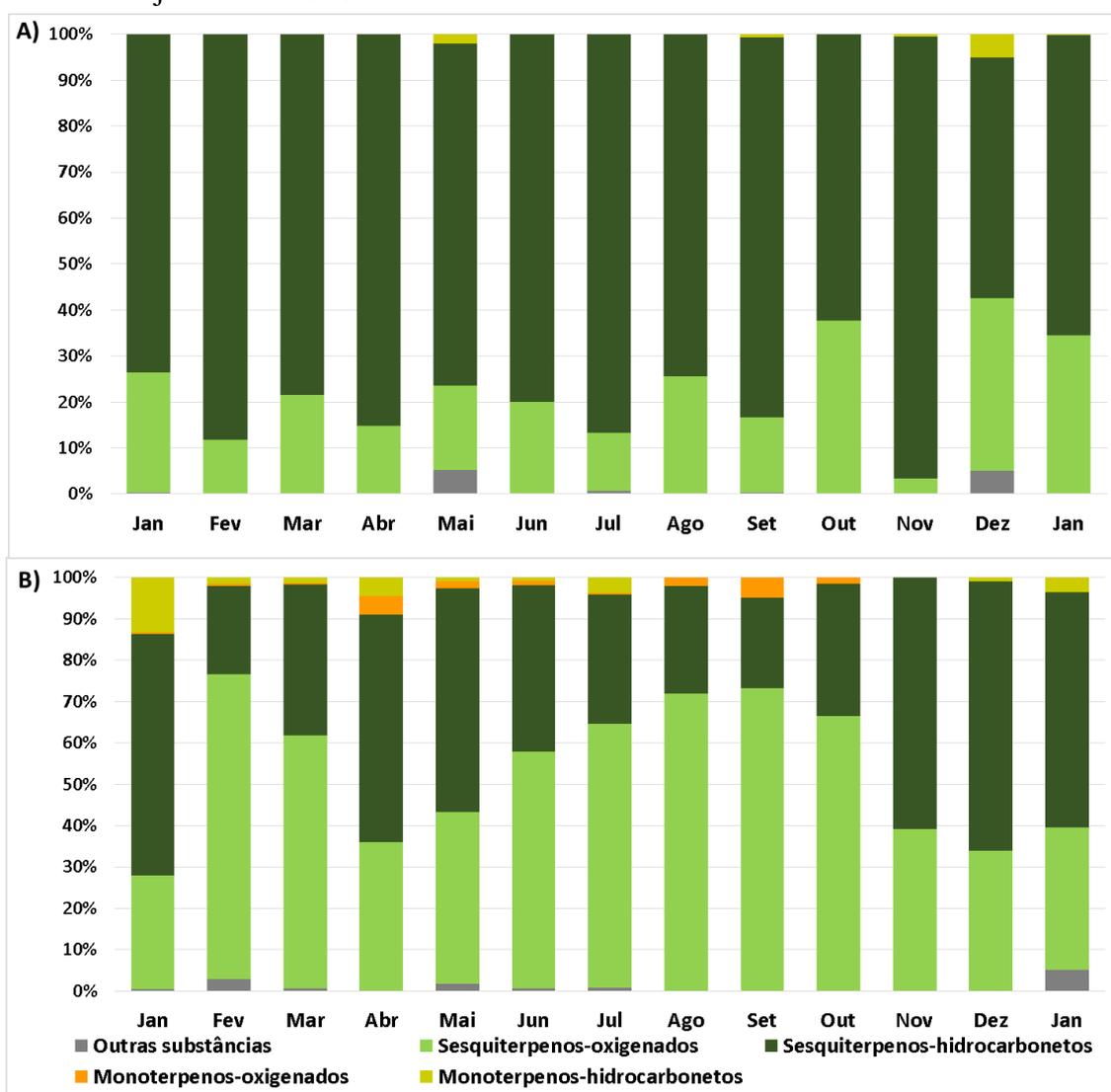
Legenda - *Significativo a $p < 0,05$; Áreas hachuradas representam níveis de correlações: as cores: azul – forte; verde – moderada. +OE – Óleo Essencial.

As figuras 17 (A e B) apresentam as variações das diferentes classes químicas que compõe os OE de *P. aduncum* das áreas em estudo. Ambas as amostras são ricas em sesquiterpenos, porém, nas de Niterói/ RJ se sobressaem os oxigenados e nas de Teresópolis/ RJ os não oxigenados.

Para os OE de Niterói/ RJ, as análises de Pearson demonstram correlações positivas significativas ($p=0,032$) com a umidade ($r^2= 0,5725$) para substâncias como *n*-

hexanol, benzoato de benzila e nonadecano (Tabela 7). As amostras de OE de Teresópolis/ RJ (Figura 17 B) apresentam maiores concentrações de sesquiterpenos hidrocarbonetos (não oxigenados) nos meses de abril, novembro, dezembro de 2017 e janeiro de 2018. Registra-se, também, que a análise de Pearson (Tabela 8) demonstrou correlação negativa forte entre os sesquiterpenos-oxigenados ($r^2 = -0,7701$; $p = 0,011$) e a precipitação; e moderada ($r^2 = -0,6643$; $p = 0,023$) com a umidade (Tabela 8).

Figura 17 – Variações das classes químicas de óleos essenciais de *P. aduncum* no acesso de Niterói/RJ e Teresópolis/RJ, no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.



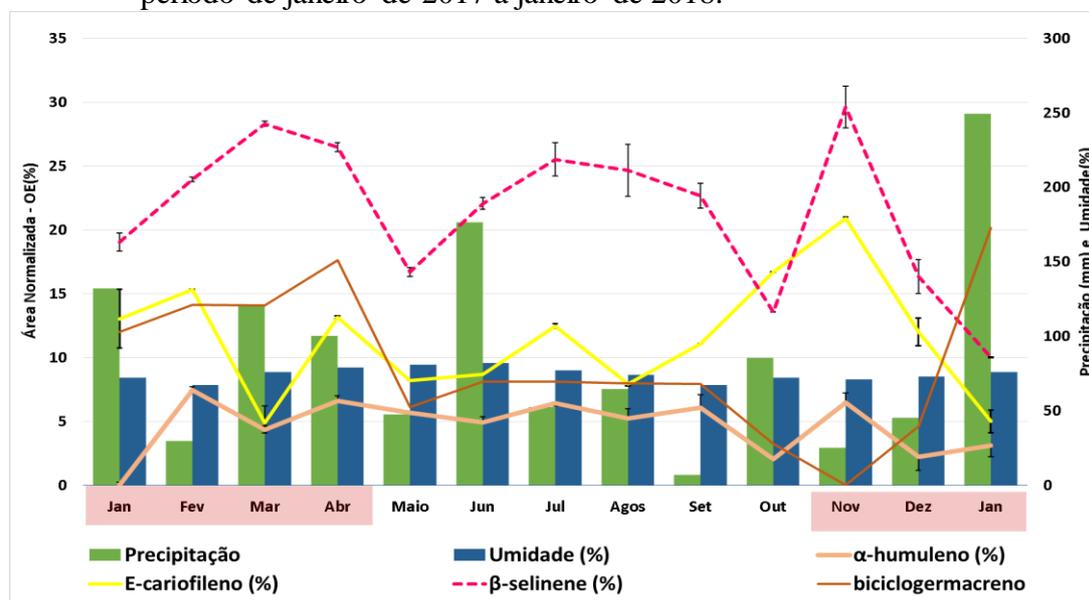
Legenda: Variação do acesso de Niterói/RJ (A) e Teresópolis/RJ (B); Da esquerda para direita = Jan-janeiro de 2017; Fev- fevereiro; Mar-março; Abr- abril; Mai- maio; Jun- junho; Jul- julho; Ago- agosto; Set- setembro; Out- outubro; Nov-novembro; Dez- dezembro; Jan-janeiro de 2018

As figuras 18 e 19 apresentam as comparações entre as variações dos componentes majoritários dos OE de *P. aduncum* dos acessos de Niterói/ RJ e de Teresópolis/ RJ, em relação à normal climatológica dos fatores ambientais (precipitação e umidade).

Na figura 18 pode-se observar que os teores relativos do sesquiterpeno não oxigenado **β -selineno** são elevados no acesso Niterói/ RJ, tendo seus maiores percentuais registrados no período da primavera e verão (mais úmidos), coincidindo com a fase reprodutiva do espécime (janeiro, fevereiro, março, abril e novembro de 2017). É perceptível que existe um decaimento do teor relativo percentual do **β -selineno** no período de maior nível de precipitação, como em janeiro de 2018. A análise de Pearson confirmou essa correlação ($r^2 = -0,4419$; $p = 0,035$) (Tabela 7). Ao contrário, a análise de Pearson demonstrou correlação positiva entre os teores percentuais de **biciclogermacreno** ($r^2 = 0,5586$; $p = 0,015$) e a precipitação, como demonstrado na figura 18. Outras substâncias com presença relativa acima de 5% nos OE apresentaram correlações significativas com fatores ambientais, como os sesquiterpenos não oxigenados **δ -elemeno** ($r^2 = -0,8274$; $p = 0,002$) e **δ -cadineno** ($r^2 = -0,5507$; $p = 0,026$), que se correlacionaram negativamente com a temperatura (Tabelas 7 e 8).

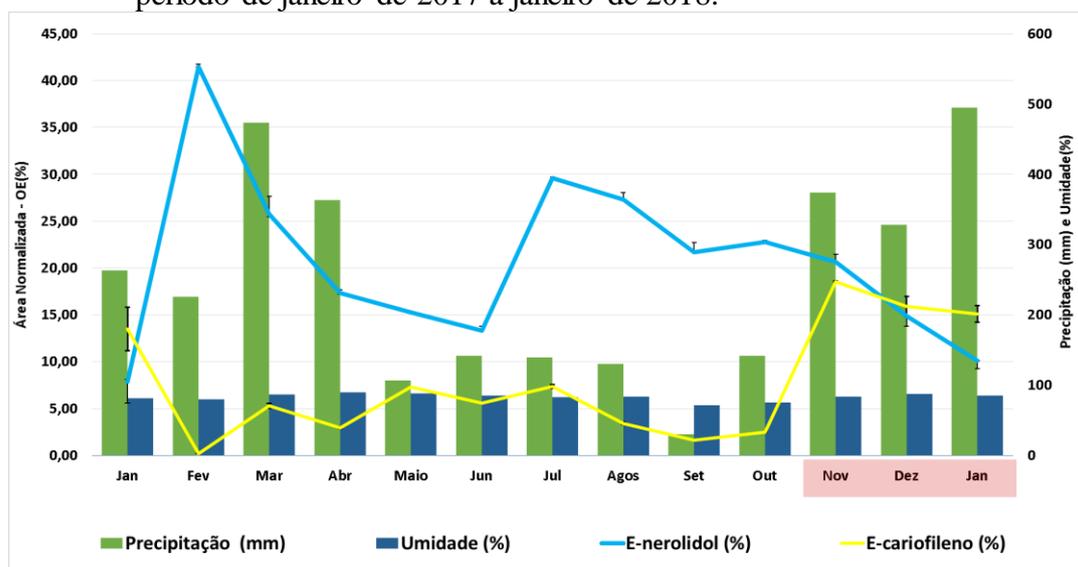
Para as amostras do acesso de Teresópolis/ RJ é possível observar a presença do sesquiterpeno oxigenado ***E*-nerolidol** em expressivo teor relativo, tendo valores mais elevados em fevereiro de 2017, decaindo com a elevação da precipitação (Figura 19). Amostras coletadas em janeiro de 2017 apresentaram teor relativo considerável do sesquiterpeno não oxigenado ***E*-cariofileno**, que retornou como majoritário em janeiro de 2018 (Figura 19). É notório que esse sesquiterpeno responde aos níveis de precipitações do período de estudo, correlacionando-se positivamente com esse fator abiótico ($r^2 = 0,5283$) (Tabela 8). Ainda, para as amostras de OE do acesso de Teresópolis/ RJ, os teores percentuais dos sesquiterpenos oxigenados ***epi*- α -muurolol** e **10-*epi*- γ -eudesmol** também se correlacionam com fatores abióticos. O primeiro, moderadamente com a precipitação ($r^2 = -0,5183$), e fortemente com a umidade ($r^2 = -0,768$), enquanto que o segundo, moderadamente com a precipitação ($r^2 = -0,6474$) e fortemente com a temperatura ($r^2 = -0,7140$) (Tabela 8). As estruturas das substâncias majoritárias estão representadas na figura 20.

Figura 18 – Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de *P. aduncum* no acesso de Niterói/RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.



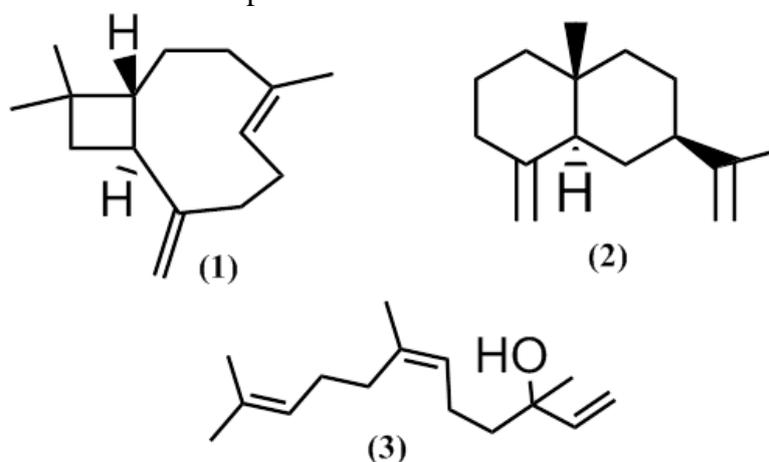
Legenda: Áreas hachuradas em rosa evidenciam a fase reprodutiva. Da esquerda para direita = Jan – janeiro; Fev – fevereiro; Mar – março; Abr – abril; Mai – maio; Jun – junho; Jul – julho; Agos- agosto; Set – setembro; Out – outubro; Nov – novembro; Dez – dezembro; Jan – janeiro de 2018.

Figura 19 – Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de *P. aduncum* no acesso de Teresópolis/RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.



Legenda: Áreas hachuradas em rosa evidenciam o estado de fase reprodutiva. Da esquerda para direita = Jan – janeiro; Fev – fevereiro; Mar – março; Abr – abril; Mai – maio; Jun – junho; Jul – julho; Agos- agosto; Set – setembro; Out – outubro; Nov – novembro; Dez – dezembro; Jan – janeiro de 2018.

Figura 20 –Estruturas químicas das substâncias majoritárias *E*-cariofileno (1), β -selineno (2) e *E*-nerolidol (3) presentes nos óleos essenciais de *P. aduncum* coletadas em Teresópolis/RJ e Niterói/RJ.

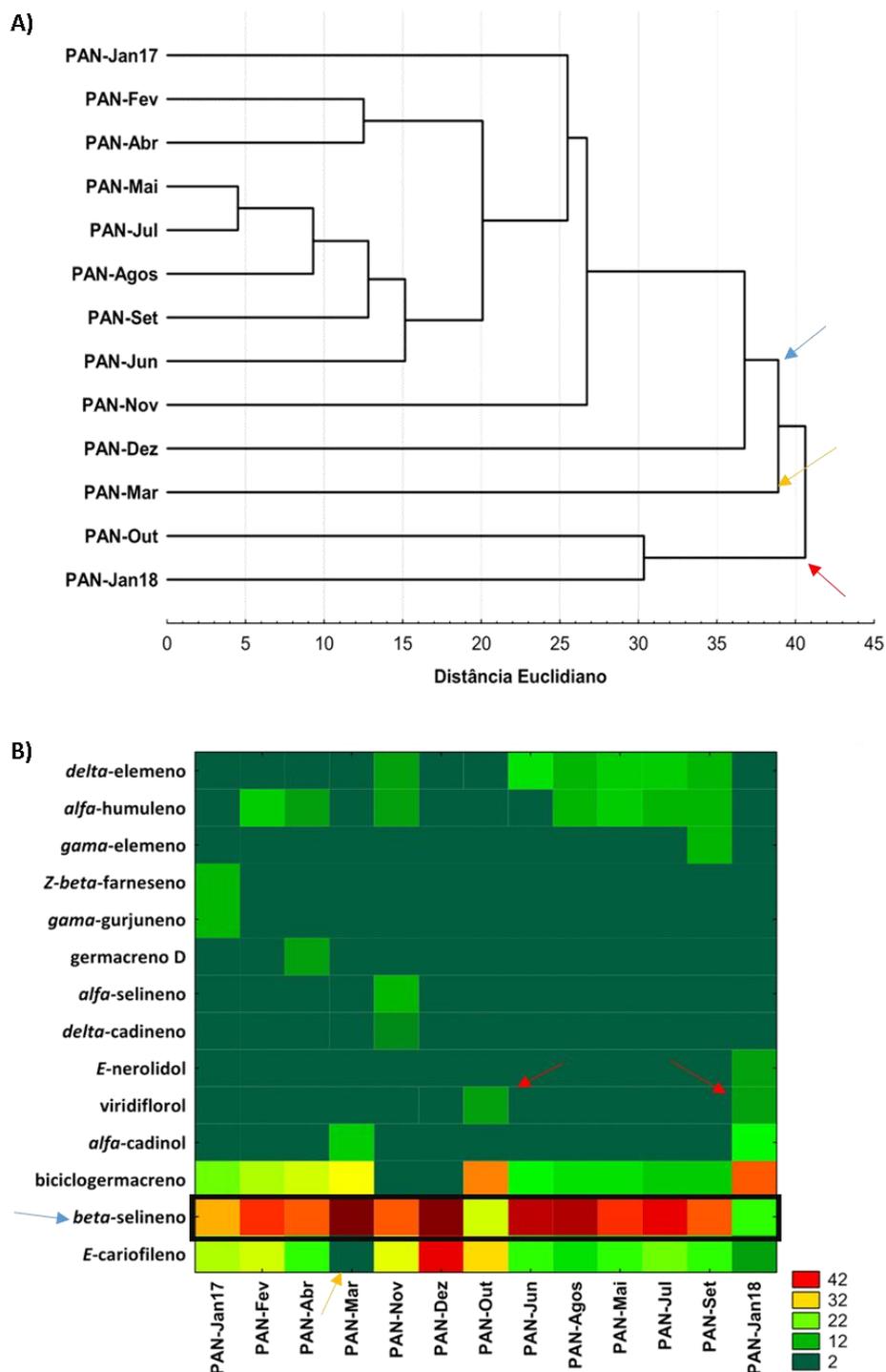


As análises de agrupamentos hierárquicos são apresentadas na figura 21 A - B e 22 A-B para amostras da composição química dos OE de *P. aduncum* de Niterói/RJ e Teresópolis/RJ, respectivamente, coletadas durante os meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.

A figura 21 A-B demonstrou que há uma composição rica do sesquiterpeno ***β -selineno*** nos OE do acesso de Niterói/ RJ, e que a sua variabilidade sazonal é evidenciada pelos componentes em menores concentrações. Foi possível verificar que os maiores teores de ***β -selineno*** foram registrados nos períodos mais frios do ano (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro de 2017) e, por isso, houve agrupamento (Figura 21A). O agrupamento também evidencia variações em outubro e janeiro de 2018, decorrentes de teores significativos de **viridiflorol**, e em março pela ausência em teores significativos de ***E*-cariofileno** (Figuras 21 A-B).

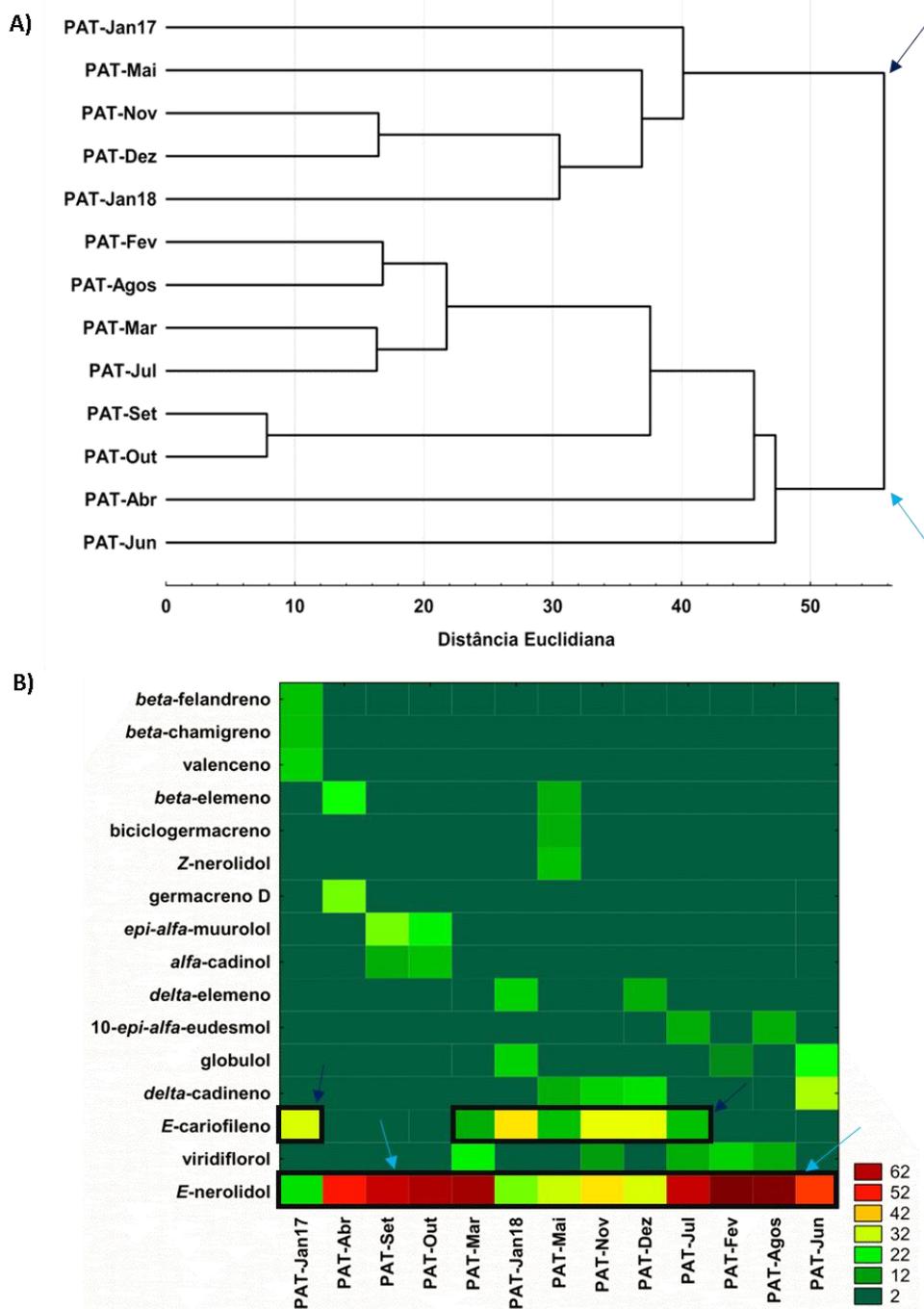
Para amostras de Teresópolis/ RJ, os gráficos apresentaram dois grupos discriminados de amostras de OE, sendo um com concentrações elevadas de ***E*-cariofileno** (janeiro de 2017 e 2018, fevereiro, maio, novembro e dezembro; destacando que a análise de Pearson demonstrou correlação com os elevados níveis de precipitações, conforme mencionado anteriormente) e outro com concentrações elevadas de ***E*-nerolidol** (Figura 22 A-B). Cabe destacar que a análise de Pearson demonstrou correlação negativa entre os teores desses dois sesquiterpenos ($r^2=-0,5763$), ou seja, parece haver competição na biossíntese dessas substâncias, já que ambas são formadas a partir do *2E,6E* - difosfato de farnesila.

Figura 21 – Dendrograma e gráfico de *two-way joining* de 13 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* do acesso de Niterói/RJ (PAN), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.



Legenda: *O programa não suporta o uso de símbolos. Dendrograma (A) e gráfico de *two-way joining* (B)
 #As setas demonstram semelhanças entre as amostras e as cores representam a composição com elevado teor de β -selineno (azul); ausência em teor considerável de E-cariofileno (amarelo); e concentração significativa de viridiflorol (vermelho).

Figura 22 – Dendrograma e gráfico de *two-way joining* de 13 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* do acesso de Teresópolis/RJ, de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.



Legenda: *O programa não suporta o uso de símbolos; Dendrograma (A) e gráfico de *two-way joining* (B); #As setas demonstram semelhanças entre as amostras e as cores das setas representam: azul claro- composição com elevado teor de *E-nerolidol*; azul escuro – composição com elevado teor de *E-cariofileno*.

4.4 Composição química e rendimentos dos óleos essenciais de *P. aduncum* cultivadas em casa de vegetação e comparação com as amostras coletadas a campo

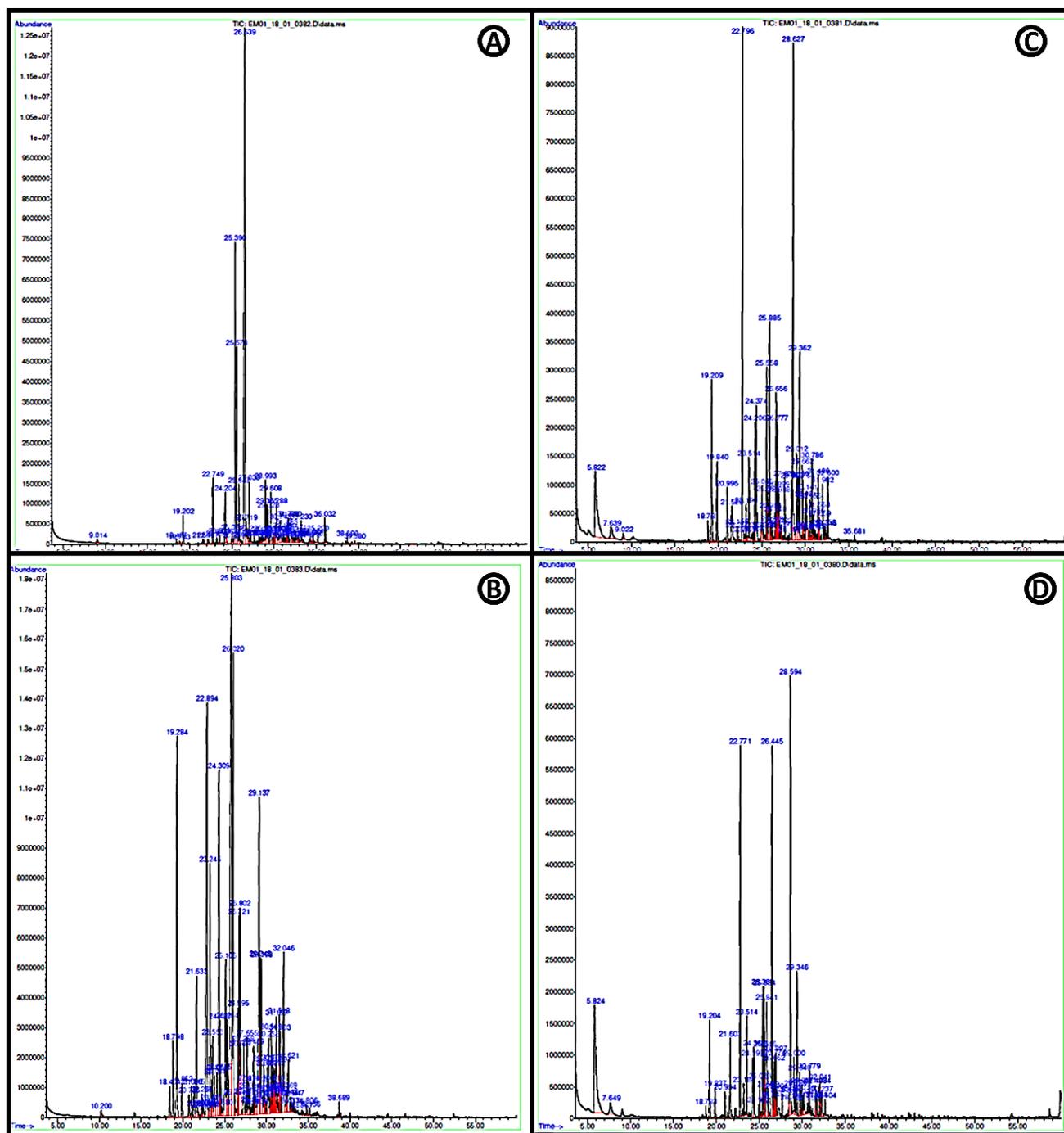
Os espécimes cultivados de *P. aduncum* obtidos a partir das estacas dos acessos de Niterói/RJ e Teresópolis/RJ, tiveram suas folhas colhidas da primeira e segunda geração em dezembro de 2017 (1º mês de análise) e janeiro de 2018 (2º mês de análise), em um total de 8 amostras. As composições químicas dos OE e os perfis cromatográficos para *P. aduncum* estão apresentados na Figura 23 e Tabela 9.

Para os espécimes de *P. aduncum* cultivados das áreas de Teresópolis/RJ e Niterói/RJ analisadas, os números de substâncias identificadas e os rendimentos foram menores do que as mesmas áreas de coletas em campo. Todos os espécimes se encontravam em estado de fase vegetativa no momento da coleta.

Os OE das amostras cultivadas de *P. aduncum* na primeira geração obtidas do acesso de Teresópolis/ RJ apresentaram como majoritários, nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018, respectivamente: ***E*-nerolidol** (12,94 % e 8,67 %), ***E*-cariofileno** (10,72 % e 12,23 %) e **benzaldeído** (11,39 % e 1,66 %). O sesquiterpeno não oxigenado **α -selineno** foi identificado no OE obtido no mês de dezembro, com teor percentual de 10,67 % e não foi identificado no mês seguinte. Para segunda geração, tem-se ***E*-cariofileno** (12,96 % e 2,82 %) e ***E*-nerolidol** (14,08 % e 5,28 %). Para essa amostra, o mesmo aconteceu para o sesquiterpeno **α -selineno**, que foi identificado com teor relativo de 6,60 % em dezembro de 2017 e não foi identificado em janeiro de 2018. Chama a atenção a presença do benzenoide **benzaldeído** na amostra obtida no primeiro mês, com teor relativo de 6,34 %, e no segundo mês com teor muito elevado, de 73,78 % (Tabela 9).

Os OE das amostras cultivadas de *P. aduncum* na primeira geração obtidas do acesso de Niterói/RJ apresentaram como majoritários, nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018, respectivamente: **β -bisaboleno** (36,50 % e 33,88 %), ***ar*-curcumeno** (12,65 % e 8,71 %) e **β -selineno** (8,89 % e 7,32 %). Na segunda geração ficou evidenciado apenas em percentagem relativa relevante de os sesquiterpenos **β -selineno** (16,46 % e 24,31 %) e **α -selineno** (8,49 % e 7,39 %) (Tabela 9).

Figura 23 - Cromatograma do óleo essencial de *P. aduncum* (PA) obtido a partir de plantas cultivadas em casa de vegetação e colhidas no mês de dezembro de 2017.



Legenda: Em (A) cromatograma obtido por CG-EM da 1ª geração de PA de Niterói/ RJ (PAN) ;(B) 2ª geração de PAN, (C) 1ª geração de PA de Teresópolis/ RJ (PAT); e (D) 2ª geração de PA de Teresópolis/ RJ.

Tabela 9 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. aduncum* (PA) da primeira geração (PAN1/PAT1) e da segunda geração (PAN2/ PAT2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói (PAN) e Teresópolis (PAT), colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (continua)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Porcentagem Relativa (%±SD*)							
			DEZEMBRO DE 2017				JANEIRO DE 2018			
			PAT		PAN		PAT		PAN	
1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a			
Monoterpenos – hidrocarbonetos			1,26	1,03	0,00	0,00	8,69	1,38	2,55	0,00
<i>β</i> -pineno	974	977	-	1,03±0,02	-	-	-	-	-	-
mirreno	988	991-996	-	-	-	-	2,08±0,02	-	-	-
<i>α</i> -terpineno	1014	1014	-	-	-	-	-	-	2,55±0,32	-
<i>β</i> -felandreno	1025	1028-1030	1,26±0,12	-	-	-	6,61±0,02	1,38±0,29	-	-
Monoterpenos – oxigenados			0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,22	0,00	0,00
<i>α</i> -terpineol	1186	1191	-	-	-	-	-	0,22±0,01	-	-
acetato de nerila	1359	1359	-	-	-	-	0,13±0,01	-	-	-
Sesquiterpenos – hidrocarbonetos			57,49	55,04	74,59	73,38	51,92	9,64	68,52	76,00
<i>δ</i> -elemeno	1335	1318-1326	3,24±0,00	4,36±0,54	1,43±0,02	7,31±0,54	6,85±0,45	1,11±0,10	-	6,07±0,24
<i>α</i> -cubebeno	1345	1351 - 1358	0,92±0,03	1,92±0,12	-	0,47±0,05	1,161±0,02	-	-	0,61±0,01
<i>α</i> -ylangeno	1373	1373	-	-	-	0,39±0,00	-	-	-	0,31±0,02
<i>α</i> -copaeno	1374	1372-1373	0,73±0,01	1,21±0,02	-	0,42±0,00	1,01±0,02	-	-	-
<i>β</i> -bourboneno	1387	1374	-	-	-	0,44±0,00	-	-	-	0,25±0,01
<i>β</i> -cubebeno	1387	1387	-	1,17±0,12	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -elemeno	1389	1381	2,51±0,12	-	0,30±0,01	2,43±0,03	4,90±0,12	1,06±0,04	1,33±0,23	1,56±0,03
Z-cariofileno	1408	1401	-	0,33±0,01	-	0,07±0,00	-	-	-	-
<i>α</i> -gurjuneno	1409	1393- 1407	-	0,26±0,02	-	0,34±0,00	0,49±0,00	-	-	-
<i>E</i> -cariofileno	1417	1407	10,72±1,23	12,96±1,36	2,76±0,23	9,69±0,25	12,23±1,21	2,82±0,11	5,30±0,06	11,69±0,87
<i>E-α</i> -ionone	1428	1428	-	-	-	0,09±0,00	-	-	-	-
<i>β</i> -gurjuneno	1431	1424-1433	0,84±0,01	0,20±0,00	0,29±0,03	3,49±0,23	0,22±0,12	-	-	2,56±0,03
aromadendreno	1439	1438-1441	2,67±0,32	0,82±0,03	0,41±0,03	0,94±0,03	0,60±0,02	0,34±0,01	0,90±0,04	0,92±0,01
<i>α</i> -guaiano	1437	1436-1437	-	-	-	0,21±0,01	-	-	-	-

Tabela 9 – Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. aduncum* (PA) da primeira geração (PAN1/PAT1) e da segunda geração (PAN2/ PAT2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói (PAN) e Teresópolis (PAT), colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018 (continuação).

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PAT1-Dez	PAT2-Dez	PAN1-Dez	PAN2-Dez	PAT1-Jan18	PAT2-Jan18	PAN1-Jan18	PAN2-Jan18
<i>α</i> -himachaleno	1449	1446	-	1,91±0,06	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -muurolo-3,5-dieno	1448	1447-1448	-	-	-	0,66±0,03	-	-	-	0,50±0,02
<i>trans</i> -muurolo-3,5-dieno	1451	1450-1451	-	0,28±0,09	-	0,85±0,01	-	-	-	0,65±0,00
<i>α</i> -humuleno	1452	1451-1453	2,09±0,03	2,59±0,01	3,28±0,21	5,56±0,03	1,95±0,00	0,24±0,02	2,77±0,01	6,59±0,46
<i>allo</i> -aromadendreno	1458	1455-1457	1,93±0,25	2,90±0,01	0,25±0,03	0,90±0,02	2,16±0,12	0,25±0,01	0,57±0,03	1,20±0,03
9- <i>epi</i> - <i>E</i> -cariofileno	1464	1463	-	-	-	0,51±0,00	-	-	-	0,41±0,01
<i>γ</i> -gurjuneno	1475	1475-1476	-	-	-	0,13±0,00	-	-	-	0,44±0,03
<i>γ</i> -muuroloeno	1478	1477-1480	0,45±0,012	0,29±0,02	-	3,16±0,03	0,30±0,02	0,55±0,02	-	-
ar-curcumeno	1479	1474-1479	3,29±0,07	0,30±0,02	12,65±2,31	-	0,89±0,00	0,14±0,01	8,71±0,70	-
<i>α</i> -amorfenoleno	1483	1482-1483	1,05±0,05	1,25±0,03	-	-	1,74±0,13	0,18±0,03	-	2,08±0,21
germacreno D	1484	1483	-	-	-	1,94±0,02	0,17±0,04	0,25±0,01	-	1,01±0,06
<i>β</i> -selineno	1489	1488-1490	3,49±0,02	3,70±0,32	8,89±0,23	16,46±0,85	2,08±0,09	-	7,32±0,69	24,31±0,26
valenceno	1496	1491-1495	1,78±0,02	1,00±0,02	-	-	1,45±0,02	-	-	-
biciclogermacreno	1500	1500	4,35±0,12	-	-	-	4,93±0,35	1,06±0,02	-	-
<i>α</i> -selineno	1498	1498	10,67±0,12	6,60±0,95	2,78±0,23	8,49±0,12	-	-	3,02±0,45	7,39±0,87
<i>α</i> -muuroloeno	1500	1496-1500	0,72±0,01	0,57±0,02	-	-	0,57±0,00	-	-	0,80±0,02
epizonareno	1501	1500	-	-	-	0,27±0,02	-	-	-	1,01±0,03
<i>E</i> - <i>E</i> - <i>α</i> -farneseno	1505	1504	-	-	-	-	0,91±0,01	-	-	-
<i>β</i> -bisaboleno	1505	1502	-	-	36,50±1,21	-	1,91±0,04	0,33±0,01	33,88±2,32	-
<i>δ</i> -amorfenoleno	1511	1511	-	-	-	1,16±0,02	-	-	-	-
<i>γ</i> -cadineno	1513	1502-1517	0,43±0,01	3,35±0,03	-	2,04±0,01	0,45±0,00	0,76±0,02	0,63±0,01	0,35±0,00
<i>trans</i> -calameneno	1521	1520-1522	-	-	0,21±0,03	0,70±0,01	-	-	0,57±0,08	0,52±0,00
<i>δ</i> -cadineno	1522	1516-1521	1,99±0,02	3,08±0,48	1,74±0,23	2,30±0,03	2,34±0,00	0,27±0,00	1,77±0,09	3,40±0,73
<i>β</i> -sesquifelandreno	1521	1521	-	-	-	-	-	-	1,45±0,03	-
<i>trans</i> -calameneno	1529	1529-1530	1,64±0,07	1,02±0,12	-	-	0,51±0,01	0,24±0,00	-	-
zonareno	1530	1529	0,75±0,02	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -1,4-cadina-dieno	1533	1531-1534	-	0,55±0,00	-	-	0,13±0,00	-	-	-

Tabela 9 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. aduncum* (PA) da primeira geração (PAN1/PAT1) e da segunda geração (PAN2/ PAT2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói (PAN) e Teresópolis (PAT), colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PAT1-Dez	PAT2-Dez	PAN1-Dez	PAN2-Dez	PAT1-Jan18	PAT2-Jan18	PAN1-Jan18	PAN2-Jan18
<i>α</i> -cadineno	1537	1536-1538	-	-	2,21±0,03	0,22±0,00	-	-	-	0,29±0,00
<i>cis</i> -calameneno	1528	1526-1529	0,61±0,04	1,20±0,03	0,56±0,01	0,85±0,00	0,85±0,00	-	0,31±0,02	0,68±0,05
<i>α</i> -calacoreno	1544	1542-1543	0,59±0,02	1,21±0,26	0,33±0,00	-	1,10±0,01	-	-	0,40±0,00
germacreno B	1559	1560	-	-	-	0,17±0,00	-	-	-	-
<i>β</i> -calacoreno	1564	1561	-	-	-	0,71±0,00	-	-	-	-
Sesquiterpenos – oxigenados			26,85	32,66	14,07	16,31	24,97	12,96	24,22	14,03
cubebol	1514	1513	1,34±0,12	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -muurol-5- <i>en</i> -4- <i>β</i> -ol	1550	1551	-	-	-	0,43±0,12	-	-	-	-
<i>cis</i> -muurol-5- <i>en</i> - <i>α</i> -ol	1559	1559	-	-	-	0,32±0,06	-	-	-	-
<i>E</i> -nerolidol	1561	1559-1560	12,94±0,87	14,08±1,32	0,36±0,04	0,34±0,01	8,67±0,89	5,28±0,16	5,11±0,82	0,34±0,02
espatulenol	1577	1571-1576	1,52±0,12	2,24±0,12	2,56±0,06	5,48±0,52	2,20±0,32	1,57±0,12	3,5±0,32	3,06±0,42
óxido de cariofileno	1582	1581-1586	0,80±0,03	1,48±0,32	-	1,84±0,06	0,89±0,03	0,26±0,00	-	1,10±0,02
ar-turmerol	1582	1582	-	-	1,79±0,08	-	-	-	-	-
globulol	1590	1590	3,78±0,55	4,23±0,42	-	-	-	-	-	-
viridiflorol	1592	1590-1591	1,19±0,03	1,44±0,19	1,43±0,06	1,87±0,03	5,47±0,23	2,98±0,32	5,23±0,72	1,96±0,03
carotol	1594	1589	-	-	-	0,66±0,02	-	-	1,70±0,02	0,64±0,01
ar-dihidro-turmerona	1595	1594-1596	-	-	2,07±0,23	-	-	-	0,68±0,01	-
guaiol	1600	1599-1600	0,72±0,03	1,13±0,03	-	-	1,58±0,03	0,43±0,01	-	-
<i>β</i> -atlantol	1608	1608	-	-	2,19±0,15	-	-	-	0,45±0,03	-
10- <i>epi</i> - <i>γ</i> -eudesmol	1622	1621	-	-	-	-	-	-	0,85±0,06	-
1- <i>epi</i> -cubenol	1627	1624	-	0,23±0,02	-	-	0,14±0,01	0,35±0,01	-	-
<i>β</i> -acorenol	1636	1636	-	-	0,68±0,16	-	-	-	1,40±0,12	-
<i>cis</i> -cadin-4- <i>en</i> -7-ol	1635	1635	-	1,55±0,05	-	-	0,31±0,04	0,32±0,03	-	1,48±0,07
hinesol	1640	1633-1637	0,74±0,03	0,59±0,01	-	-	0,30±0,03	0,08±0,00	0,74±0,03	-
<i>epi</i> - <i>α</i> -cadinol	1638	1637-1638	0,42±0,03	1,23±0,13	-	-	0,98±0,02	0,54±0,03	-	-
cariofila-4(14),8(15)-dien-5- <i>α</i> -ol	1639	1638	-	-	-	0,23±0,01	0,14±0,00	-	-	-

Tabela 9 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. aduncum* (PA) da primeira geração (PAN1/PAT1) e da segunda geração (PAN2/ PAT2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói (PAN) e Teresópolis (PAT), colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PAT1-Dez	PAT2-Dez	PAN1-Dez	PAN2-Dez	PAT1-Jan18	PAT2-Jan18	PAN1-Jan18	PAN2-Jan18
<i>epi</i> - α -muurolol	1640	1639-1642	0,52±0,00	0,53±0,03	0,72±0,02	1,06±0,05	0,45±0,00	-	0,91±0,01	1,09±0,03
cubenol	1645	1642-1644	-	1,59±0,32	-	0,49±0,01	-	-	-	-
α -muurolol	1644	1642-1646	-	0,45±0,00	0,33±0,02	0,76±0,04	0,46±0,01	-	0,41±0,01	0,67±0,06
α -eudesmol	1652	1652	-	-	-	-	-	-	0,82±0,02	-
α -cadinol	1652	1650-1651	0,83±0,02	0,27±0,01	1,35±0,03	2,46±0,12	1,30±0,02	1,14±0,03	2,38±0,09	3,69±0,87
neo-intermedeol	1658	1656-1659	0,840±0,03	0,27±0,02	-	-	0,88±0,02	-	-	-
<i>cis</i> -calamenen-10-ol	1660	1659	-	-	-	0,39±0,00	-	-	-	-
14-hidroxi-9- <i>epi</i> - <i>E</i> -cariofileno	1668	1668	-	-	-	-	1,18±0,06	-	-	-
β - bisabolol	1674	1673	0,66±0,01	-	-	-	-	-	-	-
valeranona	1674	1674	0,57±0,02	-	-	-	-	-	-	-
α -bisabolol	1685	1685	-	-	0,31±0,06	-	-	-	-	-
8-cedren-13-ol	1688	1686	-	1,36±0,03	-	-	-	-	-	-

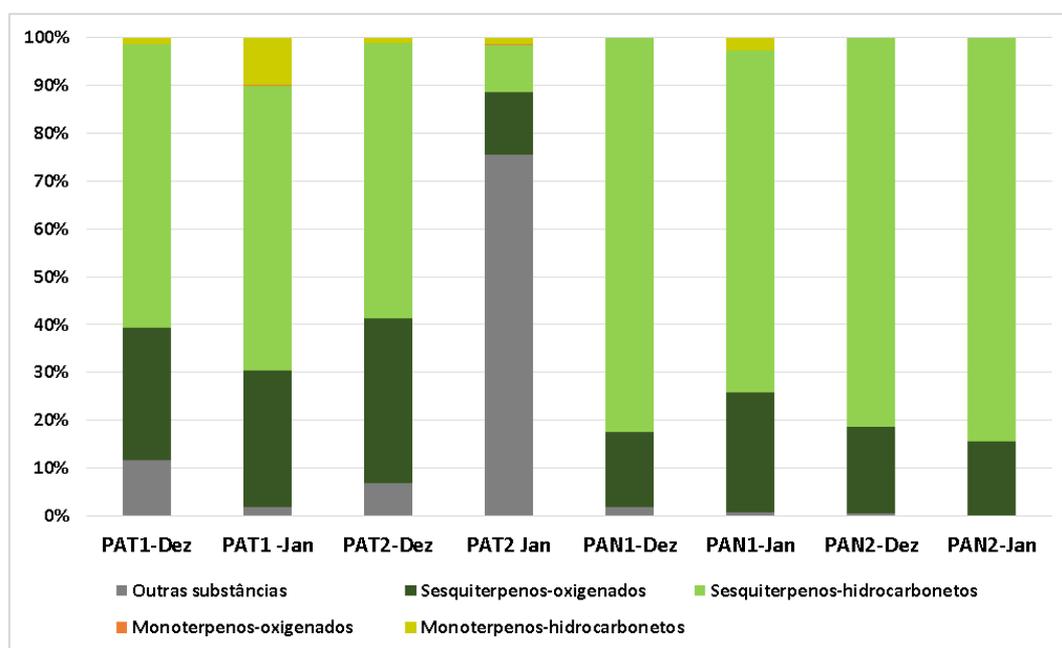
Tabela 9 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. aduncum* (PA) da primeira geração (PAN1/PAT1) e da segunda geração (PAN2/ PAT2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói (PAN) e Teresópolis (PAT), colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (conclusão)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PAT1-Dez	PAT2-Dez	PAN1-Dez	PAN2-Dez	PAT1-Jan18	PAT2-Jan18	PAN1-Jan18	PAN2-Jan18
2E,6E-farnesol	1816	1817	-	-	0,25±0,01	-	-	-	-	-
Outras substâncias**			11,39	6,63	1,70	0,55	1,66	74,59	0,66	0,00
<i>n</i> -hexanol	863	863	-	-	0,31±0,03	-	-	-	0,65±0,15	-
benzaldeído	952	951-956	11,39±0,89	6,34±0,32	-	-	1,66±0,18	73,78±2,32	-	-
nonanal	1100	1093-1100	-	-	-	0,13±0,03	-	-	-	-
1,3-dimetoxi-benzeno	1165	1163-1165	-	-	-	-	-	0,81±0,03	-	-
undecanal	1305	1304-1305	-	-	0,22±0,03	0,42±0,03	-	-	-	-
pentadeceno	1500	1498-1500	-	0,29±0,03	-	-	-	-	-	-
benzoato de benzila	1759	1756	-	-	1,16±0,03	-	-	-	-	-
Rendimentos de OE %			<0,01	<0,01	0,14	0,12	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Números de Substâncias Identificadas			39	45	31	47	45	29	29	35
Total de substâncias quantificadas			97,00	95,36	90,36	90,24	87,36	98,79	95,94	90,03
Atividade Fenológica	<i>Fase Vegetativo</i>		X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Fase Reprodutivo</i>									

Legenda: IR_{lit} – Índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007;2017); IR_{calc} -Índices de retenção calculados(variação); *O teor está em média (%) ± desvio padrão (SD); ** As outras substâncias são os *n*-alcanos, álcoois e cetonas. X – Presença. Áreas hachuradas em **rosa** evidenciam o estado de fase reprodutiva; Áreas hachuradas em **azul** evidenciam substâncias com valores (%) significativos para o estudo.

Na Figura 24 são apresentados os gráficos de comparação das percentagens relativas das classes químicas detectadas nos OE de plantas cultivadas de *P. aduncum* na primeira e segunda gerações, e obtidas das diferentes áreas de coleta. Comparando as amostras analisadas, observa-se que as proporções de sesquiterpenos estão na faixa entre 80 a 90 %, exceto para amostra de segunda geração colhida em dezembro de 2017, que apresentou concentração elevada de **benzaldeído**.

Figura 24 - Variações das classes químicas de óleos essenciais de *P. aduncum* (PA) da primeira geração (PAN1 /PAT1) e segunda geração, cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/RJ (PAN) e Teresópolis/RJ (PAT) (PAN2/PAT2), colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018.



A Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH) e Análise de Componente Principal (ACP), apresentadas nas Figuras 25 e 26, respectivamente, foram construídas pela matriz de 34 amostras, das quais, 8 são referentes aos OE das folhas dos espécimes cultivados e das 26 amostras, derivadas das análises sobre sazonalidade de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, para os acessos de Niterói/ RJ e Teresópolis/ RJ, com finalidade de observar se existe variações nas composições coletas e cultivadas. Essas análises apresentam a variabilidade entre todas as amostras analisadas.

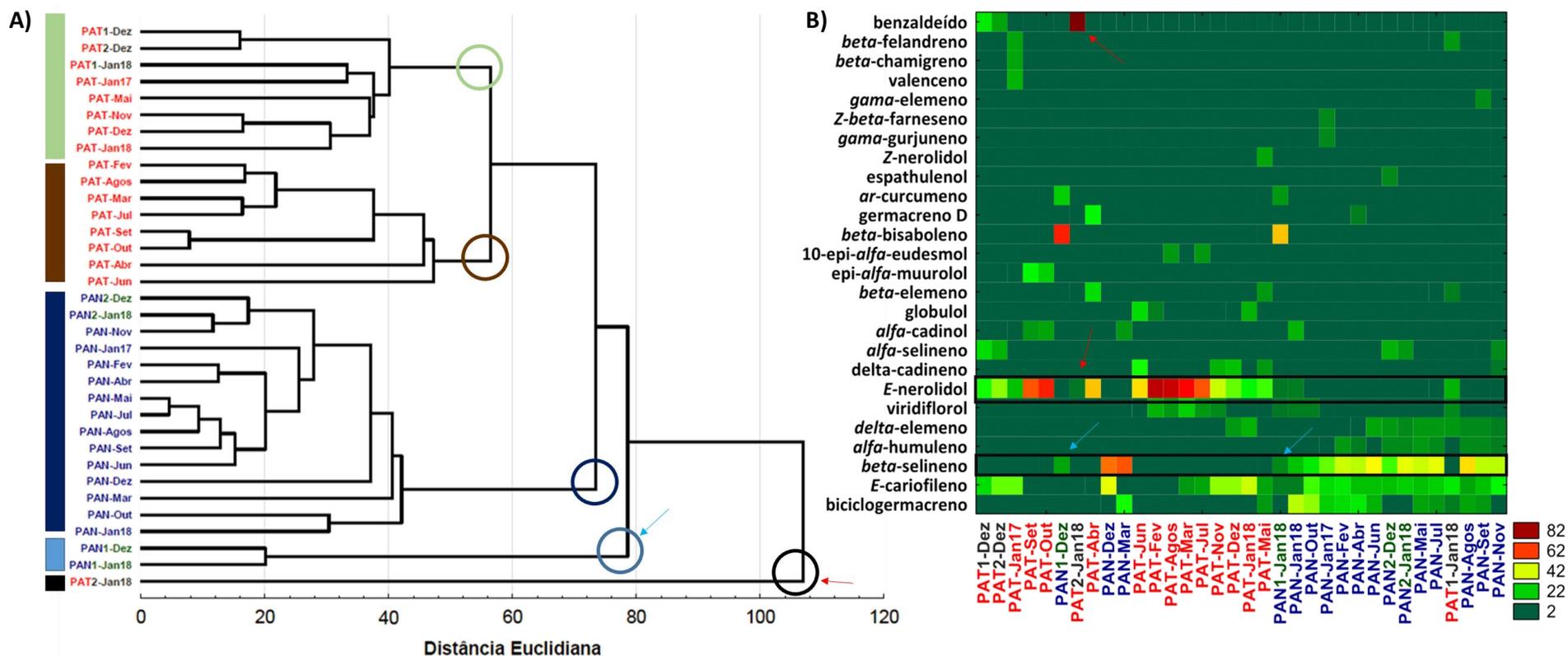
No dendrograma apresentado na Figura 26A é possível verificar claramente 5 *polimorfismos químicos*, dentre esses estão de cima para baixo: **I** – Teor elevado em **E-**

cariofileno e nerolidol; II –Teor elevado em **E-nerolidol; III** –Teor elevado em **β -selineno; IV** –Teor elevado em **β -bisaboleno; e V-** Teor elevado em **benzaldeído**.

No gráfico de *two-way joining* (Figura 25B) é demonstrado que, apesar das amostras do cultivo de *P. aduncum* da primeira geração derivada de Niterói (PMN1-Dez/ PMN1-Jan) e de segunda geração de Teresópolis (PAT2-Jan18) apresentarem o nível de similaridade baixo com outras amostras, é evidenciado que *existe uma identidade química muito semelhante das amostras em seus acessos de origem, já que apresentam em suas composições as substâncias marcadoras em teores significativos*.

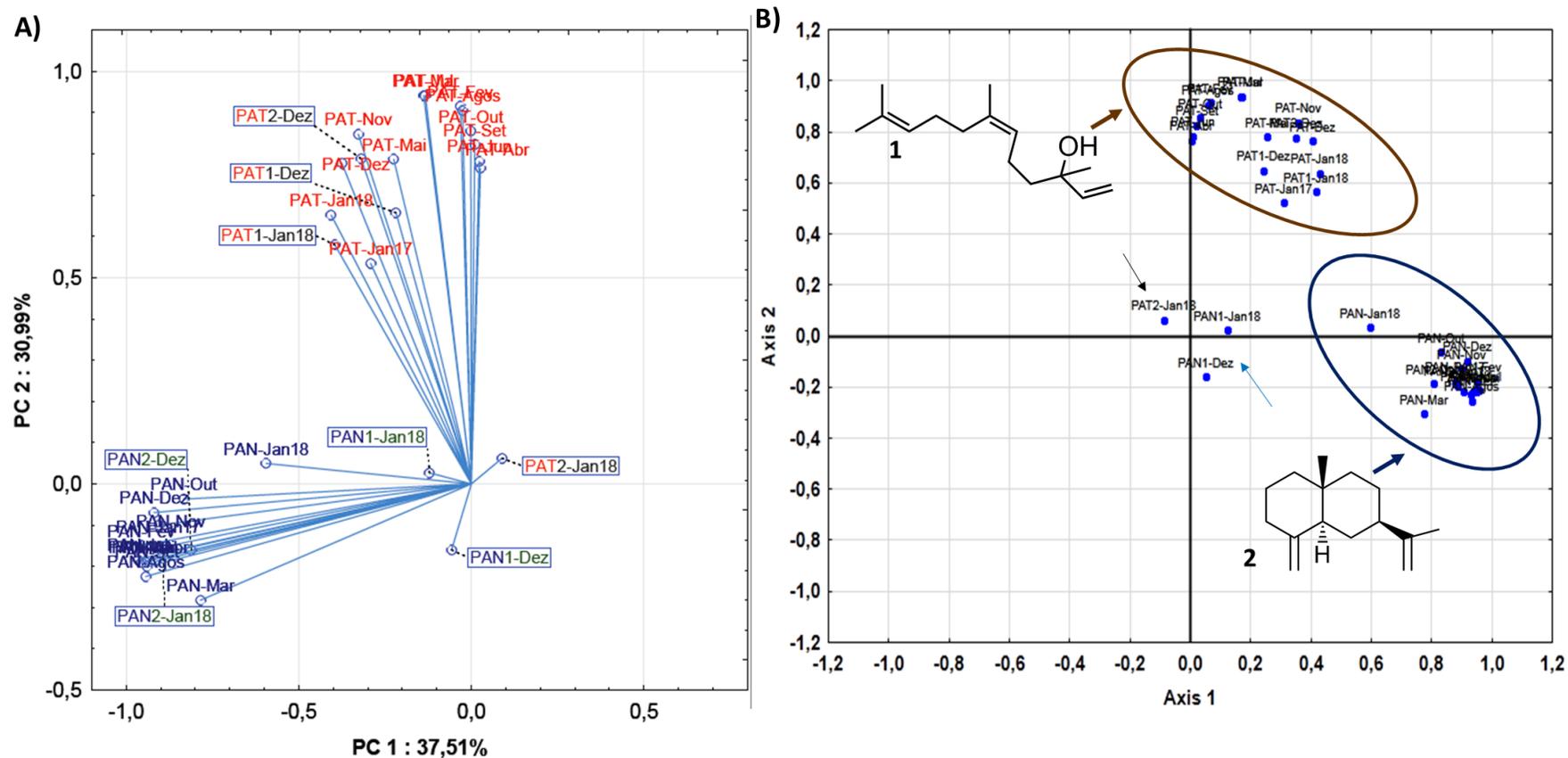
Na ACP a maioria dos dados são representados em dois eixos principais que contém 68,50% de variância total (PC1 = 37,51% e PC2 = 30,99%, Figura 26). No gráfico *score* (Figura 26A) é possível observar as projeções das amostras na direção dos componentes principais (PC), discriminando em dois grupos. O gráfico *loadings* forneceu a mesma composição do *score*, sendo que em relação às variáveis, registrou-se, também, a formação de dois grupos, justificado por *score t* de 13,12 para **β -selineno** no primeiro eixo e 14,60 para **E-nerolidol** no segundo eixo. Vale ressaltar que as projeções indicam a mesma tendência, expressas na AAH (Figura 25B) para as amostras de PMN1-Dez, PMN1-Jan e PAT2-Jan18, com a sugestão de apenas dois agrupamentos de possíveis quimiotipos: I – **E-nerolidol** e II- **β -selineno**.

Figura 25 – Dendrograma e gráfico de *two-way joining* das 34 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* dos acessos de Niterói/ RJ (PAN), Teresópolis/ RJ (PAT) e das cultivadas da primeira (PAN1/PAT1) e segunda (PAN2/PAT2) geração, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.



Legenda: *O programa não suporta o uso de símbolos. (A) Dendrograma; e (B) gráfico de *two-way joining*; #As setas representam semelhanças entre as amostras. **Seta azul celeste indica similaridades das amostras com β -selineno e seta vermelha com *E*-nerolidol. +Os círculos demonstram polimorfismo químico. - Em verde claro: *E*-cariofileno (1) e *E*-nerolidol (2); marrom claro: *E*-nerolidol (2); azul escuro: β -selineno (3); azul real: β -bisaboleno; e preto: benzaldeído. +Os possíveis quimiotipos estão representados nos círculos: marrom: *E*-nerolidol e azul escuro: β -selineno.

Figura 26 – Gráfico *score* e gráfico *loadings* de 35 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* dos acessos de Niterói/ RJ (PAN), Teresópolis/ RJ (PAT) e das cultivadas da primeira (PAN1/PAT1) e segunda (PAN2/PAT2) geração, baseado em análise de componente principal.



Legenda: (A) gráfico *score*; e (B) gráfico *loadings*; A) evidencia a divisão de dois grupos. Substâncias representadas em B) com cores dos ciclos em marrom –*E*-nerolidol (1); azul escuro –β-selinene (2)

4.5 Análise quimiogeográfica e da quimiodiversidade dos óleos essenciais de *Piper aduncum* L.

Para as análises de quimiodiversidade e comparação das diversas composições químicas dos óleos essenciais de *P. aduncum* já descritas na literatura, seguindo os critérios pré-estabelecidos, foi possível registrar **118 amostras**, além das **34** pertencentes a esse estudo, totalizando **152 amostras**, em **66 acessos**. As composições dos OE da literatura estão apresentadas nas Tabelas 10 a 15. Dessas amostras identificadas, **129** composições são de plantas localizadas no **Brasil**, em população natural ou cultivadas, sendo que as espécies cultivadas foram obtidas de populações naturais.

Das amostras de população natural do Brasil, foi possível separar por Regiões/Estados: **Norte** (48), quatro (4) do Acre (AC); três (3) do Amapá (AP); dezoito (18) da Amazônia (AM); vinte (20) do Pará (PA); uma (1) de Roraima (RO); e duas (2) de Tocantins (TO); **Nordeste** (10), uma (1) do Ceará (CE); duas (2) do Maranhão; e sete (7) de Pernambuco; **Centro-Oeste** (7), quatro (4) do Distrito Federal e três (3) do Mato Grosso; **Sudeste** (63), vinte e nove (29) de Minas Gerais; oito (8) de São Paulo; vinte e seis (26) do Rio de Janeiro (*dessa investigação*); **Sul** (1), apenas uma amostra para o Paraná (PR).

Foi possível registrar, ainda, **15** amostras de outros países, compreendendo Américas Central e do Sul, além de amostras da Ásia/ Pacífico: três (3) amostras de **Cuba**; uma (1) da **Colômbia**; três (3) da **Bolívia**; uma (1) do **Equador**; uma (1) da **Costa Rica**; três (3) do **Panamá**; uma (1) de **Nova Guiné**; duas (2) da **Malásia**; e uma (1) de **Fiji**.

No Brasil, levando em consideração a existência de cinco biomas¹, foi possível identificar amostras distribuídas em quatro (4) biomas: quarenta e oito (48) da **Amazônia**; sete (7) da **Caatinga**; quarenta e dois (42) do **Cerrado**; e trinta e dois (32) da **Mata Atlântica**. Registrou a presença de um total de **160 substâncias diferentes**.

¹ Conceito de Bioma e distribuição sugerido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004)

Tabela 10– Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos nos Estados do Acre (AC), Amapá (AP) e Amazônia (AM), no Brasil. (continua)

País	Brasil																									
Região	Norte																									
Estado	AC1	AC2	AC3	AC4	AP1	AP2	AP3	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17	AM18	
Referências	4	47	5	6	4	28	3	1	4	4	28	28	28	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	48	
Constituintes	Porcentagem relativa (%)#																									
Monoterpenos-hidrocarbonetos	0,0	0,0	0,0	6,9	26,7	24,9	9,4	0,0	2,8	1,6	2,1	3,2	0,8	2,1	2,0	2,1	2,2	2,1	2,0	2,1	2,3	1,9	2,2	0,0	0,0	
<i>α</i> -pineno	-	-	-	1,8	4,6	4,5	1,2	-	0,5	0,3	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
canfeno	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -pineno	-	-	-	1,5	2,1	2,1	1,5	-	0,9	0,6	0,6	0,6	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -mirceno	-	-	-	0,2	1,3	-	0,4	-	-	-	-	-	-	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	-	-	-
<i>α</i> -felandreno	-	-	-	0,3	2,1	2,0	0,4	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -terpineno	-	-	-	0,3	2,3	2,3	0,3	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>p</i> -cimeno	-	-	-	0,4	1,5	1,5	0,2	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
limoneno	-	-	-	1,0	5,2	5,1	-	-	0,3	0,4	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -ocimeno	-	-	-	0,1	-	0,1	1,5	-	0,3	-	-	0,7	-	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,7	1,0	-	-	-
<i>trans</i> -ocimeno	-	-	-	0,2	0,3	0,3	3,0	-	0,8	0,3	0,5	1,9	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>γ</i> -terpineno	-	-	-	1,1	7,1	7,0	0,9	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoterpenos-oxigenados	2,7	0,0	0,0	6,2	28,9	26,7	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0												
linalool	-	-	-	-	0,7	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
terpinoleno	-	-	-	0,2	1,4	1,4	2,0	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-terpineol	0,6	-	-	1,3	11,0	10,7	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -terpineol	-	-	-	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -piperitol	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 10 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos nos Estados do Acre (AC), Amapá (AP) e Amazônia (AM), no Brasil. (continuação)

Referências	4	47	5	6	4	28	3	1	4	4	28	28	28	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	48	
<i>trans</i> -piperitol	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
piperitona	2,1	-	-	4,6	15,1	14,6	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sesquiterpenos hidrocarbonetos	0,8	0,0	0,0	6,5	4,5	2,3	10,8	0,0	2,3	0,4	0,4	1,2	1,4	2,0	1,9	1,8	1,9	1,7	2,0	2,2	1,6	2,4	1,7	0,0	7,0
ciclosativeno	-	-	-	0,2	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
α -copaeno	-	-	-	0,1	0,5	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
β -elemeno	-	-	-	0,3	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
β -cubebeno	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>E</i> -cariofileno	0,3	-	-	2,6	2,1	2,1	2,5	-	1,1	0,4	0,4	1,2	1,2	2,0	1,9	1,8	1,9	1,7	2,0	2,2	1,6	2,4	1,7	-	7,0
β -copaeno	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
β -gurjuneno	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
α -humuleno	0,1	-	-	1,3	1,2	-	0,8	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
β -santaleno	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>allo</i> -aromadendreno	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
γ -muuroloeno	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
germacreno D	0,1	-	-	0,3	0,4	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
β -selineno	-	-	-	0,2	0,1	-	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
biciclogermacreno	0,3	-	-	-	-	-	2,0	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
γ -cadineno	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
δ -cadineno	-	-	-	-	0,2	0,2	0,4	-	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>trans</i> -cadinina-1,4-dieno	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
germacreno B	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
α -farneseno	-	-	-	0,4	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sesquiterpenos Oxigenados	3,4	0,0	0,0	3,5	2,0	0,0	2,9	0,0	1,5	0,0	2,0	0,0													

Tabela 10 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos nos Estados do Acre (AC), Amapá (AP) e Amazônia (AM), no Brasil. (conclusão)

Referências	4	47	5	6	4	28	3	1	4	4	28	28	28	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	48
<i>epi</i> -cubebol	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cubebol	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E</i> -nerolidol	-	-	-	0,2	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-
espatulenol	1,7	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
óxido de cariofileno	1,3	-	-	1,1	1,0	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
viridiflorol	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
globulol	-	-	-	-	1,0	-	0,8	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-
epóxido de humulenoII	0,4	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1- <i>epi</i> -cubenol	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -muurolol	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -cadinol	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arilpropanóides	90,6	73,9	80,7	73,2	32,8	32,4	64,9	88,4	92,3	97,7	94,6	93,5	91,2	87,3	87,7	88,0	87,1	87,4	87,4	86,2	87,2	87,7	87,1	97,1	92,0
dilapiol	88,1	73,9	74,0	71,9	31,5	31,0	64,4	88,4	91,1	97,3	94,0	93,5	90,6	85,2	85,8	86,1	85,2	85,8	85,5	84,0	85,3	85,6	85,2	94,8	92,0
safrol	0,3	-	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sarisan	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
miristicina	1,9	-	-	0,6	1,3	1,3	0,5	-	0,9	0,4	0,6	-	0,5	2,1	1,9	1,9	1,9	1,7	1,9	2,2	1,9	2,1	1,9	-	-
elemicina	-	-	-	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
croveacina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9	-
apiol	0,3	-	-	0,4	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-
Outras substâncias	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0																				
pentadecano	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total quantificado	97,5	73,9	80,7	97,1	94,9	86,3	93,4	88,4	98,9	99,7	97,1	97,9	94,2	91,3	91,7	91,9	91,2	91,3	91,4	90,5	91,1	91,9	91,0	99,2	99,0

Legenda -*Referências: 1 - Gottlieb *et al.*, 1981; 3 - Souto *et al.*, 2012; 4 - Maia *et al.* 1998; 5 -Estrela *et al.*, 2006; 6 - Fazolin *et al.*, 2017; 7- Silva *et al.*, 2013; 8 -Silva *et al.*, 2009; 28 - Andrade *et al.* 2009; 48 – Corral *et al.*, 2018.#Padronizou-se os percentuais em uma casa decimal, devido a diversidade de formas de apresentações da literatura.

Tabela 11– Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos nos Estados do Para (PA), Roraima (RO) e Tocantins (TO), no Brasil. (continua)

País	Brasil																						
Região	Norte																						
Estado	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10	PA11	PA12	PA13	PA14	PA15	PA16	PA17	PA18	PA19	PA20	RO	TO1	TO2
Referências*	4	4	4	4	14	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	12	13	2	31	28	28
Constituintes	Percentagem relativa (%)#																						
Monoterpenos-hidrocarbonetos	20,1	10,5	3,8	1,1	1,1	0,3	4,4	5,1	9,8	10,0	18,9	27,0	34,4	30,1	0,8	3,1	1,1	2,5	0,9	8,2	15,9	1,7	1,1
<i>α</i> -pineno	3,0	0,8	0,4	-	0,2	0,1	0,4	0,6	1,2	0,8	2,9	3,5	4,9	4,3	0,2	0,5	0,2	0,2	0,5	-	1,8	0,5	0,3
<i>β</i> -pineno	1,6	0,9	0,5	0,2	-	0,1	0,5	0,8	1,2	0,9	1,5	2,2	2,5	1,9	0,2	0,9	0,1	0,2	-	-	1,7	0,4	0,1
<i>β</i> -mirceno	0,8	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>α</i> -felandreno	1,3	0,7	-	-	-	-	0,3	0,3	0,4	0,6	1,3	1,9	2,7	2,0	-	0,3	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1
<i>α</i> -terpineno	1,6	0,5	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,5	1,6	2,2	3,0	2,4	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1
<i>p</i> -cimeno	1,4	0,3	-	-	-	-	0,4	0,4	0,2	0,3	1,3	1,7	2,0	2,6	-	-	0,5	0,2	0,2	-	-	0,2	0,1
limoneno	3,9	1,5	0,3	0,2	0,2	-	1,0	1,0	1,1	1,5	3,8	2,0	6,5	5,3	0,1	0,3	-	0,3	-	-	1,4	-	0,1
<i>β</i> -felandreno	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -ocimeno	-	1,3	0,4	0,1	0,1	-	-	-	1,5	1,3	0,2	1,8	2,0	1,7	-	0,3	-	-	0,2	8,2	3,3	-	-
<i>trans</i> -ocimeno	-	2,5	1,8	0,3	0,3	-	0,1	0,1	3,0	2,5	-	3,7	3,8	3,5	0,2	0,8	-	0,6	-	-	7,7	-	-
<i>γ</i> -terpineno	6,5	1,6	0,4	0,3	0,3	0,1	1,4	1,1	0,9	1,6	6,3	5,2	7,0	6,4	0,1	-	0,3	0,3	-	-	-	0,4	0,3
<i>allo</i> -ocimeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
Monoterpenos-oxigenados	22,5	10,7	3,2	2,2	1,6	0,6	6,7	6,1	6,5	10,8	21,6	22,8	24,9	25,1	1,0	0,0	2,5	3,5	0,0	7,8	0,0	1,5	1,7
fenchona	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	-
linalool	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
terpinoleno	1,0	0,8	0,3	-	-	-	0,2	0,2	2,0	0,8	0,9	1,8	2,1	1,9	0,1	-	0,1	0,4	-	-	-	0,1	0,1
4-terpineol	7,3	2,5	0,8	0,6	-	0,1	1,7	1,3	1,2	2,5	7,2	8,0	8,6	9,2	0,2	-	0,5	0,4	-	-	-	0,2	0,4

Tabela 11 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos nos Estados do Para (PA), Roráima (RO) e Tocantins (TO), no Brasil. (continuação)

Referências*	4	4	4	4	14	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	12	13	2	31	28	28	
<i>α</i> -terpineol	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
piperitona	13,9	7,0	2,1	1,6	1,6	0,5	4,8	4,6	3,3	7,5	13,5	13,0	14,2	14,0	0,7	-	1,9	1,0	-	7,8	-	1,2	1,2	
Sesquiterpenos hidrocarbonetos	1,6	9,3	5,8	2,8	5,0	0,4	1,7	2,9	2,9	3,7	1,0	2,2	2,9	3,3	0,7	0,1	0,9	8,9	6,5	7,3	6,8	0,9	1,1	
<i>δ</i> -elemeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	
<i>α</i> -cubebeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	
ciclosativeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	
<i>α</i> -ylangeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	
<i>α</i> -copaeno	-	0,4	0,1	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,4	-	0,4	-	-	
<i>β</i> -elemeno	-	0,3	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,2	-	-	-	-	
<i>α</i> -selineno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	-	-	-	
<i>α</i> -gurjuneno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	
<i>E</i> -cariofileno	1,0	3,5	1,0	1,2	1,2	0,3	1,6	2,6	2,5	3,5	0,9	0,9	1,9	2,1	0,7	-	0,9	0,2	3,8	-	2,5	0,9	1,1	
<i>α</i> -guaïeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	
6,9-guaïdieno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	
<i>α</i> -humuleno	0,6	1,9	0,4	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-	0,6	-	-	
<i>allo</i> -aromadendreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	
<i>γ</i> -muuroleno	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	
germacreno D	-	2,8	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7	0,4	0,5	2,3	-	-	
<i>β</i> -selineno	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,4	1,4	-	-	-	
biciclogermacreno	-	-	0,8	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	1,0	-	-	
valenceno	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>α</i> -muuroleno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	
<i>γ</i> -adineno	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabela 11 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos nos Estados do Para (PA), Roráima (RO) e Tocantins (TO), no Brasil. (continuação)

Referências*	4	4	4	4	14	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	12	13	2	31	28	28	
<i>γ</i> -cadineno	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,4	-	-	-	-	
<i>δ</i> -cadineno	-	0,2	-	-	-	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2	0,1	1,3	1,0	1,2	-	0,1	-	0,5	-	3,1	-	-	-	
<i>α</i> -calacoreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	
<i>trans</i> -cadina-1,4-diene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	
Sesquiterpenos Oxigenados	1,1	1,9	2,9	2,6	2,6	0,0	1,6	2,4	21,1	0,0	0,0	0,0												
<i>epi</i> -cubebol	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	-	0,8	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>E</i> -nerolidol	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	14,2	-	-	-	
espatulenol	-	-	0,8	1,1	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,3	4,3	-	-	-	
óxido de cariofileno	1,1	-	0,4	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,8	2,6	-	-	-	
globulol	-	1,3	0,9	0,6	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,5	-	-	-	-	
ledol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	
epóxido de humulenoII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	
<i>epi-α</i> -muurolol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	
<i>α</i> -muurolol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	
<i>α</i> -cadinol	-	-	0,8	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	
Arilpropanóides	51,1	56,8	84,6	89,2	89,2	97,0	81,0	75,6	64,9	58,5	49,7	28,9	22,8	26,6	93,3	92,0	91,5	75,7	88,0	31,0	75,2	93,6	93,7	
dilapiol	50,8	56,3	82,2	86,9	86,9	96,2	80,7	74,7	64,4	57,6	49,4	6,5	4,4	4,0	92,8	91,1	91,5	73,0	85,9	6,5	-	93,6	93,7	
safrol	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	1,1	-	-	-	-	-	-	3,3	-	-	
miristicina	0,3	-	1,2	2,0	2,0	0,8	0,3	0,6	0,5	0,9	0,3	9,9	7,2	8,4	0,5	0,9	-	2,4	1,5	12,6	5,9	-	-	
asaricina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5	10,2	12,4	-	-	-	-	-	11,9	-	-	-	
<i>E</i> -isocrovecina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,5	-	-	
elemicina	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	0,2	0,7	-	-	-	-	0,2	-	7,8	-	-	

Tabela 11 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos nos Estados do Para (PA), Roráima (RO) e Tocantins (TO), no Brasil. (conclusão)

Referências*	4	4	4	4	14	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	12	13	2	31	28	28
apiol	-	0,5	0,4	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	-	28,6	-	-
Outras substâncias	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0											
pentadecano	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-
ácido benzoico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-
3-hexen-1-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total quantificado	96,4	89,2	100,3	97,9	100,3	98,3	93,8	89,7	84,1	83,0	91,2	80,9	85,0	85,1	95,8	95,2	96,0	94,6	97,8	75,4	97,9	97,7	97,6

Legenda - *Referências: 4- Maia *et al.* 1998; 14- Almeida *et al.*, 2009; 12 - Silva *et al.*, 2016; 13 - Ferreira *et al.*, 2016; 2 - Krinski *et al.*, 2018; 31 - Santana *et al.*, 2015##Padronizou-se os percentuais em uma casa decimal, devido a diversidade de formas de apresentações da literatura.

Tabela 12– Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos do Estado do Maranhã (MA), Pernambuco (PE), Distrito Federal (DF), Mato Grosso (MT), no Brasil. (continua)

País	Brasil																
Região	Nordeste										Centro - Oeste						
Estado	CE	MA1	MA2	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	PE7	DF1	DF2	DF3	DF4	MT1	MT2	MT3
Referências*	46	28	27	9	9	9	9	9	9	10	11	11	11	11	28	28	29/30
Constituintes	Percentagem relativa (%)#																
Monoterpenos-hidrocarbonetos	1,7	10,8	6,2	2,7	2,2	1,4	0,2	0,0	0,0	3,1	30,5	29,4	29,5	10,6	9,8	3,8	0,0
<i>α</i> -pineno	0,2	1,8	0,5	0,4	-	0,3	-	-	-	-	4,1	3,5	2,5	1,9	0,3	0,3	-
canfeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	-	-	-	-
<i>β</i> -pineno	0,7	1,5	1,7	0,8	-	0,5	-	-	-	0,1	1,4	1,0	1,3	0,9	0,4	0,1	-
<i>β</i> -mirceno	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -felandreno	0,1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7	2,5	0,7	1,0	-	-	-
3-careno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -terpineno	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>p</i> -cimeno	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9	2,9	2,1	0,7	-	-	-
<i>o</i> -cimeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
silvesteno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
limoneno	0,1	1,8	0,6	1,2	2,2	0,6	0,2	-	-	-	-	-	1,4	-	0,2	-	-
<i>β</i> -felandreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	6,6	2,1	2,7	-	-	-
<i>cis</i> -ocimeno	0,2	0,3	1,0	-	-	-	-	-	-	2,0	1,3	1,4	4,5	0,2	2,5	0,9	-
<i>trans</i> -ocimeno	0,5	0,6	2,2	-	-	-	-	-	-	0,2	2,8	3,1	11,6	0,4	6,4	2,5	-
<i>γ</i> -terpineno	-	2,0	0,1	0,3	-	-	-	-	-	0,3	8,3	8,2	3,1	2,8	-	-	-
Monoterpenos-oxigenados	0,0	9,2	0,3	0,5	1,2	0,8	0,0	0,0	0,0	1,2	40,5	44,7	19,7	22,9	0,0	0,0	0,0
1,8-cineol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,3	0,0	-	-	-
linalool	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	1,1	0,3	-	-	-
terpinoleno	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	2,1	2,0	0,3	0,6	-	-	-
4-terpineol	-	2,5	-	0,5	1,2	0,8	-	-	-	0,2	15,0	16,8	6,7	4,7	-	-	-
<i>α</i> -terpineol	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	0,4	0,5	0,3	1,0	-	-	-
<i>cis</i> -piperitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-
piperitona	-	5,5	-	-	-	-	-	-	-	0,8	22,7	24,9	11,0	16,3	-	-	-
Sesquiterpenos hidrocarbonetos	8,6	4,1	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	4,1	2,7	14,4	6,5	0,6	0,3	0,0
<i>δ</i> -elemeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 12 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos do Estado do Maranhã (MA), Pernambuco (PE), Distrito Federal (DF), Mato Grosso (MT), no Brasil. (continuação)

Referências*	46	28	27	9	9	9	9	9	9	10	11	11	11	11	28	28	29/30
<i>α</i> -cubebeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-
ciclosativeno	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
logicyclene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -ylangeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -copaeno	0,4	-	0,2	-	-	-	-	-	-	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	-	-	-
bourboneno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -elemeno	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -cubebeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>α</i> -gurjuneno	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>E</i> -cariofileno	4,5	4,1	3,8	-	-	-	-	-	-	0,6	1,2	0,9	1,5	2,7	0,4	0,2	-
<i>β</i> -copaeno	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
aromadendreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,8	-	-	-	-
<i>β</i> -gurjuneno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,9	-	0,9	-	-	-	-
<i>γ</i> -elemeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
6,9-guaidieno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -humuleno	0,6	-	0,6	-	-	-	-	-	-	4,5	1,1	1,0	1,7	1,6	-	-	-
<i>allo</i> -aromadendreno	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>γ</i> -muurolo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>tran</i> -4 (14),5-muruoladieno	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>ar</i> -curcumeno	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
germacreno D	1,2	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	1,4	0,5	-	-	-
<i>β</i> -selineno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,1	-	-	-
biciclogermacreno	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	3,2	-	-	-	-
valenceno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-
<i>α</i> -muurolo	0,5	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-
<i>γ</i> -cadineno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	0,5	-	-	-
<i>δ</i> -amorfen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
7- <i>epi</i> - <i>α</i> -selineno	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>δ</i> -cadineno	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	1,2	0,5	0,2	0,1	-
<i>trans</i> -cadina-1,4-diene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 12 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos do Estado do Maranhã (MA), Pernambuco (PE), Distrito Federal (DF), Mato Grosso (MT), no Brasil. (conclusão)

Referências*	46	28	27	9	9	9	9	9	9	10	11	11	11	11	28	28	29/30
germacreno B	0,1	-	0,2	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	0,2	-	-	-	-
Sesquiterpenos Oxigenados	0,6	0,0	4,7	93,0	92,6	92,2	97,9	95,9	99,7	1,6	3,9	3,4	6,9	4,5	0,0	0,0	0,0
<i>epi</i> -cubebol	-	0,6	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cubebol	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> -longipinanol	-	-	-	2,2	2,3	2,1	0,8	0,3	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Z-óxido de cariofileno	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E</i> -nerolidol	0,3	-	0,9	80,6	82,5	81,5	79,2	80,6	81,2	0,2	-	-	-	0,4	-	-	-
longipinanol	-	-	-	5,6	3,1	2,4	12,6	11,1	13,6	-	-	-	-	-	-	-	-
palustrol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
espatulenol	-	-	1,7	1,2	0,8	1,9	1,6	1,2	0,9	-	1,3	1,0	3,5	0,7	-	-	-
óxido de cariofileno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,6	0,4	0,1	-	-	-
viridiflorol	-	-	1,0	1,9	2,1	2,4	2,5	1,8	1,3	-	1,9	1,8	1,2	1,6	-	-	-
germacreno D-4-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-
guaiol	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
globulol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,6	1,2	-	-	-
ledol	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ep óxido de humulenoII	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,6	0,4	-	-	-
<i>epi</i> - α -cadinol	-	-	-	1,5	1,8	1,9	1,2	0,9	0,5	-	-	-	0,3	0,1	-	-	-
α -cadinol	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-
Arilpropanóides	89,1	62,6	80,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	10,0	8,3	20,3	49,5	85,1	93,0	89,8
dilapiol	89,1	60,3	76,2	-	-	-	-	-	-	79,0	1,2	1,0	0,2	49,5	-	-	53,6
safrol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	4,3	-	27,8	16,5	-
sarisan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,6	4,0	15,8	-	-	-	-
miristicina	-	1,8	3,6	-	-	-	-	-	-	-	2,9	2,9	-	-	-	-	24,3
asaricina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,4	75,9	-
isoelemencina	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
elemicina	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,6	-
carpacina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,9
Outras substâncias	0,0																
Total quantificado	99,9	86,7	98,3	96,2	96,0	94,4	98,1	95,9	99,7	98,6	89,0	88,5	90,8	94,0	95,5	97,1	89,8

Legenda -*Referências: 9 - Oliveira *et al.*, 2006;10- Araújo *et al.*, 2012; 15 - Oliveira, 2013a; 16 - Lara-Junior et al., 2012; 17 - Oliveira et al., 2014; 11- Potzernheim et al, 2012; 19 - Mesquita *et al.*, 2005 ; 21 - Dousseau *et al.*, 2014; 27 - Gaínza *et al.*, 2016; 28- Andrade *et al.*, 2009; 29 - Krinski;Foerster, 2016; 30 - Krinski, 2014; 46 - Cysne, et al. 2005.
#Padronizou-se os percentuais em uma casa decimal, devido a diversidade de formas de apresentações da literatura.

Tabela 13 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos do Estado de Minas Gerais (MG) no Brasil. (continua)

País	Brasil																		
Região	Sudeste																		
Estado	MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9	MG10	MG11	MG12	MG13	MG14	MG15	MG16	MG17	MG18	MG19
Referências*	21	19	15/17/18	15	15	15	15	15	15	15	15	15/16	15/16	15/16	15	15	15	15	15
Constituintes	Porcentagem relativa (%)#																		
Monoterpenos-hidrocarbonetos	1,8	3,2	32,4	12,4	27,0	17,7	31,7	28,7	32,5	22,5	30,1	31,9	22,9	24,7	23,5	16,2	29,7	14,4	28,4
<i>α</i> -pineno	-	3,2	12,7	5,2	9,9	3,4	7,1	5,4	12,7	9,0	13,0	14,9	2,3	4,3	3,1	5,7	1,1	1,4	2,3
<i>β</i> -pineno	-	-	8,5	5,6	7,4	0,0	5,2	4,6	8,5	6,7	8,6	9,0	2,4	4,0	4,6	4,5	1,9	3,7	6,1
<i>β</i> -mirceeno	-	-	2,5	1,5	2,3	2,3	1,7	1,0	2,5	1,9	2,3	2,2	1,8	0,5	0,8	0,6	0,4	0,3	0,5
limoneno	-	-	2,4	-	-	2,3	2,6	1,0	2,4	0,8	1,1	1,7	2,1	1,9	1,4	1,1	0,6	0,6	0,9
<i>cis</i> -ocimeno	-	-	-	0,0	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7	-	6,6	1,9	4,1
<i>trans</i> -ocimeno	-	-	5,7	0,0	5,3	9,8	4,2	16,8	5,7	3,6	4,5	4,0	13,8	13,5	10,0	4,3	19,2	5,9	13,4
<i>γ</i> -terpineno	-	-	0,6	-	-	-	11,0	-	0,6	0,5	0,6	0,3	0,5	0,5	-	-	-	-	0,3
óxido de <i>trans</i> -linalool	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
perileno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,8
Monoterpenos-oxigenados	51,0	15,7	57,4	67,7	46,4	42,7	24,5	15,6	58,0	73,8	61,3	60,8	42,3	42,5	6,8	8,8	1,1	1,8	7,7
1,8-cineol	-	-	53,9	62,5	42,9	37,5	20,1	13,3	53,9	70,8	57,1	57,1	35,2	37,9	6,2	6,0	-	-	0,5
óxido de <i>cis</i> -linalool	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
linalool	48,0	8,7	-	-	-	0,0	0,9	1,2	-	-	-	-	2,2	0,8	-	1,1	0,2	1,6	3,4
4-terpineol	-	-	-	0,7	0,5	1,2	0,0	-	0,6	0,5	0,6	0,6	0,8	0,6	-	-	-	-	0,9
<i>α</i> -terpineol	-	-	3,5	4,5	3,0	4,1	1,9	1,1	3,5	2,5	3,1	3,0	4,1	3,2	0,5	0,6	0,9	0,1	0,2
piperitona	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
carvacrol	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	0,5	-	-	-	-	1,1	-	-	-
timol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7

Tabela 13 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos do Estado de Minas Gerais (MG) no Brasil. (continuação)

Referências*	21	19	15/17/18	15	15	15	15	15	15	15	15	15/16	15/16	15/16	15	15	15	15	15	
Sesquiterpenos hidrocarbonetos	5,6	6,7	2,2	3,5	17,8	16,5	35,1	22,8	6,7	1,8	4,4	2,8	13,2	15,4	38,6	34,4	39,9	54,9	32,5	
δ -elemeno	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -cubebeno	0,4	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -ylangeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3	-	-
α -copaeno	3,5	-	-	-	-	-	-	0,0	0,1	-	-	-	-	-	1,1	2,0	0,5	3,9	1,1	-
β -elemeno	-	-	-	0,1	0,8	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	2,1	0,9	-
<i>E</i> -cariofileno	-	6,7	0,7	0,6	1,7	2,6	4,3	1,3	0,7	0,3	0,9	0,2	0,3	0,4	4,3	9,9	3,2	1,5	5,8	-
β -cedreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	9,9	0,5	-
aromadendreno	-	-	-	-	-	-	8,3	0,2	-	0,2	-	0,6	0,2	1,1	0,6	3,8	0,7	0,8	0,4	-
β -gurjuneno	-	-	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -humuleno	0,7	-	0,2	0,1	0,7	2,7	3,8	3,5	0,2	-	1,8	-	2,0	0,5	4,3	8,8	4,0	9,2	5,9	-
seychellene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,7	0,6	1,0	0,7	-
<i>allo</i> -aromadendreno	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
γ -muuroloeno	0,4	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	6,0	0,7	0,5	0,8	0,5	-
<i>trans</i> -4 (14),5-muruoladieno	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
germacreno D	-	-	0,9	-	-	-	-	3,0	0,9	0,3	0,7	0,2	2,1	1,6	0,2	-	3,3	6,7	5,3	-
β -selineno	-	-	-	-	-	3,1	-	0,5	-	-	-	-	0,2	1,6	6,0	1,2	0,6	0,8	0,5	-
biciclogermacreno	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	0,8	0,4	0,4	6,0	8,6	-	-	-	-	-	-
valenceno	-	-	-	0,1	7,7	-	4,6	10,0	-	-	-	-	-	0,3	11,2	3,9	12,5	11,3	8,1	-
guaiano	-	-	-	0,8	4,3	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
epizonarenoo	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -muuroloeno	-	-	-	2,0	1,6	2,0	8,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -cadineno	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,8	-	-	-	-
germacreno A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	-

Tabela 13 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos do Estado de Minas Gerais (MG) no Brasil. (continuação)

Referências*	21	19	15/17/18	15	15	15	15	15	15	15	15	15/16	15/16	15/16	15	15	15	15	15
<i>γ</i> -cadineno	-	-	0,3	-	-	-	5,5	3,0	2,6	0,3	-	-	2,1	0,1	3,7	2,5	5,0	3,0	0,3
7- <i>epi-α</i> -selineno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	3,3	2,1
<i>δ</i> -cadineno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	1,5	0,2	1,0	-	-	5,9	-	-
germacreno B	-	-	0,1	-	-	-	-	0,7	0,1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,5	0,2	0,2
Sesquiterpenos Oxigenados	34,2	0,0	2,2	6,8	3,0	6,3	6,2	7,5	34,0	0,0	0,4	2,6	4,5	3,4	27,9	26,8	18,0	18,0	21,1
cubebol	-	-	0,8	-	-	-	4,9	1,9	0,9	-	-	0,6	0,2	1,4	1,6	-	2,3	0,4	2,5
<i>E</i> -nerolidol	4,6	-	0,4	1,2	1,0	1,8	1,3	0,6	0,4	-	-	0,6	0,8	0,2	6,0	7,6	1,9	6,4	6,3
germacrenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	-	2,7	0,5	0,2
espatulenol	0,8	-	0,1	2,9	1,3	1,7	-	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
óxido de cariofileno	15,9	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	0,3	1,1	0,2	5,1	5,9	2,7	0,6	2,1
viridiflorol	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	2,3	1,2
germacreno D-4-ol	-	-	0,1	-	-	-	-	1,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
globulol	-	-	0,1	-	-	-	0,0	0,4	0,1	-	-	0,4	0,1	0,2	-	-	-	-	-
epóxido de humulenoII	12,9	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	0,4	-	-	4,6	2,9	1,9	1,2	1,2
1- <i>epi</i> -cubenol	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	1,1	1,0
cariofila-4 (12), 8 (13) -dien-5 β -ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
hinesol	-	-	0,3	-	-	1,3	-	0,3	32,0	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
α -acorenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-
<i>epi-α</i> -cadinol	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,6	0,2	0,7	4,3	1,0	4,8	4,2
<i>epi-α</i> -muurolol	-	-	-	-	-	1,6	-	0,5	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
α -muurolol	-	-	0,3	-	-	-	-	1,9	0,3	-	-	-	1,1	0,9	4,8	1,3	0,8	0,8	0,7
α -cadinol	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,4	0,3	2,7	2,9	3,4	-	1,9

Tabela 13 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos do Estado de Minas Gerais (MG) no Brasil. (conclusão)

Referências*	21	19	15/17/18	15	15	15	15	15	15	15	15	15/16	15/16	15/16	15	15	15	15	15
Arilpropanóides	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	1,1	0,0	0,0	1,6	0,3	1,4
safrol	0,7	-	-	-	-	0,0	1,0	2,0	-	-	-	-	1,2	0,9	0,0	-	1,6	0,3	1,4
sarisan	-	-	-	-	-	6,5	-	-	-	-	-	-	3,2	0,2	-	-	-	-	-
Outras substâncias	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
2-undecanona	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total quantificado	94,0	25,6	94,2	90,4	94,2	89,8	98,6	76,6	131,2	98,1	96,3	98,2	87,3	87,1	96,8	86,2	90,3	89,4	91,0

Legenda -*Referências: 15 - Oliveira, 2013a; 16 - Lara-Junior *et al.*, 2012; 17 - Oliveira *et al.*, 2014; 18- Oliveira, 2013b; 19 - Mesquita *et al.*, 2005 ; 21 - Dousseau *et al.*, 2014; #Padronizou-se os percentuais em uma casa decimal, devido a diversidade de formas de apresentações da literatura.

Tabela 14– Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos Estados de Minas Gerais (MG), São Paulo (SP) e Paraná (PA) no Brasil. (continua)

País	Brasil																		
Região	Suldeste																		Sul
Estado	MG20	MG21	MG22	MG23	MG24	MG25	MG26	MG27	MG28	MG29	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8	PR
Referências*	15	15/16	15/16	15/16	20	20	20	20	20	22	25	24	26	26	26	23	23	23	32
Constituintes	Percentagem relativa (%)#																		
Monoterpenos-hidrocarbonetos	30,7	26,8	27,4	26,8	0,1	0,0	0,0	1,2	0,1	9,7	13,7	14,1	0,9	0,5	0,3	16,2	2,7	7,3	20,9
<i>α</i> -pineno	2,6	2,1	5,0	8,0	-	-	-	-	-	1,0	1,7	1,5	-	-	-	6,4	-	0,1	-
canfeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-
<i>β</i> -pineno	5,5	4,8	5,9	7,8	-	-	-	-	-	1,4	2,1	2,4	-	-	-	4,5	0,2	0,3	-
<i>β</i> -mirceno	0,5	0,5	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
limoneno	1,0	1,1	1,5	1,6	-	-	-	-	-	-	1,5	1,7	-	-	-	1,3	-	-	-
<i>cis</i> -ocimeno	4,6	4,1	-	-	-	-	-	-	-	4,7	3,4	3,5	-	-	-	1,0	0,6	1,9	7,0
<i>trans</i> -ocimeno	15,0	13,4	13,5	8,9	-	-	-	-	-	2,6	5,0	5,0	0,9	0,5	0,3	2,7	1,9	5,0	13,9
<i>γ</i> -terpineno	0,6	-	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
óxido de <i>trans</i> -linalool	-	-	-	-	0,1	-	-	1,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
perileno	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoterpenos-oxigenados	1,5	0,8	25,7	35,3	13,6	12,6	11,6	14,4	17,2	13,4	31,7	31,8	1,6	3,1	3,8	2,2	0,0	0,0	1,3
1,8-cineol	0,7	-	23,3	31,3	0,2	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
óxido de <i>cis</i> -linalool	-	-	-	-	0,9	0,5	0,7	1,3	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
linalool	0,6	0,6	0,7	1,7	10,5	9,8	9,3	11,1	13,4	13,4	31,7	31,8	1,6	3,1	3,8	2,2	-	-	1,3
4-terpineol	-	-	-	-	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -terpineol	0,2	0,2	1,8	2,3	0,2	0,2	-	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
neral	-	-	-	-	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
piperitona	-	-	-	-	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 14 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos Estados de Minas Gerais (MG), São Paulo (SP) e Paraná (PA) no Brasil. (continuação)

Referências*	15	15/16	15/16	15/16	20	20	20	20	20	22	25	24	26	26	26	23	23	23	32
geranial	-	-	-	-	0,7	0,7	0,5	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sesquiterpenos hidrocarbonetos	33,1	25,9	17,8	17,6	22,9	23,2	24,2	25,3	26,9	19,7	35,7	35,3	16,2	15,9	22,4	22,2	4,4	6,8	42,2
δ -elemeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,7	0,6	-	-	-	-
α -cubebeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	7,1	-	-	-	-
α -copaeno	3,0	1,1	0,5	0,4	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	1,7	0,5	0,5	-	-	-	0,8	-	-	-
β -elemeno	1,1	0,9	0,6	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
β -cubebeno	-	-	-	-	0,2	0,2	-	0,2	0,2	-	-	-	0,7	1,0	0,7	-	-	-	-
α -selineno	-	-	-	-	2,2	2,4	2,2	2,5	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -gurjuneno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E</i> -cariofileno	4,7	4,0	2,8	3,5	5,3	5,1	5,3	6,7	6,1	-	9,1	9,3	3,1	2,9	3,4	3,6	0,4	0,5	2,6
β -cedreno	0,4	0,3	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -copaeno	-	-	-	-	0,1	0,1	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
aromadendreno	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	-	0,8	0,9	0,9	0,7	0,8	-	-	-	-
β -gurjuneno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3
6,9-guaidieno	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -humuleno	4,9	4,1	2,8	2,9	8,5	8,8	8,8	10,3	10,6	-	5,5	5,5	5,7	5,1	5,5	-	-	0,1	4,9
<i>E</i> - β -farneseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seychellene	0,7	0,6	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>allo</i> -aromadendreno	-	-	-	-	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1
γ -muuroloeno	0,5	0,4	0,3	0,3	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
germacreno D	6,0	4,5	3,7	3,2	-	-	-	-	-	4,0	4,2	4,3	-	-	-	0,8	0,9	0,6	-
β -selineno	0,5	0,4	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,6	0,5	-	-	-	-
biciclogermacreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,2	11,3	-	-	-	-	-	-	20,9
valenceno	8,5	6,9	4,5	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,7	0,8	3,1	-

Tabela 14 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos Estados de Minas Gerais (MG), São Paulo (SP) e Paraná (PA) no Brasil. (continuação)

Referências*	15	15/16	15/16	15/16	20	20	20	20	20	22	25	24	26	26	26	23	23	23	32
viridifloreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -muuroleno	-	-	-	-	0,2	0,3	0,3	-	0,3	-	0,5	0,5	-	-	-	0,6	-	0,7	-
γ -adineno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -cadineno	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
germacreno A	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
γ -cadineno	-	0,2	0,2	0,3	2,0	2,3	1,8	1,8	2,1	3,5	1,6	1,8	1,3	1,9	1,5	3,9	1,2	1,0	5,5
δ -amorfenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7- <i>epi</i> - α -selineno	2,0	2,0	1,3	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
δ -cadineno	-	-	-	-	1,2	1,3	1,6	0,3	1,4	-	-	-	2,8	2,5	2,3	2,6	0,2	0,3	3,8
<i>trans</i> -cadin-1,4-diene	-	-	-	-	0,1	0,2	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1
germacreno B	0,2	0,1	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	0,2	0,9	0,5	-
eudesma-4(14),11-dieno	-	-	-	-	0,9	-	0,9	0,8	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -chamigreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sesquiterpenos Oxigenados	23,9	30,2	14,1	8,8	45,3	48,2	47,2	40,6	42,1	37,8	14,4	11,6	19,6	18,0	13,7	15,9	1,0	1,0	19,6
cubebol	2,7	3,1	1,6	0,8	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E</i> -nerolidol	6,1	5,9	2,7	2,0	16,0	16,7	15,5	14,3	16,1	25,2	10,0	10,3	0,8	0,7	0,7	-	-	-	-
germacrenol	0,9	1,0	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
palustrol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3
espatulenol	-	-	-	-	2,8	4,3	5,6	2,9	-	6,7	0,9	0,8	10,3	10,6	7,9	10,6	1,0	1,0	-
cariofileno alcool	-	-	-	-	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
óxido de cariofileno	3,0	4,7	2,5	1,0	-	-	-	-	2,8	1,8	-	-	2,1	1,6	1,3	3,6	-	-	-
viridiflorol	1,3	1,5	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
rosifoliol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4
guaial	-	-	-	-	2,1	2,2	1,8	1,7	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 14 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos Estados de Minas Gerais (MG), São Paulo (SP) e Paraná (PA) no Brasil. (continuação)

Referências*	15	15/16	15/16	15/16	20	20	20	20	20	22	25	24	26	26	26	23	23	23	32
globulol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-
ledol	-	-	-	-	0,7	1,1	1,6	1,6	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> -globulol	-	-	-	-	1,6	1,6	1,8	1,8	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
epóxido de humulenoII	2,3	4,1	0,8	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	-	-	-	1,8	1,3	0,7	-	-	-	1,6
1,10-di- <i>epi</i> -cubenol	-	-	0,9	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -cadin-4-en-7-ol	-	-	-	-	12,2	9,6	7,9	8,0	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1- <i>epi</i> -cubenol	1,2	1,7	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	-	-	-	1,1	0,9	0,8	-	-	-	1,3
10- <i>epi</i> - α -eudesmol	-	-	-	-	-	2,6	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cariofila-4 (12), 8 (13) -dien-5 β -ol	-	-	-	-	3,7	-	-	4,4	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> - α -cadinol	4,0	4,7	2,6	1,5	1,2	1,1	0,7	1,0	0,6	-	-	-	1,7	1,3	1,1	1,7	-	-	3,5
<i>epi</i> - α -muurolol	-	-	-	-	-	1,4	1,5	-	-	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -muurolol	0,7	1,0	0,5	0,3	1,3	4,3	4,6	1,3	1,3	-	-	-	0,9	0,9	0,7	-	-	-	1,2
α -cadinol	1,8	2,6	1,5	0,9	2,8	2,8	3,2	2,9	2,8	1,4	-	-	0,8	0,6	0,5	-	-	-	2,0
Xiibunol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0
6,7-epoxihumuleno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3

Tabela 14 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos Estados de Minas Gerais (MG), São Paulo (SP) e Paraná (PA) no Brasil. (conclusão)

Referências*	15	15/16	15/16	15/16	20	20	20	20	20	22	25	24	26	26	26	23	23	23	32
Arilpropanóides	0,5	0,5	0,3	1,6	2,1	2,6	1,9	2,0	2,6	0,9	0,0	0,0	52,7	54,9	60,2	28,2	93,4	83,9	6,2
dilapiol	-	-	-	-	1,5	1,4	1,3	1,2	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
safrol	0,5	0,5	0,3	1,6	-	-	-	-	0,2	0,9	-	-	5,5	7,3	7,9	13,3	13,3	10,5	6,2
asaricina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47,2	47,7	52,3	14,9	80,1	73,4	-
elemicina	-	-	-	-	0,4	0,8	0,4	0,6	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
estragol	-	-	-	-	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outras substâncias	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,1	1,3	1,6	1,1	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-undecanona	-	-	-	-	0,1	0,2	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ácido hexadecanoico	-	-	-	-	1,2	0,9	1,3	1,4	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-cicloexeno-1-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total quantificado	89,8	84,1	85,3	90,1	85,2	87,7	86,1	85,0	89,9	85,9	95,5	92,8	91,0	92,3	100,4	84,7	101,5	99,0	90,2

Legenda -*Referências: 15 -Oliveira, 2013a; 16 - Oliveira *et al.*, 2014b; 20 - Pacheco *et al.*, 2016; 22 - Villamizar *et al.*, 2017; 24 - Morandim-Giannetti *et al.*, 2010; 25 - Navickiene *et al.*, 2006; 26 - Ferreira, 2016; 23 - Perigo *et al.*, 2016; 32 - Bernuci *et al.*, 2016.#Padronizou-se uma casa decimal devido a diversidade de formais de apresentações na literatura.

Tabela 15 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos países Cuba, Colombia, Costa Rica, Bolívia, Equador, Nova Guiné, Panamá, Malasia e Ásia/ Pacífico. (continua)

País	Cuba			Colombia		Bolívia		Equador	Nova Guiné	Costa Rica	Panamá		Malasia	Pacífico	
Região	Sancti Spiritus	Pinar del Rey	Havana	Chocó	Corasco	Cochabamba		Leste	Morobe	Cartago	Oeste		Selangot	Ilha	
Estado	Topes de Collantes			Quibdó	Bulo-Bulo	Ivirgarzama	Valle del Sajta	Huamboya	Teptep	Santa Cruz de Turrialba	Campana	Campana	Gombak	Kuala Lumpur	Fiji
Referências*	34	35	36	46	38	38	39	45	33	37	40	41	42	43	44
Constituintes	Percentagem relativa (%)#														
Monoterpenos-hidrocarbonetos	13,8	0,5	9,8	1,3	21,6	23,4	29,0	21,6	7,9	14,5	0,0	15,1	3,7	0,0	0,0
<i>α</i> -turjeno	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,2	0,7	-	-	-	-	-
<i>α</i> -pineno	2,9	0,1	0,8	0,5	8,0	8,9	9,0	1,4	0,6	2,0	-	8,8	0,7	-	-
canfeno	10,9	-	5,9	-	-	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-	0,1	-	-	-
sabineno	-	-	-	-	2,3	2,6	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>β</i> -pineno	-	0,1	0,4	-	-	-	7,1	1,3	0,3	1,3	-	0,1	-	-	-
<i>α</i> -mirceno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>β</i> -mirceno	-	-	0,1	-	-	-	2,3	-	0,2	0,7	-	0,1	-	-	-
<i>α</i> -felandreno	-	-	-	-	-	-	-	1,1	0,2	0,9	-	-	0,8	-	-
3-careno	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>α</i> -terpineno	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,5	-	-	0,3	-	-
<i>p</i> -cimeno	-	0,1	1,0	0,8	0,1	0,1	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-
<i>o</i> -cimeno	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	0,5	-	-
silvesteno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
limoneno	-	0,,1	1,5	-	1,9	2,4	5,0	1,6	0,8	1,2	-	4,3	-	-	-
<i>β</i> -felandreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-

Tabela 15 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos países Cuba, Colombia, Costa Rica, Bolívia, Equador, Nova Guiné, Panamá, Malásia e Ásia/ Pacífico. (continuação)

Referências*	34	35	36	46	38	38	39	45	33	37	40	41	42	43	44
<i>cis</i> -ocimeno	-	-	-	-	2,5	2,4	1,4	2,2	0,8	0,6	-	0,4	-	-	-
<i>trans</i> -ocimeno	-	-	-	-	6,4	6,4	3,8	10,4	2,5	1,2	-	-	-	-	-
γ -terpineno	-	0,2	-	-	0,4	0,5	0,3	2,4	0,8	2,1	-	1,3	1,2	-	-
óxido de <i>trans</i> -linalool	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sabineno	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>allo</i> -ocimeno	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-
Monoterpenos-oxigenados	67,0	5,2	50,4	11,4	45,3	46,8	42,5	14,9	8,8	17,7	0,0	15,5	4,7	0,5	4,0
1,8-cineol	8,7	-	0,1	11,4	42,0	42,5	40,5	1,3	-	0,1	-	3,0	-	-	-
óxido de <i>cis</i> -linalool	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
fenchona	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
linalool	1,3	-	1,2	-	-	0,2	0,2	1,8	-	0,8	-	8,6	-	-	-
<i>trans</i> -pinocarveol	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cânfora	17,1	-	17,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
hidreto de canfeno	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
terpinoleno	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,3	0,7	-	-	-	-	-
isoborneol	4,3	-	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pinocarvona	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
borneol	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-terpineol	-	1,4	0,2	-	-	-	0,4	3,1	1,8	4,4	-	2,1	1,4	-	-
criptona	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -terpineol	1,6	-	0,7	-	3,3	4,0	1,4	0,1	-	0,2	-	1,8	-	-	-
mirtenal	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -piperitol	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -piperitol	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -carveol	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 15 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos países Cuba, Colombia, Costa Rica, Bolívia, Equador, Nova Guiné, Panamá, Malásia e Ásia/ Pacífico. (continuação)

Referências*	34	35	36	46	38	38	39	45	33	37	40	41	42	43	44
acetato de bornila	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
formiato de isobornil	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cuminaldeído	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
carvona	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
citronelol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-
piperitona	34,0	3,8	23,7	-	-	-	-	8,5	6,7	11,1	-	-	3,3	0,2	4,0
acetato de bornila	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
timol	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-hidroxi- <i>p</i> -met-1-en-3-ona	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-hidroxicriptona	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sesquiterpenos hidrocarbonetos	6,0	5,2	8,4	9,3	10,3	7,4	6,1	7,1	26,2	14,0	0,0	35,9	6,4	18,1	0,0
δ -elemeno	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	0,3	-
α -cubebeno	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,3	0,3	-
ciclosativeno	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-
α -ylangeno	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-
α -copaeno	-	0,6	0,5	-	0,7	0,5	-	0,3	1,7	1,1	-	-	0,4	0,1	-
β -patchouleno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
bourboneno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,7	-
β -elemeno	-	0,1	1,2	-	-	-	0,2	0,5	0,4	0,2	-	-	-	0,3	-
α -santaleno	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -cubebeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-
α -gurjuneno	-	0,1	-	-	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>E</i> -cariofileno	3,5	2,6	-	6,0	-	-	1,0	2,6	8,2	5,3	-	17,4	2,5	5,1	-
β -copaeno	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 15 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos países Cuba, Colombia, Costa Rica, Bolívia, Equador, Nova Guiné, Panamá, Malásia e Ásia/ Pacífico. (continuação)

Referências*	34	35	36	46	38	38	39	45	33	37	40	41	42	43	44
calareno	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
aromadendreno	-	-	0,8	-	-	0,2	-	0,1	0,2	-	-	13,4	-	0,2	-
β -gurjuneno	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
γ -elemeno	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,1	0,9	-
α -humuleno	-	0,1	-	-	0,7	0,6	-	0,7	5,1	2,9	-	1,9	1,4	1,6	-
β -santaleno	-	-	0,5	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>E,E</i> - α -farnesceno	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-
γ -muuroleno	-	0,1	1,0	-	-	-	-	1,0	-	-	-	0,1	0,4	-	-
γ -curcumeno	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>ar</i> -curcumeno	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
germacreno D	2,5	0,4	-	-	1,3	0,9	0,9	-	2,5	1,2	-	0,7	0,2	-	-
β -selineno	-	0,3	0,6	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	5,2	-
biciclogermacreno	-	-	-	-	6,0	3,8	3,0	1,5	-	-	-	1,0	-	-	-
viridifloreno	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-
α -amorfenoleno	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
α -muuroleno	-	-	0,5	-	-	-	-	0,1	0,6	0,1	-	-	0,6	0,2	-
γ -cadineno	-	-	1,1	1,7	0,8	0,6	-	-	0,6	-	-	0,5	-	-	-
7- <i>epi</i> - α -selineno	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
δ -cadineno	-	0,5	0,1	-	0,8	0,6	0,9	-	1,5	0,8	-	0,8	-	1,0	-
α -calacoreno	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -cadinoleno-1,4-diene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
α -farneseno	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	0,3	-	-
Sesquiterpenos Oxigenados	8,9	2,8	29,3	0,0	0,0	0,0	2,9	1,0	6,3	3,2	0,0	7,3	2,3	0,9	0,0
cubebol	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 15 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos países Cuba, Colombia, Costa Rica, Bolívia, Equador, Nova Guiné, Panamá, Malásia e Ásia/ Pacífico. (continuação)

Referências*	34	35	36	46	38	38	39	45	33	37	40	41	42	43	44
Z-óxido de cariofileno	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-
E-nerolidol	1,5	0,3	0,2	-	-	-	0,5	-	1,0	0,6	-	-	-	0,9	-
palustrol	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
espatulenol	-	0,2	1,3	-	-	-	0,7	-	0,8	2,6	-	0,5	0,1	-	-
óxido de cariofileno	-	0,7	3,7	-	-	-	0,3	-	1,9	-	-	2,5	-	-	-
viridiflorol	7,4	0,9	14,5	-	-	-	0,2	-	1,5	-	-	-	-	-	-
globulol	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	0,9	0,9	-	-
ledol	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
epóxido de humulenoII	-	0,6	1,5	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0,4	-	-
1,10-di- <i>epi</i> -cubenol	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1- <i>epi</i> -cubenol	-	0,1	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cariofila-4 (12), 8 (13) -dien-5 β -ol	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> - α -cadinol	-	-	1,3	-	-	-	0,1	-	1,1	-	-	1,0	-	-	-
<i>epi</i> - α -muurolol	-	-	1,4	-	-	-	0,6	-	-	-	-	0,8	-	-	-
α -cadinol	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-
Arilpropanóides	0,0	84,1	0,0	48,2	10,5	3,8	13,0	46,8	43,9	37,9	90,0	0,0	38,8	64,8	58,0
dilapiol	-	82,2	-	-	-	-	-	45,9	43,3	37,1	90,0	-	-	64,5	58,0
safrol	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
sarisan	-	-	-	-	-	-	12,9	-	-	-	-	-	-	-	-
miristicina	-	1,4	-	-	-	-	-	0,9	0,6	0,7	-	-	0,7	-	-
asaricina	-	-	-	-	10,5	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
elemicina	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
apiol	-	0,3	-	48,2	-	-	-	-	-	0,1	-	-	38,0	0,3	-

Tabela 15 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. aduncum* de diferentes acessos dos países Cuba, Colombia, Costa Rica, Bolívia, Equador, Nova Guiné, Panamá, Malásia e Ásia/ Pacífico. (conclusão)

Referências*	34	35	36	46	38	38	39	45	33	37	40	41	42	43	44
Outras substâncias	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0
pentadecano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
hexanal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
E-2-hexanal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
2-undecanona	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metil-isobutil cetona	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3	-	-
3-hexen-1-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Total quantificado	95,7	97,8	97,9	70,2	87,7	82,2	93,5	91,4	93,1	87,7	90,0	73,8	64,6	84,3	62,0

Legenda: *Referências: 34-Rodríguez *et al.* 2013; 35 - Pino *et al.*, 2004; 36 - Monzote *et al.*, 2017; 38 - Lopez-Arzu *et al.*, 2008; 39 - Vila *et al.*, 2005a; 46 - Jaramillo-Colorado *et al.*, 2015; 45 - Guerri *et al.* 2009; 33- Rali *et al.*, 2007; 37 - Cicció;Ballestero, 1997; 40-Gupta *et al.*, 1983; 41 - Vila *et al.*, 2005; 42- Mamood *et al.*, 2017; 43 - Jantan *et al.*, 1994; 44- Smith RM, Kassim H, 1979; #Padronizou-se uma casa decimal devido a diversidade de formas de apresentações na literatura.

De posse da diversidade química dos óleos essenciais das amostras obtidas da literatura e descritas nas tabelas, foi construída uma matriz com as classes químicas, a qual possibilitou as análises de componente principal (ACP) e análise de agrupamento hierárquico (AAH), representadas nas Figuras 27 e 28, respectivamente.

O gráfico *loadings* (Figura 27) contém 78,17 % do total da variância, tendo PC1 = 53,34 % e PC2 = 24,83 %. Pode-se observar que os componentes de maiores influências no *score t* para o primeiro eixo são arilpropanoídeos (16,72) e no segundo eixo, positivamente, os monoterpênos oxigenados (7,51) e, negativamente, sesquiterpênos oxigenados (-6,64). Outras substâncias não apresentam diferença significativa na análise ($p= 0,4509$), apesar de exercerem influência negativa no primeiro eixo (-1,43) e positiva no segundo eixo (2,33).

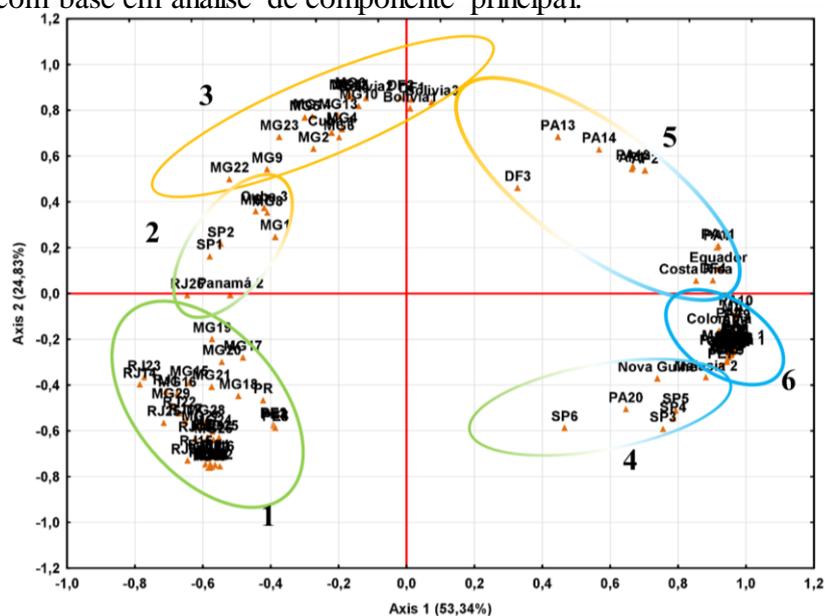
Para o dendrograma obtido da AAH (Figura 28), foi possível observar a formação de dois grupos com predominância de classes química produzidas por duas vias biossintéticas distintas: a **via do acetato-mevalonato** e a **via do chiquimato**. Para a via do acetato-mevalonato, tem-se os grupos: I – Teor elevado de sesquiterpênos oxigenados; II – Teor mistos entre monoterpênos/ sesquiterpênos; III – Teor elevado de monoterpêno oxigenado; IV - Teor elevado de sesquiterpênos hidrocarbonetos (não oxigenados); V- Teor elevado de arilpropanoídeos; e VI – Teor misto de arilpropanoídeos.

Com auxílio dos dois métodos de quimiometria foi possível verificar tipos químicos delimitados no gráfico *loadings* (Figura 27): 1 – Sesquiterpênos oxigenados e hidrocarboneto (não oxigenados); 2- Mistos entre sesquiterpênos e monoterpênos; 3 - Monoterpênos oxigenados e hidrocarbonetos (não oxigenados); 4 – Mistos entre sesquiterpênos e arilpropanoídeos; 5 – Mistos entre monoterpênos e arilpropanoídeos; e 6 – Arilpropanoídeos.

O mapa de quimiodiversidade das classes químicas dos óleos essenciais de *P. aduncum* está representado na figura 29 e no apêndice A. ***Pode-se observar que existe uma concentração de amostras na linha do Equador, as quais apresentam a predominância biossintética para a produção de substâncias da via do chiquimato.*** Em maiores latitudes, especificamente latitude Sul e próximo ao Trópico de Capricórnio, ***existe uma predominância de substâncias da via do acetato-mevalonato.*** É notável que existe a redução da predominância de substâncias produzidas pela via do chiquimato em relação a do acetato-mevalonato nos trópicos.

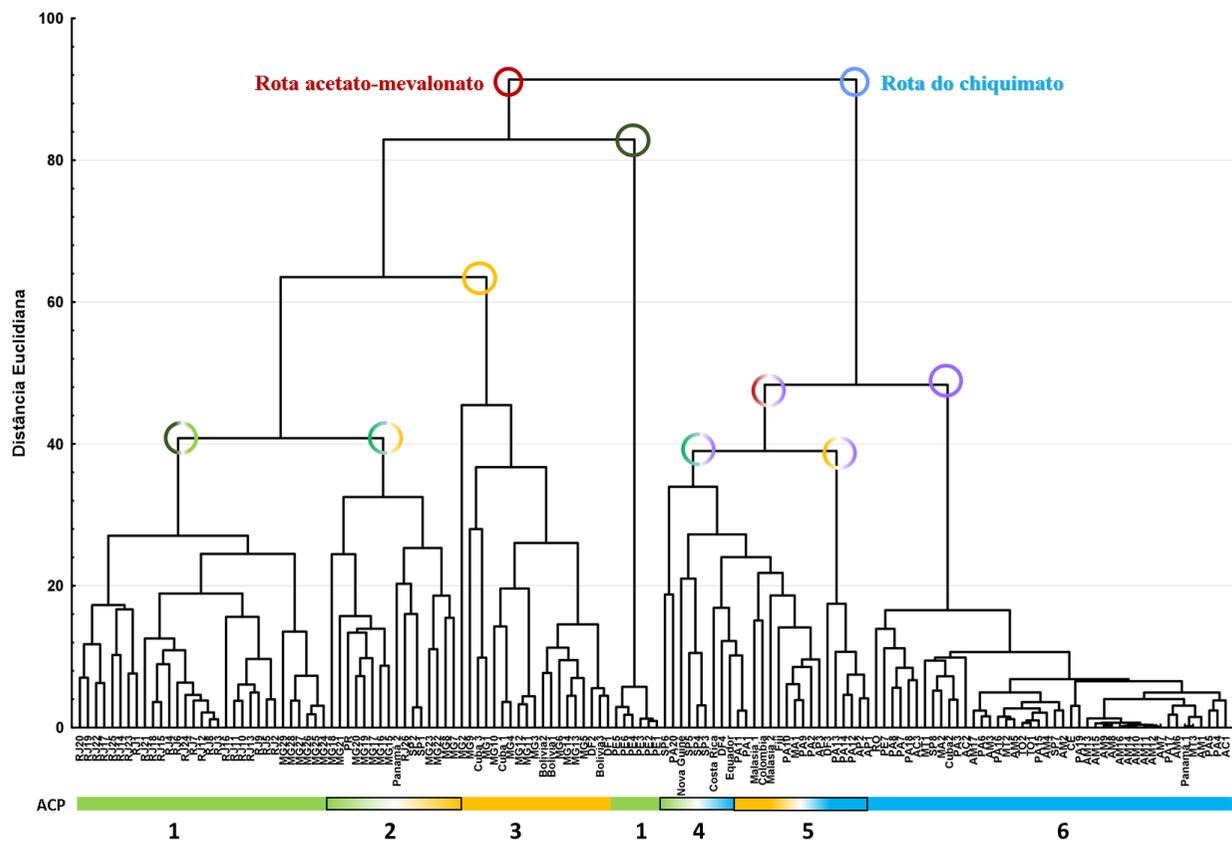
Na figura 30 apresenta-se as correlações entre a **latitude** com as **classes químicas** dos OE, obtida a partir das informações da literatura e dessa Dissertação. Com isso, pode-se afirmar que existe *uma correlação entre a produção de substâncias dos OE e a latitude: correlação forte* e significativa, inversamente proporcional (negativa) com o aumento da latitude e a produção de arilpropanoides, consequentemente, com a via do chiquimato ($r^2 = -0,7723$; $F = 115,12$; $p < 0,001$). Desse modo, pelos resultados obtidos, **quando se tem o aumento da latitude há a diminuição da produção de arilpropanoides nos óleos essenciais de *P. aduncum***. O oposto pode ser observado com a produção de sesquiterpenos ($r^2 = -0,6252$; $F = 25,32$; $p < 0,001$) e, especificamente, mais forte com os sesquiterpenos oxigenados ($r^2 = 0,67992$; $F = 30,23$; $p < 0,001$). A análise estatística demonstrou não haver significância entre latitude e a produção de monoterpenos ($p = 0,6234$), além de outras substâncias ($p = 0,4623$) (*n*-alcanos, centonas, benzenoides e ácidos graxos).

Figura 27 - Gráfico *loadings* construído a partir das classes químicas de 152 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* obtidas na literatura e dessa Dissertação, com base em análise de componente principal.



Legenda: *As cores dos círculos são atribuídas com finalidade de agrupamento em verde (1) aos sesquiterpenos hidrocarbonetos e oxigenados, laranja (3) – monoterpenos hidrocarbonetos e oxigenados/outras substâncias, azul celeste (6) - arilpropanoides. Regiões de transições, possuem duas cores (2, 4 e 5), e representam a composição equilibrada em proporção dos componentes sinalizados. As amostras dessa Dissertação são representadas como RJ1a RJ15 e RJ16 a RJ26 para variação sazonal de PAT e PAN, de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, respectivamente.

Figura 28 – Dendrograma construído a partir da análise de agrupamento pelo método UPGMA das classes de químicas de 152 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* obtidas na literatura e nessa Dissertação.



Legenda: *cores atribuídas pela predominância em: **vermelho** –da rota acetato-mevalonato; **azul celeste** – predominância da rota do chiquimato; **verde musgo** - sesquiterpenos hidrocarbonetos; **verde claro** – sesquiterpenos oxigenados; **laranja** – monoterpênicos hidrocarbonetos e oxigenados/outras substâncias, **azul adórsio**: arilpropanoídeos. Regiões de transições, possui duas cores, representam a composição equilibrada em proporção dos componentes sinalizados. 1 – Sesquiterpenos oxigenados e hidrocarboneto; 2- Mistos entre sesquiterpenos e monoterpênicos; 3 - Monoterpênicos oxigenado e hidrocarbonetos; 4 – Mistos entre sesquiterpenos e arilpropanoídeos; 5 – Mistos entre Monoterpênicos e arilpropanoídeos; e 6 – Arilpropanoídeos. ACP: Resultado após análise de componente principal.

Figura 29– Mapa de quimiodiversidade de classes químicas presentes nos óleos essenciais de *P. aduncum*, com base nos dados obtido da literatura e identificados nos acessos de Niterói/ RJ e Teresópolis/RJ, no mês de janeiro de 2017.

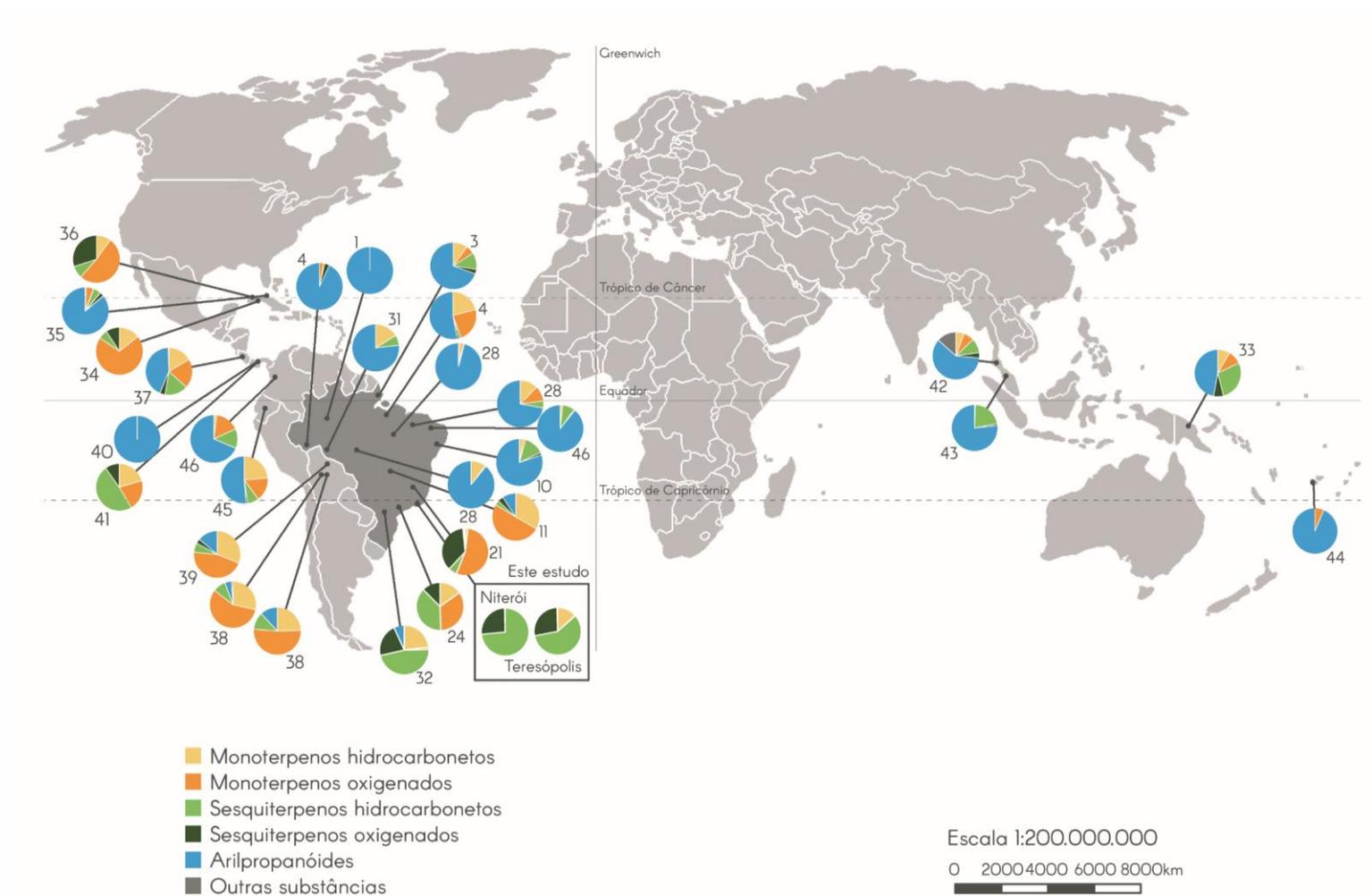
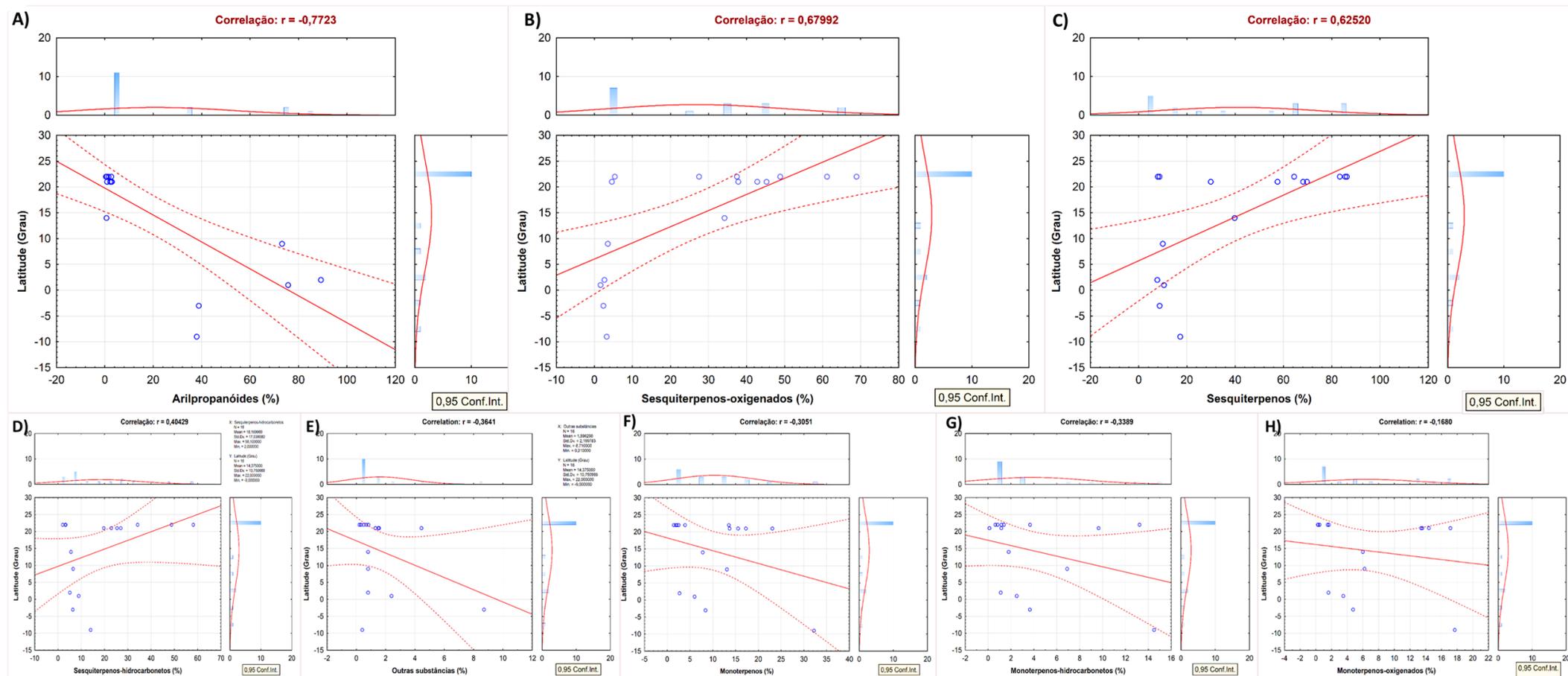


Figura 30 – Análise de correlação de Pearson entre as classes químicas presentes nos óleos essenciais de *P. aduncum* (n=152), segundo dados obtidos da literatura e produzidos nessa Dissertação, e a localização do indivíduo (latitude).



Legenda: correlação por classes: **(A)** arilpropanoídes; **(B)** sesquiterpenos-oxigenados; **(C)** sesquiterpenos; **(D)** sesquiterpenos-hidrocarbonetos; **(E)** outras substâncias: *n*-alcanos, álcoois e cetonas; **(F)** monoterpenos; **(G)** monoterpenos-hidrocarbonetos; **(H)** monoterpenos-oxigenados.

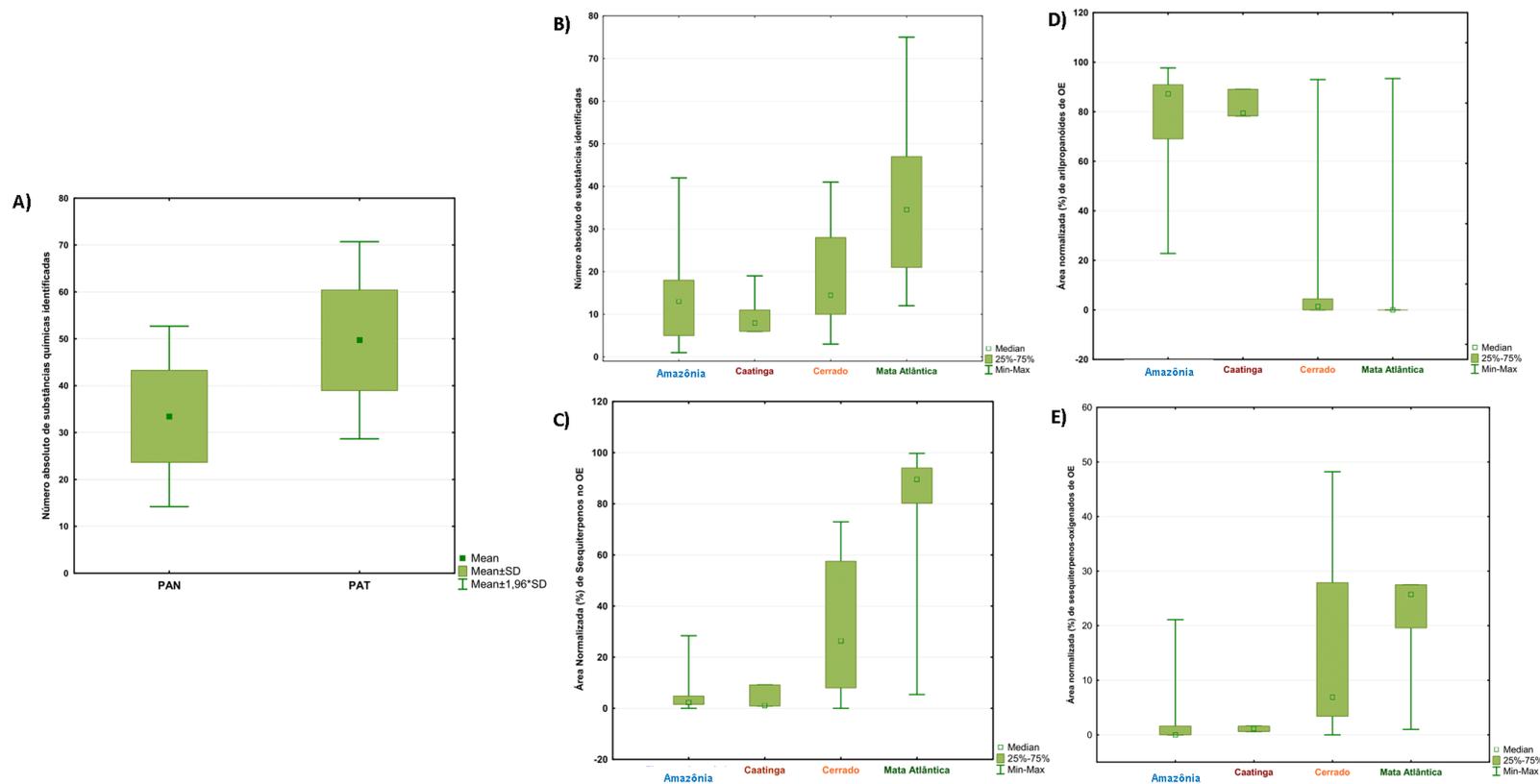
Na figura 31 são apresentadas a comparação e distribuição no número absoluto de substâncias identificadas entre amostra das áreas do estudo sazonal de OE (Niterói/ RJ e Teresópolis/ RJ) *versus* número absoluto de substâncias e das porcentagens em áreas normalizadas das classes químicas com os biomas, que apresentaram correlação significativa na análise de Pearson (Apêndice B).

Como demonstrado na figura 31A, as amostras de OE de espécimes de Teresópolis/RJ apresentaram um número maior de substâncias ($p = 0,004$) do que Niterói/RJ.

Pode-se verificar na figura 31B, que as amostras de OE de indivíduos localizados nos biomas da Mata Atlântica produzem maior diversidade de substâncias que as áreas dos outros biomas ($p < 0,001$).

Para avaliação das classes químicas em percentagem relativa, em área normalizada por biomas, observa-se que as amostras de OE de espécimes localizados na Mata Atlântica produzem mais **sesquiterpenos** do que as demais áreas ($p < 0,001$) (Figura 31C). Quando analisada a presença de **arilpropanoides** (Figura 31D) nos óleos essenciais, Amazônia e Caatinga apresentaram-se com maiores produções desses metabólitos, não mostrando diferenças significativas entre si ($p = 0,9149$). Porém, indivíduos da Amazônia e Caatinga apresentaram diferenças significativas para os de outras áreas ($p < 0,001$) em relação a biossíntese de arilpropanoides. Pode-se observar, ainda, que a análise de sesquiterpenos oxigenados (Figura 31E) revelou que indivíduos do Cerrado e da Mata Atlântica apresentam maiores teores percentuais sesquiterpenos oxigenados em relação as outras áreas ($p < 0,001$), porém não diferem entre si.

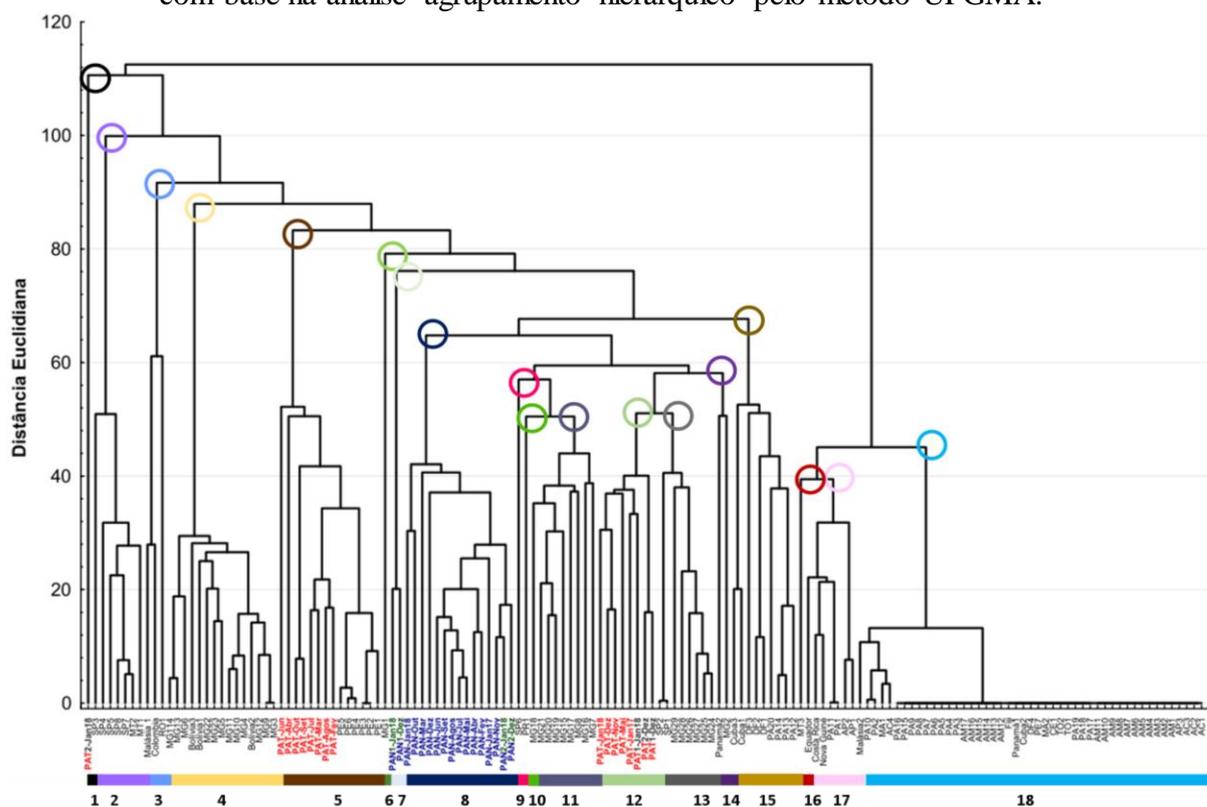
Figura 31 – Gráfico de *box plot* correlacionando 129 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* identificados nesse trabalho e obtidos na literatura, com relação à sua disposição nos biomas brasileiros, e com o número de substâncias identificadas e teor em área normalizadas das classes de substâncias.



Legenda: (A- B) número de substâncias identificadas; e (C-E) teor em área normalizadas das classes de substâncias PAN – *Piper aduncum* de Niterói/ RJ coletada de janeiro de 2017 a janeiro de 2018; PAT – *Piper aduncum* de Teresópolis/ RJ coletada de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.

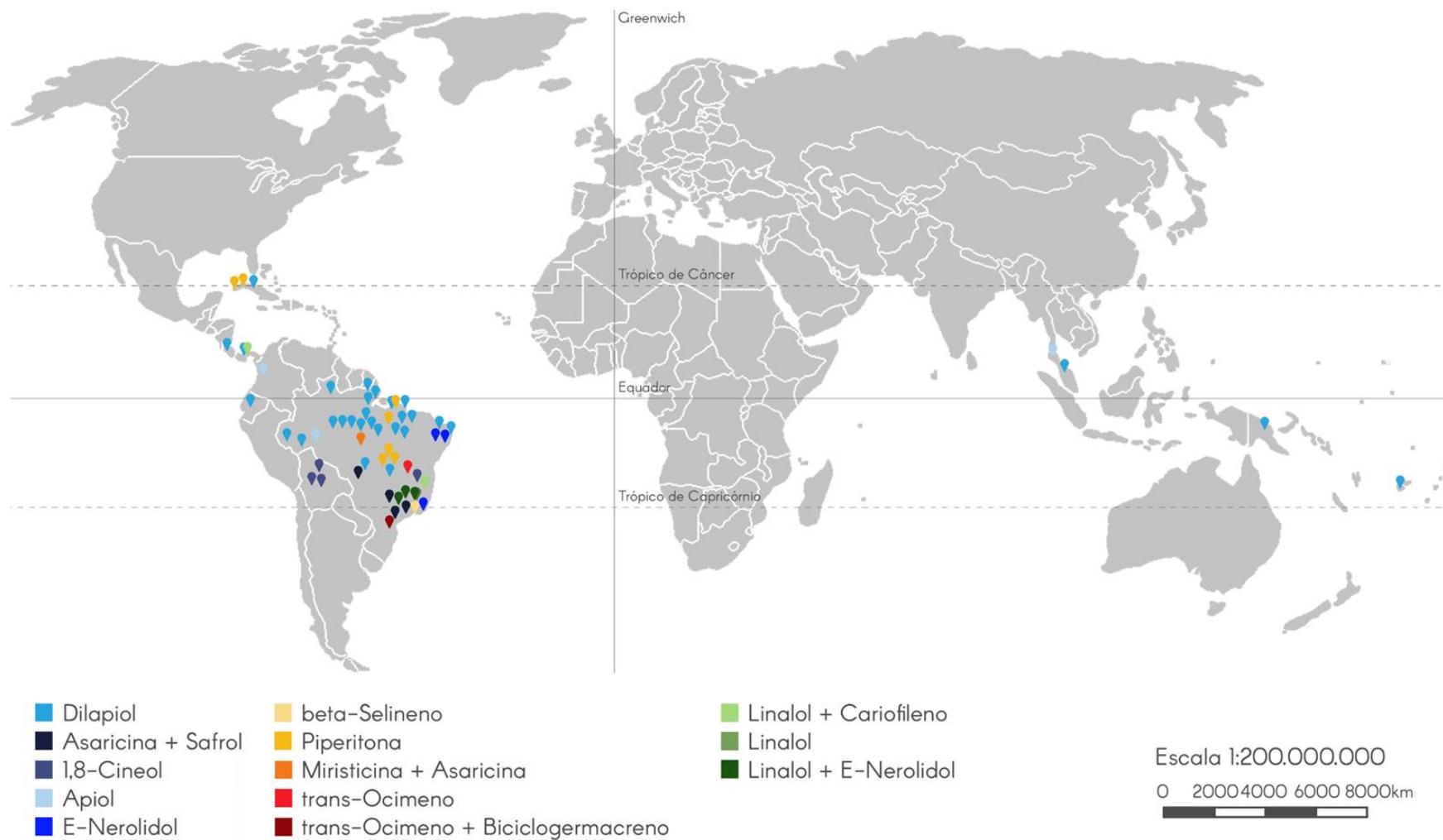
Análises de Agrupamentos Hierárquicos e mapeamento (figuras 32 e 33, respectivamente) foram feitas para a compreensão das distribuições dos polimorfismos químicos e a identificação de possíveis quimiotipos de *P. aduncum*. A partir das análises apresentadas na figura 32 foi possível identificar 18 polimorfismos químicos, entre os quais, encontram-se quimiotipos, ecotipos e geotipos. Dessas variações de tipos químicos estão: 1 – **benzaldeído**; 2 - **asaricina** e **safrol**; 3 – **apiol**; 4 – **1,8-cineol**; 5 – ***E*-nerolidol**; 6- **linalool**; 7- **β -bisaboleno**; 8 - **β -selineno**; 9-**asaricina, safrol e espatulenol**; 10 – ***E*-ocimeno** e **biclogermacreno**; 11 – ***E*-ocimeno**; 12 – ***E*-nerolidol** e ***E*-cariofileno**; 13 – **linalool** e ***E*-nerolidol**; 14 – **linalool** e ***E*-cariofileno**; 15 – **piperitona**; 16 – **dilapiol, miristicina e capacina**; 17 – **piperitona** e **dilapiol**; e 18 – **dilapiol**.

Figura 32 – Dendrograma construído a partir da composição química de 152 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* obtidas da literatura e dessa Dissertação, com base na análise agrupamento hierárquico pelo método UPGMA.



Legenda: *As cores nos círculos e barras separam os polimorfismos químicos. Tendo em: 1 – benzaldeído; 2 - asaricina e safrol; 3 – apiol; 4 – 1,8-cineol; 5 – *E*-nerolidol; 6- linalool; 7- β -bisaboleno; 8 - β -selineno; 9-asaricina, safrol e espatulenol; 10 – *E*-ocimene e biclogermacreno; 11 – *E*-ocimene; 12 – *E*-nerolidol e cariofileno; 13 – linalool e *E*-nerolidol; 14 – linalool e cariofileno; 15 – piperitona; 16 – dilapiol, miristicina e capacina; 17 – piperitona e dilapiol; e 18 – dilapiol.

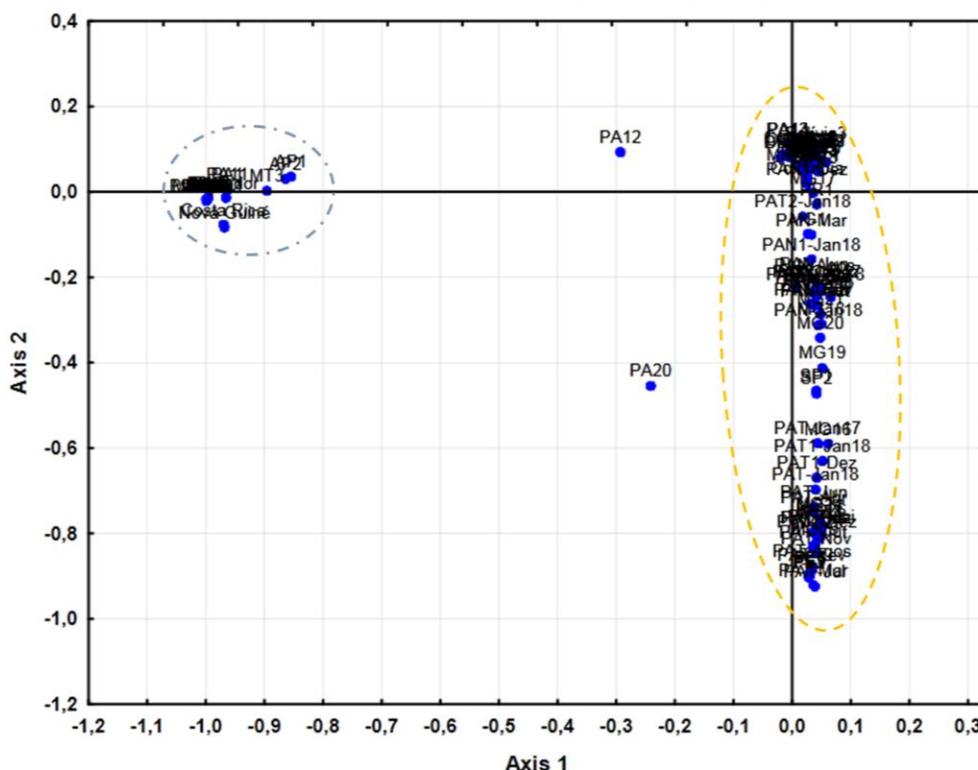
Figura 33 – Quimiogeografia do polimorfismo químico de óleo essencial de *P. aduncum* por acessos obtidos da literatura e dessa Dissertação.



A distribuição por acesso dos polimorfismo estão apresentada na figura 33, na qual é perceptivo, também, a predominância do polimorfismo arilpropanoide **dilapiol** em indivíduos localizados na *região amazônica* e próximos da *linha do equador*.

Pela ACP (Figura 34), por uma variância total de 49,94 %, tendo no eixo 1 (35,80 %) e no eixo 2 (14,14 %), pode-se observar a formação de apenas dois grandes grupos: **I** - com menor variabilidade e com predominância da via do **chiquimato**; e **II** - com maior variabilidade e com predominância da via do **acetato-mevalonato**. O primeiro eixo é justificado negativamente no *score t* pela presença de **dilapiol** (-59,1922) e negativamente no segundo eixo por **E-nerolidol** (-33,6535).

Figura 34 - Gráfico *loadings* construído a partir da composição química de 152 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* dessa Dissertação e obtidas da literatura, com base em análise de componente principal.



Legenda: *As cores nos círculos evidenciam a predominância de duas rotas de biossíntese. Em azul ardósio claro - via do chiquimato. Amarelo - via do acetato-mevalonato.

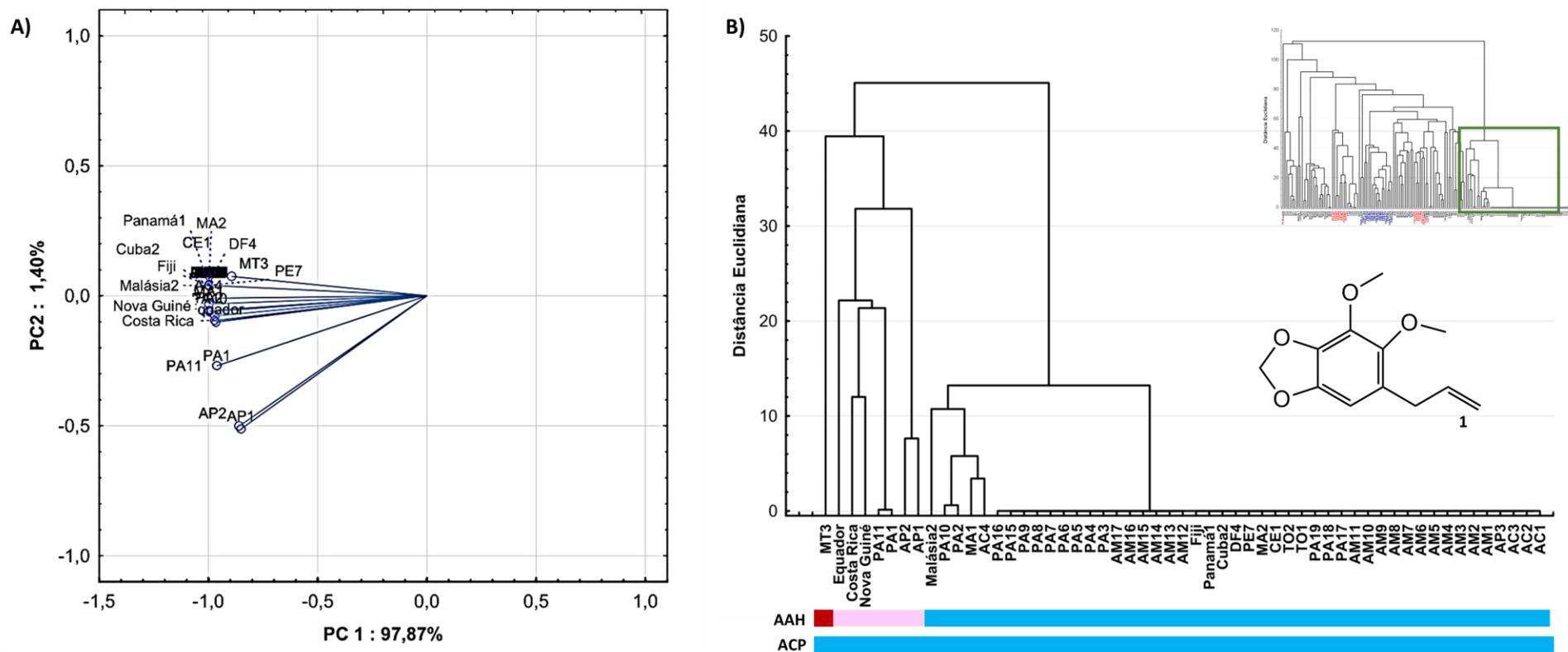
Por possuir baixa variância e resolutividade de análises, as amostras que possuíam maiores taxas de similaridade no AAH foram agrupadas com a finalidade de obter os gráficos *scores* e dendrogramas, representados nas figuras 35 a 38, visando melhorar os valores de variância e justificar a identificação dos possíveis quimiotipos.

As análises AAH e ACP realizadas com base nos constituintes químicos dos óleos essenciais de *P. aduncum* resultou no agrupamento das 152 amostras em **dez (10) possíveis quimiotipos** (Figuras 35 a 38):

Figura 35, com 99,27 % da variância para 57 amostras (Quimiotipo 1); Figura 36, explicado com total de 81,49% de variância para 26 amostras (Quimiotipo 2-4); Na figura 37, explicado com total de 59,97% para 48 amostras (Quimiotipo 5-8). Na figura 38 explicado com total de 62,31% para 21 amostras (Quimiotipo 9-10).

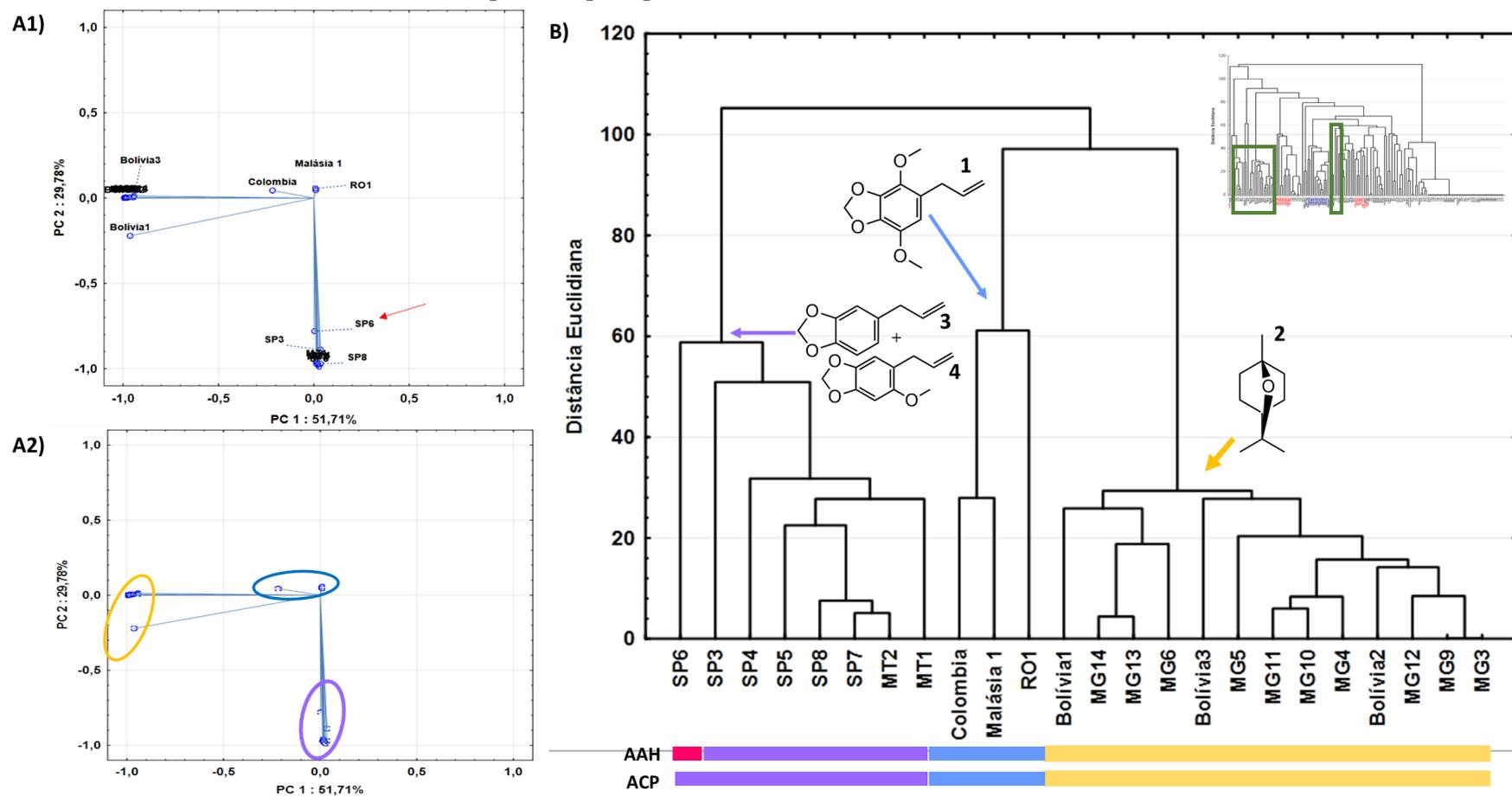
- **Quimiotipo 1:** dilapiol
- **Quimiotipo 2:** safrol e asariscina (8 amostras);
- **Quimiotipo 3:** apiol (3 amostras);
- **Quimiotipo 4:** 1,8-cineol (15 amostras).
- **Quimiotipo 5:** *E*-nerolidol (23 amostras);
- **Quimiotipo 6:** β -selineno (17 amostras);
- **Quimiotipo 7:** piperitona (8 amostras);
- **Quimiotipo 8:** asaricina e miristicina (1 amostra).
- **Quimiotipo 9:** *trans*-ocimeno (1 amostra (PR1), sendo as demais amostras decorrentes de variação ambientais (Minas Gerais).
- **Quimiotipo 10:** linalool (11) amostras.

Figura 35 – Gráfico *score* e dendrograma construído a partir da composição química de 57 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* obtidas da literatura, com base em análise de componente principal.



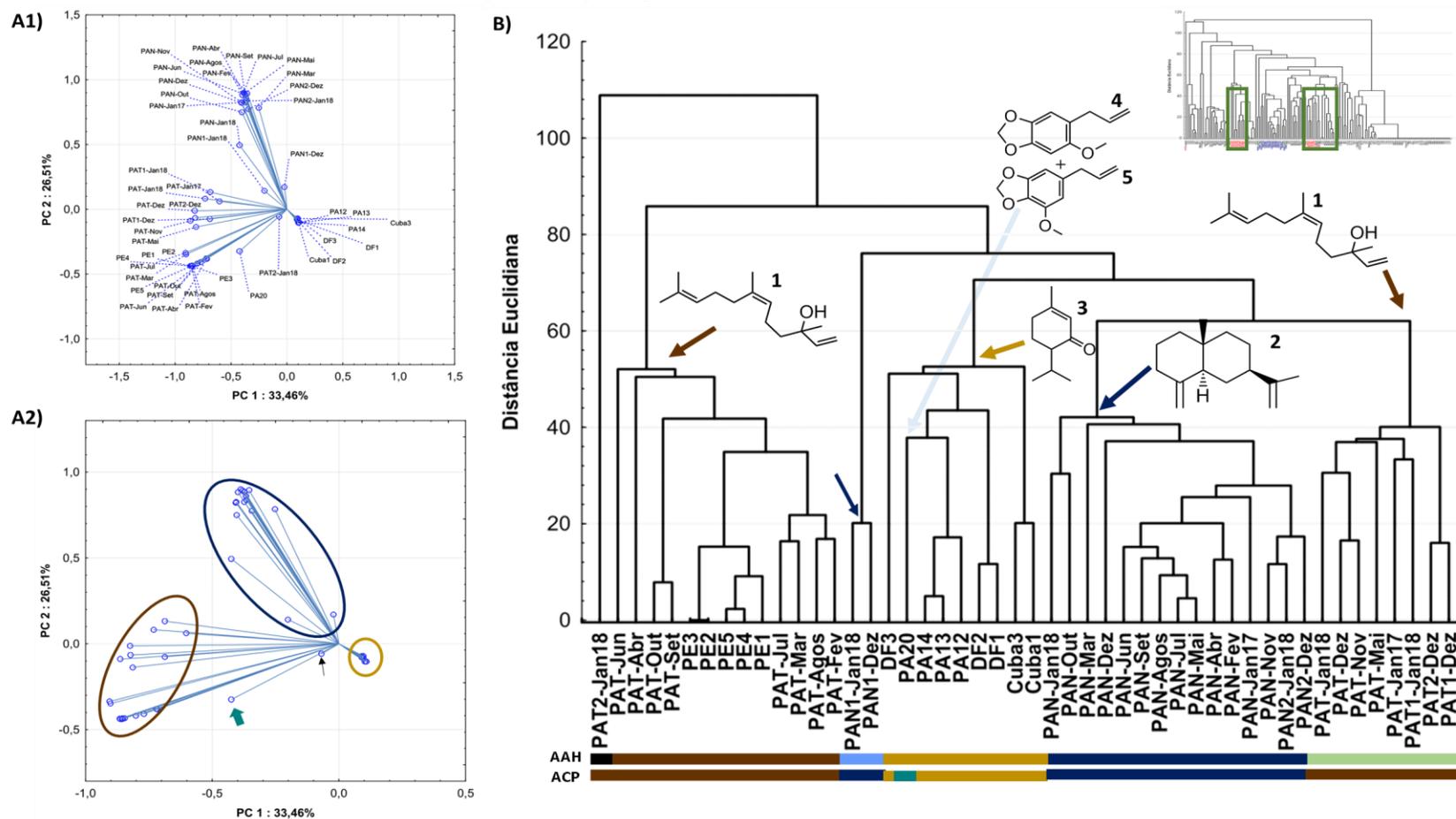
Legenda: (A) Gráfico *score*; (B) Dendrograma; As barras são: AAH – Resultados obtidos a partir da análise de agrupamento hierárquico. ACP- Resultados obtidos a partir da análise de componente principal. Nas cores do ACP pode-se observar em: azul celeste - Quimiotipo 1: dilapiol (1). #Códigos expressos nas tabelas

Figura 36 - Gráfico *score* e dendrograma construído a partir da composição química de 26 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* obtidas da literatura, com base em análise de componente principal.



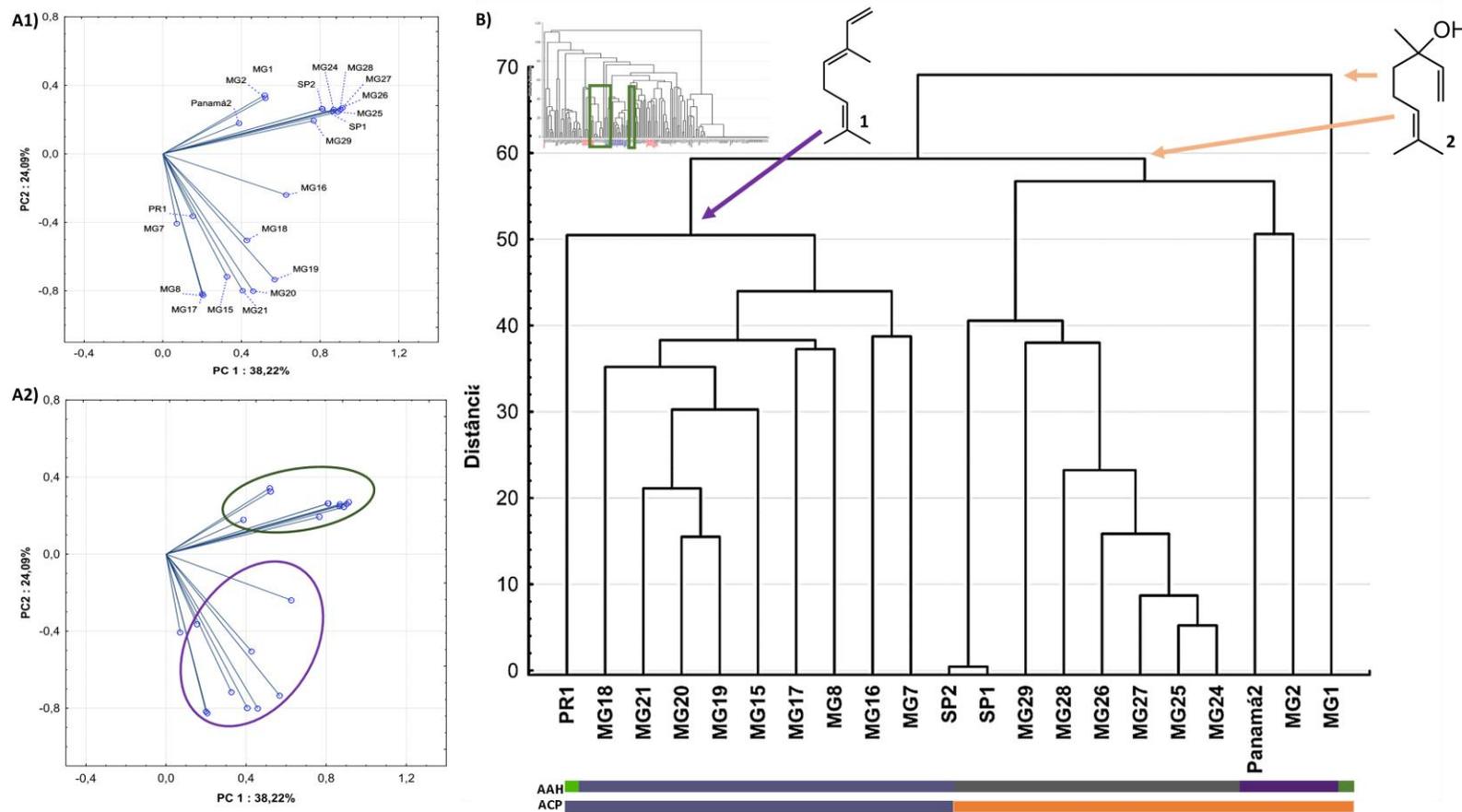
Legenda: (A1-2) Gráfico *score* e (B) dendrograma; As barras são: AAH – Resultados obtidos a partir da análise de agrupamento hierárquico. ACP- Resultados obtidos a partir da análise de componente principal. Nas cores do ACP pode-se observar em: **ameixa** – Quimiotipo 2: safrol (3) e asariscina (4); **azul real** – Quimiotipos 3: apiol (1); e amarelo **claro** – Quimiotipo 4: 1,8-cineol (2)

Figura 37 - Gráfico *score* e dendrograma construído a partir da composição química de 48 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* obtidas da literatura, com base em análise de componente principal.



Legenda: (A1-2) Gráfico *score*; e (B) dendrograma; As barras são: AAH – Resultados obtidos a partir da análise de agrupamento hierárquico. ACP- Resultados obtidos a partir da análise de componente principal. Nas cores do ACP pode-se observar em: **marrom** – Quimiotipo 5: *E*-nerolidol (1); **azul escuro**– Quimiotipos 6: β -selineno (2); **amarelo escuro**– Quimiotipo 7: piperitona (3); e **Verde-azulado**– Quimiotipo 8: asaricina (4) e miristicina (5)

Figura 38 - Gráfico *score* e dendrograma construído a partir da composição química de 21 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* obtidas da literatura, com base em análise de componente principal.



Legenda: (A1-2) Gráfico *score*; e (B) dendrograma; As barras são: AAH – Resultados obtidos a partir da análise de agrupamento hierárquico. ACP- Resultados obtidos a partir da análise de componente principal. Nas cores do ACP pode-se observar em: **roxo claro** - Quimiotipo 9: *trans*-ocimeno (1); e **laranja** – Quimiotipo 10: linalool (2).

4.6 Composição química e rendimentos dos óleos essenciais de *P. mollicomum* coletada a campo

Na avaliação do efeito da variação sazonal na composição química dos OE de *P. mollicomum* foram analisadas um total de 39 amostras de óleos essenciais, divididas em 13 por acesso. Dentre esses acessos estão o do Parque Estadual da Serra da Tiririca em Niterói/ RJ, Parque Nacional da Serra dos Órgãos em Teresópolis/RJ e do Parque Nacional da Floresta da Tijuca no Rio de Janeiro/RJ.

As análises referentes a cada acesso, na ordem apresentada anteriormente para *P. mollicomum*, compreendendo as composições químicas, os rendimentos, os números de substâncias identificadas e as atividades fenológicas estão listadas nas tabelas 16, 17 e 18. As estruturas das substâncias majoritárias presentes nos OE estão representadas na figura 39. Exemplos de cromatogramas das amostras referentes ao mês de janeiro de 2017 das três áreas de coleta são apresentados nas figuras 40, 41 e 42.

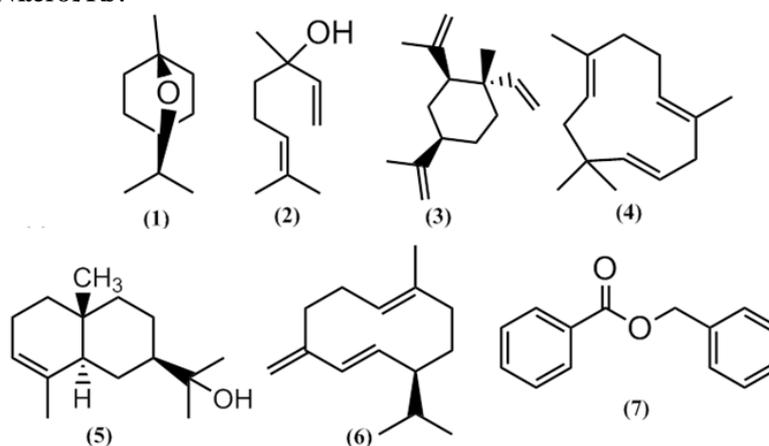
Nos OE do espécime do acesso de Niterói/ RJ foi possível identificar 132 substâncias, variando entre 42 e 78 durante os meses de estudo. O total percentual de substâncias identificadas variou entre 91,40 a 97,88%. Os valores de rendimentos variaram de 0,35 a 2,35%. O espécime apresentou fase reprodutiva no período de janeiro, setembro e dezembro de 2017 e janeiro de 2018 (Tabela 16). O OE desse acesso foi caracterizado pela presença de monoterpenos, sesquiterpenos e benzenoides. As substâncias majoritárias foram identificadas como o monoterpeno oxigenado **linalool** (0,00% a 20,96%), o sesquiterpeno não oxigenado **α -humuleno** (1,18 a 7,56%), o sesquiterpeno oxigenado ***E*-nerolidol** (2,98 a 14,74%), e o benzenoide **benzoato de benzila** (0,00 a 12,59%), substância mais rara encontrada em óleos essenciais (Tabela 16).

No acesso de Teresópolis/ RJ foi possível identificar um total de 133 substâncias, variando entre 50 a 114 no período de estudo. O total percentual de substâncias identificadas variou entre 88,04 a 98,15%. Os rendimentos variaram entre 0,32 e 1,62%. O espécime apresentou fase reprodutiva no período de janeiro a março de 2017, novembro a dezembro de 2017 e janeiro de 2018. Os OE desse acesso são ricos em sesquiterpenos, tendo como substâncias majoritárias o sesquiterpeno não oxigenado **β -**

elemeno (5,46 a 11,06%) e os sesquiterpenos oxigenados ***E*-nerolidol** (6,22 a 18,42%) e **α -eudesmol** (5,50 a 15,24%) (Tabela 17).

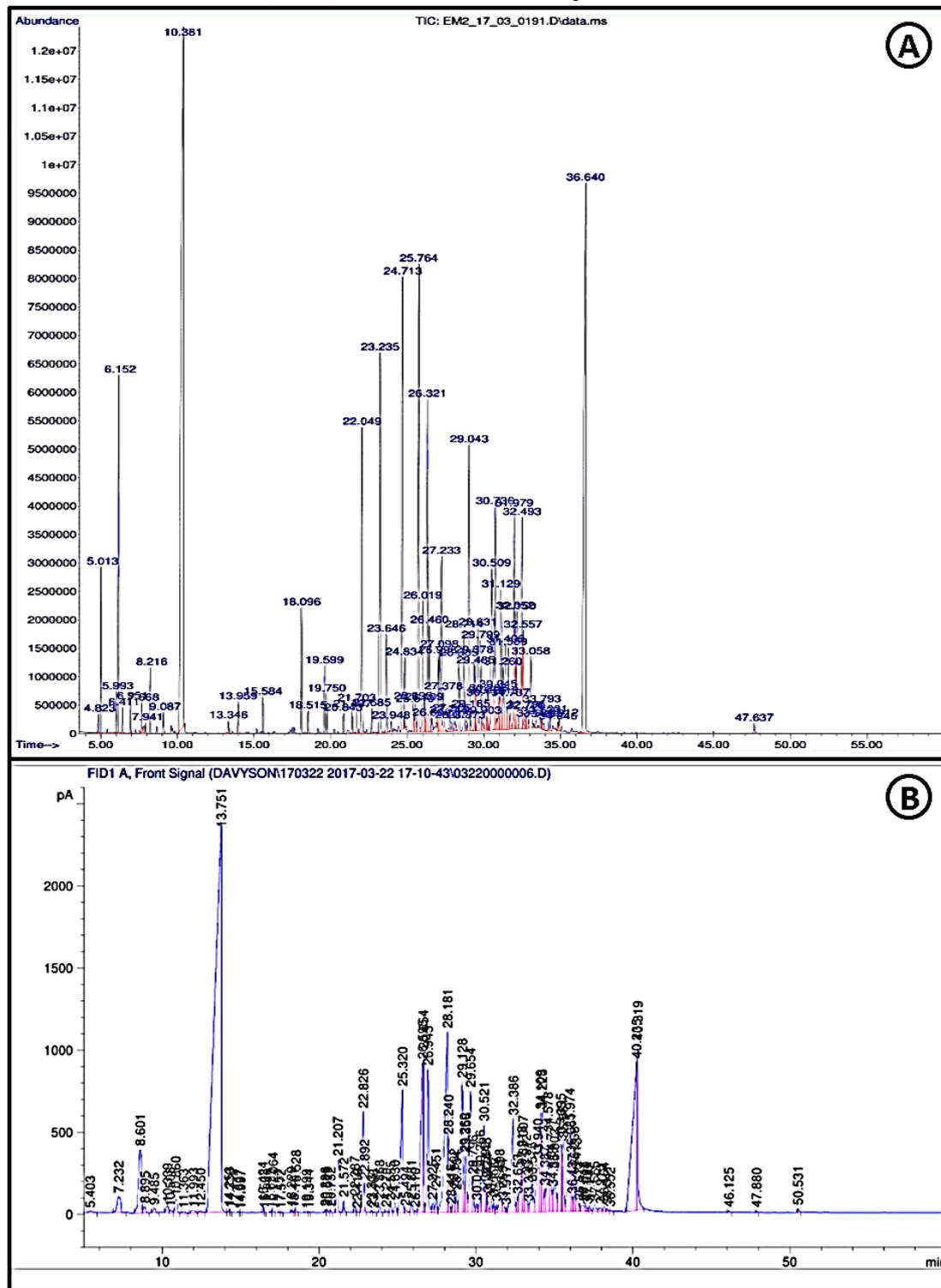
Os exemplares coletados no acesso da Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro/ RJ possuem OE caracterizados pela presença expressiva de monoterpenos e de sesquiterpenos. Foi possível identificar 125 substâncias, com variação de 9 a 82 substâncias entre os OE analisados. O total percentual de substâncias identificadas variou entre 83,74 a 99,22%. Os rendimentos dos OE variaram entre 0,45 a 1,93%. As fases reprodutivas foram registradas entre janeiro a fevereiro de 2017, outubro a dezembro de 2017 e janeiro de 2018. O monoterpeno oxigenado **linalool** foi identificado como o constituinte majoritário, com teor percentual que variou entre 1,38 a 40,84%. Ainda, chama atenção o elevado teor percentual relativo dos monoterpenos oxigenados **1,8-cineol** (eucaliptol) na amostra do mês de janeiro de 2017 e 2018 (57,56% e 34,10%, respectivamente)². Os sesquiterpenos de maior destaque nas amostras do acesso da Floresta da Tijuca foram identificados como **germacreno D** (0,57 a 10,10%) e ***E*-nerolidol** (0,00 – 12,19%). O benzenoide **benzoato de benzila** foi identificado nas amostras em baixo teor percentual relativo, entre 0,11 a 2,10% (Tabela 18).

Figura 39 - Substâncias majoritárias 1,8-cineol (1), linalool (2), β -elemeno (3), α -humuleno (4), α -eudesmol (5), germacreno D (6) e benzoato de benzila (7) presentes nos óleos essenciais de *P. aduncum* de Teresópolis/RJ e Niterói/RJ.



² O elevado teor de 1,8-cineol em janeiro de 2017 levou a propor um estudo do ciclo circadiano de *P. mollicomum* no acesso da Floresta da tijuca no Rio de Janeiro/RJ.

Figura 40- Cromatograma do óleo essencial de *P. mollicomum* coletada no acesso de Niterói/RJ (PMN), referente ao mês de janeiro de 2017.



Legenda: Em A) o cromatograma obtido por CG-EM e B) o cromatograma obtido por CG-DIC.

Tabela 16 -Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Niterói/ RJ (PMN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continua)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Porcentagem Relativa (%±SD*)												
			2017											2018	
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Monoterpenos - hidrocarbonetos			4,01	0,26	0,18	0,61	0,14	0,34	0,48	0,00	1,00	11,90	0,00	0,00	3,26
santolinatrieno	909	907	0,09±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -pineno	939	936-937	0,80±0,03	-	-	-	-	-	0,08±0,00	-	-	2,18±0,02	-	-	0,39±0,01
canfeno	954	954	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,16±0,06	-	-	-
sabineno	975	977	0,23±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -pineno	979	977-978	1,99±0,10	0,13±0,00	0,09±0,00	0,13±0,01	0,14±0,00	0,25±0,00	0,31±0,02	-	0,67±0,01	2,33±0,12	-	-	1,57±0,02
mirceno	991	987	0,14±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
felandreno	1003	998-1001	0,18±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29±0,00	-	-	0,41±0,03
limoneno	1029	1026-1031	0,19±0,02	-	-	0,16±0,00	-	-	-	-	-	0,58±0,02	-	-	0,76±0,01
<i>trans</i> - β -ocimeno	1029	1027-1032	0,39±0,01	0,13±0,00	0,09±0,00	0,32±0,00	-	0,09±0,00	0,09±0,00	-	0,33±0,00	-	-	-	-
<i>E</i> - β -ocimeno	1050	1050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,11±0,05	-	-	-
γ -terpineno	1060	1062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13±0,00
<i>allo</i> -ocimeno	1132	1130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25±0,00	-	-	-
Monoterpenos - oxigenados			18,34	5,51	2,39	13,81	3,03	6,23	3,91	5,09	13,95	16,76	0,70	11,69	31,72
1,8-cineol	1031	1028-1033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,73±0,12	-	0,88±0,00	5,62±0,15
óxido de <i>cis</i> -linalool	1048	1046-1047	-	-	-	-	0,11±0,00	0,10±0,00	-	-	-	0,06±0,00	-	-	4,07±0,03
linalool	1097	1094-1098	17,28±0,13	5,23±0,21	2,07±0,32	12,95±1,20	2,77±0,23	5,99±0,03	3,82±0,03	5,09±0,02	13,55±1,36	0,30±0,02	-	10,81±0,56	20,96±0,87
<i>cis</i> -sabinol	1143	1142-1143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06±0,02
cânfora	1147	1145-1147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,16±0,02	-	-	0,06±0,00
δ -terpineol	1166	1164-1166	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27±0,00
borneol	1169	1166	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,72±0,01	-	-	0,05±0,00
terpinen-4-ol	1177	1175-1176	0,10±0,00	-	-	0,02±0,00	-	-	-	-	-	0,21±0,00	-	-	0,46±0,02
α -terpineol	1189	1186-1188	0,25±0,00	-	-	0,16±0,01	0,05±0,00	0,05±0,00	-	-	0,12±0,00	0,67±0,02	-	-	0,13±0,00
acetato de bornila	1289	1286	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33±0,01	-	-	-
acetato de 3-tujila	1296	1295-1296	0,54±0,01	0,28±0,01	0,22±0,01	0,54±0,01	-	-	-	-	-	0,58±0,00	0,60±0,02	-	0,04±0,00

Tabela 16 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Niterói/ RJ (PMN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
acetato de nerila	1362	1359-1361	0,17±0,00	-	0,10±0,01	0,14±0,00	0,10±0,02	0,09±0,00	0,09±0,00	-	0,11±0,00	-	0,10±0,00	-	-
acetona denerila	1436	1434	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17±0,01	-	-	-	-
Sesquiterpenos-hidrocarbonetos			32,63	46,38	22,40	43,19	48,52	45,72	52,17	40,08	43,92	36,89	46,96	34,86	29,46
δ-elemeno	1338	1304-1306	0,32±0,01	0,21±0,01	0,11±0,00	3,04±0,21	2,43±0,03	3,09±0,12	2,89±0,03	3,00±0,00	2,86±0,32	3,94±0,15	0,29±0,00	1,34±0,01	2,22±0,03
α-cubebeno	1351	1348-1357	-	-	-	0,11±0,00	0,10±0,00	0,15±0,01	0,10±0,00	-	0,22±0,02	0,12±0,00	0,16±0,00	-	0,14±0,00
α-ylangeno	1375	1374-1376	-	-	-	0,10±0,00	0,07±0,00	0,08±0,01	0,08±0,00	-	0,24±0,00	0,11±0,00	0,24±0,01	-	0,05±0,00
α-copaeno	1377	1374-1378	0,20±0,00	0,21±0,01	0,23±0,03	0,42±0,08	0,26±0,01	0,23±0,02	0,25±0,01	-	0,49±0,01	0,40±0,02	0,78±0,01	0,25±0,03	0,20±0,00
iso-longifoleno	1390	1387-1388	0,27±0,00	0,36±0,02	-	0,37±0,03	-	-	0,49±0,00	-	-	-	-	-	0,34±0,00
β-elemeno	1391	1387-1391	3,05±0,13	2,84±0,13	1,48±0,21	3,06±0,36	3,54±0,07	4,54±0,03	4,43±0,03	4,13±0,01	3,70±0,00	2,81±0,02	8,23±0,06	5,12±0,04	2,67±0,03
α-gurjuneno	1410	1406-1409	0,23±0,00	0,37±0,02	0,12±0,02	0,67±0,27	0,77±0,01	0,29±0,00	0,39±0,00	-	0,32±0,00	0,49±0,00	0,49±0,00	-	0,46±0,00
sesquiterpeno	1417	1416	-	-	-	-	-	-	0,03±0,00	-	-	-	-	-	4,22±0,74
(E)-cariofileno	1419	1413-1420	4,22±0,18	4,57±0,22	1,98±0,12	5,68±1,03	5,64±0,26	6,61±0,16	7,20±0,75	5,41±0,02	6,13±0,06	5,35±0,04	5,45±0,01	7,04±0,06	0,53±0,02
β-gurjuneno	1434	1432-1434	-	-	-	2,66±0,12	3,03±0,41	3,86±0,03	4,47±0,08	-	3,18±0,01	0,03±0,00	-	-	1,77±0,01
γ-elemeno	1437	1436-1438	1,00±0,01	0,87±0,06	0,78±0,03	0,48±0,08	-	0,17±0,00	0,14±0,01	3,13±0,02	-	3,68±0,06	5,18±0,04	3,91±0,32	-
α-trans-bergamoteno	1435	1437	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30±0,00
β-humuleno	1439	1436-1438	-	0,18±0,02	0,14±0,00	0,68±0,02	0,35±0,00	-	-	-	-	0,09±0,00	-	-	-
α-guaieno	1440	1439	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11±0,00	-	-
aromadendreno	1441	1400-1401	0,12±0,01	0,18±0,02	0,69±0,03	0,82±0,00	0,74±0,02	0,95±0,03	0,20±0,00	-	0,19±0,01	0,35±0,01	0,42±0,02	0,44±0,00	3,72±0,15
cis-muurolo-3,5-dieno	1450	1448-1449	-	-	-	-	-	0,95±0,00	0,93±0,00	0,50±0,02	0,67±0,01	0,51±0,02	0,91±0,02	0,64±0,01	-
trans-muurolo-3,5-dieno	1454	1453-1455	-	-	-	-	-	-	1,16±0,01	0,65±0,02	0,83±0,00	0,57±0,02	-	-	0,94±0,00
α-humuleno	1455	1453-1456	5,32±0,18	7,38±1,14	3,83±0,32	6,26±0,85	6,66±0,36	6,07±0,12	6,53±0,54	4,58±0,01	5,80±0,02	2,64±0,18	5,78±0,14	7,56±0,74	1,18±0,03
β-santaleno	1460	1459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45±0,07
allo-aromadendreno	1460	1456-1458	0,58±0,06	1,62±0,38	0,58±0,02	0,05±0,00	1,30±0,00	1,17±0,03	1,59±0,01	0,90±0,01	1,03±0,00	1,07±0,00	1,22±0,02	0,28±0,01	0,40±0,00
γ-gurjuneno	1477	1475	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24±0,00	-
β-chamigreno	1478	1476-1478	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,80±0,00	-	1,56±0,02
γ-muurolo	1480	1478-1480	0,44±0,01	0,70±0,00	0,26±0,00	-	1,01±0,00	0,64±0,01	2,02±0,00	-	0,26±0,02	-	0,68±0,00	-	-

Tabela 16 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Niterói/ RJ (PMN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>α</i> -amorfenol	1485	1482-1483	0,37±0,00	0,58±0,12	2,85±0,15	1,75±0,04	1,03±0,02	1,09±0,00	-	1,72±0,02	1,59±0,01	1,74±0,02	1,74±0,03	1,94±0,02	-
germacreno-D	1485	1482-1486	5,74±0,19	7,16±0,58	-	1,91±0,54	2,36±0,03	2,32±0,03	2,85±0,02	1,39±0,00	1,88±0,00	1,45±0,00	2,37±0,00	-	2,10±0,06
<i>ar</i> -curcumeno	1481	1479	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58±0,00
<i>β</i> -selineno	1490	1486-1489	-	-	-	-	-	-	-	1,38±0,00	1,56±0,00	0,96±0,00	0,34±0,00	-	-
valeceno	1496	1496	1,35±0,01	2,127±0,51	1,34±0,13	2,33±0,85	1,52±0,02	0,22±0,07	-	-	-	-	0,34±0,01	-	1,10±0,03
<i>γ</i> -amorfenol	1496	1448	0,27±0,00	0,50±0,10	0,34±0,01	-	1,01±0,00	2,42±0,00	-	0,93±0,00	0,64±0,00	0,44±0,00	0,16±0,01	-	0,13±0,01
biciclogermacreno	1500	1494-1500	3,94±0,12	5,22±0,26	2,89±0,86	4,67±0,96	3,07±0,03	2,63±0,02	2,79±0,03	2,58±0,01	2,57±0,04	2,80±0,00	2,24±0,03	2,51±0,02	2,24±0,01
<i>α</i> -muuroleno	1500	1500-1501	0,14±0,00	1,23±0,07	1,07±0,02	-	2,24±0,12	-	3,27±0,35	-	1,57±0,00	1,3±0,00	0,32±0,00	1,06±0,00	0,40±0,00
epizonareno	1502	1501	-	-	-	-	-	-	-	0,69±0,06	-	-	-	-	-
<i>trans-β</i> -guaiano	1503	1502	-	-	-	-	-	-	0,35±0,01	-	-	-	0,19±0,01	-	-
<i>E,E-α</i> -farneseno	1506	1504-1505	0,68±0,00	1,88±0,11	-	1,12±0,07	1,05±0,02	1,40±0,01	0,72±0,00	0,75±0,00	1,63±0,00	0,31±0,00	0,16±0,00	-	0,14±0,00
<i>β</i> -bisaboleno	1506	1505-1507	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05±0,01	-	-	0,21±0,00
<i>δ</i> -amorfenol	1512	1510-1513	-	1,20±0,06	0,31±0,01	1,14±0,63	1,79±0,04	1,01±0,00	1,54±0,02	1,42±0,00	1,05±0,03	0,75±0,00	0,16±0,01	-	-
<i>γ</i> -cadineno	1514	1512-1513	-	-	-	-	-	1,00±0,00	-	0,56±0,00	0,53±0,00	0,18±0,00	1,16±0,00	-	0,41±0,02
<i>δ</i> -cadineno	1522	1523-1524	2,36±0,03	3,36±0,14	1,68±0,16	3,11±0,43	4,03±0,18	2,70±0,02	3,81±0,14	3,41±0,01	2,40±0,03	1,83±0,16	2,60±0,09	2,05±0,12	-
<i>trans</i> -calameno	1529	1528	-	-	-	-	-	-	-	1,22±0,00	-	0,4±0,00	0,68±0,00	-	-
zonareno	1530	1529-1531	0,52±0,01	0,92±0,06	0,65±0,00	1,01±0,01	1,3±0,00	1,04±0,00	1,30±0,07	-	0,96±0,03	0,49±0,00	-	0,48±0,00	-
<i>trans</i> -cadina-1(2),4-dieno	1535	1534-1536	0,18±0,01	0,40±0,03	0,14±0,00	0,29±0,01	0,51±0,00	0,36±0,02	0,44±0,02	-	0,34±0,00	0,29±0,02	0,66±0,01	-	-
<i>α</i> -cadineno	1539	1538-1540	0,21±0,01	0,71±0,04	0,21±0,00	0,34±0,03	0,53±0,00	0,36±0,00	0,50±0,03	0,54±0,00	0,48±0,00	0,83±0,00	1,41±0,15	-	-
<i>cis</i> -calameno	1540	1539-1542	0,12±0,01	0,75±0,06	0,26±0,00	0,43±0,06	0,48±0,00	0,23±0,01	0,35±0,00	-	0,56±0,00	-	-	-	-
selina-3,7(11)-dieno	1547	1546	-	-	-	-	-	-	1,29±0,02	1,19±0,03	0,24±0,00	0,84±0,00	1,69±0,01	-	-
germacreno-B	1561	1562	1,00±0,01	0,85±0,06	0,46±0,00	0,76±0,03	1,70±0,02	0,14±0,00	0,06±0,01	-	-	0,07±0,00	-	-	-
<i>β</i> -calacoreno	1566	1566	-	-	-	-	-	-	0,11±0,00	-	-	0,31±0,00	-	-	-
Sesquiterpenos - oxigenados			27,06	38,85	59,79	32,08	39,28	29,22	28,49	43,14	28,48	27,13	45,29	29,13	22,02
4,8- <i>α</i> -epoxi-cariofileno	1417	1413	-	-	-	-	-	-	0,04±0,00	-	-	-	-	-	-

Tabela 16 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Niterói/ RJ (PMN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
elemol	1550	1548	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,74±0,02	1,00±0,02	1,05±0,00	0,57±0,00
cis-muurool-5-en-7- α -ol	1561	1558-1560	0,10±0,01	0,22±0,02	0,19±0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,36±0,00	-	0,57±0,00
<i>E</i> -nerolidol	1563	1561-1563	2,98±0,07	7,66±0,43	14,74±0,32	6,66±0,21	7,84±0,12	7,00±0,54	6,34±0,03	8,85±0,01	7,47±0,05	9,83±0,02	10,10±0,87	5,27±0,25	3,09±0,02
palustrol	1567	1563-1667	0,22±0,00	0,42±0,11	-	-	-	0,35±0,00	-	0,75±0,02	-	-	-	-	-
álcool de cariofilenila	1572	1569-1571	0,79±0,00	0,59±0,15	1,12±0,13	-	0,76±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
gernacrene D-4-ol	1576	1571-1572	0,60±0,00	0,74±0,16	0,68±0,08	-	-	-	0,31±0,00	-	-	-	-	-	-
espatulenol	1578	1576	-	-	-	-	-	-	-	1,32±0,02	-	1,53±0,02	-	-	-
óxido de cariofileno	1583	1580-1581	1,06±0,01	1,73±0,40	3,03±0,36	1,46±0,23	1,58±0,15	0,95±0,00	1,01±0,01	1,09±0,03	0,93±0,00	-	0,51±0,00	1,16±0,02	1,76±0,02
glonulol	1585	1579-1584	-	-	-	-	-	0,83±0,02	-	1,09±0,00	1,09±0,00	0,84±0,00	0,62±0,00	-	1,56±0,00
gleenol	1587	1584-1585	-	-	-	-	-	0,23±0,00	-	1,44±0,01	0,40±0,00	-	0,23±0,00	0,78±0,00	0,95±0,00
viridiflorol	1593	1591-1592	-	-	-	-	-	0,45±0,01	0,88±0,00	0,65±0,04	-	0,33±0,02	0,43±0,03	0,29±0,01	-
carotol	1595	1594-1595	-	-	-	-	-	2,61±0,05	-	-	-	-	-	-	0,46±0,00
álcoolde <i>cis</i> -arteanuico	1597	1596-1598	0,16±0,01	0,45±0,11	-	0,55±0,03	-	-	-	0,47±0,02	0,34±0,01	-	-	-	-
guaiol	1601	1596-1597	0,46±0,01	0,57±0,18	1,04±0,03	-	1,34±0,01	-	0,96±0,02	-	-	1,63±0,02	3,43±0,02	2,22±0,02	0,60±0,00
epóxido de humuleno II	1608	1605-1606	-	-	-	-	-	2,11±0,00	-	-	-	-	-	3,41±0,00	-
álcoolde <i>trans</i> -arteanuico	1613	1610-1611	0,65±0,01	0,44±0,12	-	-	0,79±0,00	-	-	-	0,21±0,02	-	-	-	-
isolongiolan-7- α -ol	1619	1617-1619	2,32±0,39	3,47±0,77	5,08±0,78	3,0±0,06	0,48±0,15	0,49±0,00	2,62±0,00	5,28±0,78	2,46±0,32	-	1,06±0,00	0,33±0,00	0,90±0,01
eudesma-4(14)-en-6- α -ol	1619	1618-1620	2,39±0,05	2,81±0,71	5,53±0,62	2,74±0,25	3,28±0,02	-	2,05±0,02	2,05±0,00	1,53±0,01	-	0,58±0,00	-	-
1,10-di- <i>epi</i> -cubenol	1619	1617	-	-	-	-	-	-	0,62±0,00	0,83±0,00	0,22±0,02	-	0,61±0,00	-	-
Z-bisabolol-11-ol	1619	1618	-	0,38±0,09	1,46±0,15	0,79±0,01	2,43±0,15	-	-	-	-	-	0,42±0,02	-	-
10- <i>epi</i> - γ -eudesmol	1624	1621-1623	-	0,21±0,00	-	0,86±0,03	0,55±0,00	-	0,30±0,00	0,87±0,03	0,50±0,01	0,13±0,01	0,36±0,01	0,33±0,01	-
<i>trans</i> -isolongifolanona	1627	1625-1626	-	-	-	-	-	-	-	0,98±0,00	0,34±0,00	-	-	-	-
1- <i>epi</i> -cubenol	1629	1627-1628	0,45±0,00	0,62±0,13	0,53±0,00	0,83±0,23	0,44±0,00	1,10±0,02	0,97±0,00	2,32±0,03	0,64±0,00	0,52±0,00	0,42±0,02	-	-

Tabela 16 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Niterói/ RJ (PMN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
γ -eudesmol	1631	1630	0,30±0,01	0,37±0,0	1,57±0,00	0,81±0,02	0,81±0,00	-	-	-	-	0,29±0,01	0,36±0,00	-	-
α -acoreno	1633	1631-1633	1,52±0,02	1,23±0,01	1,45±0,00	1,63±0,03	1,92±0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -cadin-4-en-7-ol	1637	1633-1634	1,32±0,01	1,86±0,29	2,16±0,23	0,94±0,03	1,71±0,06	1,56±0,12	1,71±0,01	-	1,61±0,00	0,91±0,06	0,93±0,00	1,08±0,00	-
β -acoreno	1637	1634-1635	0,96±0,01	0,96±0,08	1,66±0,03	0,52±0,02	0,92±0,00	0,83±0,00	-	-	-	0,78±0,02	1,93±0,00	0,69±0,01	-
gossonorol	1637	1637	-	1,01±0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> - α -cadinol	1640	1639-1340	2,49±0,03	2,98±0,17	4,72±0,23	5,02±0,74	0,48±0,00	-	-	7,29±0,00	0,90±0,00	0,78±0,00	2,46±0,12	1,38±0,01	1,07±0,02
cariofila-4(14),8(15)-dien-5, β -ol	1641	1638-1640	0,39±0,02	0,43±0,05	0,92±0,02	-	-	0,42±0,00	0,12±0,00	-	0,34±0,00	0,18±0,00	-	-	1,42±0,23
hinesol	1642	1641-1642	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11±0,00	0,83±0,02	0,62±0,01	0,68±0,00
<i>epi</i> - α -muurolo	1642	1638-1643	0,90±0,02	0,78±0,06	1,15±0,03	3,63±0,32	4,66±0,64	4,05±0,14	4,43±0,03	-	2,96±0,00	1,72±0,56	2,41±0,02	3,67±0,01	0,72±0,01
α -muurolo	1646	1643-1644	1,17±0,01	1,26±0,09	1,69±0,12	-	1,55±0,00	1,51±0,00	1,77±0,00	1,89±0,00	0,91±0,00	0,39±0,00	0,97±0,01	1,36±0,02	0,72±0,00
α -eudesmol	1654	1648-1652	2,81±0,29	3,24±0,20	5,76±0,26	-	3,91±0,00	3,50±0,02	3,59±0,07	-	1,32±0,06	0,81±0,00	9,78±0,89	3,85±0,26	2,81±0,15
α -cadinol	1654	1650-1654	0,54±0,22	0,74±0,05	0,30±0,01	0,23±0,02	0,16±0,00	0,29±0,00	0,36±0,00	5,97±0,06	3,45±0,01	3,46±0,12	1,07±0,02	1,64±0,15	2,75±0,09
valerianol	1658	1657-1658	0,13±0,09	0,31±0,04	0,30±0,00	-	-	-	-	-	0,16±0,02	0,54±0,02	-	-	-
intermedeol	1667	1664-1665	0,33±0,03	-	-	-	0,41±0,02	-	0,15±0,02	-	0,21±0,01	0,47±0,00	1,72±0,03	-	-
14-hidroxi-9- <i>epi</i> - <i>E</i> -cariofileno	1670	1666-1667	-	-	-	-	-	0,14±0,00	0,15±0,00	-	-	-	-	-	0,10±0,02
guaia-3,10(14)-dien-11-ol	1678	1674-1676	1,21±0,03	2,18±0,15	4,16±0,87	1,85±0,02	3,26±0,12	0,22±0,00	-	-	-	-	-	-	-
guaia-3,10(14)-dien-11-ol	1678	1677	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,22±0,12
acetato de <i>Z</i> -nerolidol	1678	1675-1678	0,16±0,04	0,39±0,05	0,25±0,03	0,26±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
khusinol	1680	1681-1682	0,14±0,02	-	0,14±0,03	0,10±0,00	-	0,12±0,01	-	-	-	-	1,05±0,03	-	-
5-neo-cedrenol	1685	1684-1687	0,23±0,01	0,19±0,01	0,16±0,02	0,20±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
eudesma-4(15),7-dien-1, β -1-ol	1688	1687	-	-	-	-	-	0,12±0,00	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 16 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Niterói/ RJ (PMN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

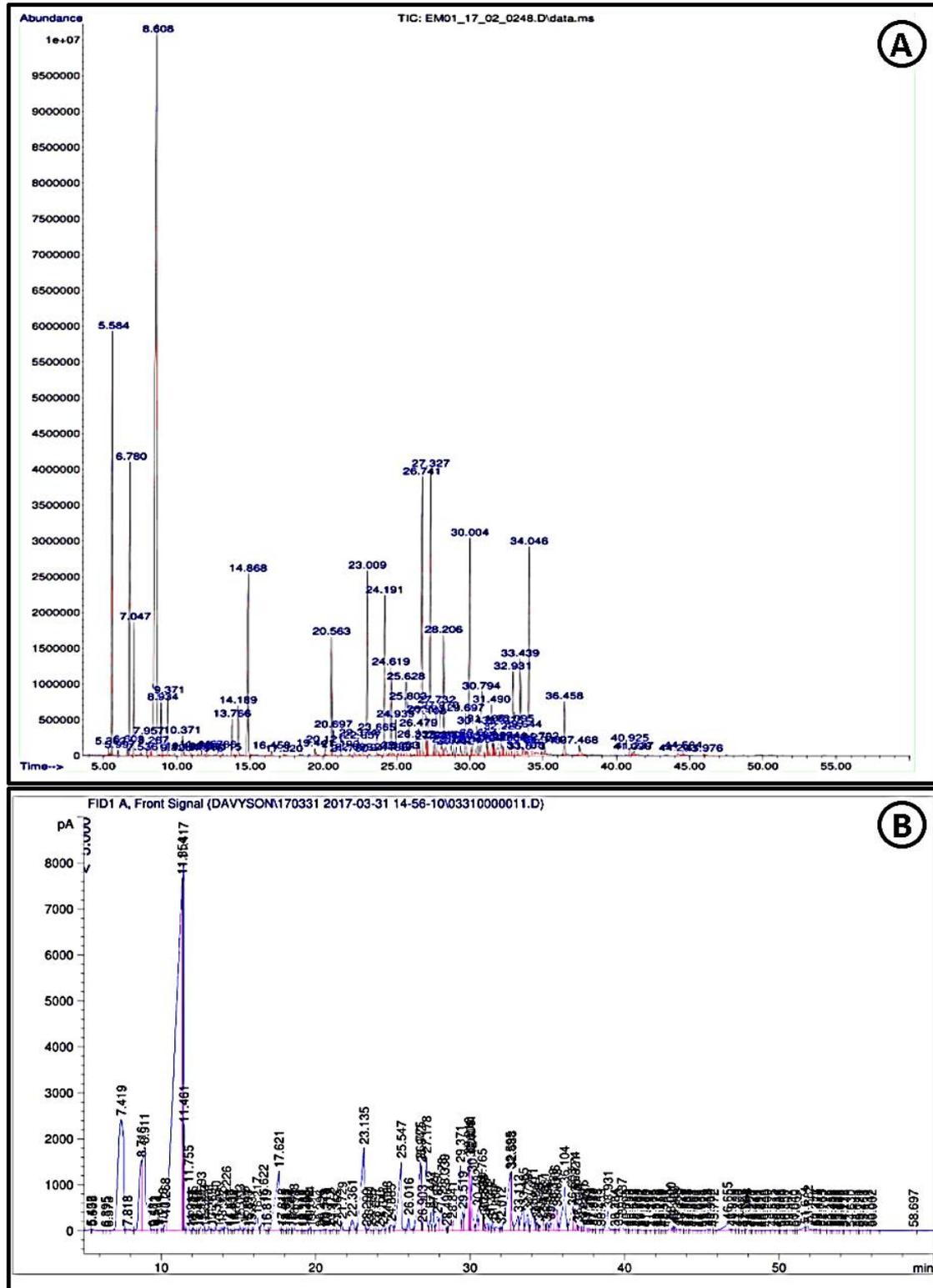
Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
eudesm-7(11)-en-4-ol	1700	1698-1699	0,16±0,00	-	-	-	-	0,15±0,00	-	-	0,37±0,00	1,03±0,03	-	-	0,07±0,00
2Z,6E-farnesol	1701	1700-1701	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12±0,00	0,07±0,00	-	-	-
acetato de cariofileno	1701	1701-1704	-	-	-	-	-	0,15±0,00	-	-	-	-	1,43±0,00	-	-
8- α -11-elemodiol	1748	1744-1743	0,12±0,00	0,61±0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
maurona	1709	1704-1709	-	-	-	-	-	0,04±0,00	-	-	-	-	-	-	-
acetato de 2E,6E-farnesila	1847	1845-1847	-	-	-	-	-	-	0,11±0,00	-	-	0,04±0,00	0,22±0,00	-	-
Outras substâncias**			13,10	6,89	10,15	5,44	5,45	11,16	12,61	11,42	10,53	6,77	2,86	19,04	4,94
<i>n</i> -dodacano	1200	1201-1203	0,26±0,00	-	-	0,11±0,00	0,05±0,00	-	0,02±0,00	-	0,78±0,02	-	0,10±0,00	-	-
2-undecanona	1294	1293-1292	1,05±0,12	0,21±0,01	0,12±0,01	0,61±0,02	0,26±0,00	0,40±0,00	0,31±0,00	-	0,44±0,00	0,61±0,01	0,29±0,00	0,80±0,00	0,07±0,00
2-undecanol	1367	1370-1372	-	-	-	-	0,24±0,00	0,30±0,00	-	-	-	0,15±0,00	0,21±0,00	-	0,83±0,06
2-tridecanona	1496	1494-1498	1,11±0,02	-	0,88±0,02	-	-	2,64±0,01	2,36±0,15	1,36±0,00	0,74±0,00	-	1,56±0,03	4,23±0,42	0,06±0,00
benzoato de hexila	1580	1578-1579	-	-	-	-	-	1,17±0,02	0,51±0,00	-	1,75±0,02	0,59±0,00	0,70±0,00	0,82±0,00	0,35±0,01
acetato de hexenila de fenila	1634	1532	0,58±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58±0,00	-	-	0,25±0,00

Tabela 16 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Niterói/ RJ (PMN), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (conclusão)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
6-acetil-7-hidroxi-2,2-dimetilbenzopirano	1762	1757-1760	-	-	-	-	-	-	1,71±0,00	2,00±0,05	1,07±0,02	3,29±0,00	-	0,60±0,00	1,40±0,32
encecalina	1868	1865	-	-	-	-	-	0,05±0,00	-	-	-	-	-	-	-
benzoato de benzila	1760	1748	10,10±1,46	6,68±0,33	9,15±1,35	4,72±0,89	4,90±0,06	6,60±0,11	7,70±0,13	8,06±0,00	5,75±0,00	1,55±0,00	-	12,59±1,52	1,87±0,03
<i>n</i> -tetradecasono	2400	2397	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98±0,00	0,11±0,00
Números de substâncias identificadas			72	62	56	56	57	64	62	42	64	78	65	40	69
Total de substâncias quantificadas			95,14	97,89	94,91	95,13	96,42	92,67	97,66	99,73	97,88	99,45	95,81	94,72	91,40
Rendimentos de OE %			1,12	2,35	2,13	1,89	2,02	1,56	1,48	1,29	1,23	1,16	1,23	0,35	0,95
Atividade Fenológica	<i>Fase vegetativo</i>			X	X	X	X	X	X	X					
	<i>Fase reprodutivo</i>		X								X	X	X	X	X
Estação do Ano⁺			Ver	Ver	Out	Out	Out	Out	Inv	Inv	Inv	Prim	Prim	Prim	Ver

Legenda: IR_{lit} – Índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007;2017); IR_{calc} – Índices de retenção calculados (variação); *O teor está em média (%) ± desvio padrão (SD); ** As outras substâncias são os *n*-alcanos, álcoois e cetonas; + Ver=verão; Out = outono; Inv= inverno; Prim= primavera; X – Presença; Áreas hachuradas em rosa evidenciam o estado de fase reprodutiva; Áreas hachuradas em azul evidenciam as substâncias com valores significativos para o estudo.

Figura 41- Cromatograma do óleo essencial de *P. mollicomum* coletada no acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), referente ao mês de janeiro de 2017.



Legenda: Em A) o cromatograma obtido por CG-EM e B) o cromatograma obtido por CG-DIC.

Tabela 17 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continua)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Porcentagem Relativa (%±SD*)												
			2017												2018
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Monoterpenos - hidrocarbonetos			10,83	0,67	1,48	0,43	0,00	1,15	0,01	1,19	4,36	1,55	1,41	0,73	2,24
<i>α</i> -tujeno	930	926-928	0,19±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -pineno	939	933-936	4,96±0,04	-	-	-	-	-	-	-	0,97±0,00	0,12±0,00	0,18±0,00	-	1,00±0,00
canfeno	954	949-955	0,09±0,00	0,67±0,01	0,19±0,00	0,06±0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sabineno	975	971-972	0,31±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -pineno	979	976-978	3,33±0,03	-	0,33±0,00	0,05±0,01	-	0,09±0,01	0,01±0,00	-	1,65±0,00	0,32±0,02	0,15±0,00	0,20±0,00	0,45±0,00
mirceno	991	988	0,80±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13±0,00	0,32±0,00	-	-
silvestreno	1009	1007	0,01±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -terpineno	1017	1022	0,14±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>p</i> -cimeno	1025	1028	0,15±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
limoneno	1030	1029	-	-	0,13±0,00	-	-	0,06±0,00	-	-	0,80±0,00	-	-	-	-
(<i>Z</i>)- <i>β</i> -ocimeno	1037	1036	-	-	0,06±0,00	-	-	0,17±0,00	-	-	0,12±0,00	-	-	-	-
(<i>E</i>)- <i>β</i> -ocimeno	1050	1048-1052	0,36±0,01	-	0,49±0,00	-	-	-	-	-	-	0,15±0,00	0,12±0,00	-	-
<i>γ</i> -terpineno	1060	1056	0,29±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
terpinoleno	1089	1084-1088	0,12±0,00	-	0,28±0,00	0,32±0,00	-	-	-	-	-	-	-	0,16±0,00	-
<i>allo</i> -ocimeno	1132	1131-1133	0,03±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pregeijereno	1287	1286-1289	0,04±0,00	-	-	-	-	0,83±0,00	-	1,19±0,02	0,82±0,00	0,83±0,00	0,64±0,00	0,371±0,00	0,79±0,00
Monoterpenos - oxigenados			16,75	0,00	0,38	0,23	1,53	2,53	0,78	0,00	0,19	1,69	2,41	0,41	0,20
1,8-cineol	1033	1031-1033	12,80±0,08	-	-	0,13±0,01	-	-	-	-	-	0,01±0,00	2,15±0,03	0,41±0,01	0,20±0,02
hidratodecis-sabineno	1070	1069-1073	0,04±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
óxido de <i>cis</i> -linalool	1087	1083-1087	-	-	0,05±0,00	-	0,52±0,02	0,08±0,00	-	-	-	-	-	-	-
acetato de <i>exo</i> -5-norbornen-2-ol	1091	1088-1093	0,03±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
linalool	1097	1094-1100	0,07±0,00	-	0,33±0,00	-	1,01±0,02	0,42±0,00	0,44±0,00	-	-	-	-	-	-

Tabela 17 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
exo-fechol	1122	1119-1121	0,03±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cânfora	1146	1151	0,05±0,00	-	-	-	-	-	0,28±0,00	-	-	0,06±0,00	-	-	-
isoborneol	1162	1161	0,02±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
δ-terpineol	1166	1165	0,30±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12±0,01	0,14±0,00	-	-
terpinen-4-ol	1177	1176	0,35±0,00	-	-	-	-	-	-	-	0,09±0,00	0,13±0,00	0,02±0,00	-	-
α-terpineol	1189	1191	1,87±0,01	-	-	0,10±0,00	-	2,03±0,03	0,04±0,01	-	0,10±0,00	0,23±0,02	0,10±0,00	-	-
formato degeranila	1298	1300	1,07±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82±0,03	-	-	-
geranato demetila	1325	1324	0,09±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
acetato de nerila	1362	1358-1360	0,03±0,00	-	-	-	-	-	0,02±0,00	-	-	0,32±0,01	-	-	-
Sesquiterpenos -hidrocarbonetos			38,43	32,81	45,21	54,16	31,62	44,95	41,75	45,00	34,09	33,28	36,06	44,32	37,74
silfiperfol-5-eno	1329	1326-1330	0,55±0,00	-	-	-	0,36±0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
δ-elemeno	1338	1333-1334	0,22±0,00	-	0,20±0,01	0,31±0,01	0,25±0,00	0,72±0,02	0,81±0,00	0,12±0,02	0,19±0,00	0,32±0,00	0,15±0,00	0,24±0,00	0,14±0,00
α-cubebeno	1351	1346-1352	0,08±0,00	-	-	-	-	0,08±0,00	0,08±0,00	-	0,07±0,00	0,01±0,00	0,30±0,01	0,05±0,00	0,18±0,01
longiciclono	1374	1367-1368	0,11±0,00	-	-	-	-	0,03±0,00	-	-	-	-	-	-	-
α-y langeno	1375	1372-1375	-	-	0,10±0,00	0,10±0,00	-	0,10±0,00	0,08±0,00	-	0,09±0,00	0,02±0,00	0,05±0,00	0,08±0,00	-
α-copaeno	1377	1375-1378	0,25±0,00	-	0,20±0,01	0,20±0,02	-	0,22±0,02	0,21±0,00	0,29±0,00	0,21±0,01	0,32±0,02	0,51±0,00	0,16±0,00	0,27±0,02
β-cubebeno	1388	1382-1386	0,48±0,00	-	1,05±0,00	0,91±0,01	-	-	0,79±0,00	-	-	-	-	0,56±0,01	-
β-elemeno	1391	1387-1392	5,46±0,03	8,40±0,03	10,45±0,06	11,02±0,02	10,3±0,02	9,64±0,45	6,32±0,15	8,32±0,58	6,02±0,06	5,87±0,15	7,68±0,18	9,20±0,09	9,33±0,12
sativeno	1392	1391-1394	0,07±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
longifoleno	1408	1402-1407	0,54±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-gurjuneno	1410	1406-1409	-	0,24±0,00	0,40±0,01	0,56±0,02	-	0,38±0,00	0,04±0,00	0,56±0,00	0,38±0,04	0,23±0,03	0,32±0,00	0,44±0,00	0,41±0,00
E-cariofileno	1419	1418-1421	3,97±0,02	2,65±0,05	3,84±0,02	5,32±0,02	3,04±0,02	4,37±0,00	4,40±0,26	5,15±0,15	3,07±0,04	4,32±0,03	3,07±0,05	3,33±0,12	-
β-copaene	1432	1427-1431	0,03±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09±0,00	-
γ-elemeno	1437	14312-1436	1,47±0,00	0,86±0,01	2,40±0,00	3,54±0,01	3,92±0,01	3,92±0,08	3,47±0,09	4,20±0,02	2,47±0,05	1,38±0,04	3,25±0,20	5,19±0,87	5,22±0,19
α-guaieno	1440	1436-1441	0,07±0,01	-	0,11±0,01	0,10±0,02	-	0,15±0,00	0,13±0,03	-	0,06±0,00	-	-	-	-
aromadendreno	1441	1439-1442	0,23±0,00	-	0,06±0,02	-	0,26±0,00	0,11±0,04	0,10±0,01	-	0,06±0,00	-	-	-	-

Tabela 17 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>Z</i> -β-farneseno	1443	1442-1445	0,04±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -muurolo-3,5-dieno	1450	1446-1449	0,05±0,00	-	0,09±0,00	-	-	0,63±0,00	0,47±0,02	0,23±0,00	0,28±0,00	0,12±0,00	0,25±0,02	0,33±0,00	-
<i>trans</i> -muurolo-3,5-dieno	1454	1450-1455	0,05±0,00	-	-	-	-	0,78±0,02	0,57±0,04	0,32±0,01	0,33±0,00	0,68±0,00	0,32±0,00	0,60±0,00	-
<i>α</i> -neo-clovene	1454	1451-1453	0,05±0,00	-	-	-	0,42±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -humuleno	1455	1456-1457	3,78±0,01	3,92±0,03	3,83±0,03	5,94±0,06	2,58±0,02	3,52±0,03	4,31±0,03	6,05±0,32	3,55±0,26	4,32±0,57	4,71±0,00	4,83±0,00	4,54±0,03
<i>allo</i> -aromadendreno	1460	1461-1462	1,02±0,01	0,85±0,01	1,01±0,02	1,10±0,01	0,60±0,00	1,11±0,00	1,26±0,03	1,21±0,01	1,06±0,05	1,02±0,04	1,32±0,00	1,10±0,02	0,22±0,00
9- <i>epi</i> - <i>E</i> -cariofileno	1466	1466-1467	-	-	0,08±0,01	0,08±0,00	-	-	0,08±0,00	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -muurolo-4-(14),5-dieno	1467	1463-1464	0,07±0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,13±0,00	0,03±0,00	-	0,54±0,02	-
drima-7,9(11)-dieno	1473	1470-1472	0,06±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β-chamigreno	1478	1474-1479	0,61±0,00	0,83±0,02	0,58±0,00	0,75±0,02	-	0,69±0,00	0,53±0,00	-	-	-	-	-	-
γ-muurolo	1480	1477-1479	0,74±0,00	-	-	-	0,64±0,00	0,10±0,00	0,81±0,02	0,95±0,00	0,66±0,01	0,87±0,02	0,85±0,01	0,41±0,00	0,27±0,00
<i>α</i> -amorfenol	1485	1482-1485	-	0,48±0,00	0,87±0,01	0,52±0,01	-	1,18±0,01	0,28±0,00	0,70±0,00	1,06±0,00	1,01±0,00	0,02±0,00	-	-
germacreno D	1485	1483-1486	4,47±0,01	3,68±0,11	6,17±0,05	6,65±0,21	1,33±0,00	2,00±0,03	1,58±0,02	1,08±0,00	1,02±0,00	2,12±0,00	2,32±0,09	3,57±0,12	5,86±0,54
β-selineno	1490	1488-1490	2,15±0,01	1,80±0,01	2,03±0,02	2,28±0,01	1,62±0,02	2,18±0,06	2,36±0,06	2,67±0,02	2,33±0,32	2,42±0,03	1,32±0,15	1,71±0,03	0,73±0,00
δ-selineno	1493	1492-1493	0,52±0,01	-	0,22±0,01	0,19±0,01	1,42±0,00	2,19±0,02	2,41±0,04	2,78±0,01	1,89±0,00	1,32±0,00	2,32±0,06	3,86±0,09	0,48±0,02
<i>cis</i> -β-guaieno	1493	1493-1495	-	-	-	0,15±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -selineno	1498	1496-1497	3,49±0,01	1,73±0,02	2,33±0,03	3,19±0,05	-	-	-	-	0,21±0,00	0,01±0,00	0,32±0,00	-	1,16±0,00
<i>α</i> -muurolo	1500	1499-1502	0,78±0,01	0,92±0,01	1,09±0,03	1,18±0,01	-	1,80±0,04	1,33±0,01	-	0,63±0,00	0,23±0,00	-	-	0,33±0,00
epizonareno	1503	1504-1505	0,25±0,00	-	0,22±0,01	0,34±0,01	-	-	0,24±0,00	-	0,25±0,00	0,21±0,00	-	-	1,64±0,03

Tabela 17 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>E,E</i> - α -farneseno	1506	1505-1508	0,37±0,01	-	0,17±0,01	0,19±0,01	-	0,18±0,00	0,28±0,00	-	0,15±0,00	0,03±0,00	-	-	-
γ -cadineno	1514	1514-1516	0,75±0,00	0,69±0,00	0,79±0,02	1,04±0,03	0,54±0,00	1,27±0,07	1,26±0,02	1,37±0,01	0,88±0,00	1,21±0,00	1,01±0,00	0,90±0,02	0,81±0,01
δ -cadineno	1523	1520-1524	1,93±0,00	1,67±0,03	1,93±0,01	2,57±0,03	1,56±0,02	2,70±0,03	2,53±0,16	2,82±0,03	1,97±0,02	1,21±0,01	1,89±0,08	2,82±0,01	1,81±0,00
<i>trans</i> -calameneno	1529	1524-1529	-	0,36±0,00	-	-	0,43±0,00	0,91±0,00	0,85±0,00	0,89±0,00	0,68±0,00	0,03±0,00	0,04±0,00	0,37±0,00	0,77±0,00
zonareno	1530	1523-1531	0,64±0,00	-	0,77±0,00	0,63±0,00	0,37±0,00	0,62±0,00	0,44±0,00	0,55±0,00	0,42±0,00	0,42±0,00	0,32±0,00	0,36±0,00	0,24±0,02
<i>trans</i> -cadinol	1535	1533-1534	0,36±0,01	-	0,48±0,00	0,64±0,00	-	-	-	-	0,49±0,00	-	-	1,05±0,00	1,07±0,01
α -cadineno	1539	1536-1538	0,90±0,00	1,28±0,01	1,17±0,00	1,38±0,00	0,88±0,00	1,26±0,00	1,44±0,03	1,82±0,00	1,17±0,00	1,01±0,00	1,35±0,02	1,34±0,02	1,03±0,02
selina-3,7(11)-dieno	1547	1541-1546	1,00±0,00	1,51±0,03	1,36±0,00	1,45±0,00	1,10±0,00	1,54±0,01	1,85±0,01	2,37±0,02	1,73±0,01	2,01±0,02	1,52±0,00	0,94±0,00	1,07±0,01
germacreno B	1561	1557-1559	0,84±0,01	0,94±0,00	1,21±0,01	1,83±0,01	-	0,57±0,02	0,44±0,00	0,55±0,00	0,58±0,00	0,53±0,00	0,85±0,00	0,25±0,00	0,16±0,00
Sesquiterpenos - oxigenados			32,14	62,08	47,80	39,68	59,60	42,26	47,53	48,10	56,06	51,52	49,18	49,44	53,52
cubebol	1515	1516-1518	0,29±0,00	0,34±0,00	0,75±0,00	0,55±0,00	0,56±0,00	-	-	-	-	0,63±0,02	0,23±0,00	-	0,64±0,01
elemol	1550	1548-1549	0,46±0,00	0,54±0,00	0,56±0,02	0,75±0,01	0,78±0,00	0,90±0,26	0,60±0,00	0,60±0,00	0,96±0,00	0,52±0,00	0,86±0,00	0,66±0,00	0,79±0,00
<i>E</i> -nerolidol	1563	1559-1565	6,22±0,01	9,36±0,08	11,31±0,03	9,59±0,02	18,42±0,06	10,00±1,63	9,17±0,85	8,38±0,21	9,73±0,78	10,32±1,03	9,25±0,23	8,79±0,82	12,98±1,01
palustrol	1567	1564-1569	0,26±0,01	-	-	0,27±0,00	-	-	-	0,34±0,00	-	-	-	-	0,37±0,00
espatulenol	1578	1575-1579	0,27±0,01	-	0,21±0,00	0,15±0,00	-	-	-	-	-	0,31±0,00	-	-	0,28±0,00
óxido de cariofileno	1583	1580-1581	0,65±0,00	1,20±0,01	1,14±0,02	0,54±0,01	0,72±0,00	1,45±0,00	1,39±0,00	0,57±0,01	1,93±0,02	-	1,25±0,05	0,41±0,00	1,14±0,14
globulol	1585	1583-1584	0,67±0,01	0,57±0,01	0,65±0,01	0,46±0,00	0,84±0,02	0,83±0,00	0,84±0,00	0,65±0,00	1,01±0,00	1,02±0,00	-	2,45±0,02	0,70±0,00
viridiflorol	1593	1590-1592	0,25±0,01	0,25±0,01	0,65±0,01	0,17±0,00	0,34±0,00	0,48±0,00	0,93±0,00	0,20±0,00	0,51±0,00	0,21±0,00	-	0,16±0,00	0,21±0,00
carotol	1595	1594-1595	0,26±0,00	0,47±0,00	0,22±0,01	0,32±0,01	0,43±0,00	0,51±0,00	-	0,43±0,00	0,75±0,00	0,52±0,00	-	0,42±0,00	0,28±0,00
<i>ar</i> -dihidro-turmerona	1596	1596-1598	0,46±0,00	0,67±0,00	0,70±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,61±0,00
guaiol	1601	1598-1601	-	-	-	-	3,19±0,02	3,18±0,03	3,56±0,47	3,68±0,24	1,76±0,02	1,35±0,04	2,12±0,02	2,49±0,04	3,24±0,15
longiborneol	1599	1600-1602	1,74±0,00	2,93±0,02	2,36±0,05	2,10±0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
epóxido de humuleno II	1608	1604-1606	0,89±0,01	1,74±0,13	1,53±0,01	0,84±0,01	-	1,66±0,00	1,82±0,00	1,15±0,01	2,38±0,17	2,01±0,02	1,92±0,00	2,03±0,01	1,53±0,03

Tabela 17 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>cis</i> -isolongifolanona	1613	1610-1612	0,49±0,01	-	-	-	-	-	-	-	2,30±0,01	1,03±0,02	0,35±0,00	0,81±0,00	0,80±0,00
β -biotol	1614	1614-1615	-	0,71±0,01	0,67±0,02	0,47±0,01	-	-	0,53±0,00	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> -cedrol	1619	1614-1618	0,36±0,00	-	-	-	-	-	-	-	0,97±0,00	0,12±0,00	0,38±0,00	0,40±0,00	0,61±0,00
isolongifolan-7- α -ol	1619	1620-1623	0,42±0,01	0,60±0,01	0,63±0,00	0,29±0,01	1,17±0,00	1,5±0,00	0,73±0,00	0,78±0,02	0,93±0,01	1,23±0,03	0,25±0,00	0,65±0,00	0,54±0,00
1,10-di- <i>epi</i> -cubenol	1619	1617-1619	-	0,63±0,00	0,73±0,01	0,72±0,00	-	-	-	0,67±0,03	0,64±0,00	-	0,32±0,01	0,65±0,01	0,39±0,00
<i>trans</i> -isolongigolanona	1627	1623-1623	0,31±0,00	0,44±0,00	0,45±0,01	-	-	-	-	0,37±0,00	0,61±0,00	0,62±0,01	0,59±0,00	0,61±0,00	0,92±0,00
1- <i>epi</i> -cubenol	1629	1628-1630	0,74±0,01	1,10±0,02	1,11±0,01	1,36±0,00	-	1,22±0,00	1,49±0,04	0,92±0,00	1,61±0,02	1,45±0,15	1,19±0,02	1,54±0,00	2,40±0,04
eremoligenol	1631	1632-1633	1,05±0,01	2,03±0,01	1,79±0,00	-	-	1,96±0,00	1,66±0,00	1,80±0,02	1,88±0,01	1,82±0,02	2,86±0,02	3,70±0,26	2,81±0,03
γ -eudesmol	1632	1631-1634	1,47±0,01	2,59±0,03	1,99±0,02	1,97±0,01	5,53±0,01	3,18±0,01	2,86±0,03	2,72±0,01	2,73±0,15	2,25±0,02	1,85±0,01	1,53±0,03	0,55±0,00
<i>cis</i> -cadin-4-en-7-ol	1637	1635-1338	-	-	-	-	0,34±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
cariofila-4(14),8(15)-dien-5- β -ol	1641	1639-1642	0,35±0,00	0,62±0,00	0,56±0,00	0,41±0,00	0,57±0,00	-	-	0,40±0,02	-	0,36±0,02	-	-	-
<i>epi</i> - α -cadinol	1640	1640-1641	-	-	-	-	3,83±0,03	3,42±0,02	3,69±0,22	-	-	2,85±0,02	2,32±0,01	3,45±0,24	-
hinesol	1642	1640-1641	0,23±0,00	0,36±0,00	0,27±0,00	0,32±0,00	-	-	-	0,39±0,02	0,97±0,02	0,85±0,04	0,32±0,00	-	0,44±0,00
<i>epi</i> - α -muurolol	1642	1641-1644	1,49±0,00	2,27±0,01	2,13±0,02	1,75±0,01	-	-	-	-	-	1,23±0,07	1,32±0,04	-	2,21±0,09
α -muurolol	1646	1642-1646	0,52±0,00	0,76±0,02	0,87±0,01	0,67±0,00	1,81±0,00	2,35±0,08	2,48±0,02	3,63±0,74	3,32±0,02	3,12±0,10	2,56±0,08	-	0,86±0,00
cubenol	1647	1645-1649	0,87±0,00	1,54±0,03	1,58±0,00	0,96±0,00	-	-	-	1,34±0,03	2,56±0,02	2,01±0,01	1,95±0,00	-	1,27±0,05
α -eudesmol	1654	1655-1658	5,50±0,00	15,24±0,13	7,84±0,01	7,99±0,06	10,86±0,04	9,02±0,65	8,42±0,95	10,57±0,67	8,89±0,25	8,56±0,12	9,02±0,28	9,42±0,18	9,58±0,32
neo-intermedeol	1660	1659-1660	1,18±0,00	3,45±0,02	1,79±0,01	1,52±0,02	0,98±0,00	-	1,79±0,03	2,19±0,08	1,68±0,08	1,02±0,02	0,85±0,00	1,37±0,02	1,71±0,02
selin-11-en-4- α -ol	1660	1664-1663	0,37±0,00	-	-	-	2,46±0,00	-	1,08±0,00	0,82±0,00	0,54±0,00	0,42±0,00	0,32±0,00	0,48±0,00	0,58±0,00
intermedeol	1667	1663-1666	0,21±0,01	1,17±0,00	0,4±0,007	0,67±0,00	0,79±0,00	-	1,08±0,02	1,12±0,00	2,05±0,00	1,02±0,00	0,38±0,00	0,85±0,02	0,23±0,00

Tabela 17 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>E</i> -bisabol-11-ol	1668	1669	0,37±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-hidroxi-9- <i>epi-E</i> -cariofileno	1670	1668-1671	0,37±0,00	-	-	-	0,97±0,00	-	-	-	-	0,32±0,00	-	-	-
bulnesol	1672	1671-1673	0,57±0,01	0,43±0,01	0,35±0,00	0,16±0,02	-	-	-	-	0,75±0,00	0,21±0,00	0,86±0,02	1,34±0,01	0,67±0,02
guaia-3,10(14)-dien-11-ol	1678	1674-1678	0,39±0,02	1,74±0,00	0,71±0,01	0,48±0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	0,77±0,01
khusinol	1680	1677-1679	-	0,85±0,00	0,54±0,01	0,58±0,01	0,78±0,00	-	-	0,80±0,00	0,42±0,00	-	-	-	0,40±0,02
α -bisabolol	1686	1685-1688	-	0,41±0,00	0,33±0,00	0,44±0,00	0,62±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
acorenona	1693	1692-1695	0,21±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
eudesm-7(11)-en-4-ol	1700	1697-1700	1,09±0,02	3,67±0,03	1,42±0,00	1,56±0,00	2,24±0,02	-	2,80±0,02	1,89±0,01	2,07±0,01	2,01±0,07	2,85±0,15	2,37±0,03	1,63±0,04
acetato de cariofileno	1701	1700-1702	-	2,00±0,02	0,89±0,00	1,25±0,00	0,95±0,00	-	0,20±0,02	1,3±0,00	1,45±0,02	1,62±0,01	1,95±0,01	2,00±0,00	1,04±0,03
14-hidroxi- α -humuleno	1701	1703-1704	0,70±0,01	0,26±0,01	0,23±0,01	0,07±0,00	0,21±0,00	-	0,34±0,00	0,11±0,00	0,20±0,01	0,17±0,02	0,21±0,00	0,23±0,00	0,22±0,01
maurona	1710	1707-1712	0,11±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2Z,6Z-farnesol	1718	1716-1718	0,07±0,02	0,52±0,01	0,28±0,02	0,30±0,01	0,21±0,00	0,47±0,05	0,07±0,00	0,28±0,02	0,42±0,01	0,24±0,00	0,85±0,00	0,66±0,02	0,12±0,02
Z- α -atlantona	1718	1717	0,06±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2E,6E-farnesol	1725	1721-1722	0,07±0,01	-	-	-	-	0,13±0,00	-	-	-	0,10±0,00	-	-	-
8- α -11-elemodiol	1748	1743-1747	0,10±0,00	0,35±0,01	0,09±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-hidroxi- α -muuroleno	1780	1780-1783	0,04±0,00	0,27±0,01	-	-	-	-	-	-	0,04±0,00	-	-	-	-
Outras substâncias**			1,34	1,58	1,88	1,94	3,92	0,63	0,78	2,89	3,00	1,64	2,39	1,42	2,41
(Z-)3-hexen-1-ol	854	853	0,05±0,00	0,29±0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 17 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Teresópolis/ RJ (PMT), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (conclusão)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
butanoato de 3-metil-3-butenil-3-metil	1115	1114	0,05±0,00	-	-	-	0,33±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
2-undecanona	1294	1289-1292	0,10±0,01	-	0,16±0,00	0,19±0,00	-	0,10±0,00	0,28±0,01	0,21±0,00	0,36±0,00	0,42±0,00	0,45±0,00	0,49±0,01	0,79±0,00
<i>n</i> -decanol	1270	1269-1275	0,30±0,00	-	0,46±0,02	0,16±0,00	-	0,53±0,01	0,06±0,00	0,21±0,00	0,68±0,00	0,68±0,00	0,69±0,00	0,17±0,00	0,17±0,00
2-tridecanona	1292	1286-1291	0,31±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19±0,00	-
2-tridecanona	1496	1494-1495	-	-	-	-	1,38±0,00	-	0,44±0,02	1,31±0,02	0,56±0,01	0,42±0,01	0,23±0,01	0,57±0,01	0,52±0,00
benzoato de hexanil	1572	1573-1572	0,37±0,00	0,87±0,02	0,78±0,03	0,66±0,01	1,54±0,02	-	-	0,67±0,00	1,05±0,03	-	1,02±0,02	-	0,93±0,02
6-acetil-7-hidroxi-2,2-dimetil benzopirano	1687	1678-1687	0,17±0,00	0,42±0,02	0,48±0,00	0,93±0,03	0,67±0,00	-	-	0,49±0,00	0,35±0,00	0,12±0,00	-	-	-
Números de substâncias identificadas			114	57	77	70	50	56	62	56	74	78	66	61	66
Total de substâncias quantificadas			98,15	95,56	94,87	94,50	92,75	90,89	90,07	94,29	94,70	88,04	89,06	94,90	93,70
Rendimentos de OE %			0,67	0,87	0,57	0,32	0,38	0,22	0,24	0,2	0,25	1,32	1,62	1,32	0,93
Atividade Fenológica	<i>Fase vegetativo</i>					X	X	X	X	X	X	X			
	<i>Fase reprodutivo</i>		X	X	X								X	X	X
Estação do Ano⁺			Ver	Ver	Ver	Out	Out	Out	Inv	Inv	Inv	Prim	Prim	Prim	Ver

Legenda: IR_{lit} – Índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007;2017); IR_{calc} -Índices de retenção calculados(variação); *O teor está em média (%) ± desvio padrão (SD); ** As outras substâncias são os *n*-alcanos, álcoois e cetonas; + Ver=verão; Out = outono; Inv=inverno; Prim= primavera; X – Presença; Áreas hachuradas em **rosa** evidenciam o estado de fase reprodutiva; Áreas hachuradas em **azul** evidenciam substâncias com valores (%) significativos para o estudo.

Figura 42- Cromatograma do óleo essencial de *P. mollicomum* coletada no acesso do Rio de Janeiro/ RJ (PMR), referente ao mês de janeiro de 2017.

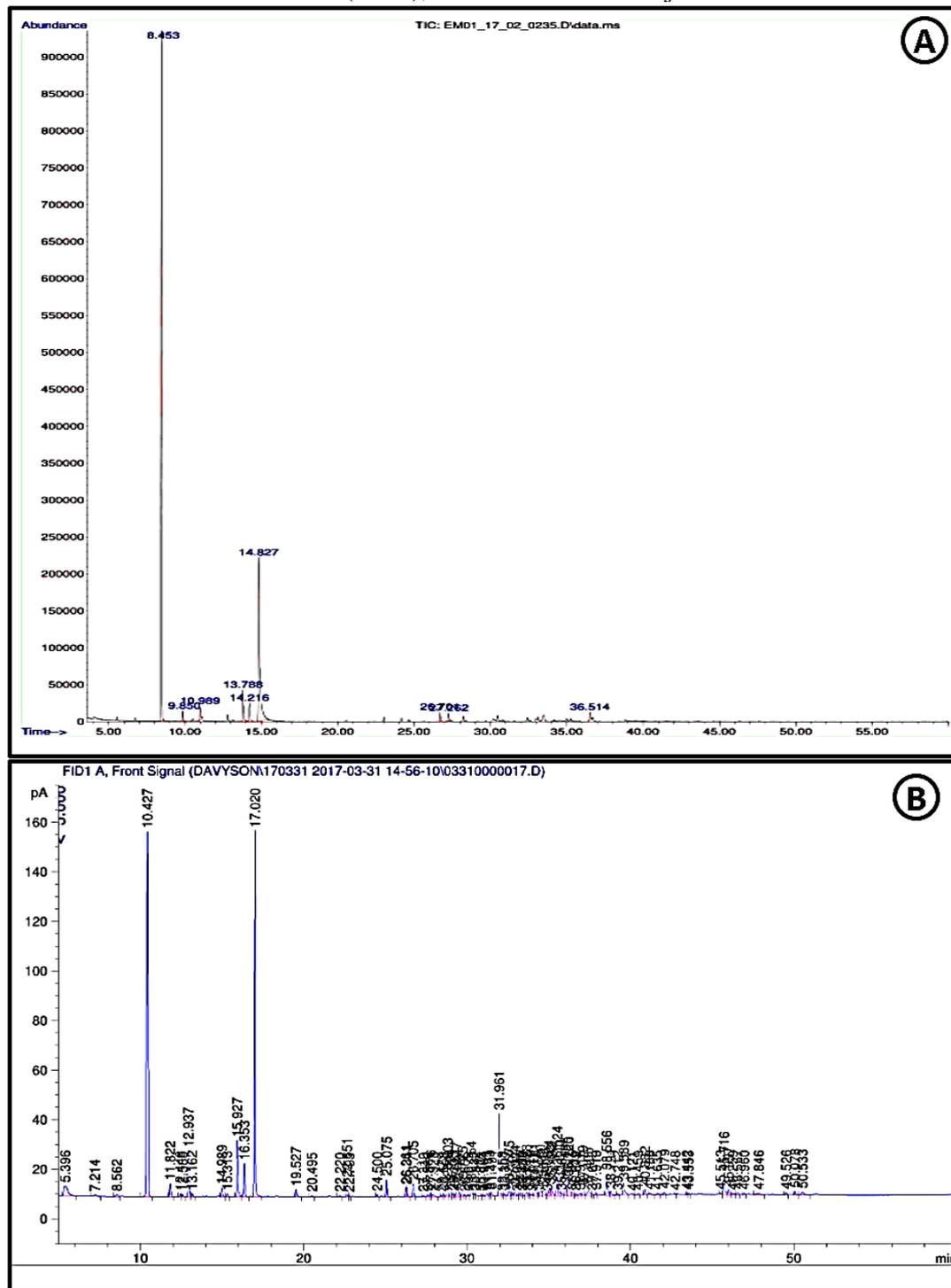


Tabela 18 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *Piper mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continua)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Porcentagem Relativa (%±SD)												
			2017											2018	
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Monoterpenos - hidrocarbonetos			0,00	3,20	4,35	8,26	30,46	0,00	0,47	0,42	2,50	0,00	3,35	22,92	31,12
triciclono	927	927	-	-	-	0,04±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-pineno	939	936	-	0,53±0,09	1,23±0,21	1,51±0,28	20,43±0,48	-	0,11±0,01	-	0,45±0,00	-	1,70±0,12	10,19±0,12	15,15±0,03
canfeno	954	954	-	-	-	3,60±0,39	-	-	0,32±0,02	-	-	-	-	-	-
β-pineno	979	953	-	1,41±0,01	2,02±0,12	1,75±0,27	10,03±0,72	-	0,04±0,00	0,42±0,03	1,47±0,18	-	1,65±0,02	9,12±0,02	12,06±1,03
mirreno	991	984-989	-	0,13±0,01	0,19±0,01	0,32±0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-felandreno	1003	998-1000	-	0,35±0,01	0,13±0,01	0,10±0,03	-	-	-	-	0,27±0,01	-	-	-	1,19±0,09
limoneno	1029	1026	-	0,21±0,01	0,45±0,02	0,65±0,02	-	-	-	-	0,10±0,00	-	-	1,00±0,00	2,14±0,12
Z-β-ocimeno	1037	1039	-	0,16±0,00	0,06±0,00	0,05±0,01	-	-	-	-	0,21±0,00	-	-	1,06±0,02	0,19±0,02
E-β-ocimeno	1050	1048	-	0,41±0,01	0,25±0,02	0,20±0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,68±0,00	0,09±0,00
α-terpinoleno	1089	1089	-	-	0,02±0,00	0,04±0,02	-	-	-	-	-	-	-	0,24±0,01	0,30±0,03
allo-ocimeno	1132	1131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63±0,00	-
Monoterpenos - oxigenados			97,16	19,49	19,19	23,79	44,51	2,73	2,64	12,13	17,07	7,80	19,15	31,52	48,31
1,8-cineol	1033	1041-1042	57,56±2,03	-	-	1,23±0,14	-	-	-	-	0,21±0,01	2,66±0,00	12,74±1,01	15,86±0,78	34,10±1,54
óxido de cis-linalool	1087	1084-1086	0,90±0,28	0,6±0,02	0,18±0,03	0,18±0,05	3,67±0,03	-	-	0,22±0,00	0,24±0,02	-	-	0,25±0,00	0,16±0,00
linalool	1097	1090-1100	5,11±0,22	18,59±0,90	18,88±1,23	11,77±0,71	40,84±1,13	1,97±0,07	1,38±0,02	11,91±0,94	16,09±1,32	2,39±0,32	2,54±0,06	5,42±0,00	7,26±0,46
ipsenol	1100	1098	-	0,30±0,04	0,12±0,03	0,11±0,01	-	-	-	-	0,12±0,03	-	-	-	-
endo-fenchol	1117	1112-1114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08±0,00	-
trans-pinocarveol	1139	1138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21±0,00	0,11±0,00
cânfora	1146	1143-1145	-	-	0,01±0,00	8,32±0,12	-	0,65±0,02	1,20±0,03	-	-	1,48±0,02	-	0,22±0,01	0,10±0,00
hidrato decanfeno	1150	1152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12±0,00	0,16±0,00
pinocarvona	1165	1164	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10±0,00	0,79±0,06
δ-terpineol	1167	1168	1,23±0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01±0,02	1,30±0,00	4,69±0,23
borneol	1169	1170	-	-	-	0,64±0,12	-	0,06±0,00	0,06±0,00	-	-	-	-	-	-
terpin-4-ol	1177	1174	1,22±0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02±0,00	1,27±0,10	0,87±0,04

Tabela 18 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *Piper mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>α</i> -terpineol	1189	1197	31,14±0,21	-	-	0,21±0,00	-	0,05±0,00	-	-	0,14±0,01	1,27±0,00	3,83±0,09	5,49±0,13	0,07±0,00
<i>cis</i> -piperitol	1196	1194	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06±0,00	-
<i>trans</i> -carveol	1217	1215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05±0,02	-
nerol	1230	1231	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09±0,01	-
piperitona	1353	1352	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16±0,02	-
acetato de borneol	1289	1287	-	-	-	1,33±0,12	-	-	-	-	0,14±0,00	-	-	-	-
acetato de <i>trans</i> -piperitol	1346	1347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19±0,00	-
acetato de <i>α</i> -terpinyl	1349	1346	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42±0,02	-
acetato de nerila	1362	1359	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13±0,00	-	0,01±0,00	0,23±0,00	-
Sesquiterpenos-hidrocarbonetos			1,85	49,07	30,89	36,54	14,79	50,07	49,48	43,18	30,50	44,27	53,08	19,57	13,03
<i>δ</i> -elemeno	1338	1336-1337	-	1,06±0,05	1,02±0,06	1,45±0,13	-	2,68±0,16	3,23±0,04	2,38±0,03	1,02±0,02	3,32±0,02	6,63±0,87	0,29±0,01	1,07±0,01
<i>α</i> -cubebeno	1351	1352-1353	-	-	-	0,13±0,00	-	0,15±0,01	0,16±0,00	0,15±0,00	0,27±0,00	0,26±0,00	0,03±0,00	-	0,09±0,00
<i>α</i> -ylangeno	1375	1374-1375	-	-	-	0,10±0,00	-	0,11±0,00	0,07±0,00	0,12±0,00	0,11±0,01	-	0,01±0,00	0,06±0,00	0,10±0,00
<i>α</i> -copaeno	1377	1376	-	0,36±0,04	0,17±0,02	0,28±0,01	-	0,25±0,02	0,18±0,01	0,31±0,01	0,23±0,01	-	-	0,19±0,02	0,17±0,00
<i>β</i> -bourboneno	1388	1383	-	0,40±0,04	0,23±0,01	0,28±0,05	-	0,47±0,02	0,42±0,00	0,30±0,01	0,42±0,01	-	-	0,25±0,01	1,80±0,01
<i>β</i> -elemeno	1391	1386-1388	-	5,21±0,28	2,80±0,56	3,14±0,33	-	3,65±0,03	3,90±0,32	2,51±0,03	2,94±0,06	5,44±0,22	7,87±0,14	1,60±0,07	2,13±0,03
<i>α</i> -gurjuneno	1410	1409-1410	-	0,74±0,09	0,23±0,05	0,43±0,02	-	0,47±0,00	0,26±0,01	0,28±0,00	0,35±0,04	0,24±0,00	-	0,24±0,00	-
<i>E</i> -cariofileno	1419	1417-1418	-	5,78±0,28	3,47±0,24	3,63±0,16	4,14±0,07	5,96±0,07	5,46±0,03	4,55±0,15	5,01±0,09	5,39±0,06	6,29±0,16	0,03±0,00	-
<i>β</i> -gurjuneno	1434	1435-1436	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,60±0,06	1,47±0,02
<i>γ</i> -elemeno	1437	1438-1439	-	2,12±0,02	1,27±0,01	1,50±0,23	-	5,05±0,11	5,30±0,06	3,43±0,02	3,75±0,15	2,57±0,03	5,31±0,09	0,89±0,00	0,08±0,00
<i>α</i> -guaïeno	1440	1439-1441	-	0,30±0,00	0,15±0,02	0,15±0,00	-	-	0,25±0,00	0,25±0,02	0,23±0,00	1,76±0,02	-	-	-
aromadendreno	1441	1439-1440	-	0,25±0,00	0,11±0,01	0,16±0,03	-	0,18±0,00	0,15±0,00	0,41±0,00	0,10±0,00	0,40±0,00	-	0,38±0,02	0,17±0,00
<i>cis</i> -muurola-3,5-dieno	1450	1448-1449	-	-	-	-	-	0,81±0,00	0,73±0,01	0,66±0,02	0,53±0,02	0,68±0,03	-	-	0,24±0,00
<i>trans</i> -muutols-3,5-dieno	1454	1454-1455	-	-	-	-	-	0,98±0,01	1,02±0,00	0,77±0,01	0,79±0,01	0,89±0,00	-	-	-
<i>α</i> -humuleno	1455	1456-1457	-	3,58±0,00	2,97±0,38	2,67±0,30	-	4,57±0,07	3,70±0,03	2,53±0,06	3,86±0,22	2,84±0,00	3,64±0,08	0,61±0,01	1,22±0,02
<i>β</i> -santaleno	1460	1459	-	-	-	-	-	1,46±0,00	-	-	-	-	-	-	0,34±0,00

Tabela 18 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *Piper mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
<i>allo</i> -aromadendreno	1460	1461-1462	-	1,61±0,06	0,28±0,01	0,76±0,04	-	0,08±0,00	1,19±0,02	0,67±0,00	0,96±0,00	1,16±0,00	-	0,64±0,00	0,07±0,00
<i>9-epi-E</i> -cariofileno	1466	1468-1469	-	0,59±0,01	0,51±0,02	0,60±0,09	-	2,06±0,20	1,98±0,04	2,04±0,02	-	-	-	1,11±0,03	0,33±0,01
<i>ar</i> -curcumeno	1481	1480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14±0,00
germacreno D	1485	1483-1484	1,00±0,35	10,10±0,07	5,07±0,35	5,60±0,53	8,07±0,72	2,77±0,06	2,59±0,03	1,82±0,01	1,57±0,01	3,75±0,18	8,50±0,07	1,47±0,02	0,57±0,01
α -amorfenoleno	1485	1484-1486	-	0,63±0,08	0,40±0,02	0,38±0,02	-	-	-	-	0,16±0,00	0,43±0,02	1,53±0,02	0,09±0,00	0,20±0,00
β -selineno	1490	1490-1491	-	1,61±0,01	1,54±0,03	1,59±0,05	-	2,56±0,01	2,23±0,00	2,34±0,06	1,80±0,01	0,43±0,00	1,56±0,01	1,99±0,03	0,14±0,00
<i>trans</i> -muurolo-4(14),5-dieno	1493	1492	-	-	-	-	-	-	-	0,57±0,00	-	-	-	-	-
δ -selineno	1493	1492-1493	-	-	-	-	-	3,02±0,03	2,64±0,00	3,02±0,04	-	2,31±0,00	-	-	0,14±0,01
biciclogermacreno	1494	1495-1496	0,85±0,31	6,18±0,53	4,30±0,25	5,12±0,82	2,58±0,06	-	-	-	-	3,06±0,00	6,37±0,16	1,78±0,02	0,81±0,03
γ -amorfenoleno	1496	1497-1498	-	0,47±0,00	0,18±0,01	0,25±0,07	-	2,67±0,01	3,77±0,00	0,96±0,01	-	1,07±0,00	-	0,56±0,00	-
α -muuroleno	1500	1500-1501	-	0,26±0,05	0,14±0,02	1,15±0,15	-	-	0,13±0,00	0,24±0,01	-	-	1,25±0,12	0,13±0,00	0,06±0,00
<i>trans</i> - β -guaïeno	1503	1503-1504	-	-	-	0,20±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20±0,01
<i>E,E</i> - α -farneseno	1506	1505-1507	-	0,40±0,6	0,63±0,02	0,79±0,05	-	0,74±0,00	1,02±0,00	1,07±0,02	-	-	-	-	0,49±0,00
γ -cadineno	1514	1511-1516	-	1,03±0,09	0,49±0,00	0,57±0,08	-	1,52±0,02	1,05±0,00	1,19±0,01	-	0,85±0,00	4,09±0,07	0,50±0,00	0,52±0,02
δ -cadineno	1523	1521-1522	-	2,36±0,14	1,61±0,29	2,01±0,04	-	4,05±0,16	3,57±0,00	2,58±0,01	2,58±0,03	2,21±0,02	-	2,13±0,11	0,18±0,00
<i>trans</i> -calameneno	1529	1527-1529	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30±0,00	-	-	-
zonareno	1530	1530-1531	-	0,54±0,07	0,41±0,01	0,49±0,08	-	1,09±0,04	1,17±0,01	0,99±0,01	0,77±0,02	0,31±0,00	-	-	-
<i>E</i> - γ -bisaboleno	1531	1532	-	-	-	-	-	0,20±0,00	0,24±0,00	1,07±0,00	0,11±0,00	-	-	-	-
<i>trans</i> -cadina-1(2)4-dieno	1535	1534-1535	-	0,34±0,04	0,20±0,01	0,30±0,10	-	1,03±0,01	0,76±0,00	2,52±0,02	0,67±0,02	1,15±0,05	-	0,20±0,00	-
α -cadineno	1539	1536-1537	-	0,46±0,04	0,66±0,23	0,66±0,00	-	-	1,05±0,04	-	1,05±0,01	-	-	0,34±0,04	-
α -calacoreno	1546	1545	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,56±0,03	-	-	-
selina-3,7(11)-diene	1547	1546-1548	-	0,62±0,01	1,48±0,03	1,48±0,12	-	1,36±0,02	1,13±0,03	2,72±0,01	1,15±0,02	0,48±0,00	-	0,42±0,00	0,18±0,01
germacreno B	1561	1558-1563	-	2,07±0,08	0,57±0,01	0,67±0,09	-	0,13±0,00	0,13±0,00	0,73±0,02	0,07±0,00	-	-	0,07±0,00	0,12±0,01
β -calacoreno	1566	1566-1568	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41±0,02	-	-	-

Tabela 18 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *Piper mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Sesquiterpenos - oxigenados			0,00	22,00	25,77	27,19	8,21	32,83	38,95	26,83	30,26	44,85	18,74	12,41	5,57
gubebol	1515	1514-1516	-	0,71±0,08	-	0,84±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
elemol	1550	1551	-	-	-	-	-	2,99±0,03	1,44±0,01	-	1,08±0,02	-	-	0,64±0,01	0,08±0,02
silfiperfol-5-en-3ol A	1560	1559-1561	-	0,79±0,01	1,74±0,45	1,29±0,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E</i> -nerolidol	1563	1564-1563	-	1,24±0,08	5,46±0,02	4,53±0,92	6,14±0,93	9,97±0,23	11,94±1,12	4,20±0,13	12,19±0,89	7,19±0,02	9,45±0,12	1,46±0,05	2,12±0,03
palustol	1567	1568	-	0,26±0,01	0,28±0,00	0,30±0,02	-	-	-	0,27±0,02	-	0,27±0,00	-	-	-
espatulenol	1578	1571-1573	-	0,55±0,01	0,82±0,01	0,83±0,01	-	-	-	0,83±0,00	-	2,23±0,03	-	1,09±0,01	-
óxido de cariofileno	1583	1581-1584	-	0,39±0,01	0,77±0,01	0,66±0,11	-	1,18±0,03	1,60±0,04	0,74±0,02	0,76±0,02	1,89±0,01	-	0,53±0,01	-
globulol	1585	1584-1585	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42±0,00	1,27±0,00	-	0,59±0,00	0,50±0,00
gleenol	1587	1584-1586	-	-	-	-	-	0,84±0,00	-	0,68±0,00	0,56±0,01	-	-	-	0,36±0,01
viridiflorol	1593	1594-1595	-	0,73±0,01	0,59±0,01	0,47±0,12	-	0,46±0,00	0,77±0,00	0,32±0,00	0,30±0,00	0,75±0,00	-	0,25±0,00	0,10±0,00
guaiol	1601	1602-1603	-	0,32±0,03	0,17±0,00	0,17±0,00	-	-	-	-	0,22±0,00	3,16±0,02	-	0,13±0,00	-
epóxido de humuleno II	1608	1607	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67±0,02	-	-	-
Z-bisabolol-11-ol	1619	1615-1618	-	-	-	0,11±0,00	-	0,37±0,00	0,99±0,01	0,12±0,00	0,14±0,00	-	-	-	-
10- <i>epi</i> - γ -eudesmol	1624	1622-1623	-	1,74±0,02	1,73±0,02	1,95±0,22	-	-	-	-	2,01±0,03	0,43±0,00	-	-	-
<i>trans</i> -isolongifolanono	1626	1625	-	0,33±0,01	0,75±0,02	0,68±0,06	-	-	-	-	-	1,42±0,02	-	-	-
1- <i>epi</i> -cubenol	1629	1629-1631	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45±0,03	-	-	0,06±0,01
erenoligenol	1631	1631-1632	-	-	-	-	-	2,14±0,02	2,12±0,04	1,59±0,02	-	-	-	-	-
<i>E</i> -sesquilavandulol	1632	1630-1631	-	0,41±0,01	0,57±0,012	0,57±0,00	-	-	0,93±0,00	0,79±0,00	-	-	-	-	-
γ -eudesmol	1632	1631-1632	-	-	-	0,45±0,00	-	-	0,68±0,00	0,68±0,00	-	-	-	-	0,28±0,00
<i>cis</i> -cadin-4-en-7-ol	1637	1637-1638	-	0,30±0,01	0,37±0,12	0,29±0,07	-	1,21±0,01	0,42±0,00	-	-	2,84±0,02	-	-	-
β -acorenol	1637	1636-1638	-	-	-	-	-	1,54±0,02	1,74±0,02	1,73±0,02	-	-	-	-	-
cariofila-4(14),8(15)-dien- α -ol	1641	1637-1639	-	-	-	-	-	0,3±0,00	-	-	0,16±0,00	0,55±0,01	-	0,40±0,01	-
<i>epi</i> - α -cadinol	1640	1636-1639	-	-	-	-	-	3,05±0,04	3,30±0,08	1,93±0,01	2,08±0,02	4,24±0,02	2,78±0,01	0,51±0,02	-
epoxi- <i>allo</i> -aromadendreno	1641	1639-1640	-	3,17±0,01	0,64±0,01	0,50±0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 18 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *Piper mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
hinesol	1642	1640-1642	-	-	-	-	-	1,56±0,00	-	0,23±0,01	0,14±0,00	-	1,49±0,02	-	-
epi- α -muurolol	1642	1641-1642	-	-	-	-	-	2,58±0,03	2,44±0,02	1,77±0,00	0,78±0,00	-	-	0,33±0,01	-
α -muurolol	1646	1645-1646	-	-	-	0,95±0,00	-	2,00±0,01	0,94±0,01	1,80±0,00	1,67±0,02	1,21±0,02	1,49±0,02	1,59±0,03	0,28±0,00
cubenol	1647	1647-1648	-	0,83±0,01	0,93±0,02	0,93±0,00	-	0,23±0,00	1,95±0,02	-	-	-	-	1,59±0,00	-
α -eudesmol	1654	1652-1653	-	4,03±0,25	0,48±0,01	0,48±0,00	-	0,90±0,00	-	6,05±0,17	2,87±0,03	-	-	1,25±0,02	-
α -candinol	1654	1653-1654	-	-	-	1,66±0,00	-	-	5,60±0,09	-	0,91±0,00	6,63±0,11	3,53±0,03	1,26±0,01	0,20±0,00
neo-intermedeol	1660	1658-1660	-	0,82±0,02	1,46±0,03	1,02±0,43	-	-	-	-	0,76±0,03	3,56±0,16	-	-	0,08±0,02
selin-11-en-7- α -ol	1660	1660-1661	-	-	-	-	-	-	-	-	1,07±0,01	1,72±0,01	-	0,28±0,00	0,26±0,03
7-epi- α -eudesmol	1664	1663-1663	-	1,75±0,02	5,44±0,16	3,00±0,02	2,07±0,01	1,38±0,02	2,09±0,08	2,58±0,15	2,12±0,00	-	-	0,36±0,00	0,09±0,00
intermedeol	1667	1667-1668	-	0,50±0,01	1,12±0,06	1,07±0,04	-	-	-	-	-	1,88±0,00	-	-	0,22±0,00
14-hidroxi-9-epi-cariofileno	1670	1672-1676	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49±0,00	-	0,15±0,00	0,63±0,02
β -bisabolol	1675	1677-1678	-	0,70±0,02	0,32±0,00	0,32±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24±0,00
α -bisabolol	1686	1684	-	-	-	2,71±0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07±0,00
2Z,6E-farnesol	1701	1702	-	-	-	-	-	0,13±0,00	-	-	0,02±0,00	-	-	-	-
acetato de cariofileno	1701	1705	-	2,43±0,26	2,13±0,12	1,355±0,07	-	-	-	0,52±0,00	-	-	-	-	-
Z-lanceol	1761	1762	-	-	-	0,12±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outras substâncias**			0,00	3,06	3,54	3,44	0,13	2,47	4,14	7,12	4,09	1,84	2,70	2,55	0,31
1-dodeceno	1190	1189-1191	-	-	0,09±0,01	0,09±0,00	-	0,02±0,00	-	-	0,10±0,00	-	-	-	-
4-fenil-2-butanona	1218	1218	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06±0,00	-
1-trideceno	1292	1291-1292	-	-	-	0,17±0,00	-	-	-	-	-	-	-	0,26±0,00	0,14±0,03
2-undecanona	1294	1294-1296	-	0,44±0,01	0,79±0,04	0,75±0,03	0,13±0,02	0,23±0,02	0,25±0,02	0,46±0,06	0,70±0,00	-	0,01±0,00	0,78±0,02	0,06±0,00
isobutanoato de benzil	1298	1298	-	-	-	0,10±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
undecanal	1307	1300-1305	-	0,41±0,01	0,65±0,02	0,51±0,14	-	0,32±0,01	-	0,56±0,03	0,47±0,01	-	0,04±0,00	0,38±0,00	-
butanoato de benzila	1347	1345-1348	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07±0,00	-

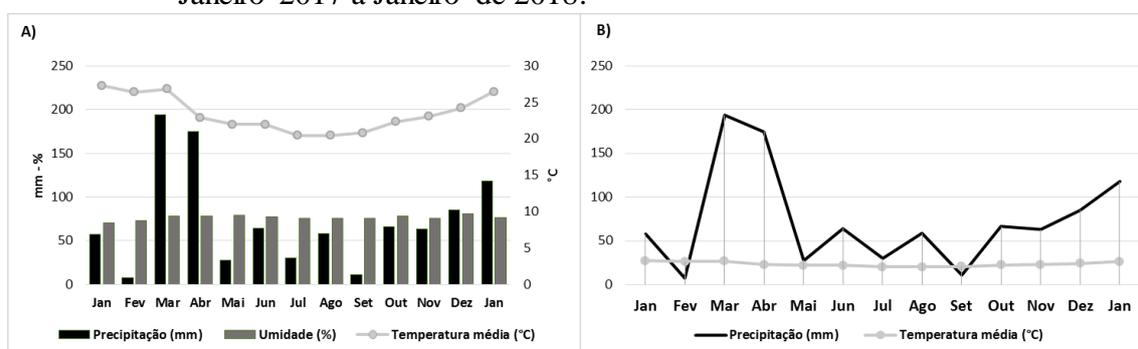
Tabela 18 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) de folhas de *Piper mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. (conclusão)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
2-tridecanona	1496	1497-1499	-	1,09±0,12	0,81±0,02	0,81±0,00	-	-	-	0,70±0,00	-	-	-	0,51±0,02	-
benzoato de 3Z-hexenil	1567	1568	-	-	-	-	-	0,44±0,00	-	-	0,72±0,06	-	-	-	-
desmetoxi enecalina	1648	1649	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82±0,01	-	-	-
benzoato de benzila	1760	1762	-	0,37±0,01	0,90±0,00	0,71±0,18	-	1,46±0,12	1,35±0,02	0,90±0,01	2,10±0,12	1,02±0,00	0,30±0,00	0,49±0,00	0,11±0,00
6-acetil-7-hidroxi-2,2-dimetilbenzopirano	1762	1775	-	0,75±0,01	0,30±0,00	0,30±0,00	-	-	2,54±0,12	4,50±0,13	-	-	2,35±0,86	-	-
Números de Substâncias Identificadas			9	62	64	82	11	56	56	57	63	53	31	75	64
Total de substâncias quantificadas			99,01	96,82	83,74	99,22	98,1	88,1	95,68	89,68	84,42	98,76	97,02	88,97	98,34
Rendimentos de OE %			0,62	0,45	1,21	1,39	1,65	1,52	1,89	1,75	1,35	1,93	1,42	1,02	0,86
		<i>Fase vegetativo</i>			X	X	X	X	X	X	X				
Atividade Fenológica		<i>Fase reprodutivo</i>	X	X								X	X	X	X
Estação do Ano			Verão	Verão	Verão	Outono	Outono	Outono	Inverno	Inverno	Inverno	Primavera	Primavera	Primavera	Verão

Legenda: IR_{lit} – Índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007;2017); IR_{calc} -Índices de retenção calculados(variação); *O teor está em média (%) ± desvio padrão (SD); ** As outras substâncias são os n-alcenos, álcoois e cetenas; + Ver=verão; Out = outono; Inv= inverno; Prim= primavera; X – Presença; Áreas hachuradas em rosa evidenciam o estado de fase reprodutiva; Áreas hachuradas em azul evidenciam substâncias com valores (%) significativas para o estudo.

A figura 43 apresenta as médias mensais e o diagrama ombrotérmico correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais de precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) da cidade do Rio de Janeiro/RJ. É perceptivo a partir da análise do diagrama ombrotérmico que existem duas estações mais secas (Figura 43B) e o perfil de média mensais são muito semelhantes com o da cidade de Niterói/RJ (Figura 15, página 61).

Figura 43 –Médias mensais e diagrama ombrotérmico correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) da cidade do Rio de Janeiro/RJ, no período de Janeiro 2017 a Janeiro de 2018.



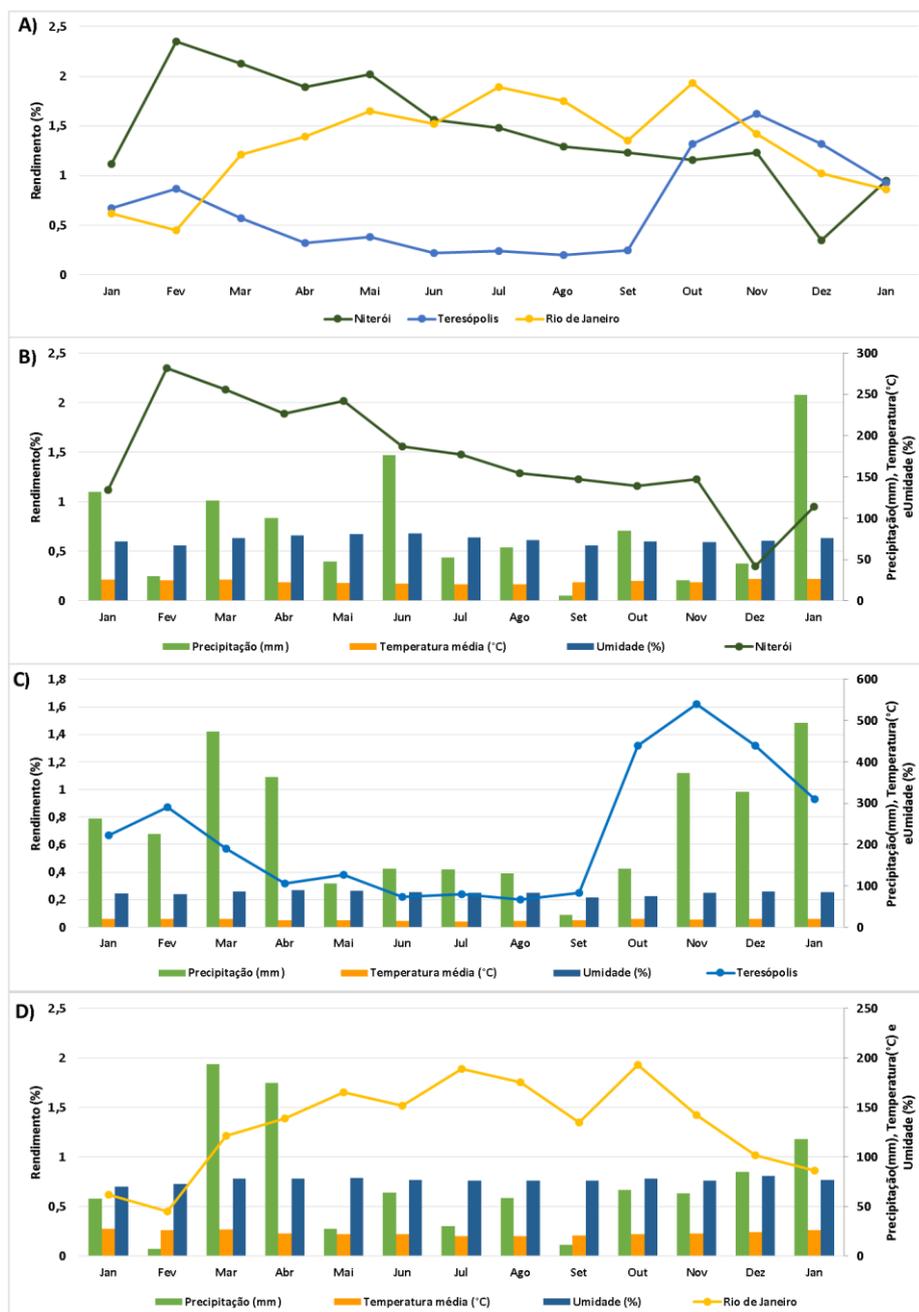
Fonte: INMET,2017.

Legenda: Médias mensais (A) e diagrama ombrotérmico (B) para cidade do Rio de Janeiro (A e B). Da esquerda para direita = Jan-janeiro; Fev-fevereiro; Mar-março; Abr-abril; Mai-maio; Jun-junho; Jul-julho; Ago- agosto; Set-setembro; Out-outubro; Nov-novembro; Dez-dezembro; Jan-janeiro de 2018.

Os OE de *P. mollicomum* apresentaram coloração amarela para as amostras do acesso de Niterói/ RJ e Rio de Janeiro/ RJ, e esbranquiçado (março e maio de 2017) para incolor para o acesso de Teresópolis/ RJ. As variações dos rendimentos e as correlações com os fatores ambientais (precipitação, umidade e temperatura) podem ser observados na figura 44.

Nas tabelas 19, 20 e 21 estão dispostos os resultados referentes às análises de Pearson, que correlacionam as classes químicas, rendimentos e as substâncias majoritárias presentes nos OE com os fatores ambientais (precipitação, umidade e temperatura) para os espécimes de *P. mollicomum* dos acessos de Niterói/RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ, respectivamente.

Figura 44 – Comparações das variações dos rendimentos (%) de óleos essenciais de *P. mollicomum* em diferentes acessos e relacionados com as médias mensais nos acessos de Niterói/RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ, correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.



Legenda: (A) Rendimentos (%) de óleos essenciais de *P. mollicomum* dos acessos de Niterói/RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ; Relações dos rendimentos (%) e médias mensais dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%) e temperatura média (°C) nos períodos de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, para os acessos de Niterói/RJ (B), Teresópolis/RJ (C) e Rio de Janeiro/RJ (D). Da esquerda para a direita = Jan-janeiro; Fev-fevereiro; Mar-março; Abr-abril; Mai-maio; Jun-junho; Jul-julho; Ago-agosto; Set-setembro; Out-outubro; Nov-novembro; Dez-dezembro; Jan-janeiro de 2018.

Os rendimentos dos OE das folhas dos espécimes do acesso de Niterói/RJ ($p=0,003$) e do Rio de Janeiro/RJ ($p=0,001$) apresentaram diferenças significativas em relação ao rendimento do acesso de Teresópolis/RJ (Figura 44A). Para os OE do espécime do acesso de Niterói/ RJ, constata-se que os rendimentos são maiores no verão, com queda no período de inverno, demonstrando uma tendência de aumento em janeiro de 2018 (Figura 44B).

Tabela 19 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais de *P. mollicomum* do acesso de Niterói/RJ (PMN).

Variáveis analisadas	r ²		
	Precipitação	Umidade	Temperatura
1,8-cineol	0,6355*	0,2582	0,6564*
linalool	0,4505	-0,1566	0,5236
β -elemeno	-0,3762	-0,0763	-0,3090
<i>E</i> -cariofileno	-0,6355*	0,0374	-0,5394*
γ -elemeno	-0,5488	-0,4867	0,1998
α -humuleno	-0,6518*	-0,0355	-0,2632
germacreno-D	-0,1008	-0,4088	0,4929
biciclogermacreno	-0,1698	-0,0742	0,1230
<i>E</i> -nerolidol	-0,2753	-0,0268	-0,1152
isolongiolan-7- α -ol	-0,1541	-0,2522	-0,0372
eudesma-4(14)- <i>en</i> -6- α -ol	0,5949*	0,4432	0,3093
<i>epi</i> - α -cadinol	0,0816	0,1721	-0,3241
α -eudesmol	-0,1664	0,0922	-0,0760
α -cadinol	-0,1026	-0,4014	-0,0831
benzoato de benzila	-0,3007	-0,1185	0,1509
Substâncias > 5% no OE			
Classes químicas			
Monoterpenos-hidrocarbonetos	0,1347	-0,2615	0,3222
Monoterpenos-oxigenados	0,6126*	-0,1016	0,5022*
Sesquiterpenos-hidrocarbonetos	-0,2748	0,0635	-0,1943
Sesquiterpenos-oxigenados	-0,2733	0,0048	-0,0361
Outras substâncias	0,0082	0,1274	0,0030
Rendimentos dos óleos de PMN (%)	-0,1130	0,1867	-0,2537

Legenda - *Significativo a $p < 0,05$ Áreas hachuradas representam níveis de correlações: azul - forte e verde - moderado. +OE – Óleo Essencial

Observa-se que os rendimentos dos OE do espécime de Teresópolis/ RJ são menores que o dos demais espécimes estudados (Figura 44A), e registrou-se maiores

rendimentos na primavera e verão, especificamente, nos meses da fase reprodutiva (Figura 44C). Na análise de Pearson, apresentada na tabela 20, nota-se que existe correlação positiva e de nível moderado e significativa com a temperatura ($r^2 = 0,6352$; $p=0,0213$).

Tabela 20 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais de *P. mollicomum* do acesso de Teresópolis/RJ (PMT).

Variáveis analisadas		r^2		
		Precipitação	Umidade	Temperatura
Substâncias > 5% no OE	α -pineno	0,0193	0,1424	0,5288
	1,8-cineol	-0,4359	-0,2466	0,8458*
	β -elemeno	0,4516	0,8027*	-0,0721
	<i>E</i> -cariofileno	-0,0405	0,1954	-0,5150
	γ -elemeno	0,2323	0,6037	-0,3122
	α -humuleno	0,3027	0,2219	-0,1536
	germacreno D	0,8507*	0,4582	0,5530
	<i>E</i> -nerolidol	-0,0256	0,2994	-0,1114
	γ -eudesmol	-0,6812	0,0455	-0,6013
	α -eudesmol	-0,1776	-0,0435	-0,0848
Classes químicas	Monoterpenos-hidrocarbonetos	-0,0705	-0,3390	0,4102
	Monoterpenos-oxigenados	-0,0466	-0,1426	0,3317
	Sesquiterpenos-hidrocarbonetos	0,3498	0,5926	-0,2596
	Sesquiterpenos-oxigenados	-0,2117	-0,2512	0,0014
	Outras substâncias	-0,1278	-0,0271	-0,0959
Rendimentos dos óleos de PMT (%)		0,4407	-0,0808	0,6352*

Legenda - *Significativo a $p<0,05$; Áreas hachuradas representam níveis de correlações: as cores azul - forte e verde - moderada; +OE – Óleo Essencial.

Os OE do espécime do Rio de Janeiro/RJ apresentam um padrão de variação diferente das demais áreas do estudo: os rendimentos são menores no verão, com um aumento gradativo no outono e inverno. Além disso, registrou-se pico de rendimento no período da primavera, logo no início da fase reprodutiva (Figura 44D). Na análise de correlação de Pearson foi observada uma correlação negativa e de nível forte entre o teor percentual e a temperatura (Tabela 21).

Tabela 21 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais de *P. mollicomum* do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR).

Variáveis analisadas	r ²		
	Precipitação	Umidade	Temperatura
<i>α</i> -pineno	-0,2025	0,6217	-0,1997
<i>β</i> -pineno	-0,0808	0,7482*	0,0479
1,8-cineol	-0,2172	-0,7449*	0,7199*
linalool	-0,0153	0,1708	0,1371
cânfora	0,8896*	-0,0951	0,1203
<i>α</i> -terpineol	-0,0921	0,3689	0,1280
<i>δ</i> -elemeno	-0,1847	-0,2382	-0,2929
<i>β</i> -elemeno	-0,3160	-0,4549	-0,0302
<i>E</i> -cariofileno	-0,4162	-0,7709*	-0,2671
<i>γ</i> -elemeno	-0,5660	-0,4169	-0,6612*
germacreno D	-0,0927	0,0079	0,1189
biciclo germacreno	0,0401	-0,0134	-0,1847
<i>E</i> -nerolidol	-0,3229	-0,1461	-0,6503*
<i>α</i> -eudesmol	-0,6505*	-0,6112*	-0,3570
<i>α</i> -candinol	-0,2431	-0,2736	-0,3140
7- <i>epi-α</i> -eudesmol	0,4361	-0,0281	0,0585
Monoterpenos-hidrocarbonetos	0,1534	0,4766	0,2068
Monoterpenos-oxigenados	0,0410	-0,4763	0,6123
Sesquiterpenos-hidrocarbonetos	-0,2050	-0,0085	-0,3181
Sesquiterpenos-oxigenados	0,1018	-0,0882	-0,2461
Outras substâncias	-0,1175	-0,3743	-0,3941
Rendimentos dos óleos de PMR (%)	-0,0507	0,4907	-0,8459*

Legenda - *Significativo a $p < 0,05$ #Áreas hachuradas representam níveis de correlações: as cores azul- forte e verde- moderado. +OE – Óleo Essencial

Na figura 45 são apresentados os gráficos de variações em porcentagem das classes químicas identificadas nos óleos essenciais de *P. mollicomum* dos acessos de Niterói/RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ, respectivamente. A porcentagem das classes químicas nos OE do estudo sazonal de *P. mollicomum* do acesso de Niterói/RJ (Figura 45A) demonstrou uma composição rica em sesquiterpenos e **benzoato de benzila** (outras substâncias). Foi registrado no verão o maior teor percentual de monoterpenos oxigenados. Esses monoterpenos registraram correlações positivas e moderadas para precipitação ($r^2=0,6126$; $p=0,0021$) e temperatura ($r^2=0,5022$; $p=0,0332$) (Tabela 19). Para os OE do espécime de Teresópolis/RJ, região de altitude,

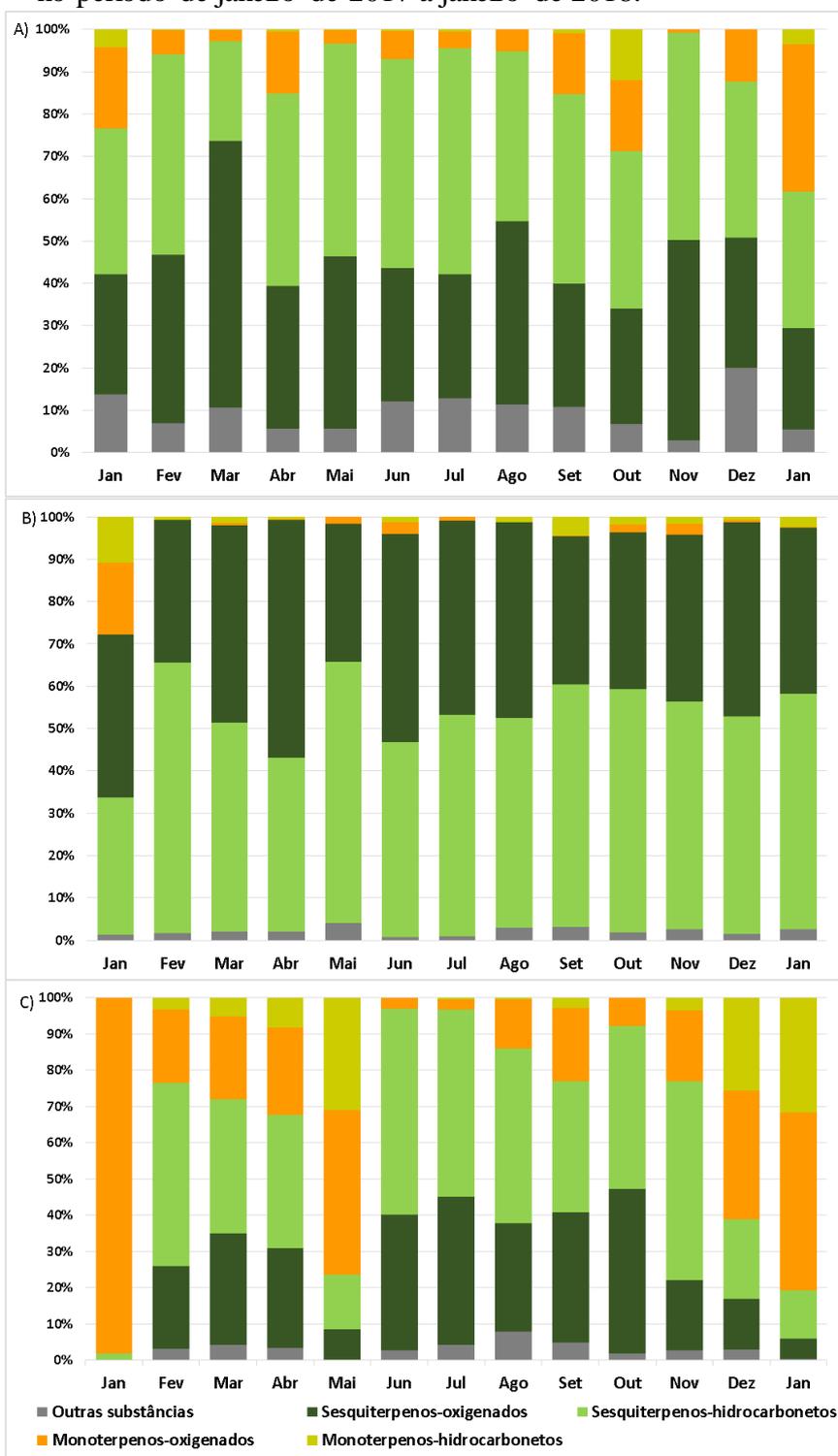
registrou-se uma composição rica em sesquiterpenos, em especial os oxigenados, com teores consideráveis entre 30 a 70%, durante todo o ano (Figura 45B). Já para os OE do acesso do Rio de Janeiro/ RJ, registrou-se maior percentagem de monoterpenos, em especial os oxigenados. No entanto, no período do inverno até o início da primavera (junho a novembro de 2017), os OE se apresentaram com elevado teor de sesquiterpenos (Figura 45C). De acordo com os registros da tabela 18 e da figura 45C, o teor percentual de monoterpenos oxigenados aumenta com o aparecimento da fase reprodutiva.

As figuras 46, 47 e 48 apresentam as comparações das variações dos componentes majoritários dos OE dos acessos de Niterói/ RJ, Teresópolis/ RJ e Rio de Janeiro/ RJ, respectivamente, com à normal climatológica dos fatores ambientais.

Analisando os teores percentuais das substâncias majoritária durante o estudo, pode-se observar, nos diferentes acessos para o horário de coleta estabelecido, que o aparecimento da fase reprodutiva está associado ao aumento do **1,8-cineol**. O decaimento do teor percentual desse monoterpeno oxigenado coincide com o fim da fase reprodutiva (Figuras 46, 47 e 48).

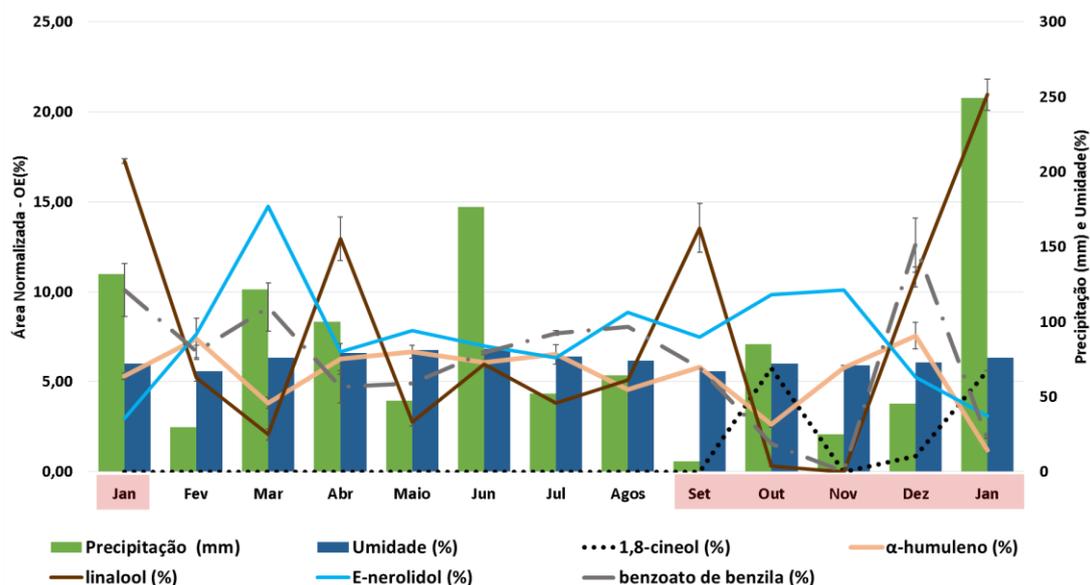
Foi demonstrado, através da análise de Pearson (Tabelas 19-21), que as amostras de OE apresentaram correlações significativas, de moderadas a forte, com a temperatura. Para o acesso de Teresópolis/ RJ, a diminuição no teor dos OE do espécime nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018 tem relação direta com a temperatura ($r^2= 0,8458$) e o aumento da precipitação ($r^2= -0,4359$).

Figura 45 – Variações das classes químicas identificadas nos óleos essenciais de *P. mollicomum* no acesso de Niterói/ RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.



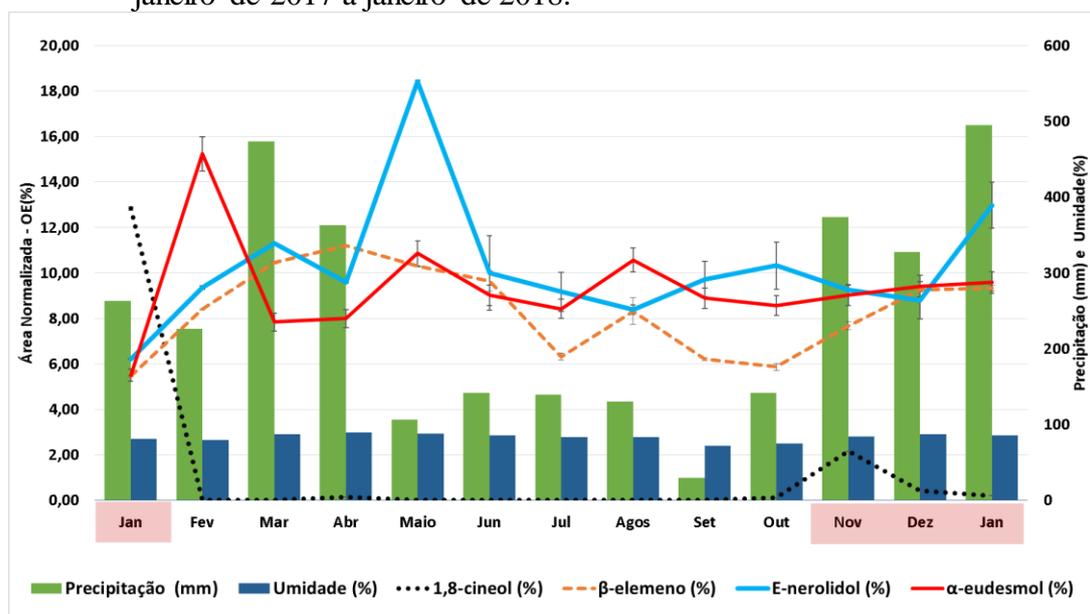
Legenda:Variação do acesso de Niterói/RJ (A), Teresópolis/RJ (B) e Rio de Janeiro (C); Da esquerda para direita = Jan-janeiro; Fev-fevereiro; Mar-março; Abr-abril; Mai-maio; Jun-junho; Jul-julho; Agos-agosto; Set-setembro; Out-outubro; Nov-novembro; Dez-dezembro; Jan-janeiro de 2018.

Figura 46 – Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de *P. mollicomum* no acesso de Niterói/RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.



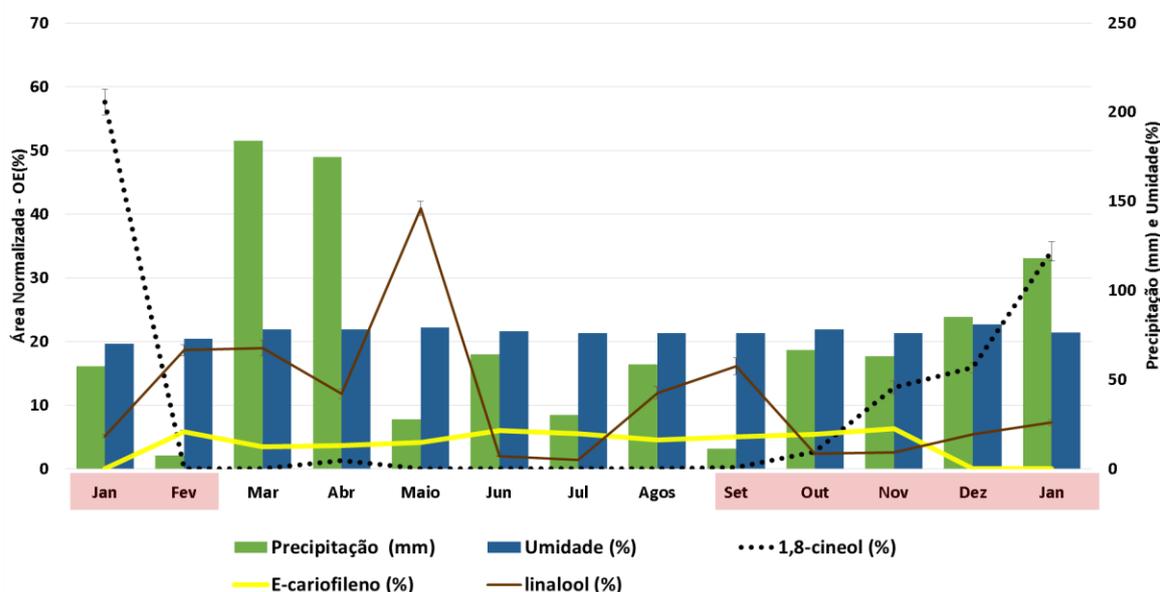
Legenda: #Áreas hachuradas em rosa evidência o estado de fase reprodutiva.*Da esquerda para direita = Jan-janeiro; Fev-fevereiro; Mar-março; Abr-abril; Mai-maio; Jun-junho; Jul-julho; Agos-agosto; Set-setembro; Out-outubro; Nov-novembro; Dez-dezembro; Jan- janeiro de 2018.

Figura 47 – Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de *P. mollicomum* no acesso de Teresópolis/RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.



Legenda: #Áreas hachuradas em rosa evidência o estado de fase reprodutiva.*Da esquerda para direita = Jan-janeiro; Fev-fevereiro; Mar-março; Abr-abril; Mai-maio; Jun-junho; Jul-julho; Agos-agosto; Set-setembro; Out-outubro; Nov-novembro; Dez-dezembro; Jan- janeiro de 2018.

Figura 48 – Comparação das variações dos componentes majoritários nos óleos essenciais de *P. mollicomum* no acesso de Rio de Janeiro/RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm) e umidade (%), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.



Legenda: #Áreas hachuradas em rosa evidência o estado de fase reprodutiva. *Da esquerda para direita = Jan-janeiro; Fev-fevereiro; Mar-março; Abr-abril; Mai-maio; Jun-junho; Jul-julho; Agos-agosto; Set-setembro; Out-outubro; Nov-novembro; Dez-dezembro; Jan-janeiro de 2018.

Para o acesso de Niterói/ RJ, observa-se que no período de maio a agosto de 2017, que contempla o final do outono até o fim do inverno, o teor do monoterpene **linalool** é diminuído (Figura 46). Fica evidenciado, ainda, que o decaimento do teor percentual de **linalool** tende a aumentar o teor percentual de **E-nerolidol**, confirmada pela análise de Pearson entre as substâncias (correlação forte, $r^2 = -0,7167$). Apesar do benzenoide **benzoato de benzila**, aparentemente, apresentar uma tendência semelhante a registrada para o **linalool** (Figura 46), não foi possível confirmar essa correlação ($r^2 = -0,0045$) (Tabela 12).

Para as correlações dos majoritários presentes nas amostras de OE do espécime de Teresópolis/RJ, demonstra-se claramente a coparticipação de três substâncias majoritárias: o sesquiterpeno não oxigenado **β -elemeno**, os sesquiterpenos oxigenados **E-nerolidol** e **α -eudesmol** (Figura 31). Essas substâncias não apresentaram médias com diferenças significativas entre si ($p < 0,05$) (Tabela 13).

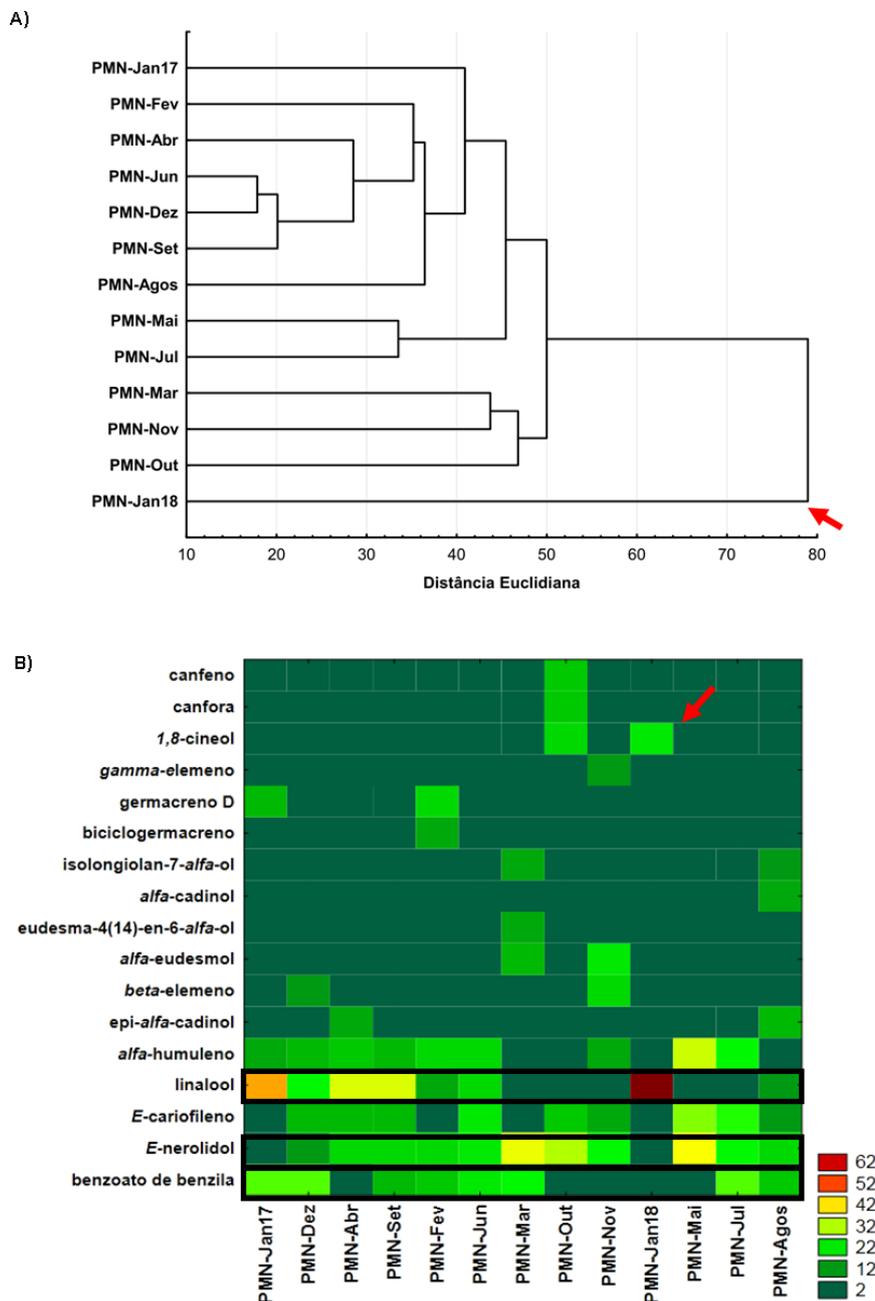
No acesso do Rio de Janeiro/RJ, observa-se que, após uma elevada precipitação nos meses de março e abril de 2017, o monoterpene **linalool** apresentou-se em um teor de 40,84%, muito superior a todo período do estudo (Figura 48).

As figuras 49, 50 e 51 apresentam as análises de agrupamento hierárquico para as 13 amostras dos OE de *P. mollicomum* coletadas em Niterói/RJ (Figura 49), Teresópolis/RJ (Figura 50) e Rio de Janeiro/RJ (Figura 51).

Os resultados dos espécimes coletados nas três áreas de estudo para a AAH confirmam, claramente, o agrupamento das amostras ricas em **1,8-cineol** na fase reprodutiva, sendo a maioria dessas no verão. Para os acessos de Niterói/ RJ (Figura 49) a amostra rica em **1,8-cineol** foi a de janeiro de 2018, em Teresópolis/ RJ (Figura 50) a de janeiro de 2017, e no Rio de Janeiro/ RJ (Figura 51), as de janeiro de 2017 e dezembro de 2017.

Para as amostras de OE de Niterói/RJ temos os grupos de UTO discriminados por meses: I – Elevado teor em ***E-nerolidol***: março, outubro e novembro de 2017; II- Elevado teor em ***E-nerolidol/ α -humuleno/ E-cariofileno***: maio e julho; III – Elevado teor em **linalool/ *E-nerolidol***: janeiro, fevereiro, abril, junho, agosto, setembro e dezembro de 2017; IV - Elevado teor em **1,8-cineol**: janeiro de 2018 (Figura 50).

Figura 49 – Dendrograma e gráfico de *two-way joining* de 13 amostras de óleos essenciais de *P. mollicomum* do acesso de Niterói/RJ (PMN), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.

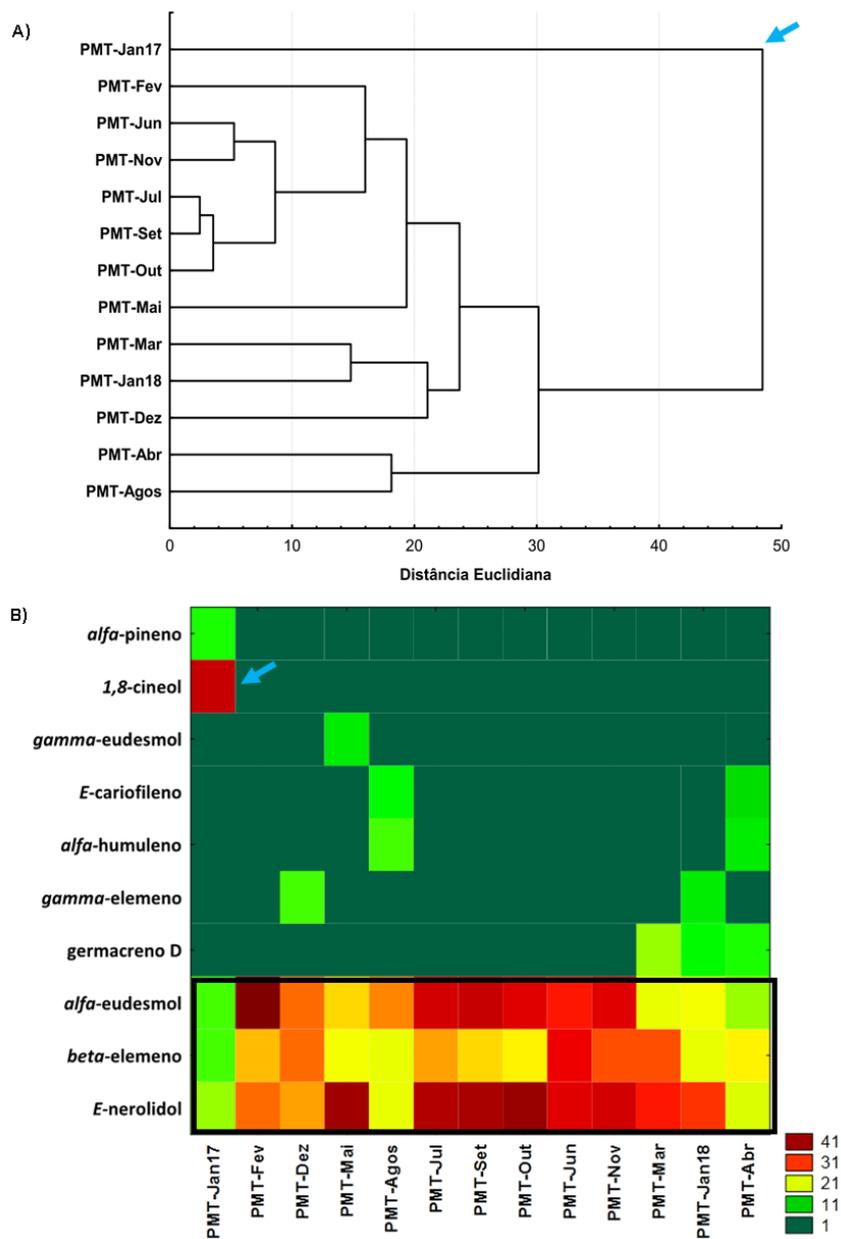


Legenda: *O programa não suporta o uso de símbolos. Dendrograma (A) e gráfico de *two-way joining* (B); #As setas demonstram semelhanças entre as amostras e as cores das setas representam: em **vermelho** – teores significativos de *1,8-cineol*.

Para as amostras de OE do acesso de Teresópolis/RJ, tem-se os grupos de UTO discriminados por meses: I – elevado teor em *E-nerolidol*, α -*eudesmol* e β -

elemeno - fevereiro de 2017 a janeiro de 2018; II - Elevado teor em ***E*-nerolidol** e **1,8-cineol** - janeiro de 2017 (Figura 35).

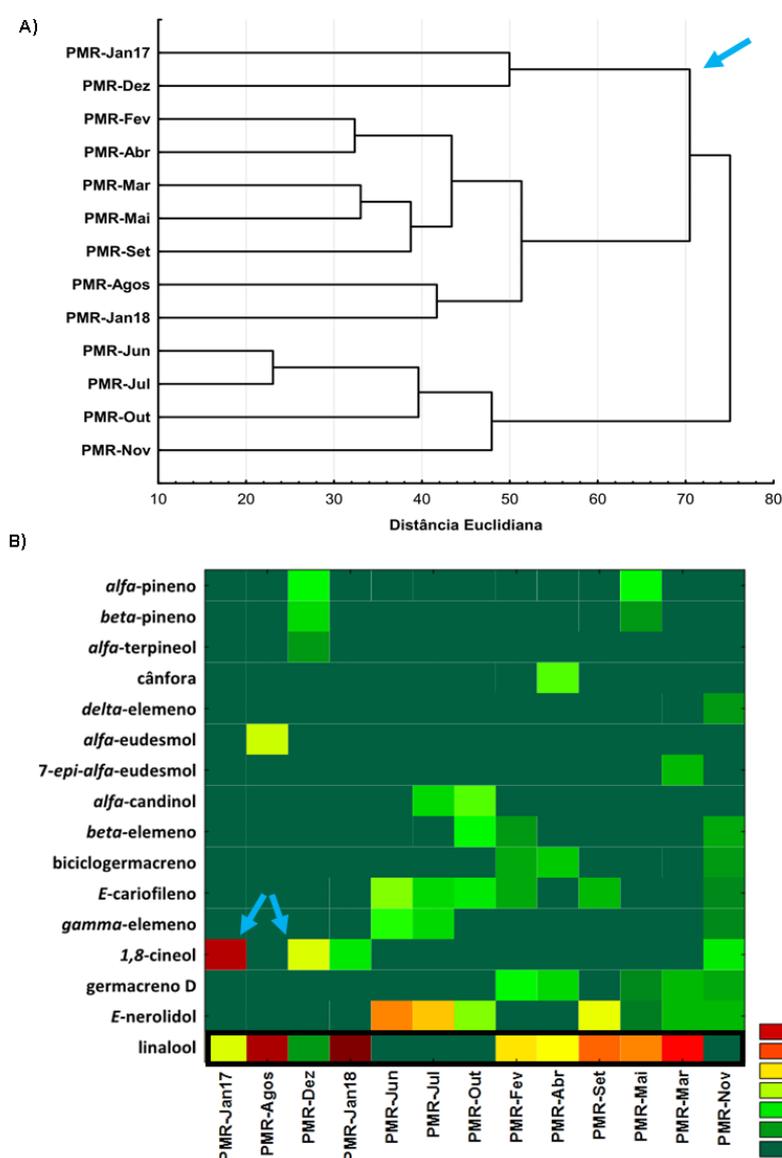
Figura 50 – Dendrograma e gráfico de *two-way joining* de 13 amostras de óleos essenciais de *P. mollicomum* do acesso de Teresópolis/RJ (PMT), de janeiro de 2017 a janeiro 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.



Legenda: *O programa não suporta o uso de símbolos. Dendrograma (A) e gráfico de *two-way joining* (B); #As setas demonstram semelhanças entre as amostras e as cores das setas representam: em azul – teores significativos de 1,8-cineol.

Para as amostras de OE do acesso do Rio de Janeiro/RJ, registrou-se os grupos UTO também discriminados por meses: I – Elevado teor de *E-nerolidol* - junho, julho, outubro e novembro de 2017; II – Elevado teor de **linalool**: fevereiro, março, abril, maio, agosto, setembro de 2017; III – Elevado teor em *1,8-cineol* e **linalool** - dezembro de 2017 e janeiro de 2018 (Figura 36).

Figura 51 – Dendrograma e gráfico de *two-way joining* de 13 amostras de óleos essenciais de *P. mollicomum* do acesso de Rio de Janeiro/RJ (A1-2), de janeiro de 2017 a janeiro de 2018, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.



Legenda: *O programa não suporta o uso de símbolos. Dendrograma (A) e gráfico de *two-way joining* (B); #As setas demonstram semelhanças entre as amostras e as cores das setas representam: em azul – teor significativo de *1,8-cineol*.

4.6.1 Composição química dos óleos essenciais do ciclo circadiano de *P. mollicomum* coletada a campo

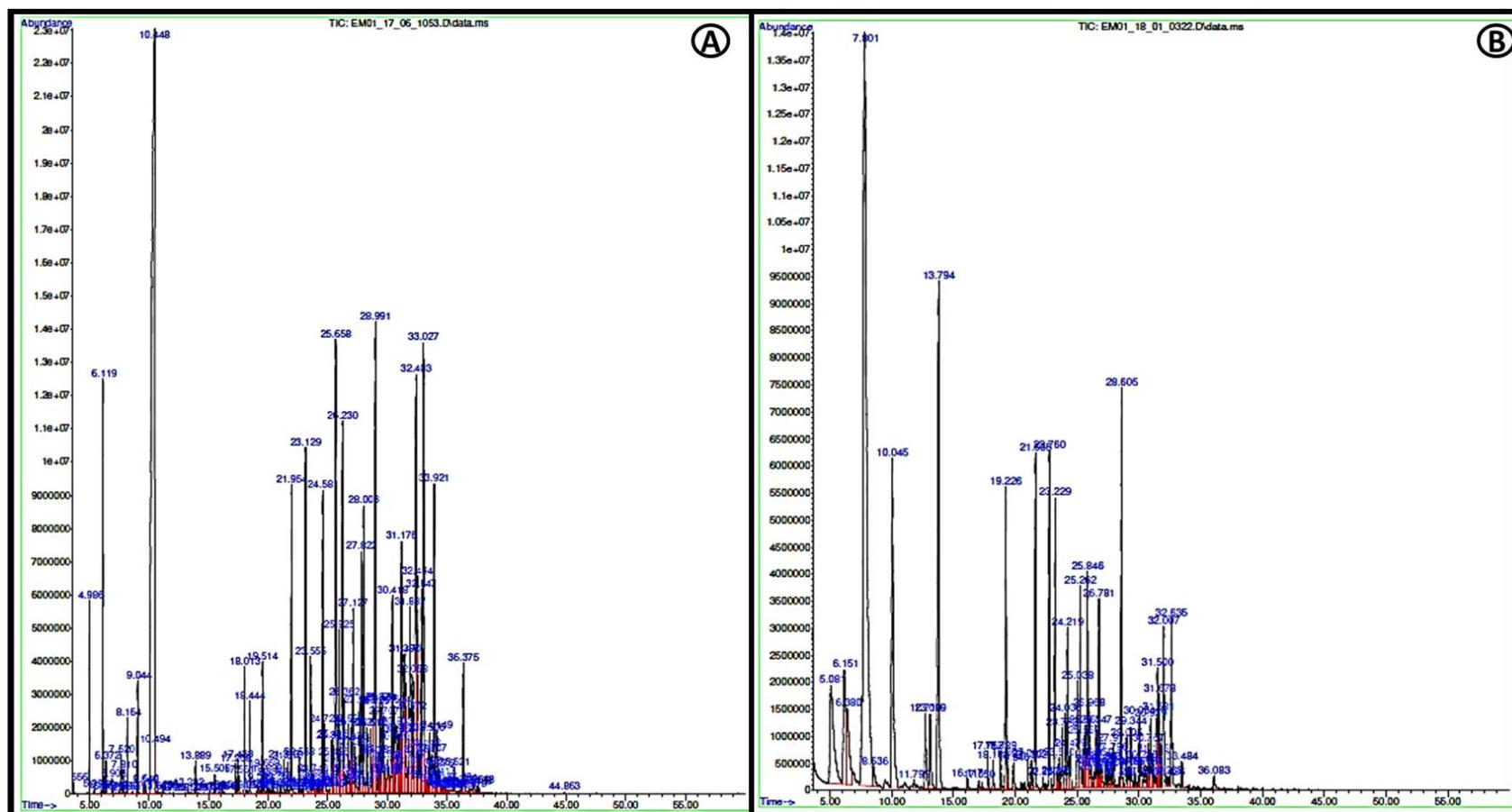
A composição química do óleo essencial de um indivíduo de *P. mollicomum* (acesso de Rio de Janeiro/ RJ) foi avaliada ao longo de 24h, nos meses de março (chuvoso) e de outubro (seco). Os perfis cromatográficos e composições químicas estão apresentados na figura 52 e tabelas 22 e 23, respectivamente.

A simples comparação visual dos perfis cromatográficos (Figura 52) demonstra modificação clara da composição majoritárias dos óleos essenciais nos dois períodos para o mesmo horário (meia noite).

No mês de março foi possível identificar 109 substâncias, variando entre 44 e 82 nos OE analisados. O total de substâncias identificadas ficou acima de 85% (87,10 a 99,80%), portanto, bastante adequado. Os rendimentos variaram entre 0,23 a 2,86%. Nesse mês, o espécime apresentava-se na fase vegetativa, com composição rica em monoterpenos oxigenados: **1,8-cineol** (0,22 a 8,01%), **linalool** (9,37 a 20,85%) e **cânfora** (0,01-20,51%). O sesquiterpeno oxigenado ***E*-nerolidol** também foi registrado em teor percentual relevante e durante todo o ciclo de estudo (1,35 a 16,12%) (Tabela 22).

No mês de outubro foi possível identificar um número menor de substância (85) com uma menor variação, entre 60 a 74, nos OE analisados. O total de substâncias identificadas ficou acima de 95% (96,04 a 99,51%), portanto, bastante adequado. Os rendimentos variaram entre 0,95 a 3,25%. O espécime apresentou-se em fase reprodutiva durante o estudo, com composição rica em monoterpenos oxigenados: **1,8-cineol** (7,46 a 28,43%), **linalool** (1,63-6,29%) e **α -terpineol** (2,71 a 7,49%) (Tabela 23).

Figura 52- Cromatogramas dos óleos essenciais de *P. mollicomum* coletada no horário de 0:00 h, no acesso de Rio de Janeiro/RJ (PMR).



Legenda: **A)** cromatograma obtido por CG-EM no mês de março; **B)** cromatograma obtido por CG-EM no mês de para outubro.

Tabela 22 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas no ciclo circadiano de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de março de 2017. (continua)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Porcentagem Relativa (%±SD*)							
			MARÇO DE 2017							
			00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
Monoterpenos - hidrocarbonetos			3,79	3,74	1,77	4,35	15,2	11,11	22,99	2,54
triciclono	927	925	-	-	-	-	-	-	0,17±0,01	-
α-thujeno	930	928-931	-	0,01±0,00	-	-	-	0,04±0,00	-	-
α-pineno	939	936-940	0,72±0,01	0,87±0,00	0,43±0,02	1,23±0,01	3,24±0,18	3,84±0,01	5,32±0,12	0,46±0,03
canfeno	954	953-957	0,02±0,00	0,02±0,00	-	-	6,81±0,23	0,08±0,00	9,68±0,15	0,17±0,01
sabineno	975	974-975	0,02±0,00	0,02±0,00	-	-	-	0,05±0,00	0,04±0,00	0,01±0,00
β-pineno	979	978-983	1,87±0,04	2,11±0,01	0,94±0,03	2,02±0,01	2,64±0,12	3,36±0,02	3,37±0,02	1,29±0,01
mirceno	991	989-994	0,14±0,00	0,12±0,00	0,09±0,01	0,19±0,00	0,76±0,00	0,76±0,00	1,34±0,01	0,08±0,00
α-felandreno	1003	1001-1004	0,08±0,00	0,17±0,00	0,04±0,00	0,13±0,00	-	0,04±0,00	0,13±0,00	0,03±0,00
p-mentha-1(7),8-dieno	1004	1003-1005	0,01±0,00	0,01±0,00	-	-	-	0,07±0,00	0,03±0,00	-
p-cimeno	1025	1023-1026	0,02±0,00	-	-	-	-	-	-	0,02±0,00
limoneno	1029	1027-1030	0,17±0,03	0,2±0,01	0,18±0,00	0,45±0,03	1,47±0,01	1,58±0,01	2,46±0,12	0,14±0,01
Z-β-ocimeno	1037	1037- 1038	0,32±0,00	0,05±0,01	0,09±0,02	0,06±0,00	0,28±0,00	0,91±0,00	0,05±0,00	0,33±0,01
E-β-ocimeno	1050	1043-1052	0,31±0,01	0,13±0,01	-	0,25±0,02	-	-	0,13±0,02	0,01±0,00
γ-terpineno	1060	1059-1061	0,01±0,00	0,01±0,00	-	-	-	0,25±0,00	0,08±0,00	-
terpinoleno	1089	1087-1091	0,04±0,00	0,03±0,00	-	0,02±0,00	-	0,13±0,00	0,19±0,01	-
Monoterpenos - oxigenados			22,08	18,48	17,65	17,56	30,93	38,01	32,51	21,88
1,8-cineol	1033	1034-1036	-	-	1,79±0,01	2,37±0,06	1,05±0,02	8,01±0,00	0,22±0,01	0,07±0,01
óxido de cis-linalool	1087	1087-1088	0,72±0,00	0,16±0,00	0,72±0,01	0,18±0,00	-	0,36±0,00	0,11±0,01	1,47±0,15
linalool	1097	1099-1103	20,85±0,05	18,07±0,13	15,01±0,23	14,88±0,05	12,39±0,17	12,21±0,00	9,37±0,15	19,26±0,21
ipsenol	1100	1101-1105	0,17±0,02	-	-	0,12±0,00	-	0,28±0,00	-	0,02±0,00
6-cânfenol	1114	1111-1115	0,01±0,00	-	-	-	0,27±0,00	0,04±0,00	0,80±0,01	0,02±0,00
cânfora	1146	1141-1145	0,01±0,00	-	-	0,01±0,00	16,50±0,18	15,13±0,03	20,51±0,17	0,94±0,02
borneol	1169	1163-1170	-	-	-	-	0,72±0,01	-	0,10±0,00	0,02±0,00

Tabela 22 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas no ciclo circadiano de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de março de 2017. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
α -terpineol	1189	1183-1190	0,15±0,01	0,15±0,02	0,05±0,01	-	-	1,96±0,02	0,87±0,02	0,01±0,00
acetato de borneol	1289	1285-1291	-	-	-	-	-	-	0,48±0,01	0,01±0,00
acetato de nerila	1362	1360-1364	0,07±0,01	0,08±0,00	0,08±0,00	-	-	0,02±0,01	0,05±0,00	0,06±0,00
<i>Sesquiterpenos-hidrocarbonetos</i>			26,81	32,28	32,71	32,51	27,91	31,7	22,15	29,92
δ -elemeno	1338	1336-1339	0,06±0,00	-	1,25±0,06	1,13±0,01	4,20±0,03	0,83±0,00	0,35±0,03	0,94±0,12
α -cubebeno	1351	1349-1352	0,03±0,01	0,03±0,00	-	-	-	-	-	0,04±0,00
α -ylangeno	1375	1372-1378	0,07±0,01	0,08±0,00	0,08±0,00	-	-	0,08±0,00	0,04±0,00	0,07±0,00
isoledeno	1376	1374	-	-	-	-	-	-	0,01±0,00	-
α -copaeno	1377	1374-1378	0,21±0,00	0,16±0,00	0,24±0,02	0,17±0,00	-	0,23±0,01	0,13±0,01	0,31±0,01
β -bourboneno	1388	1384-1389	0,21±0,00	0,20±0,01	0,28±0,01	0,23±0,02	-	0,36±0,02	0,36±0,02	0,27±0,03
β -elemeno	1391	1386	2,16±0,00	2,08±0,00	2,99±0,10	2,80±0,02	0,23±0,00	3,45±0,32	3,60±0,15	2,96±0,02
sativeno	1392	1389-1393	0,04±0,00	0,03±0,00	-	-	-	-	-	0,04±0,01
α -gurjuneno	1410	1404-1412	0,24±0,00	0,32±0,00	-	0,23±0,01	0,25±0,01	0,40±0,01	0,16±0,01	0,28±0,00
<i>E</i> -cariofileno	1419	1416-1419	2,71±0,01	5,25±0,04	3,42±0,21	3,47±0,02	3,14±0,01	3,96±0,05	2,80±0,03	3,04±0,03
<i>E</i> - α -ioneno	1430	1428	0,01±0,00	-	-	-	-	-	-	-
β -gurjuneno	1434	1432-1433	0,01±0,00	-	1,34±0,15	-	-	-	-	0,01±0,00
γ -elemeno	1437	1436-1438	1,01±0,01	1,46±0,08	-	1,27±0,02	1,39±0,02	1,70±0,03	1,49±0,16	1,84±0,21
α -guaiano	1440	1436-1441	-	0,22±0,01	-	0,15±0,01	-	0,17±0,00	0,26±0,02	-
aromadendreno	1441	1438-1439	0,1±0,00	0,04±0,01	-	0,11±0,01	-	0,14±0,01	0,02±0,00	-
<i>cis</i> -muuroala-3,5-dieno	1450	1448-1451	0,06±0,01	0,05±0,01	-	-	-	0,03±0,00	0,02±0,00	0,08±0,00
<i>trans</i> -muuroala-3,5-dieno	1454	1450-1455	0,07±0,01	0,17±0,00	0,15±0,01	-	-	0,09±0,00	0,08±0,00	0,10±0,00
α -neo-cloveno	1454	1450-1453	-	-	-	-	-	0,10±0,02	0,10±0,00	-
α -humuleno	1455	1451-1457	2,16±0,02	4,65±0,15	3,01±0,16	2,97±0,03	2,55±0,02	3,04±0,02	1,62±0,32	1,74±0,12
<i>E</i> - β -farneseno	1457	1455-1458	0,54±0,01	-	-	-	-	-	-	0,02±0,00
<i>allo</i> -aromadendreno	1460	1455-1461	-	0,78±0,01	-	0,28±0,00	0,52±0,01	0,87±0,01	0,28±0,00	0,48±0,01
9- <i>epi</i> - <i>E</i> -cariofileno	1466	1465-1469	-	0,03±0,00	-	0,51±0,04	-	-	-	-
β -chamigreno	1478	1478	-	0,59±0,00	-	-	-	-	-	-

Tabela 22 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas no ciclo circadiano de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de março de 2017. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
α -amorfeno	1485	1484-1489	0,38±0,01	0,42±0,00	-	0,40±0,00	0,40±0,00	0,57±0,02	0,36±0,00	0,44±0,00
germacreno D	1485	1484-1490	3,93±0,03	3,42±0,08	5,15±0,22	6,07±0,03	5,11±0,02	5,43±0,12	5,98±0,42	5,04±0,02
<i>cis</i> -eudesma-6,11-dieno	1490	1485-1491	-	1,69±0,05	1,62±0,03	-	-	-	-	-
β -selineno	1490	1487-1490	1,53±0,00	0,23±0,00	-	1,54±0,08	1,22±0,02	1,26±0,03	1,00±0,01	1,82±0,03
γ -amorfeno	1496	1495-1498	0,17±0,00	-	-	0,18±0,00	-	-	0,06±0,00	0,19±0,00
biciclogermacreno	1500	1492-1502	3,59±0,00	1,90±0,07	4,48±0,04	4,3±0,07	4,82±0,12	3,13±0,02	0,96±0,02	3,77±0,15
α -muuroleno	1500	1498-1502	0,13±0,00	0,74±0,01	0,82±0,01	0,14±0,00	-	-	-	0,11±0,00
<i>trans</i> - β -guaieno	1503	1503-1506	0,09±0,00	-	-	-	-	-	-	-
β -bisaboleno	1506	1505-1507	-	0,15±0,01	0,14±0,00	-	-	-	-	-
<i>E,E</i> - α -farneseno	1506	1502-1509	0,48±0,00	0,01±0,00	0,31±0,00	0,63±0,03	0,64±0,03	2,74±0,12	0,16±0,00	0,69±0,02
γ -cadineno	1514	1514-1516	-	0,65±0,00	0,77±0,00	0,49±0,02	1,10±0,00	0,68±0,01	-	0,62±0,01
δ -cadineno	1523	1521-1524	1,51±0,00	1,67±0,10	1,84±0,02	1,61±0,02	1,74±0,02	1,62±0,02	0,86±0,03	1,68±0,01
zonareno	1530	1528-1531	0,6±0,00	0,68±0,01	0,70±0,01	0,41±0,01	-	-	0,23±0,00	0,45±0,01
<i>E</i> - γ -bisaboleno	1531	1530-1532	-	0,10±0,01	0,53±0,01	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -cadinina-1(2)4-dieno	1535	1532-1538	0,04±0,00	0,51±0,00	-	0,20±0,00	-	-	0,17±0,00	0,65±0,04
α -cadineno	1539	1541-1545	1,67±0,00	1,34±0,00	1,36±0,12	0,66±0,03	-	-	-	-
selina-3,7(11)-dieno	1547	1546-1549	1,97±0,00	1,58±0,02	1,58±0,01	1,48±0,05	-	-	0,37±0,00	1,40±0,02
germacreno B	1561	1560-1562	0,46±0,00	0,64±0,00	0,65±0,01	0,57±0,01	0,60±0,00	0,71±0,01	0,68±0,02	0,84±0,02
α -calacoreno	1566	1565	-	-	-	-	-	0,11±0,00	-	-
Sesquiterpenos - oxigenados			27,19	38,31	38,99	29,44	18,49	15,49	10,22	25,57
dehidro-aromadendreno	1463	1461-1463	-	0,05±0,01	-	-	-	0,03±0,00	-	-
cubebol	1515	1515-1518	0,34±0,00	1,00±0,02	0,56±0,02	-	-	0,41±0,00	-	-
elemol	1550	1549-1550	0,57±0,00	0,44±0,00	0,66±0,03	-	-	-	0,63±0,03	0,86±0,08
silphiperfol-5-en-3-ol A	1560	1558-1559	-	-	-	1,74±0,02	-	-	-	0,22±0,00
<i>E</i> -nerolidol	1563	1561-1568	4,55±0,00	14,69±0,18	16,12±0,15	7,46±0,08	6,82±0,12	4,71±0,12	2,16±0,12	1,35±0,02
palustol	1567	1565-1573	0,25±0,00	-	0,38±0,10	0,28±0,00	0,50±0,01	0,27±0,01	0,15±0,00	0,29±0,00
espatulenol	1578	1576-1580	0,66±0,01	0,01±0,00	0,75±0,01	0,82±0,15	0,82±0,01	0,49±0,00	0,17±0,00	1,31±0,02

Tabela 22 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas no ciclo circadiano de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de março de 2017. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
óxido de cariofileno	1583	1582-1584	0,76±0,00	1,31±0,00	0,81±0,00	0,77±0,01	0,89±0,02	0,78±0,02	0,55±0,03	0,76±0,03
glubulol	1585	1583-1586	0,6±0,00	0,71±0,00	0,93±0,00	-	-	-	-	-
gleenol	1587	1586-1589	0,18±0,00	0,21±0,00	0,18±0,00	-	-	-	-	-
viridiflorol	1593	1588-1595	0,3±0,00	1,79±0,23	0,41±0,00	0,59±0,03	0,34±0,01	0,60±0,00	0,19±0,00	0,57±0,02
carotol	1595	1593-1598	0,19±0,01	1,15±0,02	0,44±0,00	-	-	-	-	0,16±0,00
guaiol	1601	1596-1602	0,13±0,00	0,62±0,01	-	0,17±0,00	-	0,29±0,01	-	0,28±0,01
10- <i>epi</i> - γ -eudesmol	1624	1618-1625	1,64±0,01	0,44±0,00	3,24±0,23	1,73±0,03	1,52±0,03	1,93±0,02	0,86±0,03	1,77±0,02
<i>trans</i> -isolongifolanona	1626	1625-1627	0,29±0,00	-	-	0,75±0,02	0,91±0,01	0,76±0,01	0,16±0,00	-
2- <i>epi</i> - α -cendren-3-ona	1627	1625-1628	0,13±0,00	-	-	-	-	-	-	0,83±0,01
<i>E</i> -sesquilavandulol	1632	1628-1634	-	-	-	0,57±0,01	0,42±0,01	-	-	0,36±0,03
<i>cis</i> -cadin-4-en-7-ol	1637	1632-1639	-	1,63±0,02	1,21±0,12	0,37±0,03	0,56±0,02	-	-	-
<i>epi</i> - α -cadinol	1640	1639-1642	1,64±0,00	1,23±0,01	0,79±0,02	-	0,47±0,01	1,85±0,02	0,89±0,03	0,54±0,02
cariofila-4(14),8(15)-dien-5. α -ol	1641	1638-1648	0,09±0,01	0,16±0,00	0,41±0,01	-	-	-	0,14±0,00	-
epoxy- <i>allo</i> -alloaromadendreno	1641	1636-1643	-	-	-	0,64±0,02	-	-	-	-
2- <i>epi</i> - β -cendren-3-one	1642	1641-1643	1,97±0,00	0,42±0,00	0,89±0,01	-	-	-	-	7,26±0,08
hinesol	1642	1641-1642	0,23±0,00	0,12±0,00	1,41±0,03	-	-	-	-	-
<i>epi</i> - α -muurolol	1645	1640-1646	0,44±0,00	2,41±0,02	1,36±0,02	-	1,39±0,03	0,50±0,00	0,27±0,00	4,34±0,15
α -muurolol	1646	1643-1648	1,22±0,00	1,44±0,01	-	-	-	0,76±0,02	0,56±0,01	-
cubenol	1647	1643-1649	-	-	-	0,93±0,03	-	-	-	-
α -cadinol	1654	1642-1661	-	-	-	-	-	1,60±0,00	1,55±0,00	1,82±0,23
α -eudesmol	1654	1648-1663	5,59±0,00	3,62±0,01	3,18±0,02	0,48±0,00	-	-	0,20±0,00	-
neo-intermedeol	1660	1660-1662	1,13±0,00	1,13±0,00	0,72±0,01	1,46±0,04	0,15±0,00	-	-	0,81±0,03
7- <i>epi</i> - α -eudesmol	1664	1658-1665	-	-	-	6,44±0,28	2,74±0,02	-	0,63±0,01	-
intermedeol	1667	1664-1669	1,46±0,00	1,05±0,00	1,14±0,01	1,12±0,03	-	-	-	-
β -bisabolol	1675	1672	-	-	-	0,32±0,01	-	-	-	-
óxido de α -bisabolona A	1685	1680-1682	-	-	0,35±0,00	0,30±0,00	-	-	-	-

Tabela 22 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas no ciclo circadiano de *P. mollicomum* (PM) do acesso de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de março de 2017. (conclusão)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
eudesm-7(11)-en-4-ol	1700	1700-1702	2,4±0,01	2,11±0,07	2,58±0,15	0,36±0,03	0,52±0,00	0,01±0,00	0,40±0,00	2,04±0,06
Z,E-farnesol	1701	1700-1704	-	-	-	-	-	0,07±0,00	0,01±0,00	-
acetato de cariofileno	1701	1703-1707	0,38±0,02	0,67±0,00	0,47±0,01	2,14±0,01	0,44±0,00	0,43±0,01	0,70±0,00	-
Outras substâncias**			7,27	3,58	5,6	3,24	1,7	3,49	1,57	7,3
2-hexen-1-ol	855	856	0,02±0,01	-	-	-	-	-	-	0,01±0,00
1-dodeceno	1190	1189-1191	-	-	-	0,09±0,00	-	0,12±0,00	-	0,01±0,00
2-undecanona	1294	1287-1293	0,71±0,01	0,48±0,00	0,57±0,05	0,79±0,02	0,76±0,02	0,60±0,00	0,27±0,03	1,55±0,24
undecanal	1307	1305-1307	0,51±0,01	0,29±0,00	0,63±0,03	0,65±0,01	0,35±0,00	0,63±0,00	0,42±0,01	0,30±0,00
2-tridecanona	1496	1495-1497	0,77±0,00	-	-	0,81±0,01	-	1,11±0,01	0,51±0,23	0,96±0,02
benzoato de benzila	1760	1759-1766	0,96±0,00	1,56±0,03	0,99±0,02	0,90±0,00	0,59±0,00	1,03±0,02	0,37±0,02	0,86±0,03
6-acetil-7-hidroxi-2,2-dimetilbenzopirano	1762	1669-1671	4,27±0,19	1,23±0,03	3,41±0,02	-	-	-	-	3,61±0,23
Números de Substâncias Identificadas			82	78	60	65	44	66	71	74
Total de substâncias quantificadas			87,14	96,39	96,72	87,1	94,23	99,8	89,44	87,21
Rendimentos de OE %			1,56	1,63	2,86	1,11	0,52	0,23	1,32	1,42
Atividade Fenológica			<i>Fase vegetativo</i>							

Legenda: IR_{lit} – Índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007;2017); IR_{calc} -Índices de retenção calculados (variação); *O teor está em média (%) ± desvio padrão (SD); ** As outras substâncias são os n-alcanos, álcoois e cetonas; Áreas hachuradas em azul evidenciam substâncias com valores (%) significativos para o estudo.

Tabela 23 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) do ciclo circadiano das folhas de *P. mollicomum* (PM) dos acessos de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de outubro de 2017. (continua)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	Porcentagem Relativa (%±SD*)							
			OUTUBRO DE 2017							
			00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
Monoterpenos - hidrocarbonetos			9,95	13,92	7,99	1,90	12,08	9,26	3,01	9,26
<i>α</i> -pineno	932	933-938	4,20±0,15	5,70±0,52	3,37±0,21	0,92±0,02	5,31±0,03	4,02±0,02	1,06±0,02	4,02±0,04
<i>β</i> -pineno	974	975-979	5,36±0,38	6,76±0,13	4,18±0,02	0,98±0,01	6,28±0,15	4,85±0,24	1,95±0,14	4,85±0,12
limoneno	1024	1023	-	0,94±0,01	-	-	-	-	-	-
<i>γ</i> -terpineno	1054	1048-1056	0,39±0,02	0,46±0,01	0,33±0,00	-	0,44±0,02	0,39±0,01	-	0,39±0,00
terpinoleno	1086	1086	-	0,06±0,02	0,11±0,00	-	0,05±0,00	-	-	-
Monoterpenos - oxigenados			44,73	40,44	40,49	12,56	42,2	38,89	31,16	39,12
1,8-cineol	1033	1032-1036	28,43±0,89	27,01±1,03	25,10±0,38	7,46±0,78	27,85±0,15	25,97±0,32	17,42±1,23	25,97±2,35
linalool	1097	1099-1103	6,29±0,03	5,30±0,85	5,76±0,32	1,63±0,09	5,48±0,38	5,12±0,21	3,42±0,80	5,12±0,74
cânfora	1146	1141-1145	0,10±0,00	0,14±0,01	0,52±0,03	-	0,10±0,01	-	3,50±0,15	0,23±0,03
<i>δ</i> -terpineol	1166	1165-1166	1,11±0,00	0,90±0,00	0,99±0,01	0,35±0,03	0,94±0,00	0,80±0,02	0,81±0,01	0,80±0,01
terpinen-4-ol	1177	1171-1177	1,12±0,00	0,90±0,00	0,97±0,00	0,35±0,08	1,00±0,00	0,83±0,00	0,66±0,02	0,83±0,03
<i>α</i> -terpineol	1189	1183-1190	7,49±0,12	6,11±0,50	6,84±0,12	2,71±0,03	6,56±0,16	6,03±0,08	5,15±0,08	6,03±0,08
piperitona	1253	1250-1252	0,10±0,00	0,08±0,00	0,11±0,01	-	0,08±0,00	0,07±0,00	0,20±0,00	0,07±0,00
acetato de borneol	1289	1287-1289	0,09±0,00	-	0,12±0,00	-	0,10±0,02	-	-	-
acetato de nerila	1362	1360-1364	-	-	0,08±0,01	0,06±0,00	0,09±0,01	0,07±0,00	-	0,07±0,00
Sesquiterpenos-hidrocarbonetos			29,21	31,44	30,76	53,21	31,26	33,06	46,47	33,37
<i>δ</i> -elemeno	1338	1336-1340	3,33±0,32	3,73±0,24	3,40±0,45	5,18±0,32	3,42±0,25	3,66±0,03	6,66±1,23	3,66±0,82
<i>α</i> -cubebeno	1351	1351-1552	0,30±0,01	0,37±0,00	0,40±0,00	0,63±0,00	0,47±0,03	0,43±0,03	0,46±0,06	0,43±0,00
<i>α</i> -ylangeno	1375	1374-1376	-	-	0,08±0,00	0,12±0,00	0,10±0,02	-	-	-
<i>α</i> -copaeno	1377	1375-1377	0,29±0,03	0,27±0,03	0,22±0,02	0,34±0,02	0,27±0,01	0,26±0,02	0,33±0,00	0,26±0,02
<i>β</i> -bourboneno	1388	1383-1385	0,27±0,00	0,29±0,14	0,28±0,01	0,58±0,01	0,30±0,02	0,31±0,02	0,38±0,00	0,31±0,00
<i>β</i> -elemeno	1391	1390-1392	3,14±0,02	3,48±0,03	3,35±0,17	5,54±0,03	3,66±0,03	3,77±0,87	4,50±0,06	3,77±0,29

Tabela 23 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) do ciclo circadiano das folhas de *P. mollicomum* (PM) dos acessos de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de outubro de 2017. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
sativeno	1392	1392-1398	-	-	-	0,09±0,00	-	-	-	-
α -gurjuneno	1410	1406-1412	0,12±0,00	0,11±0,02	0,12±0,01	0,14±0,00	0,11±0,02	0,11±0,01	0,27±0,00	0,11±0,00
<i>E</i> -cariofileno	1419	1415-1416	3,71±0,03	3,82±0,78	3,70±0,02	5,65±0,06	3,84±0,23	3,97±0,18	6,02±0,19	3,97±0,37
β -ylangeneno	1421	1421-1423	-	-	0,06±0,01	0,08±0,01	-	-	-	-
γ -elemeno	1437	1436-1438	3,11±0,32	3,33±0,20	3,17±0,02	5,65±0,15	3,09±0,36	3,49±0,15	4,17±0,23	3,49±0,23
α -guaiano	1440	1441-1442	0,15±0,00	0,17±0,00	-	0,30±0,00	0,17±0,09	0,19±0,00	-	0,19±0,00
aromadendreno	1441	1443	0,26±0,02	0,26±0,01	0,25±0,01	0,37±0,00	0,21±0,00	0,27±0,00	0,46±0,00	0,25±0,00
<i>cis</i> -muurolo-3,5-dieno	1450	1452	0,60±0,01	0,67±0,03	0,57±0,00	1,20±0,01	0,63±0,03	0,67±0,00	0,81±0,00	0,67±0,01
<i>trans</i> -muurolo-3,5-dieno	1454	1452-1453	0,73±0,03	0,81±0,02	0,71±0,02	1,52±0,00	0,79±0,00	0,82±0,00	0,88±0,02	0,82±0,01
α -humuleno	1455	1456	1,37±0,12	1,42±0,04	1,57±0,06	2,14±0,03	1,48±0,02	1,56±0,02	2,67±0,15	1,56±0,23
<i>allo</i> -aromadendreno	1460	1459-1460	0,69±0,01	0,31±0,03	0,33±0,01	0,51±0,00	0,30±0,01	0,31±0,00	0,77±0,03	0,31±0,00
9- <i>epi</i> - <i>E</i> -cariofileno	1466	1470	-	0,44±0,00	0,37±0,00	0,70±0,00	0,43±0,02	0,45±0,03	0,51±0,00	0,45±0,01
α -amorfenno	1485	1485-1489	1,29±0,03	1,41±0,15	1,37±0,03	2,36±0,03	0,23±0,00	-	0,24±0,01	1,43±0,02
germacreno D	1485	1490	1,85±0,54	1,95±0,01	1,85±0,14	3,68±0,05	1,17±0,06	1,43±0,23	1,98±0,29	2,06±0,08
β -selineno	1490	1490	0,58±0,02	0,65±0,06	0,76±0,00	1,66±0,05	1,86±0,02	2,06±0,05	2,42±0,28	0,69±0,02
<i>trans</i> -muurolo-4(14),5-dieno	1494	1494-1495	0,58±0,03	0,60±0,01	0,62±0,02	0,84±0,02	0,65±0,03	0,69±0,02	1,09±0,03	0,70±0,01
γ -amorfenno	1496	1497	-	-	-	-	0,62±0,00	0,70±0,03	1,14±0,01	-
biciclogermacreno	1500	1498-1501	2,04±0,02	2,25±0,03	2,10±0,03	3,63±0,02	2,02±0,03	2,14±0,15	3,73±0,02	2,14±0,03
α -muuroloeno	1500	1502	1,00±0,01	1,10±0,02	1,17±0,02	2,23±0,20	1,12±0,06	1,22±0,03	0,72±0,04	1,22±0,02
<i>trans</i> - β -guaiano	1503	1504-1505	0,18±0,02	0,20±0,00	0,20±0,00	0,37±0,00	0,22±0,02	0,24±0,05	-	0,24±0,03
β -bisaboleno	1506	1506-1507	-	-	-	-	0,08±0,00	-	-	-
<i>E,E</i> - α -farneseno	1506	1509	0,11±0,00	0,14±0,00	0,12±0,02	0,50±0,03	0,13±0,01	0,16±0,03	-	0,16±0,06
δ -amorfenno	1512	1510-1512	0,61±0,01	0,63±0,01	0,65±0,03	1,08±0,04	0,63±0,02	0,74±0,00	1,23±0,19	0,74±0,03
γ -cadineno	1514	1514-1515	0,21±0,00	0,30±0,02	0,31±0,00	0,83±0,01	0,40±0,00	0,27±0,03	0,93±0,02	0,27±0,08
δ -cadineno	1523	1525	1,54±0,23	1,59±0,26	1,69±0,15	2,81±0,41	1,65±0,12	1,75±0,50	2,23±0,00	1,75±0,12
zonareno	1530	1528-1529	0,18±0,00	0,16±0,00	0,21±0,00	0,37±0,01	0,19±0,01	0,19±0,00	0,25±0,04	0,19±0,00
<i>E</i> - γ -bisaboleno	1531	1530-1531	0,21±0,01	0,23±0,01	0,28±0,00	0,44±0,00	0,19±0,00	0,26±0,03	0,33±0,01	0,26±0,06
<i>trans</i> -cadin-1(2)4-dieno	1535	1538	0,23±0,03	0,26±0,01	0,27±0,00	0,56±0,03	0,30±0,02	0,31±0,00	0,42±0,02	0,31±0,02
α -cadineno	1539	1540-1541	0,26±0,00	0,28±0,02	0,28±0,04	0,56±0,00	0,27±0,00	0,32±0,01	0,35±0,00	0,32±0,00

Tabela 23 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) do ciclo circadiano das folhas de *P. mollicomum* (PM) dos acessos de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de outubro de 2017. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
selina-3,7(11)-dieno	1547	1544-1546	0,17±0,02	0,17±0,01	0,18±0,02	0,41±0,02	0,17±0,01	0,21±0,06	0,52±0,00	0,54±0,00
germacreno B	1561	1562	0,10±0,01	0,04±0,00	0,12±0,01	0,14±0,00	0,09±0,00	0,10±0,01	-	0,10±0,00
Sesquiterpenos - oxigenados			13,05	11,36	15,69	25,65	8,85	14,36	14,14	14,06
elemol	1550	1550	0,35±0,01	0,34±0,00	0,49±0,01	0,68±0,01	0,41±0,01	0,99±0,00	0,21±0,00	0,45±0,00
silfiperfol-5-en-3.ol A	1560	1559	-	-	-	0,88±0,02	-	-	-	-
<i>E</i> -nerolidol	1563	1565	3,82±0,03	3,38±0,52	4,64±0,42	6,43±0,87	3,73±0,15	4,45±0,25	3,45±0,01	4,45±0,74
palustol	1567	1570	-	-	0,13±0,00	-	-	0,12±0,00	-	0,12±0,00
espatulenol	1578	1579-1580	0,49±0,08	0,51±0,01	0,64±0,00	1,19±0,03	0,53±0,01	0,53±0,01	0,97±0,03	0,53±0,02
óxido de cariofileno	1583	1584-1585	0,24±0,01	0,21±0,01	0,37±0,00	0,48±0,00	0,26±0,00	0,27±0,03	0,49±0,00	0,27±0,00
glubulol	1585	1585-1586	0,56±0,02	0,39±0,02	0,66±0,00	0,87±0,00	0,34±0,03	0,44±0,01	0,95±0,01	0,44±0,01
viridiflorol	1593	1588-1594	0,17±0,01	0,13±0,00	0,22±0,00	0,32±0,01	0,12±0,00	0,16±0,00	0,40±0,03	0,16±0,00
carotol	1595	1595-1596	-	0,08±0,00	0,14±0,00	0,20±0,00	0,56±0,00	0,68±0,03	0,25±0,00	0,68±0,01
guaiol	1601	1596-1599	0,59±0,02	0,56±0,00	0,74±0,00	1,05±0,02	-	-	-	-
epóxido de humuleno II	1608	1605-1608	0,31±0,01	0,27±0,00	0,44±0,00	0,64±0,20	0,08±0,00	-	-	0,32±0,03
10- <i>epi</i> - γ -eudesmol	1624	1614-1617	-	-	0,09±0,00	0,17±0,00	-	-	-	-
isologifolan-7- α -ol	1619	1619	0,16±0,02	0,17±0,01	0,22±0,00	0,32±0,00	0,20±0,00	-	0,81±0,01	0,08±0,01
1- <i>epi</i> -cubenol	1629	1628	0,76±0,03	0,66±0,05	0,20±0,00	0,51±0,00	0,69±0,00	0,87±0,02	0,45±0,02	0,19±0,01
γ -eudesmol	1632	1631-1632	0,41±0,12	0,37±0,01	-	-	0,36±0,00	0,47±0,01	-	0,47±0,00
<i>cis</i> -cadin-4-en-7-ol	1637	1636-1638	-	-	0,53±0,00	0,82±0,00	-	-	0,26±0,00	0,18±0,02
hinesol	1640	1639	-	-	-	1,66±0,04	-	-	-	-
<i>epi</i> - α -cadinol	1640	1641-1642	0,98±0,07	0,88±0,02	1,20±0,01	1,43±0,03	1,57±0,04	1,09±0,12	1,29±0,01	1,09±0,12
cariofila-4(14),8(15)-dien-5- α -ol	1641	1643	-	-	0,20±0,00	0,74±0,01	-	-	-	-
epoxy- <i>allo</i> -alloaromadendreno	1641	1644	-	-	-	0,30±0,00	-	-	-	-
<i>epi</i> - α -muurolol	1645	1646	0,52±0,00	0,43±0,00	0,63±0,01	1,01±0,03	-	0,56±0,01	0,57±0,01	0,59±0,02
α -muurolol	1646	1647-1648	0,75±0,02	0,67±0,06	1,02±0,03	1,64±0,23	-	0,96±0,02	0,80±0,01	0,96±0,01
α -cadinol	1654	1652-1653	2,05±0,12	1,65±0,03	2,44±0,15	3,41±0,32	-	2,25±0,24	2,57±0,03	2,25±0,02

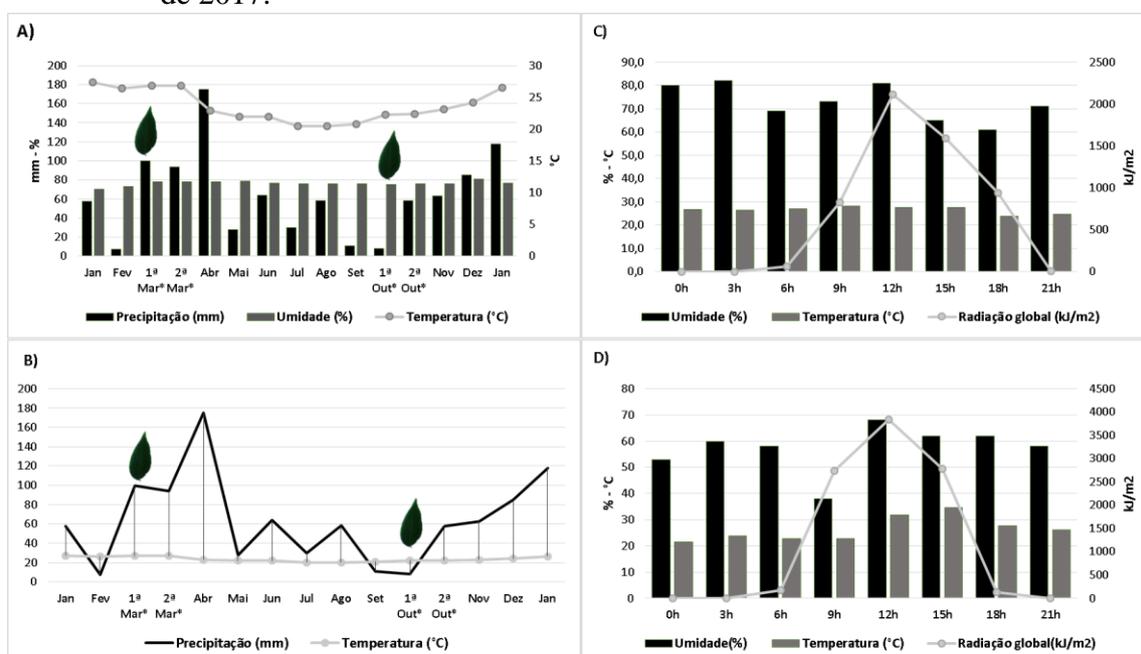
Tabela 23 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) do ciclo circadiano das folhas de *P. mollicomum* (PM) dos acessos de Rio de Janeiro/ RJ (PMR), no mês de outubro de 2017. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
α -eudesmol	1654	1653-1654	0,09±0,00	0,09±0,00	0,20±0,03	-	-	-	-	-
selin-11-en-4- α -ol	1658	1658	0,07±0,00	0,06±0,00	0,13±0,01	-	-	-	-	0,15±0,01
7- <i>epi</i> - α -eudesmol	1664	1662	0,19±0,02	-	-	0,43±0,01	-	0,15±0,00	0,35±0,03	0,13±0,01
<i>E</i> -bisabol-11-ol	1667	1667-1668	0,35±0,02	0,35±0,02	0,14±0,00	0,22±0,00	-	-	0,15±0,00	0,31±0,01
intermedeol	1667	1669	-	-	-	0,25±0,01	-	0,13±0,02	-	-
eudesm-7(11)-en-4-ol	1700	1700	0,19±0,02	0,16±0,00	0,22±0,01	-	-	0,24±0,01	0,17±0,00	0,24±0,03
Outras substâncias**			2,57	2,09	2,81	4,56	1,65	2,85	3,09	2,85
2-undecanona	1294	1286-1293	0,36±0,01	0,33±0,00	0,48±0,00	0,26±0,01	0,45±0,01	0,34±0,00	0,92±0,01	0,34±0,00
undecanal	1307	1307-1308	0,28±0,01	0,27±0,00	0,36±0,02	0,31±0,00	0,35±0,02	0,33±0,00	0,45±0,03	0,33±0,00
6-acetil-7-hidroxi-2,2-dimetilbenzopirano	1762	1762-1769	1,77±0,12	1,49±0,26	1,73±0,11	3,40±0,28	0,85±0,03	2,18±0,13	1,29±0,17	2,18±0,16
benzoato de benzila	1760	1761-1762	0,16±0,00	-	0,24±0,01	0,59±0,01	-	-	0,43±0,01	-
Números de substâncias identificadas			67	68	74	72	64	63	60	68
Total de substâncias quantificadas			99,51	99,25	97,74	97,88	96,04	98,42	97,87	98,66
Rendimentos de OE %			2,01	2,30	3,23	1,87	0,95	1,62	1,52	1,58
Atividade fenológica			<i>Fase reprodutivo</i>							

Legenda: IR_{lit} – Índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007;2017); IR_{calc} -Índices de retenção calculados (variação); *O teor está em média (%) ± desvio padrão (SD); ** As outras substâncias são os *n*-alcanos, álcoois e cetonas; Áreas hachuradas em **rosa** evidência o estado de fase reprodutiva. Áreas hachuradas em **azul** evidenciam substâncias com valores (%) significativos para o estudo.

As médias mensais, diagrama ombrotérmico e médias das 24 horas de coleta (representadas por intervalos de três em três horas), correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais para o acesso do Rio de Janeiro/RJ estão evidenciadas na figura 53. Os dados evidenciam que o espécime de *P. mollicomum* estava em um período chuvoso e seco no período selecionado para o estudo do ciclo circadiano, nos meses de março e outubro de 2017, respectivamente.

Figura 53 – Médias mensais, diagrama ombrotérmico e médias de três em três horas das 24 horas de coleta correspondentes à normal climatológica dos fatores ambientais precipitação (mm), umidade (%), radiação global (kJ/m²) e temperatura média (°C) da cidade do Rio de Janeiro/RJ, no período de janeiro 2017 a janeiro de 2018 e nas quinzenas do mês de março e outubro de 2017.



Legenda:(A) Médias mensais; (B) Diagrama ombrotérmico; (C e D) média de três em três horas das 24 horas de coletas; Referente as 24 horas na quinzena do meses de (C) março e (D) outubro; Folha de *P. mollicomum* representa o dia da quinzena (transição do dia 14 a 15) da coleta em cada mês.

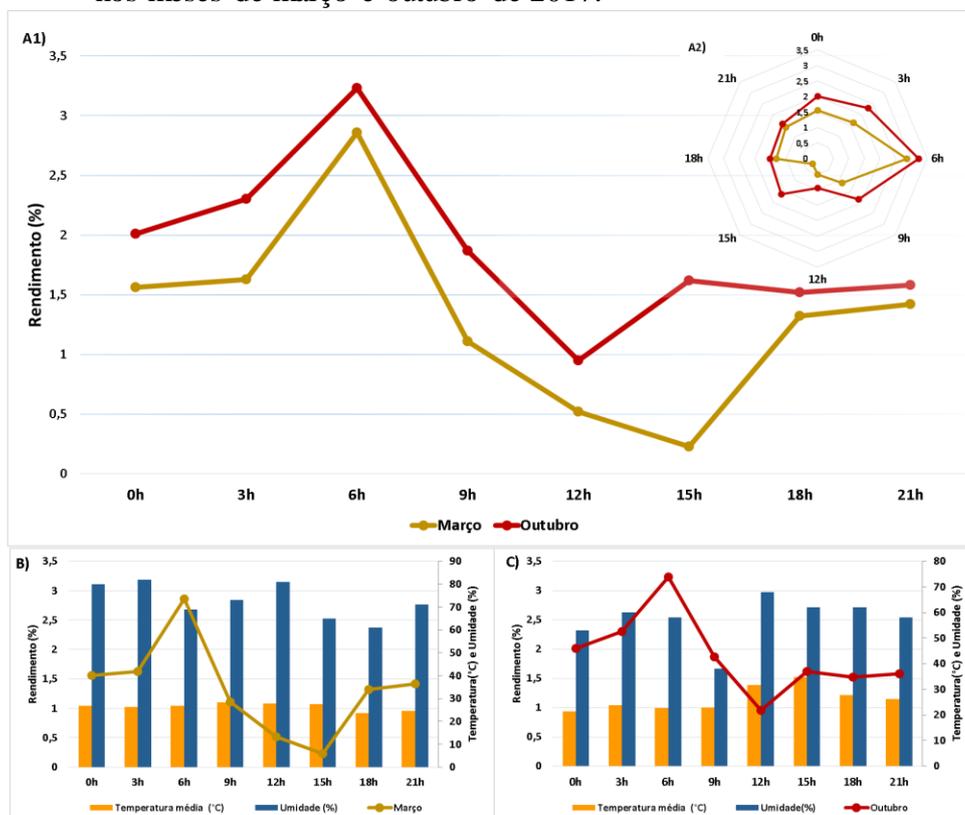
As variações nos rendimentos dos OE das folhas dos dois períodos de coletas são apresentados na figura 54, que também demonstra uma comparação entre esses rendimentos com à normal climatológica durante as 24 horas de coletas nos meses de março e outubro, no acesso de Rio de Janeiro/RJ.

Os resultados referentes às análises de Pearson estão descritos nas tabelas 24 e 25. Essas tabelas demonstram as correlações entre as classes químicas, rendimentos e as

substâncias majoritárias presentes nos OE com os fatores ambientais (radiação, umidade e temperatura) para o espécime do acesso do Rio de Janeiro.

Os maiores rendimentos foram constatados no mês de outubro, estação seca (Figura 54). Apesar disso, as médias entre os dois meses de estudo não apresentaram diferença significativa ($p=0,1543$). No gráfico radar (Figura 54A2), que descreve a distribuição dos rendimentos durante as 24 horas, tem-se maior uniformidade de distribuição para o mês de outubro, apesar dos rendimentos maiores terem sido registrados entre as 00:00h às 09:00h e os menores de 12:00 h às 21:00h. Em relação às correlações com fatores abióticos, foi demonstrado que existiu forte correlação nos dois meses de estudo com a radiação, e correlação moderada com a temperatura (Tabelas 24 e 25).

Figura 54 – Rendimentos dos óleos essenciais (%) obtidos das coletas de três em três horas, comparando suas variações e distribuição diária no ciclo circadiano de *P. mollicomum* com à normal climatológica dos fatores ambientais umidade (%) e temperatura média (°C) no acesso do Rio de Janeiro/RJ, nos meses de março e outubro de 2017.



Legenda: (A1) Comparando suas variações durante 24h; (A2) distribuição durante o rendimento durante às 24h; Comparar a variação dos OEs com os fatores ambientais nos meses de (B) março e (C) outubro.

Tabela 24 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais do ciclo circadiano de *P. mollicomum* do acesso de Rio de Janeiro/RJ (PMR), no mês de março de 2017.

Variáveis analisadas		r ²		
		Umidade	Temperatura	Radiação
Substâncias > 5% noOE	α -pineno	-0,5375	-0,2475	0,7318*
	canfeno	-0,3495	-0,3510	0,5316
	1,8-cineol	-0,2460	0,5159*	0,3867
	linalool	0,6087*	0,0503	-0,7401*
	cânfora	-0,4621	-0,2253	0,7408*
	<i>E</i> -cariofileno	0,2926	0,2510	-0,1177
	germacreno D	-0,7316*	-0,0166	0,4943
	<i>E</i> -nerolidol	0,3440	-0,4045*	-0,2848
	α -eudesmol	0,7327*	0,2326	-0,9275*
	7- <i>epi</i> - α -eudesmol	0,4634	0,8472*	-0,2347
Classes Químicas	Monoterpenos-hidrocarbonetos	-0,4333	-0,3445	0,6814
	Monoterpenos-oxigenados	-0,4469	-0,1228	0,7594*
	Sesquiterpenos-hidrocarbonetos	0,2506	0,6295	-0,1918
	Sesquiterpenos-oxigenados	0,4995	0,3028	-0,6862
	Outras substâncias	0,1737	-0,1065	-0,7412*
Rendimentos dos OE de PMR - dia (%)		0,0105	-0,2301	-0,7812*

Legenda - *Significativo a $p < 0,05$ #Áreas hachuradas representam níveis de correlações: as cores em laranja muito forte; azul forte e verde moderado. +OE – Óleo Essencial.

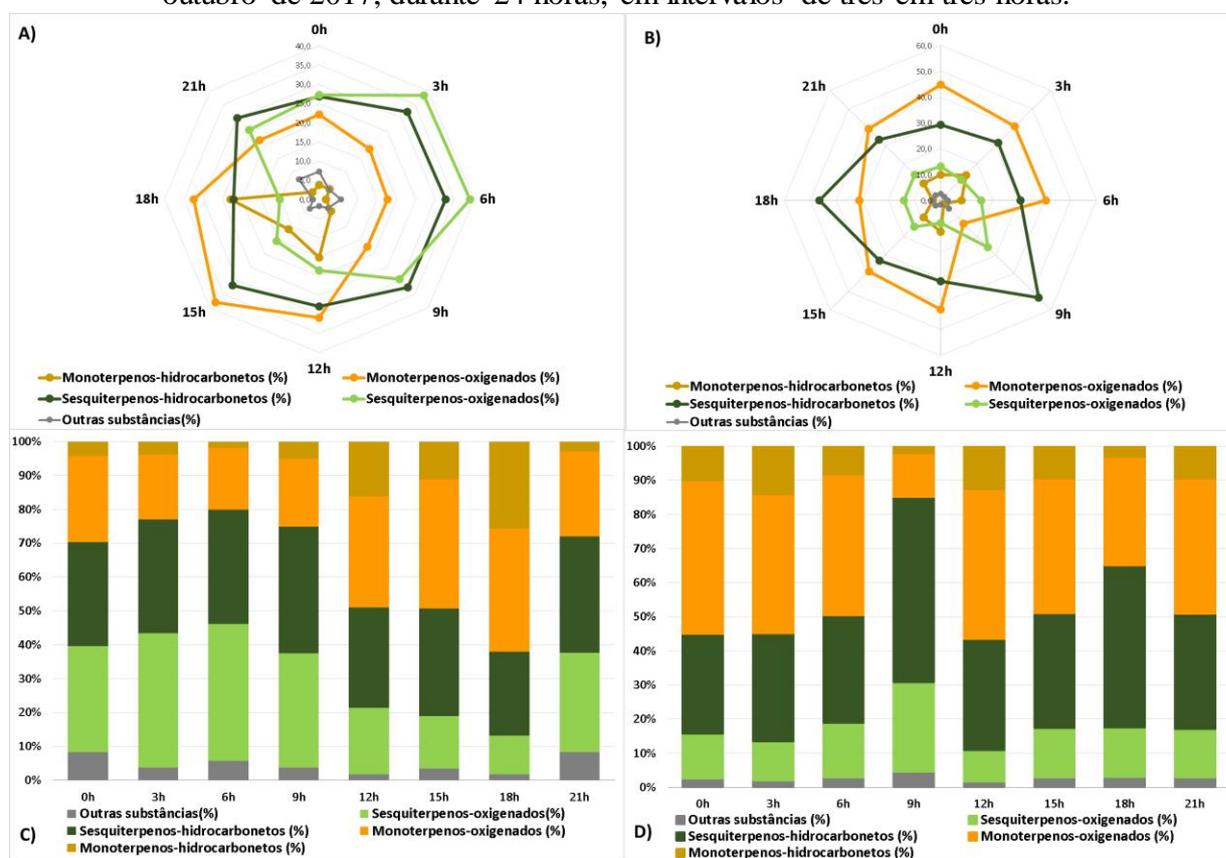
Tabela 25 – Análise de correlação de Pearson entre variáveis ambientais, rendimentos, substâncias majoritárias e classes químicas dos óleos essenciais do ciclo circadiano de *P. mollicomum* do acesso de Rio de Janeiro/RJ (PMR) no mês de outubro de 2017.

Variáveis analisadas		r ²		
		Umidade	Temperatura	Radiação
Substâncias > 5% noOE	α -pineno	0,5749	0,1825	0,0143
	β -pineno	0,6311	0,1803	-0,0544
	1,8-cineol	0,7338*	0,2131	-0,2134
	linalool	0,6280*	0,6190*	-0,2825
	α -terpineol	0,6660*	0,0568	-0,3307
	δ -elemeno	-0,2255	-0,0033	-0,0723
	β -elemeno	-0,6273	-0,0118	0,3614
	<i>E</i> -cariofileno	-0,4080	-0,0351	0,0739
	γ -elemeno	-0,7746*	-0,1819	0,2543
	<i>E</i> -nerolidol	-0,8198*	-0,2065	0,3633
Classes químicas	Monoterpenos-hidrocarbonetos	0,5894	0,1533	-0,0471
	Monoterpenos-oxigenados	0,7588*	0,1739	-0,2910
	Sesquiterpenos-hidrocarbonetos	-0,6135*	-0,1021	0,2030
	Sesquiterpenos-oxigenados	-0,9091*	-0,3620	0,1282
	Outras substâncias	-0,8571*	-0,2995	0,0505
Rendimentos dos óleos de PMR - dia (%)		-0,2703	-0,6371*	-0,5488*

Legenda - *Significativo a $p < 0,05$ #Áreas hachuradas representam níveis de correlações: as cores em laranja muito forte; azul forte e verde moderado. +OE – Óleo Essencial

A figura 55 destaca a distribuição ao longo de 24 horas das classes químicas presentes nos OE de *P. mollicomum* em área normalizada (Figura 55A-B) e em porcentagem (Figura 55C-D), para os meses de março (Figura 55A e C) e outubro (Figura 55B e D).

Figura 55 – Distribuições das variações das classes químicas de óleos essenciais de folhas de *P. mollicomum* coletadas na Floresta da Tijuca/RJ em março e outubro de 2017, durante 24 horas, em intervalos de três em três horas.



Legenda: Variações das classes químicas de óleos essenciais em (A e B) área normalizada e (C e D) porcentagem. Coletas realizadas em março (A e C) e outubro (B e D) de 2017.

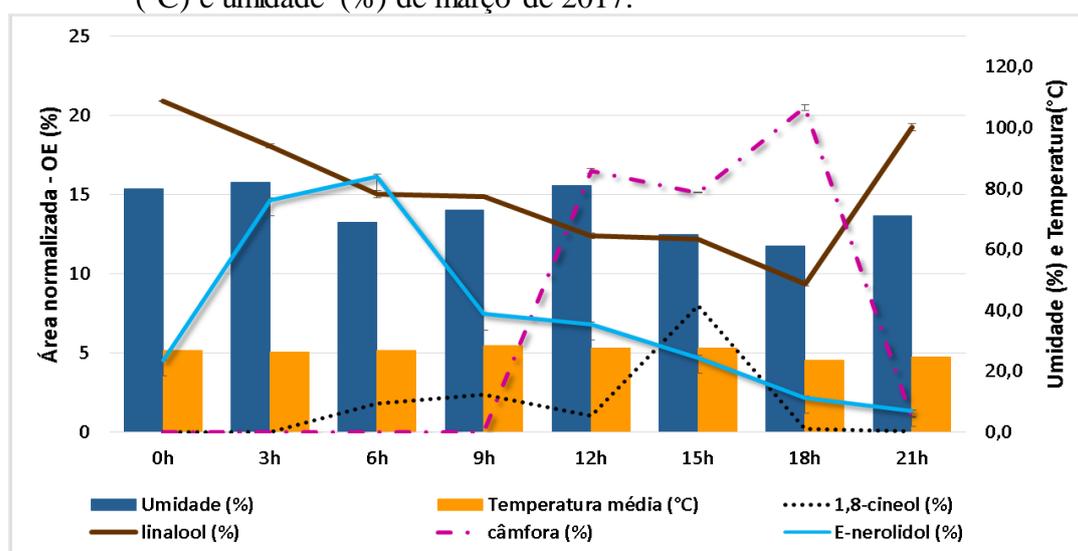
Para o mês de março foi observado que, no período da tarde (12:00h às 18:00 h), existiu a predominância de monoterpenos, enquanto que para o período da noite até a manhã (21:00h às 9:00h), existiu a predominância de sesquiterpenos (Figura 55 C). Nota-se que em distribuição ao longo do dia (Figura 55A) os sesquiterpenos não oxigenados (hidrocarbonetos) mantém distribuição uniforme. Por outro lado, na estação

seca (outubro), essa proporção não se mantém, já que o percentual de monoterpenos é maior do que o percentual de sesquiterpenos. Os teores percentuais de sesquiterpenos hidrocarbonetos é ligeiramente maior apenas no período entre 9:00h e 18:00h (Figuras 55 B-D).

A análise de correlação de Pearson demonstrou correlações fortes entre radiação e teor de monoterpenos oxigenados ($r^2=0,7594$) e outras substâncias ($r^2= - 0,7412$) nos OE obtidos no mês de março. Ou seja, quanto maior a radiação, maior o teor de monoterpenos oxigenados e menor o teor de outras substâncias (Tabela 24). Por outro lado, para os nos OE obtidos no mês de outubro, a análise de Pearson demonstrou correlações muito fortes entre a umidade e o teor de sesquiterpenos oxigenados ($r^2=-0,9091$; $p=0,006$), monoterpenos oxigenados ($r^2=0,7588$; $p=0,023$) e outras substâncias ($r^2= -0,8571$; $p=0,008$) (Tabela 25).

Nas figuras 56 e 57 são apresentadas as comparações das variações dos componentes majoritários dos OE do espécime no ciclo circadiano em comparação com à normal climatológica, nas 24 horas da quinzenas dos meses de março e outubro de 2017, respectivamente.

Figura 56 – Comparação das variações dos componentes majoritários de óleos essenciais do ciclo circadiano de *P. mollicomum* no acesso de Rio de Janeiro/RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais temperatura (°C) e umidade (%) de março de 2017.

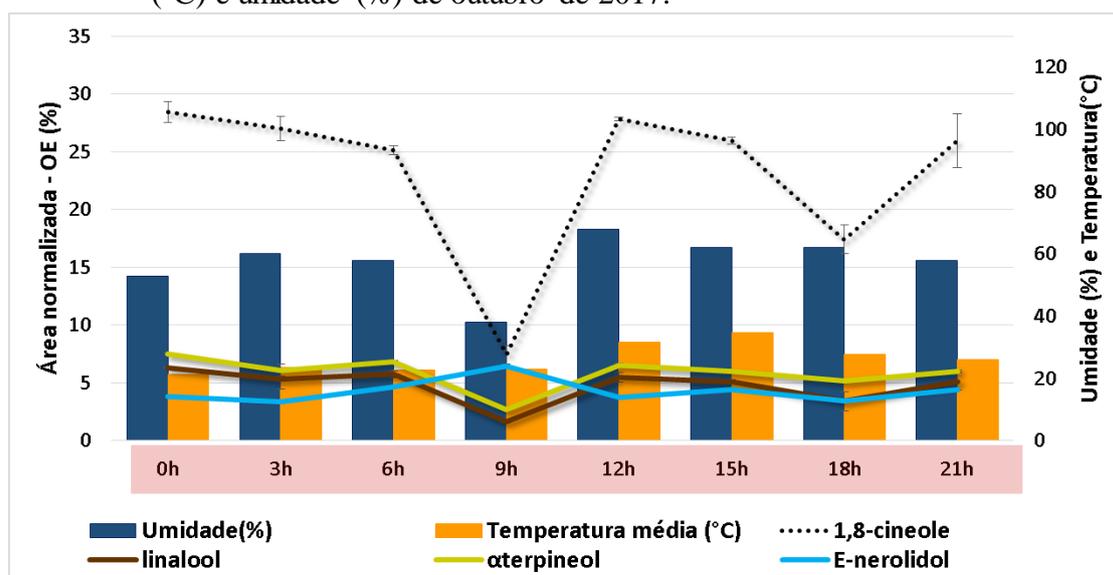


Em relação ao OE obtido no mês de março, chama atenção a presença do monoterpeno oxigenado **linalool** durante todo o período de investigação, em teor

percentual relativo que variou de 9,00 a 20,00%. Outro fato relevante é que o monoterpene oxigenado **cânfora** começa a ser produzido em maior teor percentual relativo a partir das 12:00h e segue até às 18:00h, período em que a concentração de **linalool** decresce. O teor percentual do sesquiterpene oxigenado **E-nerolidol** é relevante durante todo o período de investigação, no entanto, encontra teores percentuais relativos maiores entre 3:00 h e 6:00 h (Figura 56).

As observações para os monoterpenos oxigenados descritas acima foram confirmadas pela análise de correlação de Pearson. Essa análise demonstra forte correlação negativa dos teores percentuais de **linalool** com a radiação ($r^2=-0,7401$; $p=0,0003$) e positiva com o aumento da umidade ($r^2=0,6087$). Esses resultados descrevem que o teor percentual de **linalool** decai com o aumento da radiação e sobe com o aumento de umidade. O decaimento do teor percentual do **linalool** (monoterpene oxigenado acíclico) coincide, ainda, com o aumento do teor de **cânfora** (radiação, $r^2=0,7408$; umidade, $r^2=-0,4621$) e **1,8-cineol** (monoterpenos oxigenados cíclicos). Existe, também, influência da temperatura no percentual relativo do **E-nerolidol** ($r^2=-0,4045$) e do **1,8-cineol** ($r^2=0,5154$) (Tabela 24).

Figura 57 – Comparação das variações dos componentes majoritários de óleos essenciais do ciclo circadiano de *P. mollicomum* no acesso de Rio de Janeiro/RJ com à normal climatológica dos fatores ambientais temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e umidade (%) de outubro de 2017.



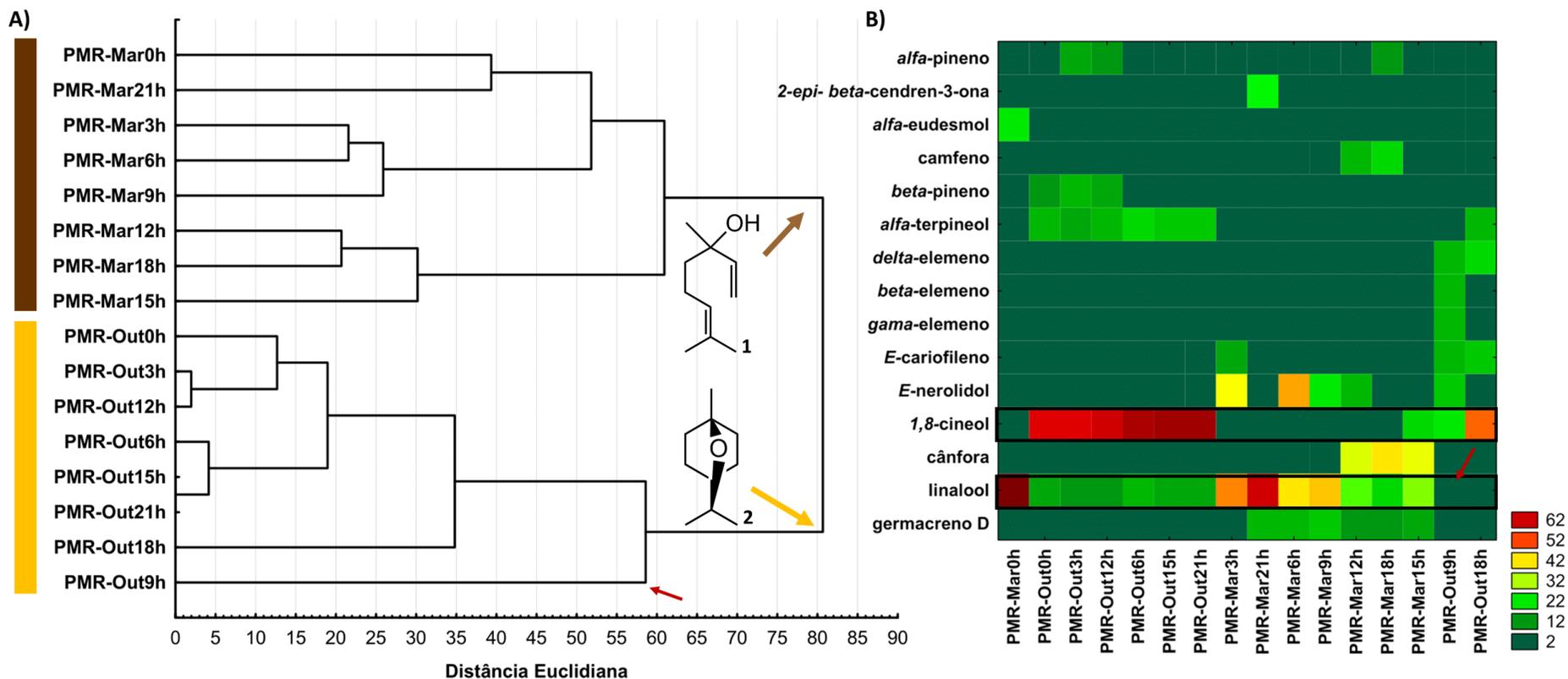
Legenda: Áreas hachuradas em rosa evidenciam o estado de fase reprodutiva.

Para a estação seca, no mês de outubro, as temperaturas são maiores durante o dia. O monoterpeno oxigenado **1,8-cineol** predominou durante toda o ciclo de investigação (24 horas) (Figura 57). Os teores percentuais do **1,8-cineol** foram acompanhados, linearmente, pelos teores dos monoterpenos oxigenados **linalool** ($r^2=0,9742$) e **α -terpineol** ($r^2=0,9483$). O inverso foi observado para os teores percentuais de **E-nerolidol**, ou seja, quando há diminuição do teor do **1,8-cineol** há o aumento do **E-nerolidol** ($r^2=-0,7190$), além de todos outros sesquiterpenos ($r^2=-0,9940$). Vale ressaltar que a planta se encontrava em fase reprodutiva durante o mês de outubro, fato relevante e que merece destaque, já que o **1,8-cineol** foi a substância identificada com maior teor percentual no OE em todos as horas de coleta (Tabela 25). De alguma forma e por alguma razão o espécime estudado de *P. mollicomum* canalizou a maquinaria enzimática para biossíntese desse monoterpeno oxigenado, fato que será discutido no capítulo Discussão dos Resultados.

As análises de agrupamento hierárquico apresentadas na Figura 58 demonstram a discriminação de dois grupos que são fruto da variabilidade química: I – rico em **linalool** e II – rico em **1,8-cineol**.

O gráfico de *two-way joining* sinaliza o baixo teor de **linalool** na amostra de *Piper mollicomum* do acesso do Rio de Janeiro do mês de outubro na coleta das 9:00h (PMR – Out 9:00h), o que o destacou do grupo II. Igualmente para as amostras de março das 12:00h, 15:00h e 18:00h no grupo I, que apresentou concentrações de **cânfora** em teor percentual relevante.

Figura 58 – Dendrograma e gráfico de *two-way joining* das 16 amostras de óleos essenciais do ciclo circadiano de *P. mollicomum* do acesso do Rio de Janeiro/RJ (PMR) nos meses de março (PMR-Mar) e outubro (PMR-Out), de três em três horas de um dia, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.



Legenda: *O programa não suporta o uso de símbolos. Dendrograma (A) e gráfico de *two-way joining* (B); #As setas demonstram semelhanças entre as amostras e as cores representam: marrom – linalool (1); amarelo-1,8-cineol (2) e a seta vermelha sinaliza o baixo teor de linalool destoando das outras amostras.

4.7 Composição química e rendimentos dos óleos essenciais de *P. mollicomum* cultivadas em casa de vegetação e comparação com as amostras coletadas a campo

Os espécimes cultivados de *P. mollicomum* obtidos a partir das estacas dos acessos de Niterói/RJ, Teresópolis/RJ e Rio de Janeiro/RJ, tiveram suas folhas colhidas da primeira e segunda geração em dezembro de 2017 (1º mês de análise) e janeiro de 2018 (2º mês de análise), em um total de 12 amostras. As composições químicas dos OE e os perfis cromatográficos para *P. mollicomum* na figura 59 e tabela 26, respectivamente.

Para os espécimes de *P. mollicomum*, *primeira geração*, obtidos do acesso de Teresópolis/RJ, foram identificados como majoritários do OE nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018, respectivamente: **linalool** (13,25 % e 0,05 %), **β -elemeno** (13,50 % - 6,26 %) e ***E*-nerolidol** (10,58 % e 9,66 %). Na *segunda geração*, o teor de **linalool** apresentou-se em menores valores para os dois meses (8,20 % e 0,12 %), e com maiores teores de ***E*-nerolidol** (10,47 % e 10,44 %) e **β -elemeno** (11,90 % e 7,03 %) (Tabela 26). Os resultados demonstram que o espécime obtido do acesso de Teresópolis/ RJ, região de altitude, tende a biossintetizar sesquiterpenos, notadamente o sesquiterpeno oxigenado ***E*-nerolidol**.

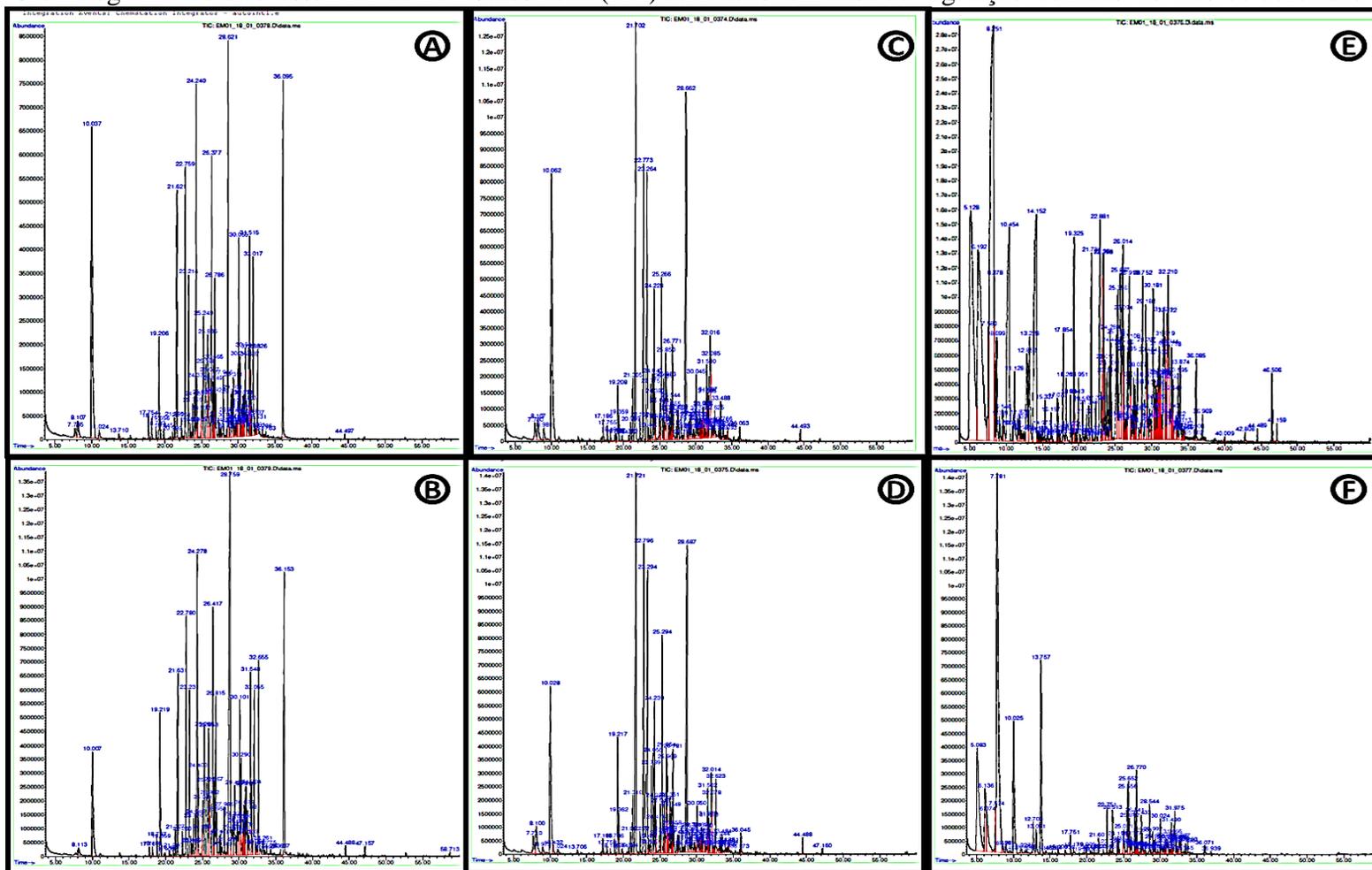
Para os espécimes cultivados de *P. mollicomum*, *primeira geração*, obtidos do acesso de Niterói/ RJ, as substâncias majoritárias identificadas nos OE nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018, respectivamente, foram: **linalool** (12,01 % e 20,23 %), ***E*-nerolidol** (7,58 % e 13,62 %) e **benzoato de benzila** (7,22 % e 5,73 %). Na *segunda geração*, essas características de componentes do OE se mantiveram: **linalool** (3,63 % e 27,19 %), ***E*-nerolidol** (13,98 % e 10,11 %) e **benzoato de benzila** (7,24 % e 7,74 %) (Tabela 26). Esses resultados destacam a presença do benzenoide **benzoato de benzila**, mais raro em óleos essenciais.

Para os espécimes cultivados de *P. mollicomum*, *primeira geração*, obtidos do acesso do Rio de Janeiro/RJ, as substâncias majoritárias identificadas nos OE nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018, respectivamente, apresentam-se na relação entre os monoterpenos oxigenados **1,8-cineol** (17,03 % e 0,73 %) e **linalool** (5,81 % e

34,29 %). Foi possível identificar o sesquiterpeno ***E-nerolidol*** (1,56 % e 0,99 %) nas amostras, apesar de se apresentar em teor percentual relativo muito baixo quando comparado com a primeira geração das amostras das outras áreas. Na *segunda geração*, a relação entre **1,8-cineol** e **linalool** se manteve, porém, com teor percentual mais relevante para o sesquiterpeno ***E-nerolidol*** (0,99 % e 11,39 %) (Tabela 26).

Todos os espécimes de *P. mollicomum*, de *primeira geração*, nos dois meses de análise, apresentaram-se em fase reprodutiva. Os espécimes da segunda geração apresentaram-se em fase reprodutiva apenas no segundo mês de análise (janeiro de 2018), exceto as amostras do acesso do Rio de Janeiro, que no primeiro mês já possuíam inflorescência. A herbivoria observada somente sobre os espécimes cultivados de *P. mollicomum* (Figura 9, pág. 46) obtidos do acesso de Teresópolis/ RJ possibilitam inferir sobre um padrão de composição química de defesa diferente das outras áreas que não sofreram com herbivoria desse microambiente de cultivo. Vale ressaltar que a presença em percentagem relativa relevante de **linalool** em amostras do cultivo do acesso de Teresópolis/ RJ, diferente do campo, pode ser um indicativo de produção desse monoterpene oxigenado em resposta a herbivoria. O linalool foi encontrado no OE nas outras duas áreas de investigação, tanto de amostra de campo quanto de cultivo.

Figura 59- Cromatograma do óleo essencial de *P. mollicomum* (PM) cultivadas em casa de vegetação colhidas no mês de dezembro de 2017.



Legenda: (A) cromatograma obtido por CG-EM da 1ª geração de PM do acesso de Niterói/RJ (PMN); (B) 2ª geração de PMN; (C) 1ª geração do acesso de Teresópolis/RJ (PMT); (D) 2ª geração de PMT; (E) 1ª geração de PM do acesso do Rio de Janeiro/RJ; e (F) 2ª geração de PMR.

Tabela 26 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. mollicomum* (PM) de primeira geração (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda geração (PAN2/PAT2/PMR2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PAT) e Rio de Janeiro/ RJ, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (continua)

	IR _{lit}	IR _{calc}	Porcentagem Relativa (%±SD*)											
			DEZEMBRO DE 2017						JANEIRO DE 2018					
			PMT		PMN		PMR		PMT		PMN		PMR	
I ^a	2 ^a	I ^a	2 ^a	I ^a	2 ^a	I ^a	2 ^a	I ^a	2 ^a	I ^a	2 ^a			
Monoterpenos - hidrocarbonetos			1,22	1,82	1,69	0,32	23,83	17,49	5,04	7,66	2,15	1,41	2,16	0,00
<i>α</i> -pineno	932	928	-	-	0,31±0,00	-	10,91±0,87	12,43±1,23	1,25±0,03	2,52±0,15	0,59±0,03	-	0,97±0,02	-
<i>β</i> -pineno	974	968-971	-	-	0,32±0,01	-	9,77±0,28	4,28±0,12	2,75±0,02	4,32±0,03	0,48±0,12	1,15±0,04	0,62±0,01	-
<i>α</i> -felandreno	1002	1003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,57±0,02	-
limoneno	1024	1019-1021	-	-	0,01±0,00	-	1,07±0,03	-	0,94±0,01	0,52±0,02	0,35±0,01	-	-	-
<i>Z</i> - <i>β</i> -ocimeno	1032	1031-1037	1,22±0,02	1,65±0,23	-	0,32±0,00	1,14±0,03	-	-	-	-	-	-	-
<i>E</i> - <i>β</i> -ocimeno	1044	1050	-	-	0,78±0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>γ</i> -terpineno	1054	1056	-	-	-	-	-	0,35±0,00	-	0,10±0,00	-	-	-	-
<i>α</i> -terpinoleno	1086	1089	-	-	-	-	0,26±0,03	0,12±0,00	-	-	-	-	-	-
<i>allo</i> -ocimeno	1128	1132	-	0,17±0,01	0,27±0,02	-	0,68±0,02	0,31±0,01	0,10±0,01	0,11±0,03	0,73±0,02	0,26±0,01	-	-
pregeijereno	1285	1287	-	-	-	-	-	-	-	0,09±0,00	-	-	-	-
Monoterpenos - oxigenados			14,71	9,94	12,97	4,25	33,72	51,03	0,94	2,23	23,99	28,26	61,90	37,46
1,8-cineol	1026	1024-1033	0,94±0,01	0,97±0,03	0,40±0,01	-	17,03±0,02	33,80±1,32	0,16±0,01	0,88±0,02	2,13±0,03	0,55±0,02	0,75±0,03	-
óxido de <i>trans</i> -linalool	1084	1083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74±0,01	-
óxido de <i>cis</i> -linalool	1067	1067-1069	0,52±0,00	0,28±0,00	-	-	0,27±0,02	0,36±0,03	-	-	-	-	17,13±0,28	0,34±0,01
acetato de <i>exo</i> -5-norbornen-2-ol	1088	1091	-	-	-	-	-	-	0,16±0,00	-	-	-	-	-
linalool	1095	1094-1096	13,25±0,82	8,20±0,25	12,01±0,72	3,63±0,03	5,81±0,03	6,86±0,32	0,05±0,00	0,12±0,00	20,23±1,32	27,19±1,23	34,29±0,23	36,99±1,32
dihidro-linalool	1131	1129-1034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,99±0,02	0,13±0,02
<i>trans</i> -pinocarveol	1139	1139	-	-	-	-	0,23±0,01	0,13±0,00	-	-	-	-	-	-
cânfora	1146	1146	-	-	-	-	0,24±0,00	0,14±0,00	-	-	-	-	-	-
hidreto de canfeno	1150	1151	-	-	-	-	0,13±0,00	-	-	-	-	-	-	-
isoborneol	1162	1160-1161	-	0,13±0,00	-	-	-	-	0,06±0,00	0,07±0,00	-	-	-	-

Tabela 26 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. mollicomum* (PM) de primeira geração (PMN1 /PMT1/PMR1) e segunda geração (PAN2/PAT2/PMR2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PAT) e Rio de Janeiro/ RJ, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PMT1-Dez	PMT2-Dez	PMN1-Dez	PMN2-Dez	PMR1-Dez	PMR2-Dez	PMT1-Jan	PMT2-Jan	PMN1-Jan	PMN2-Jan	PMR1-Jan	PMR2-Jan
pinocarvona	1165	1162	-	-	-	-	0,11±0,00	-	-	-	-	-	-	-
δ-terpineol	1166	1166-1169	-	0,36±0,03	0,12±0,01	-	1,39±0,13	1,19±0,10	0,15±0,00	0,21±0,00	0,37±0,02	0,20±0,00	-	-
terpinen-4-ol	1177	1172	-	-	-	-	1,36±0,32	0,97±0,00	0,04±0,00	0,06±0,00	-	-	-	-
α-terpineol	1189	1187	-	-	-	-	5,88±0,54	7,14±0,93	0,32±0,01	-	0,37±0,02	-	-	-
cis-piperitol	1196	1196	-	-	-	-	0,06±0,00	-	-	-	-	-	-	-
trans-carveol	1217	1219	-	-	-	-	0,05±0,00	0,09±0,00	-	-	-	-	-	-
nerol	1230	1231-1232	-	-	-	-	0,10	0,06±0,00	-	-	-	-	-	-
acetato de 3-turjanol	1296	1294-1298	-	-	0,20±0,00	0,33±0,00	-	-	-	-	0,12±0,00	0,18±0,00	-	-
geranato de metila	1325	1322	-	-	-	-	-	-	-	0,89±0,00	-	-	-	-
acetato de trans-piperitol	1346	1343	-	-	-	-	0,20±0,00	-	-	-	-	-	-	-
acetato de α-terpinila	1349	1346	-	-	-	-	0,45±0,00	0,19±0,00	-	-	-	-	-	-
piperitona	1353	1356	-	-	-	-	0,17±0,02	-	-	-	-	-	-	-
acetato de nerila	1362	1360-1361	-	-	-	0,08±0,00	0,25±0,01	0,10±0,01	-	-	0,29±0,00	0,14±0,00	-	-
acetato de geranila	1381	1379	-	-	-	-	-	-	-	-	0,48±0,00	-	-	-
acetona de nerila	1436	1435	-	-	0,24±0,02	0,21±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
Sesquiterpenos -hidrocarbonetos			51,33	59,06	41,99	43,17	20,97	13,39	39,78	,33	19,42	22,03	12,38	12,97
δ-elemeno	1338	1332	2,00±0,02	3,38±0,12	1,67±0,04	2,41±0,03	0,31±0,01	-	1,18±0,02	0,11±0,01	1,05±0,01	1,47±0,02	0,90±0,02	-
α-cubebeno	1351	1352	0,13±0,00	0,15±0,00	0,20±0,00	0,11±0,00	-	-	-	0,14±0,00	0,31±0,00	0,25±0,00	-	-
α-y langeno	1375	1370-1372	0,15±0,00	0,16±0,01	-	-	0,06±0,00	0,07±0,00	0,14±0,00	0,13±0,00	-	-	-	-
α-copaeno	1377	1371-1376	-	0,52±0,04	0,14±0,00	0,16±0,00	0,20±0,00	0,13±0,00	0,33±0,00	0,32±0,01	0,09±0,00	-	-	-
β-cubebeno	1388	1382	0,44±0,02	-	-	-	-	-	0,96±0,03	0,85±0,00	-	-	-	-
β-bourboneno	1388	1389	-	-	-	-	0,27±0,00	-	-	-	-	-	-	-
iso-longifoleno	1390	1391	-	-	0,36±0,03	0,46±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
β-elemeno	1391	1390-1393	13,50±0,42	11,90±0,75	4,16±0,46	3,14±0,58	1,71±0,18	0,38±0,00	6,26±0,12	7,03±0,15	1,29±0,03	1,13±0,11	1,46±0,08	1,15±0,04
Z-cariofileno	1408	1406	-	-	-	-	-	-	-	0,03±0,00	-	-	-	-
α-gurjuneno	1410	1407	7,09±0,32	0,41±0,02	0,33±0,00	0,39	0,26±0,02	0,12±0,00	0,55±0,00	0,48±0,00	0,17±0,00	0,16±0,00	-	-
E-cariofileno	1419	1416	-	-	5,38±0,16	5,25±0,78	0,03±0,00	1,07±0,05	4,33±0,45	4,85±0,36	2,49±0,15	2,77±0,02	2,21±0,02	2,49±0,06

Tabela 26 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. mollicomum* (PM) de primeira geração (PMN1 /PMT1/PMR1) e segunda geração (PAN2/PAT2/PMR2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PAT) e Rio de Janeiro/ RJ, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PMT1-Dez	PMT2-Dez	PMN1-Dez	PMN2-Dez	PMR1-Dez	PMR2-Dez	PMT1-Jan	PMT2-Jan	PMN1-Jan	PMN2-Jan	PMR1-Jan	PMR2-Jan
<i>β</i> -gurjuneno	1434	1434-1436	-	8,41±0,09	3,01±0,03	3,35±0,32	3,86±0,54	0,09±0,00	-	-	-	-	-	-
<i>γ</i> -elemeno	1437	1438	7,02±0,14	8,80±0,74	-	-	0,95±0,03	0,22±0,00	3,81±0,03	3,95±0,32	0,89±0,00	0,80±0,01	-	-
<i>α</i> -guaieno	1440	1440-1441	0,24±0,01	0,28±0,00	-	-	-	-	0,13±0,00	0,11±0,00	-	-	-	-
aromadendreno	1441	1404	-	0,17±0,00	0,57±0,02	0,67±0,05	0,41±0,03	0,91±0,00	0,07±0,00	0,28±0,00	0,19±0,00	0,22±0,02	-	0,79±0,03
(<i>Z</i>)- <i>β</i> -farneseno	1443	1443	-	-	-	-	-	-	0,37±0,00	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -muurolo-3,5-dieno	1450	1449-1451	1,01±0,02	1,51±0,00	0,78±0,00	0,79±0,03	-	-	0,28±0,00	0,28±0,00	0,19±0,00	0,16±0,00	0,81±0,04	-
<i>trans</i> -muurolo-3,5-dieno	1454	1453-1456	1,26±0,05	1,84±0,00	-	-	-	-	-	0,35±0,00	0,22±0,00	0,20±0,00	0,19±0,00	-
<i>α</i> -humuleno	1455	1454-1456	2,73±0,05	2,64±0,00	5,80±0,54	5,78±0,84	0,65±0,04	0,39±0,00	4,89±0,32	5,17±0,46	3,56±0,03	2,89±0,32	2,01±0,15	2,47±0,03
<i>allo</i> -aromadendreno	1460	1459-1461	-	-	-	-	-	-	0,98±0,04	1,11±0,07	-	-	-	-
<i>β</i> -santaleno	1460	1462	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54±0,02	-	-	-
<i>allo</i> -aromadendreno	1460	1463	0,80±0,00	0,89±0,00	0,82±0,03	1,35±0,38	0,69±0,03	0,34±0,00	-	-	0,66±0,03	0,63±0,03	0,45±0,04	0,54±0,02
9- <i>epi</i> - <i>E</i> -cariofileno	1466	1465	-	-	-	-	1,19±0,04	0,22±0,03	0,05±0,00	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -muurolo-4-(14),5-dieno	1467	1467-1468	0,39±0,06	0,58±0,00	-	-	-	-	0,11±0,00	0,10±0,00	-	-	-	-
<i>γ</i> -gurjuneno	1477	1477-1478	-	-	0,46±0,032	0,40±0,00	-	-	-	-	0,54±0,03	0,16±0,00	-	-
<i>γ</i> -muurolo	1480	1479-1480	0,48±0,02	0,37±0,00	0,91±0,02	1,10±0,00	-	-	0,64±0,02	0,56±0,02	-	-	-	-
ar-curcumeno	1481	1481-1482	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15±0,00	-	0,16±0,00	0,37±0,01
<i>α</i> -amorfeno	1485	1484-1486	0,83±0,00	1,10±0,02	-	-	0,10±0,02	0,63±0,02	0,52±0,00	0,50±0,02	-	0,60±0,02	0,46±0,03	0,30±0,02
germacreno-D	1485	1485-1487	3,25±0,78	4,49±0,06	1,96±0,03	1,98±0,32	1,58±0,01	-	1,20±0,00	0,94±0,00	-	0,44±0,03	0,54±0,02	-
<i>β</i> -selineno	1490	1489-1490	1,26±0,00	1,06±0,04	2,35±0,06	2,31±0,32	2,13±0,03	1,46±0,04	1,59±0,03	1,61±0,14	1,39±0,09	1,33±0,03	0,65±0,00	0,54±0,02
<i>δ</i> -selineno	1493	1490-1491	0,45±0,00	0,37±0,02	-	-	-	-	0,20±0,00	0,18±0,00	-	-	-	0,52±0,01
<i>cis</i> - <i>β</i> -guaieno	1493	1491	-	0,33±0,00	-	-	-	-	-	0,27±0,00	-	-	-	-
<i>trans</i> -muurolo-4(14),5-dieno	1494	1495	-	-	2,77±0,34	2,50±0,18	-	-	-	-	1,33±0,08	1,67±0,04	-	-
<i>γ</i> -amorfeno	1496	1496	-	-	-	-	0,60±0,01	0,85±0,00	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -selineno	1498	1498-1496	1,92±0,15	2,50±0,06	-	-	-	-	1,76±0,25	1,77±0,03	-	-	-	-
biciclogermacreno	1500	1494-1500	-	-	-	-	1,91±0,07	1,72±0,08	-	-	-	-	1,21±0,08	1,30±0,06
<i>α</i> -muurolo	1500	1500	-	-	-	-	0,14±0,00	0,17±0,00	0,61±0,00	-	-	1,67±0,40	-	0,30±0,00

Tabela 26 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. mollicomum* (PM) de primeira geração (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda geração (PAN2/PAT2/PMR2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PAT) e Rio de Janeiro/ RJ, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PMT1-Dez	PMT2-Dez	PMN1-Dez	PMN2-Dez	PMR1-Dez	PMR2-Dez	PMT1-Jan	PMT2-Jan	PMN1-Jan	PMN2-Jan	PMR1-Jan	PMR2-Jan
epizonareno	1503	1503	1,96±0,00	1,90±0,12	-	-	-	-	0,53±0,00	-	-	-	-	-
E,E- α -farneseno	1506	1505-1507	0,51±0,00	0,93±0,02	4,14±0,84	4,37±0,87	-	-	0,93±0,00	0,44±0,00	1,47±0,04	0,68±0,00	0,39±0,00	-
δ -amorfenol	1512	1509-1513	-	-	1,12±0,03	1,13±0,32	-	-	-	-	0,41±0,01	0,52±0,00	-	-
γ -cadineno	1514	1513-1516	0,54±0,00	0,78±0,02	0,83±0,02	-	0,54±0,02	0,80±0,03	1,26±0,03	0,84±0,00	0,60±0,03	0,78±0,00	0,21±0,00	0,39±0,02
δ -cadineno	1522	1520-1521	1,75±0,13	1,86±0,03	2,41±0,02	2,91±0,25	2,28±0,04	1,79±0,06	1,33±0,00	1,77±0,08	1,11±0,07	1,49±0,07	0,73±0,02	1,36±0,49
trans-calameneno	1529	1528-1523	0,53±0,00	0,48±0,00	-	-	-	0,15±0,00	1,07±0,00	0,79±0,03	0,34±0,03	0,38±0,00	-	0,21±0,00
zonareno	1530	1530-1532	0,30±0,01	-	0,83±0,01	0,86±0,03	-	0,14±0,00	0,31±0,00	-	-	0,27±0,02	-	0,24±0,00
trans-cadina-1(2),4-dieno	1535	1534-1536	-	0,26±0,00	0,31±0,03	0,30±0,00	0,21±0,01	0,15±0,00	-	0,26±0,04	-	0,21±0,00	-	-
α -cadineno	1539	1536-1540	-	0,37±0,00	0,23±0,00	0,31±0,00	0,36±0,04	0,91±0,00	1,07±0,00	0,99±0,03	-	0,33±0,00	-	-
cis-calameneno	1540	1541-1546	-	0,12±0,00	-	0,27±0,00	-	-	0,57±0,00	-	-	-	-	-
selina-3,7(11)-dieno	1547	1546-1552	0,71±0,00	0,40±0,02	0,32±0,00	0,87±0,02	0,45±0,01	0,52±0,00	1,75±0,00	1,03±0,02	-	0,25±0,00	-	-
germacreno-B	1561	1563	0,08±0,01	0,10±0,00	-	-	0,08±0,02	0,16±0,00	-	0,09±0,00	0,14±0,00	0,57±0,06	-	-
β -calacoreno	1566	1565-1568	-	-	0,13±0,00	-	-	-	-	-	0,29±0,03	-	-	-
Sesquiterpenos - oxigenados			26,05	24,24	29,70	39,78	13,30	8,26	42,47	47,26	42,63	35,92	13,99	32,88
cubebol	1515	1516	-	0,44±0,00	-	-	-	-	-	0,74±0,03	-	-	-	-
gubebol	1515	1514	-	-	-	-	-	0,13±0,00	-	-	-	-	0,16±0,24	0,38±0,06
elemol	1550	1548-1551	0,45±0,03	0,42±0,00	0,94±0,00	0,22±0,00	0,69±0,04	0,08±0,00	0,31±0,00	0,80±0,03	0,26±0,03	0,13±0,03	0,34±0,06	-
acetatode linalila	1557	1555	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49±0,00	-	-	-
cis-muurool-5-en-7- α -ol	1561	1516	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17±0,00	0,33±0,00	-	-
E-nerolidol	1563	1558-1566	10,58±0,54	10,47±0,87	7,58±0,32	13,98±2,65	1,56±0,02	0,99±0,00	9,66±0,18	10,44±1,25	13,62±1,21	10,11±0,85	1,94±0,03	11,39±0,29
palustrol	1567	1568	-	-	0,39±0,00	1,04±0,23	-	-	-	-	-	0,29±0,00	0,20±0,00	0,31±0,00
álcool decariofilenila	1572	1573	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32±0,00	-	-
espatulenol	1578	1577-1579	0,40±0,01	-	0,90±0,00	-	1,17±0,02	0,46±0,00	-	0,90±0,02	-	1,12±0,05	0,74±0,02	1,13±0,01
óxido de cariofileno	1583	1581-1582	0,45±0,02	0,35±0,00	0,78±0,00	0,86±0,32	0,57±0,01	0,34±0,00	1,75±0,15	1,41±0,07	3,29±0,05	2,61±0,12	1,03±0,02	2,07±0,03
globulol	1585	1585	-	-	0,89±0,00	1,36±0,08	0,63±0,02	0,31±0,02	0,91±0,01	0,92±0,05	1,38±0,04	1,51±0,08	-	1,94±0,03
gleenol	1587	1586-1588	-	-	0,19±0,00	0,58±0,02	-	-	-	-	0,63±0,02	0,51±0,01	-	-

Tabela 26 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. mollicomum* (PM) de primeira geração (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda geração (PAN2/PAT2/PMR2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PAT) e Rio de Janeiro/ RJ, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PMT1-Dez	PMT2-Dez	PMN1-Dez	PMN2-Dez	PMR1-Dez	PMR2-Dez	PMT1-Jan	PMT2-Jan	PMN1-Jan	PMN2-Jan	PMR1-Jan	PMR2-Jan
viridiflorol	1593	1591-1592	0,58±0,00	0,56±0,01	0,36±0,02	0,62±0,00	0,27±0,06	0,11±0,01	0,47±0,00	0,32±0,02	1,10±0,03	0,38±0,01	0,52±0,03	1,17±0,15
carotol	1595	1594-1595	0,25±0,00	0,27±0,02	0,24±0,00	0,30±0,00	-	-	-	0,60±0,04	2,93±0,03	-	-	-
ar-dihidro-turmerona	1596	1596	0,21±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
longiborneol	1599	1598	0,54±0,03	0,29±0,00	-	-	-	-	-	1,47±0,03	-	-	-	-
guaiol	1601	1600	1,41±0,06	0,21±0,00	0,17±0,00	2,92±0,69	0,14±0,02	0,74±0,02	0,58±0,02	2,80±0,18	3,39±0,57	-	-	0,35±0,02
epóxido de humuleno II	1608	1606-1607	0,33±0,00	0,81±0,02	0,19±0,00	1,43±0,06	-	-	3,07±0,02	-	0,93±0,00	0,44±0,03	-	2,08±0,02
cis-isolongifolanona	1613	1611-13	0,49±0,00	0,38±0,01	-	-	-	-	1,56±0,01	-	-	-	-	-
β-biotol	1614	1615	0,40±0,00	0,32±0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
epi-cedrol	1619	1617-1618	0,26±0,00	0,36±0,01	-	-	-	-	-	0,76±0,02	-	-	-	-
1,10-di-epi-cubenol	1619	1618	-	0,48±0,07	-	-	-	-	0,89±0,03	0,56±0,00	-	-	-	-
isolongiolan-7-α-ol	1619	1616-1620	-	-	2,25±0,06	0,64±0,00	-	-	-	0,57±0,00	1,08±0,06	2,36±0,21	-	-
eudesma-4(14)-en-6α-ol	1619	1617-1618	-	-	1,23±0,15	0,37±0,02	-	-	-	-	0,90±0,03	2,53±0,12	-	-
Z-bisabolol-11-ol	1619	1618	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19±0,02	-
10-epi-γ-eudesmol	1624	1622	-	-	0,37±0,00	-	-	-	-	-	-	0,65±0,03	-	0,39±0,03
trans-isolongigolanona	1627	1623-1625	-	0,28±0,00	-	-	-	-	-	0,40±0,00	-	-	-	0,18±0,00
1-epi-cubenol	1629	1627-1629	-	-	-	-	-	-	0,68±0,00	0,89±0,02	-	-	0,43±0,00	1,2±0,03
eremoligenol	1631	1630	-	-	-	-	-	-	-	2,11±0,32	-	-	-	-
γ-eudesmol	1631	1629-1631	-	0,77±0,00	0,83±0,00	0,91±0,00	-	0,36±0,02	0,61±0,02	2,20±0,02	-	0,28±0,02	1,52±0,03	-
E-sesquilandulol	1632	1631	-	-	-	-	-	0,36±0,01	-	-	-	-	-	1,11±0,02
cis-cadin-4-en-7-ol	1637	1635-1638	0,67±0,02	0,18±0,00	1,72±0,15	1,38±0,21	-	-	1,22±0,00	0,93±0,08	1,62±0,03	1,50±0,04	0,56±0,03	-
β-acorenol	1637	1635-1638	-	-	0,61±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
epi-α-cadinol	1640	1638-1641	1,32±0,15	1,23±0,12	3,26±0,00	3,91±0,45	0,55±0,02	0,67±0,03	3,40±0,12	2,06±0,02	1,53±0,03	1,17±0,02	-	3,65±0,54
cariofila-4(14),8(15)-dien-α-ol	1641	1640-1641	-	0,11±0,00	0,44±0,00	0,40±0,02	0,43±0,02	-	-	-	0,83±0,00	0,83±0,00	0,29±0,08	0,50±0,06
hinesol	1642	1640-1642	0,71±0,00	0,53±0,00	0,86±0,00	0,97±0,00	-	0,26±0,02	1,38±0,03	0,99±0,03	3,20±0,45	3,76±0,21	-	-
epi-α-muurolol	1642	1641-1642	0,88±0,00	0,72±0,00	1,24±0,00	3,61±0,32	0,35±0,02	0,46±0,01	8,00±0,32	7,59±0,00	1,09±0,00	-	1,80±0,02	1,03±0,25
α-muurolol	1646	1642-1644	3,52±0,42	2,12±0,04	-	0,20±0,00	1,70±0,03	1,94±0,32	1,38±0,23	1,85±0,05	3,62±0,45	4,10±0,32	0,54±0,03	3,66±0,45
cubenol	1647	1648	-	0,81±0,00	-	-	1,70±0,02	0,33±0,06	-	-	-	-	-	-

Tabela 26 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. mollicomum* (PM) de primeira geração (PMN1 /PMT1/PMR1) e segunda geração (PAN2/PAT2/PMR2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PAT) e Rio de Janeiro/ RJ, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (continuação)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PMT1-Dez	PMT2-Dez	PMN1-Dez	PMN2-Dez	PMR1-Dez	PMR2-Dez	PMT1-Jan	PMT2-Jan	PMN1-Jan	PMN2-Jan	PMR1-Jan	PMR2-Jan
α -eudesmol	1654	1652-1653	-	0,16±0,00	-	0,15±0,00	1,34±0,03	0,11±0,00	0,43±0,01	0,30±0,02	0,23±0,00	0,23±0,00	-	-
α -cadinol	1654	1653	-	-	3,88±0,13	3,20±0,25	1,35±0,00	-	-	-	0,18±0,00	0,29±0,01	2,01±0,08	-
neo-Intermedeol	1660	1661	1,22±0,00	-	-	-	-	-	1,60±0,01	0,60±0,03	-	-	-	-
selin-11-em-4- α -ol	1660	1659	0,20±0,01	0,13±0,00	-	-	0,30±0,01	-	0,26±0,00	0,66±0,03	-	-	-	-
7- <i>epi</i> - α -eudesmol	1664	1663	-	-	-	-	0,39±0,02	-	-	-	-	-	-	0,34±0,00
intermedeol	1667	1666-1668	-	0,81±0,00	0,27±0,02	0,40±0,00	-	-	0,55±0,00	0,31±0,01	-	-	-	-
(E)-bisabol-11-ol	1668	1665-1667	-	0,16±0,00	-	-	-	-	0,19±0,00	0,56±0,00	-	-	-	-
14-hidroxi-9- <i>epi</i> -E-cariofileno	1670	1672	-	0,13±0,00	0,11±0,00	-	0,16±0,008 311	0,39±0,00	1,41±0,08	0,17±0,00	0,16±0,00	-	1,03±0,00	-
bulnesol	1672	1671	-	-	-	-	-	-	1,67±0,00	-	-	-	-	-
guaia-3,10(14)-dien-11-ol	1678	1673	-	-	-	-	-	-	0,49±0,00	-	-	-	-	-
eudesm-7(11)-en-4-ol	1700	1696-1699	0,62±0,01	0,29±0,00	-	0,07±0,00	-	-	-	1,43±0,08	-	0,47±0,00	0,69±0,00	-
14-hidroxi- α -humuleno	1701	1700-1702	0,36±0,00	0,12±0,00	-	-	-	-	-	0,23±0,00	-	-	-	-
2Z,6E-farnesol	1701	1696	-	-	-	0,12±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
cariofileno acetate	1701	1700	-	0,18±0,00	-	0,14±0,00	-	0,22±0,00	-	1,06±0,03	-	-	-	-
maurona	1710	1706	-	0,15±0,00	-	-	-	-	-	0,13±0,00	-	-	-	-
2Z,6Z-farnesol	1718	1717	-	-	-	-	-	-	-	0,34±0,00	-	-	-	-
2E,6E-farnesol	1725	1724	0,20±0,00	-	-	-	-	-	-	0,16±0,00	-	-	-	-
Outras substâncias**			1,21	1,73	10,82	7,59	2,73	1,45	2,94	2,43	7,95	9,27	1,23	7,38
4-fenil-2-butanona	1218	1216	-	-	-	-	0,06±0,00	0,12±0,00	-	-	-	-	-	-
1-tridecano	1292	1292	-	-	-	-	0,29±0,00	-	-	0,28±0,00	-	-	-	-
2-undecanona	1294	1273-1274	0,32±0,02	0,19±0,00	0,39±0,01	0,17±0,00	0,84±0,00	0,43±0,02	0,85±0,01	0,85±0,06	0,57±0,00	0,65±0,00	0,28±0,01	0,32±0,04
2-undecanol	1294	1291-1292	-	-	0,39±0,00	0,18±0,00	-	-	0,29±0,00	0,09±0,00	0,39±0,00	0,27±0,00	-	-
undecanal	1307	1303-1307	0,20±0,01	0,12±0,00	-	-	0,41±0,03	0,13±0,00	-	-	-	-	-	-
butanoato de benzila	1347	1345	-	-	-	-	0,08±0,01	-	-	-	-	-	-	1,08±0,03
2-tridecanona	1496	1495-1497	-	-	1,51±0,11	-	0,55±0,02	0,48±0,00	0,76±0,03	1,21±0,14	0,69±0,00	0,61±0,00	-	0,29±0,00

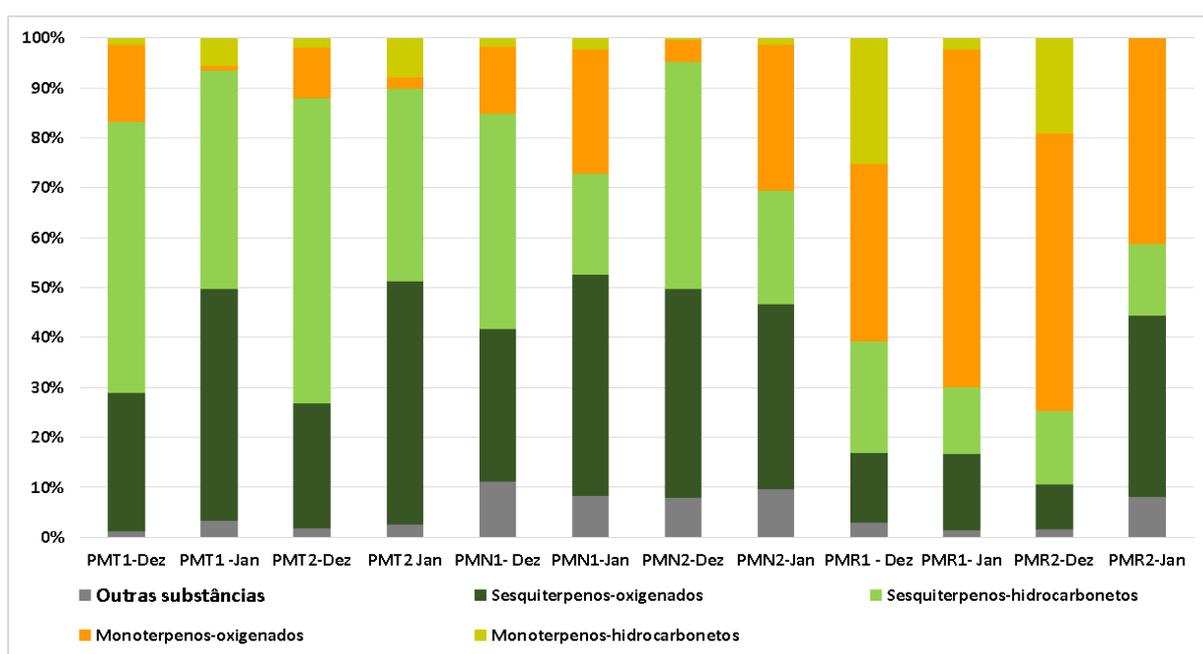
Tabela 26 - Constituição química e rendimentos dos óleos essenciais (OE) das folhas de *P. mollicomum* (PM) de primeira geração (PMN1 /PMT1/PMR1) e segunda geração (PAN2/PAT2/PMR2), cultivadas em casa de vegetação e obtidas dos acessos de Niterói/ RJ (PMN), Teresópolis/ RJ (PAT) e Rio de Janeiro/ RJ, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018. (conclusão)

Constituintes	IR _{lit}	IR _{calc}	PMT1-Dez	PMT2-Dez	PMN1-Dez	PMN2-Dez	PMR1-Dez	PMR2-Dez	PMT1-Jan	PMT2-Jan	PMN1-Jan	PMN2-Jan	PMR1-Jan	PMR2-Jan
benzoato de hexanil	1572	1573	0,17±0,00	-	-	-	-	-	0,91±0,02	-	-	-	-	-
benzoato de benzila	1760	1758	-	-	7,22±0,00	7,24±0,43	0,53±0,01	0,29±0,00	-	-	5,73±0,19	7,74±0,48	0,95±0,03	5,69±0,08
6-acetil-7-hidroxi-2,2-dimetil benzopirano	1762	1762-1768	0,52±0,00	1,42±0,23	1,31±0,15	-	-	-	0,13±0,00	-	0,57±0,00	-	-	-
Rendimentos de OE %			0,38	0,82	0,42	0,18	0,23	0,42	0,13	0,23	0,32	0,32	0,12	0,17
Números de Substâncias Identificadas			58	73	65	58	72	64	72	82	62	61	42	40
Total de substâncias quantificadas			94,52	96,79	97,17	95,11	94,56	91,62	91,17	96,91	96,14	96,89	91,66	90,69
Atividade Fenológica	<i>Fase Vegetativo</i>			X		X								
	<i>Fase Reprodutivo</i>		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X

Legenda: #Áreas hachuradas em rosa evidência o estado de fase reprodutiva. IR_{lit} – Índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007;2017); IR_{calc} -Índices de retenção calculados(variação); *O teor está em média (%) ± desvio padrão (SD); ** As outras substâncias são os *n*-alcanos, álcoois e cetonas; X – Presença.; Áreas hachuradas em rosa evidência o estado de fase reprodutiva; Áreas hachuradas em azul evidenciam substâncias com valores (%) significativos para o estudo.

As comparações entre as classes químicas presentes nos OE de plantas cultivadas de *P. mollicomum*, primeira e segunda gerações, das diferentes áreas de coleta estão apresentados na Figura 60. Os resultados demonstram que os espécimes obtidos de Teresópolis/RJ, região de altitude, apresentam OE com teores percentuais de sesquiterpenos maiores que os demais OE dos espécimes obtidos nas outras áreas. Nota-se que as amostras advindas dos espécimes do acesso do Rio de Janeiro/RJ apresentaram valores maiores que 40% de monoterpenos.

Figura 60 - Variações das classes químicas nos óleos essenciais de *P. mollicomum* cultivadas a partir dos espécimes obtidos dos acessos de Niterói/RJ (PMN), Teresópolis/RJ (PMT), Rio de Janeiro/RJ (PMR) em casa de vegetação por primeira (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda (PMN2/PMT2/PMT2) gerações, colhidas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018.

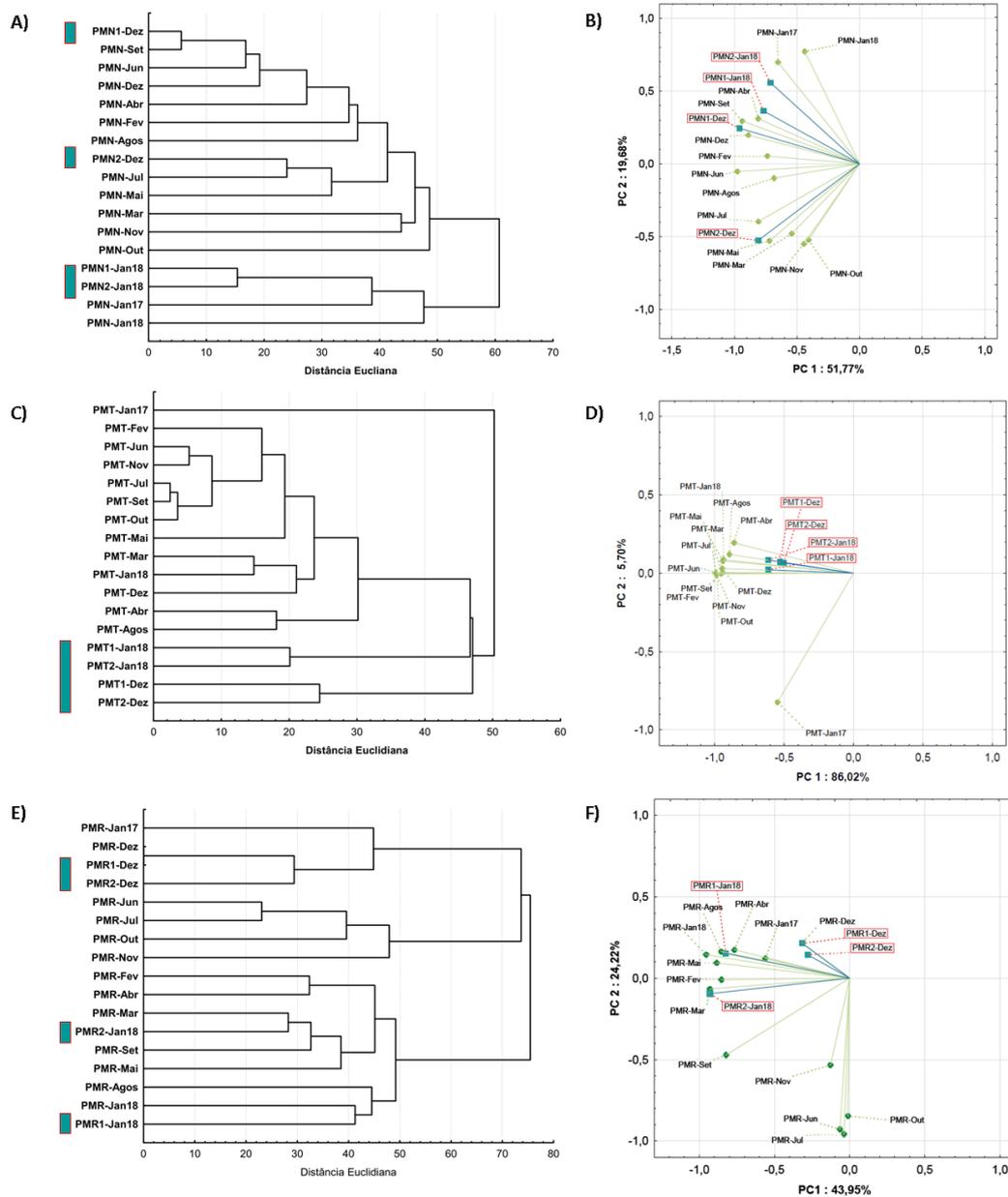


Na figura 61 são apresentadas as AAH e ACP para as amostras de OE dos cultivos, juntamente com OE das plantas coletados a campo, no estudo de sazonalidade. Observa-se em todas análises a grande variabilidade química expressa pela espécie *P. mollicomum* durante o ano, e nota-se que, no cultivo, as amostras dos espécimes demonstraram elevada similaridade com as outras amostras coletas a campo.

Os OE das amostras de Teresópolis/RJ (figura 61B1-2), em particular, foram os que menos apresentaram variações bruscas em sua composição, tendo 91,72% de variância total (PC1=86,01% e PC2= 5,70%, Figura 50B2), com o *score t* de 11,82 de ***E-nerolidol***, 9,36 de ***β-elemeno*** e menos influencia no primeiro eixo de 8,52 de ***α-eudesmol***.

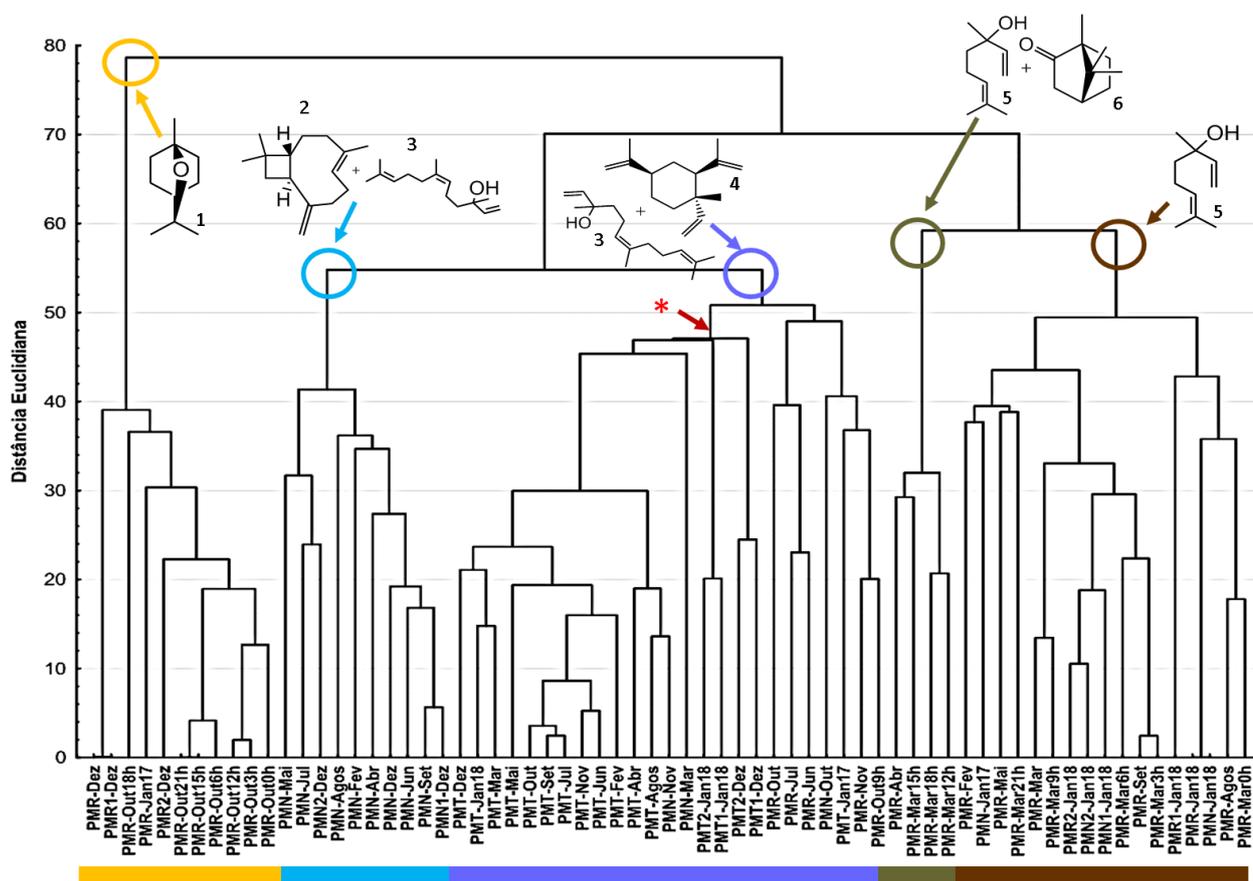
A figura 62 apresenta o dendrograma das 67 amostras de OE de *P. mollicomum* dos estudos de cultivo, análise sazonal e ciclo circadiano. As análises evidenciam a existência de 5 *polimorfismo químico*, dentre esses estão os grupos com: I – Teor elevado de **1,8-cineol**; II – Teor elevado de ***E-cariofileno*** e ***E-nerolidol***; III – Teor elevado de **linalool** e **cânfora**; e IV – Teor elevado de **linalool**.

Figura 61 –Dendrogramase gráficos *score* construídos com 51 amostras de óleos essenciais de *P. mollicomum*, divididas e correlacionadas com estudos sazonal dos acessos de Niterói/RJ (PMN), Teresópolis/RJ (PMT), Rio de Janeiro/RJ (PMR) em casa de vegetação por primeira (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda (PMN2/PMT2/PMR2) gerações, baseado em análise de componente principal.



Legenda: (A, C e E) Dendrogramas e (B, D e F) gráficos *score*; Áreas sinalizadas com a barra verde correspondem às amostras de óleos essenciais das espécies cultivadas do acesso de (A e B) Niterói/ RJ, (C e D) Teresópolis/ RJ e (E e F) Rio de Janeiro/ RJ nos meses de janeiro de 2018 (Jan18) e dezembro de 2017 (Dez).

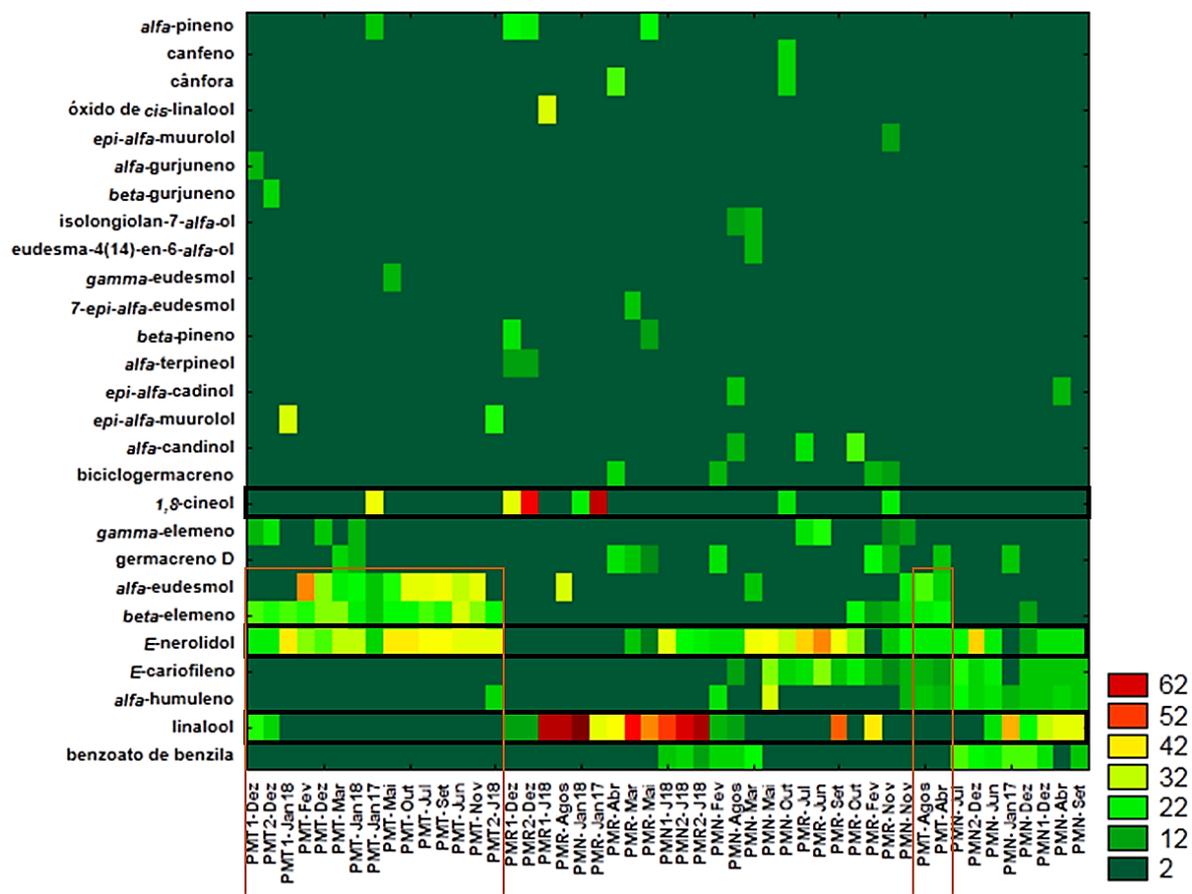
Figura 62 – Dendrogramas 67 amostras de óleos essenciais de *P. mollicomum* dos acessos de Niterói/RJ (PMN), Teresópolis/RJ (PMT), Rio de Janeiro/RJ (PMR) e seus exemplares cultivadas em primeira (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda (PMN2/PMT2/PMR2) gerações, baseado em análise de agrupamento pelo método UPGMA.



Legenda: #As setas demonstram padrões de semelhança entre as amostras. * - amostra da população natural e cultivadas de PMT totalmente isolado das demais. **As barras de cores agrupa as amostra de acordo com sua similaridade. +As cores representam os polimorfismos químicos: em **amarelo** – 1,8-cineol (1); **azul celeste** – E-cariofileno (2) e E-nerolidol (3); **azul adórsio** – E-nerolidol (3) e β-elemeno (4); **aspargo** – linalool (5) e cânfora (6) e **marrom** – linalool (5);

Pode-se observar na AAH pelo dendrograma e gráfico de *two-way joining*, apresentados nas figuras 62 e 63, respectivamente, a existência de um padrão químico em todas as amostras de Teresópolis/ RJ, seja no cultivo ou as obtidas a campo. Esse padrão não ocorreu nas demais áreas da investigação.

Figura 63 – Gráfico de *two-way joining* das 51 amostras de óleos essenciais de *P. mollicomum* dos acessos de Niterói/RJ (PMN), Teresópolis/RJ (PMT) e Rio de Janeiro/RJ (PMR) e seus exemplares cultivadas em primeira (PMN1/PMT1/PMR1) e segunda (PMN2/PMT2/PMR2) gerações, baseado em análise de agrupamento.



Legenda: #áreas marcadas em laranja demonstram padrões de semelhança entre as amostras.

4.8 Análise da quimiodiversidade dos óleos essenciais de *P. mollicomum*

Para análises envolvendo a comparação das diversas composições dos óleos essenciais de *P. mollicomum* e determinação de possíveis quimiotipos, registrou-se 10 amostras da literatura, todas de território nacional, divididas em seis (6) acessos e contidas em cinco (5) artigos. As composições químicas dos OE estão apresentadas na tabela 27.

Foi possível contabilizar a presença de 62 substâncias diferentes nessas amostras, sendo quatro amostras para o Estado do Rio de Janeiro, com uma na cidade de Paraty (RJ1) e três na cidade do Rio de Janeiro (RJ2-4), duas no Estado de São Paulo, cidade de Botucatu (SP1-2) e quatro no Estado de Santa Catarina, na cidade de Blumenau (SC1-4). As quantificações não ficaram em uma faixa adequada, variando de 31,2 a 91,2%.

Tabela 27 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. mollicomum*, de diferentes acessos do Brasil, publicados na literatura. (continua)

Estado	RJ 1	RJ 2	RJ 3	RJ 4	SP 1	SP 2	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4
Referências*	47	48	49	2	50					
Constituintes	Porcentagem Relativa [#]									
Monoterpenos-hidrocarbonetos	0,0	0,0	0,0	26,2	4,4	11,3	54,3	8,9	3,0	41,1
<i>α</i> -turjano	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>α</i> -pineno	-	-	-	-	-	-	9,8	-	0,2	10,7
canfeno	-	-	-	-	-	-	0,4	0,7	-	0,3
sabineno	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	1,8
<i>β</i> -pineno	-	-	-	-	-	-	22,7	-	0,8	18,1
<i>α</i> -felandreno	-	-	-	-	-	-	2,3	-	0,6	1,7
<i>α</i> -terpineno	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	-	-
<i>p</i> -cimeno	-	-	-	-	-	-	3,4	-	0,4	2,6
limoneno	-	-	-	-	-	-	8,3	-	0,6	5,1
<i>cis</i> -ocimeno	-	-	-	14,1	4,4	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -ocimeno	-	-	-	12,1	-	-	1,6	6,0	0,5	-
<i>γ</i> -terpineno	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-
hidreto de <i>cis</i> -sabineno	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	-	0,3
hidreto de <i>trans</i> -sabineno	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	-	0,3
terpinoleno	-	-	-	-	-	11,3	0,9	0,9	-	0,3
Monoterpenos-oxigenados	0,0	29,5	21,5	2,4	0,0	0,0	1,4	0,8	0,0	0,0
4-terpineol	-	-	-	2,4	-	-	1,4	0,8	-	-
criptona	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -terpineol	-	29,5	21,5	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 27 – Levantamento da composição química do óleo essencial de *P. mollicomum*, de diferentes acessos do Brasil, publicados na literatura. (conclusão)

Referências*	47	48	49	2	50					
<i>epi-α-cadinol</i>	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-
<i>epi-α-muurolol</i>	-	-	-	-	-	-	1,7	-	0,6	1,1
<i>α-muurolol</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>α-cadinol</i>	-	-	-	2,2	-	-	-	-	-	0,7
<i>E-E-farnesol</i>	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arilpropanoídes	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,7
safrol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7
asaricina	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-
elemicina	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-
estragole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outras substâncias	5,0			7,5				1,4		
2-tridecanona	4,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-dedecanol	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ácido mirtenoico	-	-	-	7,5	-	-	-	-	-	-
hexanal	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-
3-hexen-1-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	,
Total quantificado	65,6	49,6	53,5	91,8	31,2	48,8	78,7	32,5	53,7	82,4

Legenda: RJ – Rio de Janeiro; SP – São Paulo; SC – Santa Catarina.*Referências: 47 - Santos *et al.*, 2001; 48 - Penedo *et al.*, 2007; 2 - Kiniski *et al.*, 2018; 50 - Calderari, 2002. #Padronizou-se uma casa decimal devido a diversidade de formais de apresentações na literatura.

Nas figuras 64 e 65 estão apresentados os resultados referentes as análise de componente principal e análise de agrupamento hierárquico, respectivamente.

Na matriz de 77 amostras (literatura + amostras dessa Dissertação) foi possível correlacionar, pela análise de AAH, **12 polimorfismos químicos** (da esquerda para direita): I – **biciclogermacreno**; II – **trans-ocimeno** e **E-cariofileno**; III – **α -terpineol**; IV-**1,8-cineol**; V- **espatulenol**; VI –**linalool** e **cânfora**; VII – **linalool**; VIII – **E-cariofileno**; VIX – **E-nerolidol** e **β -elemeno**; X – **E-cariofileno** e **E-nerolidol**; XI – **trans-ocimeno**; XII – **E-nerolidol** (Figura 65).

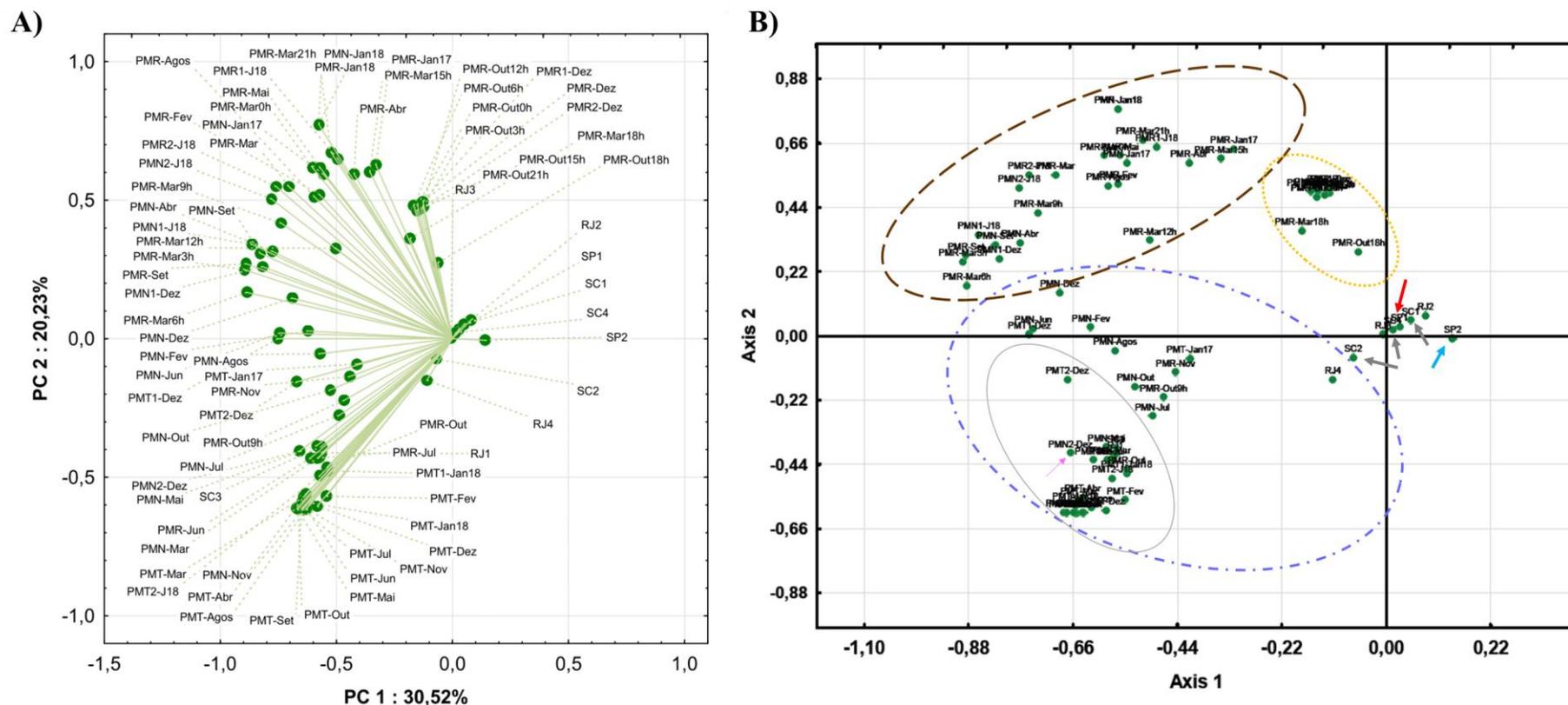
A ACP (Figura 64) foi explicada por 50,75% da variância (PC1 = 30,52% e PC2 = 20,23%). A partir das análises de vetores foi possível observar que existe uma variabilidade química muito elevada para os óleos essenciais de *P. mollicomum*. Fica claro que a baixa quantificação das amostras de *P. mollicomum* registradas da literatura impossibilitou definições mais precisas de alguns quimiotipos.

A plasticidade fenotípica química apresentada por *P. mollicomum*, constatada pelo estudo de sazonalidade, ciclo circadiano e cultivonessa trabalho, pode ser justificada

pelo *score t* obtido no ACP e gira em torno de três substâncias: **1,8-cineol** (PC1=-1,7621/ PC2=8,4952), **linalool** (PC1=-17,9165/ PC2=18,2814) e **E-nerolidol** (PC1=-21,0934/ PC2=-11,1810). Vale destacar que todas as amostras apresentaram padrões químicos semelhantes em algum momento da análise, o que leva a sugerir a existência de **4 quimiotipos**. Dentro do quimiotipo 3 pode-se encontrar 4 geotipos (*i.e.* variação ambiental). Desses tem-se:

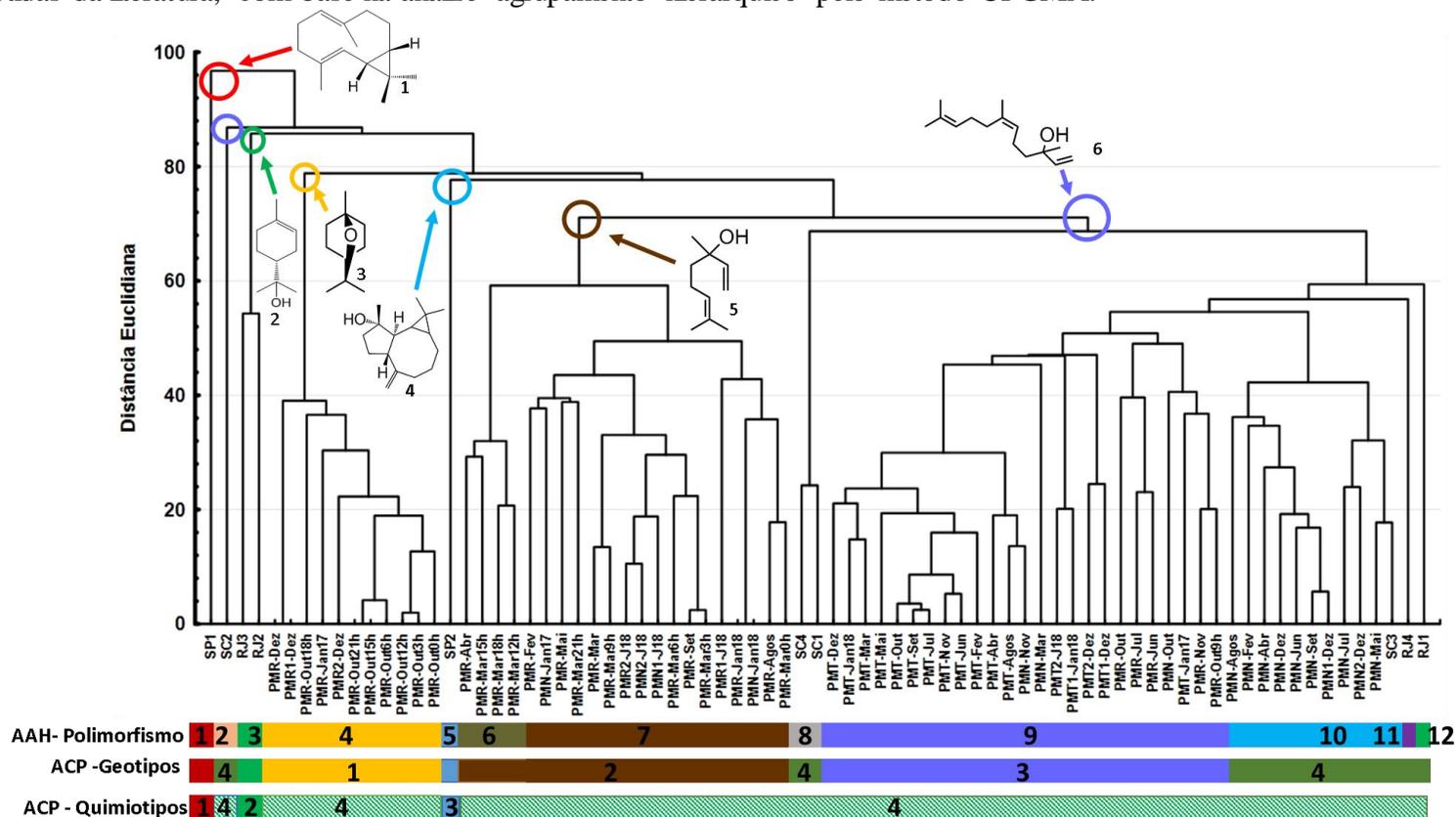
- **Quimiotipo 1** – biciclogermacreno, 1 amostra (SP1);
- **Quimiotipo 2** – α -terpineol, 2 amostras (RJ2 e RJ3);
- **Quimiotipo 3** – 1,8-cineol, linalool e E-nerolidol. Possui setenta e três (73) amostras. (PMT, PMR, PMN de janeiro de 2017 a janeiro de 2018 e as cultivadas; SC1-4);
 - **Geotipo 1** – 1,8-cineol, 11 amostras;
 - **Geotipo 2** – linalool, 21 amostras;
 - **Geotipo 3** – E-nerolidol e β -elemeno, 25 amostras;
 - **Geotipo 4** – E-nerolidol e cariofileno, 16 amostras;
- **Quimiotipo 4** – espatulenol, 1 amostra (SP2).

Figura 64 – Gráficos *score* e *loadings* construídos a partir da composição química de 77 amostras de óleos essenciais de *P. mollicomum* dessa Dissertação e obtidas da literatura, com base em análise de componente principal.



Legenda: (A) Gráfico *score*; (B) Gráfico *loadings*; As barras são: AAH – Resultados obtidos a partir da análise de agrupamento hierárquico. ACP- Resultados obtidos a partir da análise de componente principal. Nas cores do ACP pode-se observar em: **ameixa** – Quimiotipo 2: safrol (3) e asariscina (4); **azul real** – Quimiotipos 3: apiol (1); e **amarelo claro** – Quimiotipo 4: 1,8-cineol (2)

Figura 65 - Dendograma construído a partir da composição química de 77 amostras de óleos essenciais de *P. mollicomum* dessa Dissertação e obtidas da literatura, com base na análise agrupamento hierárquico pelo método UPGMA.



Legenda: As barras são: AAH – Resultados obtidos a partir da análise de agrupamento hierárquico polimorfismo: 1 – biciclogermacreno (1); 2 – *trans*-ocimeno e *E*-cariofileno; 3 – α - terpineol (2); 4-1,8-cineol (3) ; 5- espatulenol (4); 6 –linalool (5) e cânfora; 7 – linalool; 8 – *E*-cariofileno; 9 – *E*-nerolidol (6) e β -elemeno; 10 – *E*-cariofileno e *E*-nerolidol; 11 – *trans*-ocimeno; 12 – *E*-nerolidol. Nas cores do ACP – geotipos: 1 – 1,8- cineol, 2 – linalool; 3- *E*- nerolidol e β -elemeno; 4 -*E*-nerolidol e *E*-cariofileno. ACP- Quimiotipos: Quimiotipo 1 – biciclogermacreno; Quimiotipo 2 – α -terpineol; Quimiotipo 3 – espatulenol ; Quimiotipo 4 – 1,8-cineol, linalool e nerolido.

5 DISCUSSÃO

A determinação de quimiotipo de OE é um desafio presente no meio científico. O conjunto de ferramentas como o cultivo, análise multivariável, estudo genético, análises de fatores ambientais e avaliações morfológicas subsidiam ainda mais o entendimento acerca da plasticidade fenotípica química e suas aplicações biológicas.

Protocolos de cultivo via propagação por estaquia são simples, rápidos e baratos, associar esse modelo com finalidade de propor determinação de quimiotipos mostrou-se bastante eficiente. Mas, não possibilita aferir existência e diferenciação por si só de quimiotipos, necessitando a associação com outras ferramentas (análise morfológica e genética).

Com relação ao cultivo, alguns fatores podem ter influenciado nas baixas taxas de sobrevivência observadas no processo de propagação por estaquia para emissão de raízes em *Piper aduncum* e *P. mollicomum*, dentre essas estão: a planta mãe em idade adulta, fatores endógenos, condições de substratos e o fato das espécies serem silvestres (PAIVA; GOMES, 2010; DOUSSEAU, 2014; CUNHA *et al.*, 2015). Magevski (2012), ao avaliar a propagação das espécies *Piper amplum* Kunth, *P. aboreum* Aubl. e *P. mollicomum*, demonstrou que essa última obteve a menor taxa de sobrevivência em comparação com as outras duas espécies. O autor atribuiu essa baixa taxa à desidratação das estacas herbáceas, mesmo em condições intermitentes de nebulização. No presente trabalho, a espécie *P. mollicomum* apresentou a menor taxa de sobrevivência e maior crescimento médio do tamanho da plântula em comparação com *P. aduncum*. Mesmo assim, nossos resultados demonstraram que *P. mollicomum*, em comparação com *P. aduncum*, apresentou rápido crescimento, e que este pode refletir diretamente na alta adaptabilidade de *Piper mollicomum* às condições ambientais (HIGA; CARVALHO, 1990).

As plantas geradas da matriz do acesso de altitude (> 1000 m, Teresópolis/RJ) apresentaram as menores taxas de sobrevivência e crescimento. Observa-se que as matrizes já se apresentavam nos ambientes de altitudes crescimento lento e baixa resposta às mudanças nas condições ambientais, registrado no período das coletas

(HERMANT *et al.*, 2013; LEAO *et al.*, 2014). Esse fato pode ser justificado pelas temperaturas mais baixas e pela umidade relativa mais alta durante o ano todo da região de altitude, diferente da região de cultivo, localizada em baixa altitude e que apresentou maiores temperaturas e menores taxas de umidade relativa. É descrito na literatura situação inversa. Sher e colaboradores (2010) registraram que a espécie *Linum usitatissimum* L. (linhaça), espécie de baixa altitude, quando cultivada em elevada altitude teve menores taxas de sobrevivência e crescimento. No presente estudo, registrou-se que, após adaptação das espécies *P. aduncum* e *P. mollicomum*, foi possível obter taxas de sobrevivência maiores que 80% para suas gerações. Gomes e Krinski (2016), em estudo de propagação com *Piper amalago* L., demonstraram que as taxas de sobrevivência e o enraizamento podem ser melhorados em areia.

As análises de agrupamento realizadas neste trabalho (Figura 12, página 46) demonstraram que os solos dos acessos de coleta das espécies estudadas apresentaram características semelhantes, com agrupamentos de acordo com a localização de cada espécie. Dessa forma, as características dos solos tiveram pouca influência nesse estudo.

Os rendimentos dos óleos essenciais de *P. mollicomum* foram maiores do que os de *P. aduncum*. Ainda, os OE de espécimes de altitude elevada (>1000) apresentaram rendimentos menores do que os de baixa altitude (<400). No entanto, nos períodos de precipitações elevadas, os espécimes de altitude apresentaram rendimentos maiores. Registra-se que, geralmente, os teores de OE são maiores em temperaturas moderadamente elevadas, com perda de rendimento com aumento progressivo da temperatura (LIMA *et al.*, 2003). Estudos realizados com tomilho (*Thymus vulgaris* L.), orégano (*Orianiun vulgares* ssp. *Hirtum* L.) e menta (*Mentha x piperita* L.) demonstraram a variação da altitude nos rendimentos dos OE. Foi observado que essas espécies apresentaram maiores rendimentos em altitudes elevadas, sendo que a mesma possibilidade pode ocorrer em situação inversa (LIMA *et al.* 2003; VOKOU *et al.*, 1993). Em estudo sazonal realizado com a espécie *P. gaudichaudianum* Kunth, também pertencente ao complexo de *Piper aduncum*, os rendimentos maiores foram registrados na primavera (1,61%), sendo que os autores observaram que as variações nos rendimentos possuem maior relação com o ciclo vegetativo do que com a variação sazonal (SCHINDELER *et al.*, 2018). Portanto, existe relação de variação de rendimento de OE tanto na sazonalidade, quanto no ciclo circadiano, bem como em

relação à fase reprodutiva das espécies (SCHINDELER *et al.*, 2018; FIGUEIREDO *et al.*, 2008; GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Vale ressaltar que valores de rendimento de OE próximos ao de *P. aduncum* de Teresópolis/ RJ foram encontrados no mesmo padrão de altitude (> 1000 m) para essa espécie em regiões do Distrito Federal, Brasil (0,66 – 1,30%), como descrito por Potzernheim e colaboradores (2012). A título de comparação, estudos realizados com *P. aduncum* da região amazônica do Brasil registraram rendimentos entre 1,20 a 3,30% (MAIA *et al.*, 1998).

Para *P. mollicomum*, o maior rendimento foi encontrado nos acessos de Niterói/ RJ e do Rio de Janeiro/ RJ, em comparação com o acesso de Teresópolis/ RJ. Em trabalhos anteriores foram descritos teores de 2,98% a 0,50% para os OE obtidos das folhas dessa espécie coletadas em Florestas Ombrófilas (DUARTE *et al.*, 2006; DOUSSEAU, 2009; 2013). Valores menores de rendimentos (0,16% a 0,51%) foram registrados para *P. mollicomum* em Santa Catarina (CALDERARI, 2002).

Na análise dos rendimentos do OE do indivíduo de *P. mollicomum* do Rio de Janeiro avaliado quanto à influência do ciclo circadiano, os maiores rendimentos foram obtidos nos OE de 6:00 h, nos dois períodos avaliados (março e outubro de 2017). Resultados similares de rendimento elevado no mesmo horário foram registrados por Ribeiro e colaboradores (2014) no estudo do ciclo circadiano de *Lippia origanoides* Kunth (Verbenaceae). No presente trabalho, as análises estatísticas demonstraram também total relação do rendimento do OE com a umidade e com a temperatura. Essa associação pode estar diretamente ligada ao aumento da taxa de transpiração vegetal, em ambientes úmidos, em que a água não é fator limitante, como na Floresta Ombrófila. Nesses ambientes existe um aumento da taxa de metabolização e diminuição da taxa de volatilização das substâncias o que, conseqüentemente, afeta o rendimento do OE (SMITH *et al.*, 1979; LETCHAMO; GOSSELIN, 1996; QUEIROZ *et al.*, 2017).

De acordo com os resultados obtidos foi possível observar que existem variações nas composições químicas e nas concentrações das substâncias de todas as amostras analisadas, intra- e interespecies. É notório que metabólitos da via do acetato-mevalonato são predominantes para todas as amostras analisadas.

Avaliando as amostras em nível de classes químicas, registrou-se que as amostras obtidas em região de altitude (Teresópolis/ RJ) possuem maiores teores de

sesquiterpenos, especificamente sesquiterpenos oxigenados. Os estudos com a espécie *Reinealmia chrysotricha* Petersen (Zingiberaceae) realizados no Estado do Rio de Janeiro demonstraram que os indivíduos de áreas maiores que 1000 m (Macaé de cima – Friburgo/ RJ) apresentaram, no período do verão, predomínio de substâncias sesquiterpênicas. O mesmo estudo evidenciou que os espécimes coletados na Floresta da Tijuca (900 m) eram ricos em monoterpenos e que os do Parque Nacional do Itatiaia (760 m) possuíam composição equilibrada em monoterpenos e sesquiterpenos (LIMA *et al.* 2003; PUGIALLI, 1998). Esses dados corroboram nossos resultados, pelo fato das regiões de estudo apresentarem as mesmas características. Outro estudo de OE publicado com *P. aduncum* coletada em Floresta de Galeria de altitude elevada, no Distrito Federal - Brasil, mostrou predominância de arilpropanoides e monoterpenos (POTZERNHEIM *et al.*, 2012).

Nas análises relacionadas às composições químicas, variações sazonais e quimiodiversidade em *P. aduncum* foi possível diferenciar duas substâncias majoritárias, sendo essas os sesquiterpenos *E*-nerolidol (7,90 a 41,48%) e β -selineno (10,01 a 19,39%) para Teresópolis/ RJ e Niterói/ RJ, respectivamente. Em comparação com os dados da literatura, registra-se pela primeira vez no OE de *P. aduncum* o componente majoritário β -selineno. A identificação do *E*-nerolidol como constituinte majoritário do OE de *P. aduncum* foi descrita em seis amostras de Pernambuco (79,20 – 82,50%) e em uma amostra coletada em Minas Gerais (14,20%) (MESQUITA *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Foi registrada concentração relevante de *E*-cariofileno em amostras *Piper aduncum* de Niterói (PAN) e *P. aduncum* de Teresópolis (PAT). Essa substância foi identificada como majoritária em uma amostra coletada no acesso do Parque Nacional Altos de Campana no Panamá (VILA *et al.*, 2005). As substâncias *E*-cariofileno e isocariofileno, frequentemente, ocorrem na natureza juntas (SELL, 2007). Estão presentes em altas concentrações em muitos óleos essenciais de folhas, como de *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer (Annonaceae) e *Copaifera multijuga* Hayne (Fabaceae) (GRAMOSA; SILVEIRA, 2005; CAMPOS *et al.*, 2014). O cariofileno é produzido biossinteticamente pela ciclização do cátion pirofosfato de farnesila (FPP), no ataque ao carbono eletrofílico pela nuvem π . Como consequência a expulsão do grupo difosfato, ocorre outra ciclização e posterior protonação o que leva à formação do cariofileno

(DEWICK, 2002). Quando esse sofre auto-oxidação, forma-se o óxido de cariofileno, presente nos OE das amostras de PAT e PAN. As correlações encontradas para os teores de *E*-cariofileno para as amostras do acesso de Niterói/ RJ e o nível de precipitação também foram observadas por Carneiro e colaboradores (2010), em estudo com *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. Os autores demonstraram que em ciclos vegetativos com variação anual do índice pluviométrico existe um aumento do rendimento *E*-cariofileno nos meses de baixa precipitação e diminuição dos rendimentos nos meses de alta precipitação. O oposto foi descrito para o OE de *Baccharis trimera* (Less.) DC. (Asteraceae) coletada no cerrado (SILVA *et al.*, 2007).

A presença do monoterpene linalool como constituinte majoritário do OE de *P. aduncum*, com teor entre 31,70 – 31,80%, foi registrado para um acesso de Ibaté e Araraquara/ São Paulo (Brasil) (NAVICKIENE *et al.*, 2006; MORANDIM-GIANNETTI, *et al.* 2010). Piperitona também foi descrita em estudos no Brasil e em Cuba como componente majoritário do OE de *P. aduncum*, variando em concentrações entre 13,00 e 34,00% (ANDRADE *et al.*, 2009; POTZERNHEIM *et al.*, 2012; RODRIGUEZ *et al.*, 2013; MONZOTE *et al.*, 2017). O monoterpene 1,8-cineol (eucaliptol) foi identificado como majoritário em amostras de OE de *P. aduncum* da Bolívia e de Minas Gerais (Brasil), variando entre 40,50 e 57,20% (VILA *et al.*, 2005; ARZE *et al.*, 2008; LARA-JÚNIOR *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013a,b).

No Brasil, a primeira descrição da composição do óleo essencial contendo dilapiol foi feita por Gottlieb e colaboradores (1981), perfazendo 74,50% da composição do OE de *P. aduncum*. Outros registros da presença desse arilpropanoide em grande teor percentual foram feitos em amostras do Panamá (90,00%) (GUPTA *et al.*, 1983), Kuala Lumpur/Malásia (64,50%) (JANTAN *et al.*, 1994), Equador, Papua-Nova Guiné, Cuba e Costa Rica, variando em teor percentual de 43,30 a 61,80% (CICCIÓ; BALLESTERO, 1997; PINO *et al.* 2004; RALI *et al.*, 2007; GUERRINI *et al.*, 2009). No Brasil, quase todos os registros da presença de dilapiol nos OE de *P. aduncum* se concentram na região Norte (31 acessos analisados), com apenas um relato na região Centro Oeste (97,30% a 31,00%) (MAIA *et al.* 1998; ALMEIDA *et al.*, 2009; ANDRADE *et al.*, 2009; POTZERNHEIM *et al.*, 2012; GAÍNZA *et al.*, 2016). Estudos de Smith e Kassim (1979) reportaram a associação das atividades biológicas presentes

em *P. aduncum* com a existência de arilpropanoides, como o dilapiol, em teor de 50,00% nos óleos essenciais da espécie.

Outros arilpropanoides foram descritos nos OE de *P. aduncum*, como asaricina, em duas amostras da Serra da Arnica em Mato Grosso (Brasil) analisadas por Andrade e colaboradores (2009), com variação entre 56,40 e 79,90%, assim como em outras regiões do Brasil (São Paulo e Brasília), e na Bolívia, com variação entre 10,50 e 49,50% (ARZE *et al.*, 2008; ANDRADE *et al.*, 2009; FERREIRA, 2011; POTZERNHEIM *et al.*, 2012). O arilpropanoide safrol também foi descrito em teores significativos em alguns OE de *P. aduncum* (ANDRADE *et al.*, 2009).

Para espécimes do cultivo de *P. aduncum* derivadas de matrizes oriundas de Teresópolis/ RJ pode-se observar um elevado teor relativo de benzaldeído (> 70%). Essa substância também foi identificada em amostras de campo, porém, em menores teores. Há registro da presença de benzaldeído no OE da espécie *Piper steerni* Cryst (POSSO *et al.*, 1994). Machado e colaboradores descreveram a presença dessa substância em amostras de OE de *Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae). Os autores registraram que, sob condições de estresse, há o aumento do teor de benzaldeído para percentuais superiores a 80%, sendo esta substância associada a estresses bióticos/abióticos e a eventos relacionados ao estresse oxidativo. O estresse pode justificar o alto teor de benzaldeído detectado no OE de *P. aduncum* do acesso de Teresópolis/ RJ, já que a planta de altitude foi cultivada em baixa altitude, além de injúrias mecânicas e predação (PINTO-ZEVALLOS *et al.*, 2013).

Foram encontrados na literatura 48 estudos envolvendo a caracterização química de OE de *P. aduncum*, com 66 acessos analisados. Este número é o maior já descrito, quando comparado com as revisões de Monzoate e colaboradores (2017), com 38 acessos, e de Gaínza e colaboradores (2016), com 45 acessos. Esse levantamento bibliográfico sobre a composição dos OE de *P. aduncum* permitiu demonstrar que a quimiodiversidade das classes químicas presentes nos OE de *P. aduncum* reafirma a hipótese de Kubitzki e Gottlieb (1984): *a evolução em plantas reduziu o número de vias metabólicas e, posteriormente, houve diversificação.*

Petrakis e colaboradores (2005), na criação dos métodos de biosistemática a partir de óleos essenciais, afirmam que as espécies são caracterizadas por um padrão específico de diversidade nas contribuições relativas de terpenos. E em geral, cada

espécie tende a apresentar uma digital distinta de diversidade, o que não permite classificar em seções taxonômicas. Essa diversidade em Piperaceae pode ser explicada pelos múltiplos marcadores químicos e em diferentes teores relativos, tais como arilpropanoides, benzenoides e terpenoides. Esses são produzidos, muitas vezes, em localizações citológicas diferentes, como os terpenoides, que apresentam um precursor comum, o difosfato de isopentenila, e existem regiões de ramificações com a formação do precursor difosfato de geranila que leva aos monoterpenos e difosfato de farnesila que dá origem aos sesquiterpenos.

Gottlieb e colaboradores (1996) demonstraram existir correlação entre metabólitos de determinadas vias biossintéticas e a latitude nas regiões neotropicais da América do Sul. Os pesquisadores notaram que a produção de esteroides, poliacetilenos e alcaloides pirrolizidínicos tem correlações diretas com o aumento da latitude. Por outro lado, os derivados da via biossintética do ácido chiquímico possuem relação inversa. Martz e colaboradores (2009) demonstraram esse padrão de correlação para terpenoides e alguns fenólicos em região do Oriente. Os estudos de Oliveira e colaboradores (2005) demonstraram que existe uma tendência de oxidação de monoterpenos e sesquiterpenos dos OE de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit (Lamiaceae) nas transições do Cerrado do Planalto Central para Amazônia. Kaplan e colaboradores (1991) demonstraram que para o sesquiterpeno aromático emmotina existe um gradiente de oxidação que vai da Amazônia, através da Mata Atlântica, até o Planalto Central (Rede Vegetal Sulamericana).

Nessa investigação, a partir da composição química dos óleos essenciais de *P. aduncum*, foi possível determinar, pela primeira vez, gradientes biossintéticos com o aumento da latitude: *verificamos uma relação diretamente proporcional para os sesquiterpenos oxigenados e inversamente proporcional para o arilpropanoides*. Padrões muito semelhantes foram observados para o Cerrado em relação a monoterpenos/sesquiterpenos e diversificação de quimiotipo. Porém, os valores de correlações de Pearson entre a latitude e esses metabólitos foram baixos. Em análise geográfica, o Cerrado ocupa 22% do território brasileiro, perpassando totalmente de Norte/Nordeste a Sul e, conseqüentemente, possui regiões de baixa para alta latitude. Este fato é determinante para o registro de grande variação entre os números/tipos de

sesquiterpenos (oxigenados ou não) e monoterpenos e pode explicar porque a correlação não apresenta bons resultados para esse bioma.

Essas alterações de rotas biossintéticas (chiquimato/acetato-mevalonato) estão ligadas diretamente ao gradiente latitudinal da biodiversidade (diminui de espécies com a distância do equador) e a história evolutiva da espécie vegetal. Esse gradiente é reflexo de um fenômeno ecológico, decorrente do decréscimo da intensidade de radiação solar do equador em direção aos polos (GOTTLIEB *et al.*, 1992; GOTTLIEB; BORIN, 2000; 2012; SCHLUTER; PENNEELL, 2017). Gottlieb e colaboradores (1992) demonstram que esse fator não é único, e que existe uma tendência à disposição lignínica, que funciona como um atrator de matéria-prima para via do chiquimato (como rota preferencial), transformando-se em freio para o desenvolvimento evolutivo das outras vias biossintéticas. Então, com maior incidência de energia solar, atinge-se um rendimento máximo na produção de biomassa ligno-celulósica, como mecanismo de adaptabilidade, que, em consequência, gera a interconversão micromolecular. Esse padrão possui configurações hierárquicas que respeitam escalas locais (α -diversidade) e regionais (γ -diversidade), possibilitando modificações pequenas nas relações ecológicas (nicho ecológico) e, conseqüentemente, adaptabilidade dos espécimes/alterações na estrutura química das substâncias (SCHLUTER; PENNEELL, 2017; GOTTLIEB *et al.*, 1992).

Estudos recentes demonstram que existem fortes evidências do decaimento da defesa química de plantas contra herbívoros e a latitude (MEINERS, 2016; BECERRA, 2015; OHGUSHI, 2016). Fortalecendo evidências para a hipótese da relação da produção química com o gradiente latitudinal da biodiversidade.

Em espécies bem distribuídas no planeta e ecologicamente polimórficas, como *P. aduncum*, a especiação possui lugar preferencialmente por *processos de especialização ecotípica* (na maioria das vezes edáficas). Nesse caso, essas espécies (incluindo *P. aduncum*) dão lugar a quantidade significativa de espécimes satélites, que são estreitamente especializadas do ponto de vista ecológico (GOTTLIEB *et al.*, 1992). Nesse contexto, os OE apresentam-se como ferramenta de avaliação dessa plasticidade fenotípica química, derivada de um genótipo, criado por uma história evolutiva, construída pela soma de fatores bióticos e abióticos. Com a análise dos mapas quimiodiversidade e quimiogeografia gerados nesse trabalho, bem como a possibilidade

de verificar a existências desses gradientes, é possível observar que essas variações são frutos das pressões seletivas dos diferentes ambientes ecológicos (frutos das variações edafoclimáticas) e geográficos. Essas variações podem ser sentidas em níveis qualitativos (número e diversidade de substâncias) e quantitativos (teor dos metabólitos especiais, nesse caso, componentes voláteis presentes nos OE das folhas) (GOTTLIEB *et al.*, 1992; SILVA *et al.*, 2007).

Nesse trabalho, também foi possível demonstrar que áreas onde as amostras possuem composições equilibradas entre a via do acetato-mevalonato/chiquimato tendem a produzir mais substâncias derivadas da via do chiquimato, como as amostras de região de transição no Cerrado no Distrito Federal (DF3) e São Paulo (SP6). Isso se dá pela predominância de uma via biossintética sobre a outra, igualmente ao proposto por Gottlieb e colaboradores (1992) e Petrakis e colaboradores (2005). Gottlieb e Borin (1994) observam que a variação nessa seguem uma propoção para derivados das vias do chiquimato *versus* acetato-mevalonato que na Amazônia é de 70:30 e na Savana (Cerrado) é de 25:75, respectivamente. Portanto, pode-se considerar o Cerrado e seus ecotones como centro importante de diversificação química para *P. aduncum*.

O número absoluto e a diversidade de substâncias nos OE de *P. aduncum* podem fortalecer a hipótese da diversificação de substância da via do acetato-mevalonato com o aumento da latitude *versus* gradiente latitudinal de biodiversidade. Os dados apresentados nesse trabalho demonstram existir uma relação em que a diversidade em táxon dos biomas (Tabela 28) é diretamente proporcional ao número de substâncias.

Tabela 28 – Números de táxons de espécies superiores encontrados nos Biomas das áreas de coleta de *P. aduncum* para extração de óleos essenciais.

Biomas/Regiões	N. de táxons
Mata atlântica ¹	15.547
Cerrado ¹	12.438
Caatinga ¹	4.879
Amazônia ¹	12.180
Parque Nacional da Serras dos Órgãos ²	1.512
Parque Estadual da Tiririca ²	324
Parque Nacional da Floresta da Tijuca ²	1.141

Legenda: 1 – Flora do Brasil em construção 2020; 2 – Coelho *et al.*, 2017 (Catálogo da flora do Estado do Rio de Janeiro). Destaque para as áreas de coleta que compõe esse trabalho.

Dessa forma, foi possível estabelecer que *quanto maior o número em táxons(diversidade), maior é o número absoluto de substâncias nos OE das folhas de P. aduncum*. Assim, pode-se afirmar que a especiação na Amazônia permitiu uma riqueza em nível alto de diversidade de espécies e baixa diversidade em táxons superiores. Suas florestas fechadas impossibilitam o crescimento de espécies mais herbáceas, o que diminui a incidência e oportunidade do desenvolvimento da via do acetato-mevalonato no processo evolutivo, levando a diversificação de outras vias. Esse fato confirma a predominância de substâncias da via do chiquimato nos OE de *P. aduncum* na Amazônia, descrito anteriormente nessa Dissertação em relação também a latitude.

Ohgushi (2016) demonstrou que essa relação entre produção qualitativa vista como número de substância está diretamente relacionado a plasticidade fenotípica da espécie em resposta a conservação do ambiente e, conseqüentemente, resposta a herbívoros que devem se apresentar diretamente proporcional a alimentação disponível.

Em nível quantitativo, observa-se que existe uma distribuição por biomas³ e respeitando o gradiente oxidativo presente da Mata Atlânticas para a Amazônia/Planalto Central dos possíveis quimiotipos determinados:

- **quimiotipo dilapiol** (Floresta tropical Amazônica (Brasil); Floresta Tropical de Harapan (Ásia); Floresta tropical do Havaí e Daintre (Oceania));
- **quimiotipo safrol e asaricina** (Savana, Brasil);
- **quimiotipo apiol** (Floresta tropical Amazônica (Brazil/ Colombia) e Floresta tropical Harapan (Ásia));
- **quimiotipo 1,8-cineol** (Savana (Brasil/ Bolívia));
- **quimiotipo E-nerolidol** (Floresta tropical Atlântica (Brasil));
- **quimiotipo β-selineno** (Floresta tropical Atlântica (Brasil));
- **quimiotipo piperitona** (Savana (Brasil/ Cuba));
- **quimiotipo asaricina + miristicina** (Floresta Tropical Amazônica);
- **quimiotipo trans-ocimeno** (Floresta tropical Atlântica (Brasil/ Savana (Brasil – geotipo));
- **quimiotipo linalool** (Savana, Brasil/ Floresta tropical, Panamá).

³ Para o mundo foi levado em consideração o conceito e distribuição de Bioma proposto por Prentice e colaboradores(1992).

Potzernheim e colaboradores (2012) e Oliveira (2013a) acreditam que a existência de polimorfismos químicos de *P. aduncum* possui uma relação forte com fluxo gênico e, por isso, propõe que serão necessárias avaliações genéticas para confirmar tal fato, principalmente, em análises sobre regiões de transições entre biomas (ecótonos).

Outra questão a ser considerada é que Quijano-Abril e colaboradores (2006) demonstraram que a Mata Atlântica e Amazônia apresentam grandes taxas de endemismo para o gênero *Piper* L. nas regiões Neotropicais. Este fato reforça a proposta de diversificação química derivada das pressões ambientais dos espécimes e diferenciação entre as vias do acetato-mevalonato e via do chiquimato para essas áreas.

Os quimiotipos de *P. aduncum* tem sido estudados desde 2009 como demonstrado na tabela 29. A primeira sugestão de dividir essa espécie em dois quimiotipos foi proposta por Almeida e colaboradores (2009). No mesmo ano, Andrade e colaboradores (2009), em estudo de OE de *P. aducucum* apontam, apenas com análise de agrupamento hierárquico, a existências de quatro quimiotipos, nos quais existia a predominância da via do chiquimato, pois os autores estudaram apenas amostras da Amazônia.

Tabela 29 – Possíveis quimiotipos sugeridos para *P. aduncum* no período de 2009 a 2018.

	Almeida <i>et al.</i> (2009)	Andrade <i>et al.</i> (2009)	Oliveira, (2013)	Gaíza <i>et al.</i> (2016)	Monzote <i>et al.</i> (2017)	Está investigação (2018)
Possíveis quimiotipos identificados#	1) Dilapiol	A) dilapiol	1) dilapiol	1) E- cariofileno	1) dilapiol	1) dilapiol
	2) Terpenos	B) dilapiol + piperitona	2) 1,8-cineol/ <i>trans</i> -ocimeno	2) dilapiol	2) piperitona + cânfora	2) safrol + asaricina
		C) piperitona + asaricina	3) <i>E</i> -nerolidol	3) 1,8-cineol	3) asaricina + piperitona	3) apiol
		D) asaricina + safrol	4) linalool + cariofileno	4) <i>E</i> -nerolidol	4) <i>beta</i> -ocimeno	4) 1,8-cineol
			5) piperitona + sarisán	5) <i>Z</i> -nerolidol	4) Piperitona + Terpin-4-ol	5) <i>E</i> -nerolidol
				6) asaricin	5) 1,8-cineol	6) β -selineno
				7) piperitone	6) E-cariofileno	7) piperitona
					7) linalool	8) asaricina + miristicina
					8) nerolidol	9) <i>trans</i> - ocimeno
						10) linalool
Técnica de identificação	Sem uso de análise multivariada	AAH	AAH+ACP	Sem uso de análise multivariada	AAH	AAH+ACP

Legenda - #Representação dos quimiotipos proposta pelos autores.

Oliveira e colaboradores (2013) propõem o primeiro estudo associado com cultivo para determinação de quimiotipos para *P. aduncum*, com espécimes de diferentes localidades no Cerrado de Minas Gerais. O estudo permitiu a identificação de duas variações na composição dos majoritários: *trans*-ocimeno e 1,8-cineol. Os autores observaram que as espécies em cultivo apresentaram padrões químicos semelhantes ao das espécies a campo, trazendo luz à discussão quanto a existência do geotipo caracterizado como o polimorfismo químico *trans*-ocimeno. Em estudo associado com análise de componente principal e agrupamento hierárquico, o mesmo estudo pode definir a existência de sete quimiotipos (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Apenas pelas análises dos componentes majoritários, sem uso de ferramentas estatísticas, Gaíza e colaboradores (2016) propõem a existência de sete quimiotipos de *Piper aduncum*. Moazarte e colaboradores (2017) sugeriram a existência de oito quimiotipos com ferramenta de análise de agrupamento hierárquico, a qual demonstrou similaridade adequada para agrupamento de 2) piperitona + cânfora, 3) asaricina + piperitona + β -ocimeno e 4) Piperitona + Terpin-4-ol. O uso das ferramentas estatísticas multivariadas combinadas traz maior robustez e, conseqüentemente, mais resolutividade para determinação de quimiotipos (TININIS *et al.* 2006). Padrões que não possuem significância visuais como as amostras de OE ricas em linalool coletadas no acesso de Lavras, Minas gerais (MG1), podem ser agrupadas em apenas um quimiotipo.

Tabela 30 – Algumas atividades biológicas associadas a quimiotipos de *P. aduncum* sugeridos nos períodos de 2009 a 2018.

Quimiotipos	Atividades biológicas	Referência
dilapio1	antifúngica, inseticida, anti-inflamatória, genotoxicidade	Silva <i>et al.</i> , 2017
safrol + asaricina	inseticida	Estrela <i>et al.</i> , 2006
Apiol	inseticida	Fazolin <i>et al.</i> , 2005; 2007
1,8-cineol	antimicrobiana	Oliveira, 2013
<i>E</i> -nerolidol	tripanocida	Silva <i>et al.</i> , 2017
β -selineno	-	-
piperitona	antioxidante	Silva <i>et al.</i> , 2017
asaricina + miristicina	inseticida	Krinski <i>et al.</i> , 2018
<i>trans</i> -ocimeno	leishmanicida	Silva <i>et al.</i> , 2017
linalool	tripanocida	Silva <i>et al.</i> , 2017

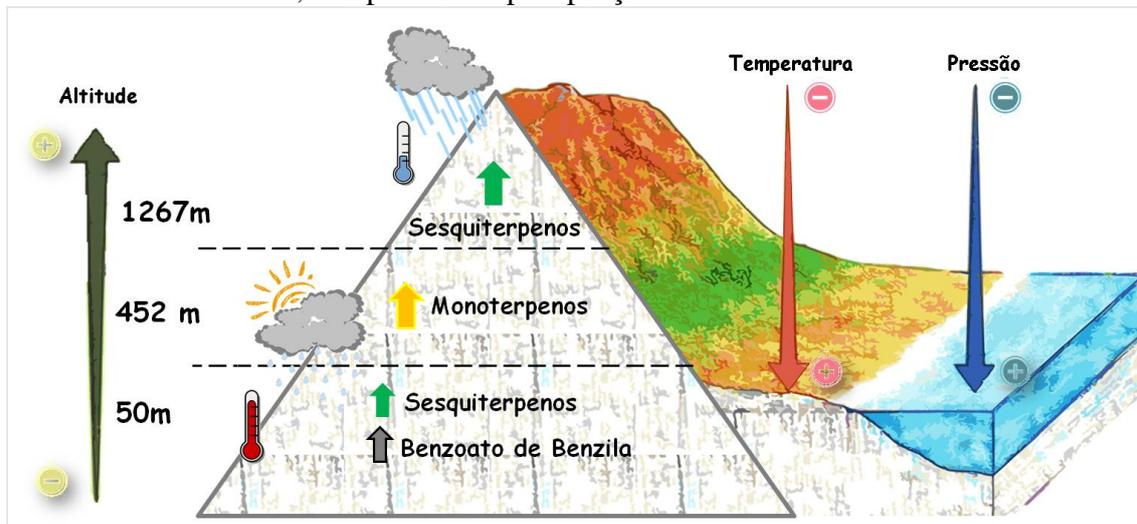
Os quimiotipos de *P. aduncum* já possuem relatos referentes às suas atividades biológicas, o que demonstra uma diversidade de aplicações para uma mesma espécie, tais como, como antifúngica, antioxidante, antimicrobiana, tripanocida e leishmanicida.

As análises dos OE de *P. mollicomum* realizadas neste trabalho indicaram, pela primeira vez, os constituintes majoritários 1,8-cineol e linalool.

Cabe destacar, também, a alta plasticidade fenotípica química decorrente das variações ambiental e sazonais para *P. mollicomum*. Padrões semelhantes foram apresentados para *Ocimum basilicum* L., por Veloso e colaboradores (2014) e Takeshi e colaboradores (1999).

Os resultados dessa Dissertação demonstram que os OE de *P. mollicomum* possuem variações significativas nos teores de substâncias e, conseqüentemente, nas classes químicas, e que essas variações estão relacionadas à altitude, sazonalidade e a fatores ambientais (Figura 67). Embora seja difícil estabelecer correlações com análise sazonal realizada em apenas um ano, é possível, como descrito nos resultados, sugerir que em baixa altitude (área de coleta Niterói/ RJ, 50 m) o benzenoide benzoato de benzila, raro em OE, foi confirmado em teores bastante significativos (substância já descrita para *P. retrofractum* (14,4%) e *P. sarmentosum* (49,5%); (HIEU *et al.*, 2014). Os teores percentuais desse benzenoide e de sesquiterpenos nessa região de estudo sofre influência direta da temperatura (maiores teores foram registrados nos meses de temperaturas mais elevadas). Em região de média altitude (Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro/ RJ, 452 m) os teores de monoterpenos aumentam com a diminuição da precipitação e aumentam durante a fase reprodutiva da espécie. Em região de grande altitude (Teresópolis/ RJ, 1267 m), há correlação direta com o teor de sesquiterpenos (principalmente os oxigenados) e a diminuição da temperatura e aumento da precipitação (Figura 66). Esses resultados sugerem que espécies plásticas, como *P. mollicomum*, que apresentam alta adaptabilidade ao ambiente são importantes indicadores para avaliação da influência dos fatores ambientais. Portanto, em se tratando do uso popular dessa planta há de se considerar enormes variações de indicações terapêuticas. Nesse sentido, para o aproveitamento de *P. mollicomum* como espécie medicinal é fundamental o cultivo.

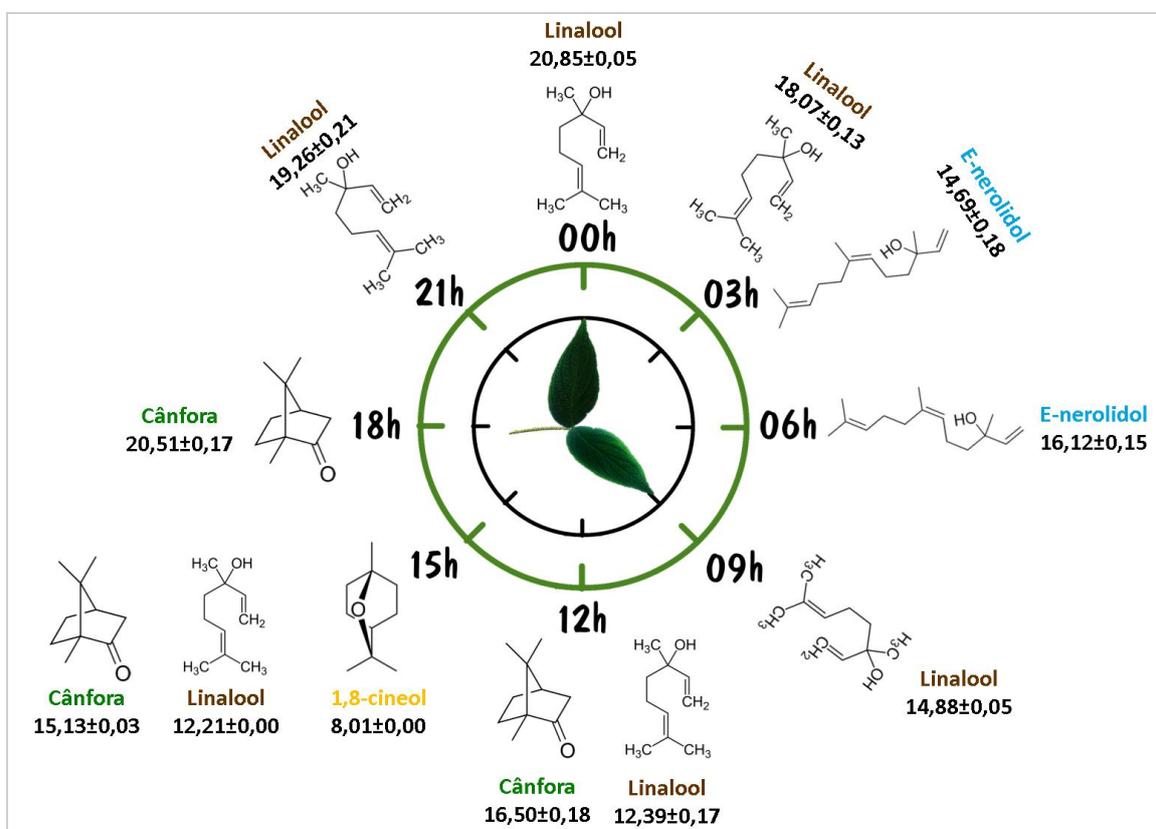
Figura 66 - Esquema ilustrativo da comparação da variações de classes químicas, altitudes, temperatura e precipitação.



Santos e colaboradores (2001) descreveram para OE de *P. mollicomum* uma composição mais rica em sesquiterpenos, tendo os oxigenados (39,04 %) em maiores percentuais do que os não oxigenados (21,29 %). Nenhum monoterpeneo foi identificado na amostra coletada em Parati/ RJ. Santos e colaboradores (2001) descrevem, também, a presença de *E*-nerolidol (23,20 %) e *E,E*-farnesol (10,48 %) como constituintes majoritários. Há registros na literatura, ainda, para amostras de OE de *P. mollicomum* coletadas no Rio de Janeiro (Penedo, 2007), os componentes majoritários *Z*- α -terpineol (29,51 %) e α -bulneseno (10,25 %). Calderari (2002) descreve a presença de β -pineno (18,00 %), α -pineno (10,00 %) e *E*-cariofileno (10,00 %) em amostra coletada do Vale do Itajaí (SC).

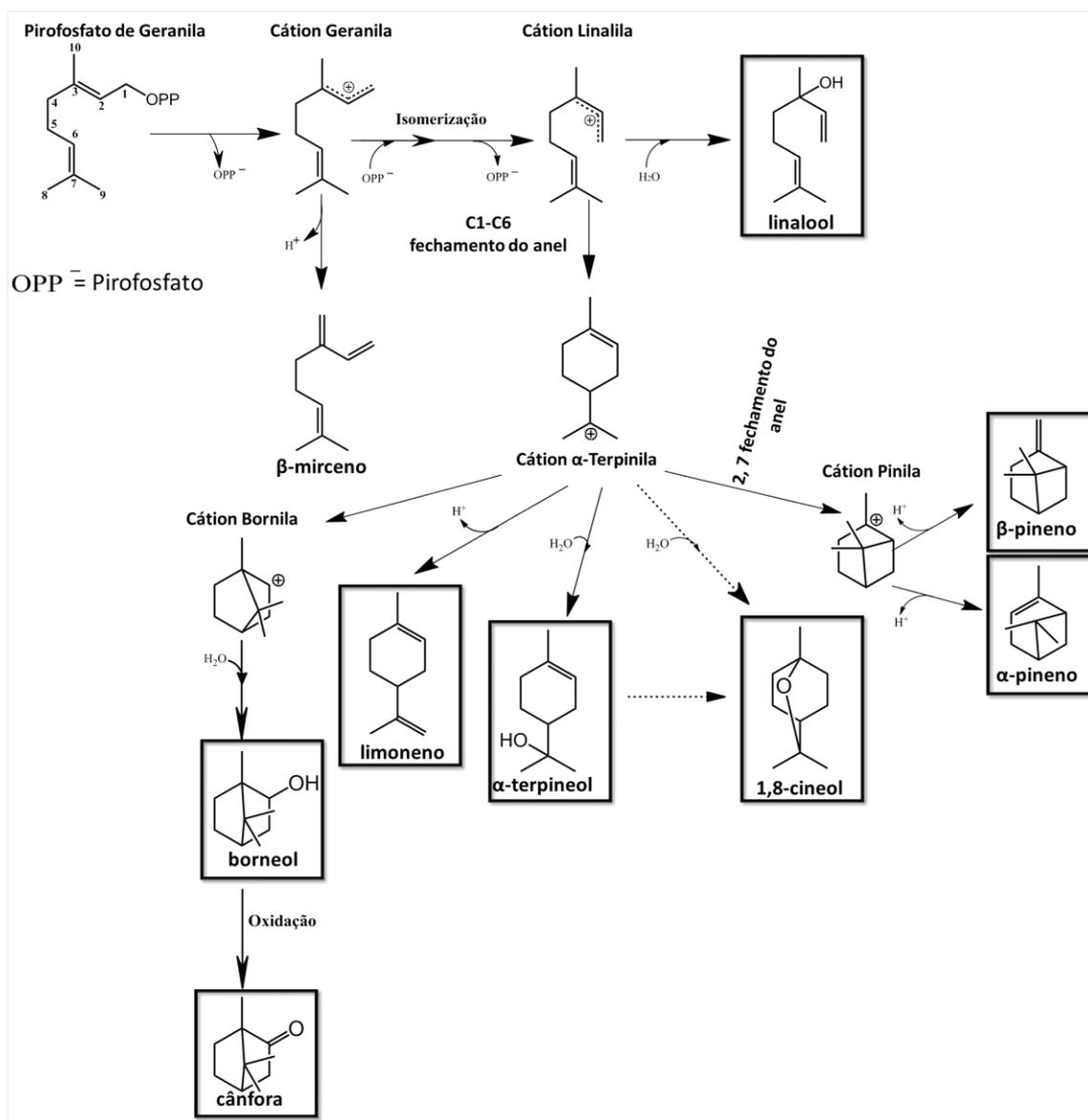
O estudo da influência do ciclo circadiano na composição química dos OE de *P. mollicomum* demonstra, para o mês chuvoso (março), composição predominante do monoterpeneo oxigenado acíclico linalool, nas primeiras e últimas horas do ciclo de 24 horas (Figura 68).

Figura 67 – Esquema ilustrativo do ciclo circadiano de *P. mollicomum* baseado nas substâncias majoritárias dos OE produzidos no mês de março de 2017.



Durante o período de maior luminosidade há a formação dos monoterpenos oxigenados cíclicos cânfora e 1,8-cineol. Análises de correlação de Pearson confirmam relação entre a radiação e os teores percentuais desses monoterpenos cíclicos. Esse fato gera a hipótese que, sob condições de maior luminosidade, as enzimas responsáveis pela ciclização do intermediário difosfato de linalila podem estar mais ativas, no caso do 1,8-cineol, a cineol ciclase. Essa hipótese precisa ser confirmada. Porém, estudos sugerem outras hipóteses para aumento do teor do 1,8-cineol e diminuição do teor de linalool. Barros e colaboradores (2009) afirmam, no estudo com a variação sazonal de *Lippia alba*, que, em épocas de temperatura elevadas, é possível uma maior taxa de volatilização de linalool, o que direciona a biossíntese para a produção de maiores quantidades de cânfora e 1,8-cineol.

Figura 68 – Biossíntese da formação de monoterpenos presentes nos OE do ciclo circadiano de *P. mollicomum*.

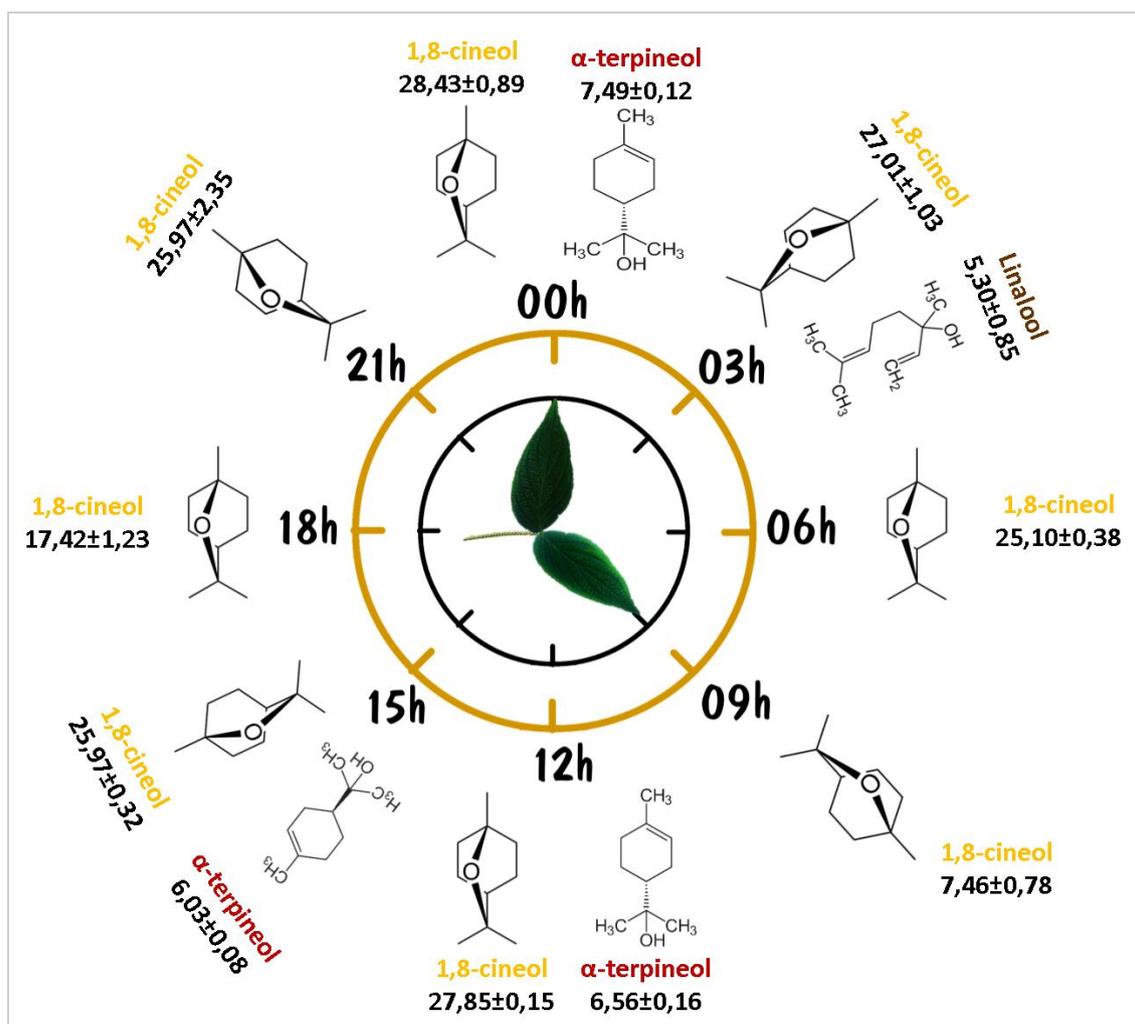


Fonte: Dewick, 2002

De acordo com os resultados obtidos para o estudo do ciclo circadiano no período seco (outubro), tem-se a presença do 1,8-cineol como constituinte majoritário dos OE de *P. mollicomum* obtidos em todos os momentos do ciclo de 24 horas. Registra-se que a planta estava em período fértil em outubro de 2017 (Figura 69). Assim, é demonstrado, pela primeira vez, que o 1,8-cineol possui alguma participação na fase reprodutiva da espécie *P. mollicomum*, pois todas as amostras de OE obtidas da planta em fase reprodutiva contém esse monoterpene oxigenado em relevante teor percentual.

Esse dado foi registrado tanto no estudo sazonal quanto no estudo do ciclo circadiano. Robacker e Erickson, (1988) demonstraram que o teor de 1,8-cineol aumenta em fase reprodutiva de espécies do gênero *Stanhopea*, com a função de atração de abelhas.

Figura 69 – Esquema ilustrativo do ciclo circadiano de *P. mollicomum* baseado nas substâncias majoritárias dos OE produzidos no mês de Outubro de 2017.



No entanto, o 1,8-cineol é o constituinte de destaque de outras amostras de OE de *P. mollicomum*, mesmo em período não reprodutivo. Os estudos de Langenheim (1994) indicam diversas funções para essa substância, entre as quais destacam-se atração de polinizadores, defesa direta contra patógenos/hebívoros e alelopátia negativa. Segundo Blande e Glinwood (2016) os monoterpenos linalool, 1,8-cineol e os ocimenos estão sempre associados em grandes concentrações nas folhas das plantas quando essa são submetidas a estresses.

Neste trabalho, pela primeira vez, é descrita a presença de quimiotipos para *P. mollicomum*. Apesar do registro de que as amostras da literatura não possuem uma quantificação adequada para análise, foi possível a identificação de quatro quimiotipos.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nessa investigação permitem concluir:

- O cultivo de *Piper aduncum* e *Piper mollicomum* em casa de vegetação demonstrou ser viável, com a obtenção de indivíduos com rápido desenvolvimento e crescimento. A adaptabilidade dos indivíduos obtidos em regiões de altitude (> 1000 m; Teresópolis/ RJ) foi menor em relação aos indivíduos de baixa altitude (< 400 m; Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro/ RJ e Niterói /RJ), demonstrado pelo crescimento mais lento e herbivoria. Essa influência diminuiu com o cultivo de estacas da segunda geração;
- Na avaliação da influência da sazonalidade na composição química dos OE de *P. aduncum* foi possível observar que os OE do acesso de Niterói/RJ são ricos em sesquiterpenos não oxigenados. Essa classe química apresentou correlação inversamente proporcional com o nível de precipitação da área de coleta. As substâncias majoritárias do OE do acesso de Niterói/ RJ foram β -selineno e *E*-cariofileno, sendo que o último apresenta uma relação inversamente proporcional com a precipitação. Para o acesso de Teresópolis/RJ, os OE eram ricos em sesquiterpenos, e apresentaram forte correlação com a precipitação, em uma relação inversamente proporcional, com o *E*-nerolidol e diretamente proporcional com o *E*-cariofileno. As amostras de OE de *P. aduncum* analisadas do acesso de Teresópolis/RJ apresentaram maior variabilidade durante o ano na relação entre os majoritários *E*-nerolidol/ *E*-cariofileno, diferentemente de Niterói/RJ que possui menor variabilidade;
- A avaliação da influência da sazonalidade na composição química dos OE de *P. mollicomum* mostrou que o acesso de Niterói/RJ é rico em monoterpenos, sesquiterpenos e benzenoides, tendo como majoritários linalool, *E*-nerolidol e benzoato de benzila. No acesso de altitude (Teresópolis/RJ) os OE apresentaram-se ricos em sesquiterpenos, especificamente os oxigenados. Para o acesso da Floresta da Tijuca, o espécime apresentou um OE rico em

monoterpenos e sesquiterpenos. Os rendimentos dos OE dos acessos com altitude maiores que 400m apresentaram correlações significativas com os fatores abióticos. Os OE obtidos dos espécimes de *P. mollicomum* do acesso de Teresópolis/RJ apresentaram menor variabilidade química que as demais áreas da investigação;

- Foi possível observar em todas as áreas de estudo uma correlação com a fase reprodutiva dos espécimes de *P. mollicomum* com a produção de 1,8-cineol, fato que pode estar relacionado à defesa da planta contra herbívoros ou mesmo a atração de polinizadores;
- Nas análises da influência do ciclo circadiano na produção dos OE de *P. mollicomum*, ficou evidente que existe a predominância de linalool na estação chuvosa e de 1,8-cineol na estação seca/fase reprodutiva. Durante o período das 24 horas de investigação, os fatores abióticos umidade, temperatura e radiação influenciaram diretamente na variabilidade da composição química dos constituintes químicos majoritários, com destaque para a ciclicização do linalool nos períodos de maior radiação solar, o que levou à produção dos monoterpenos oxigenados 1,8-cineol e cânfora, no período chuvoso;
- Nas análises das composições químicas dos OE de *P. aduncum* obtidos das áreas da investigação e cultivados em casa de vegetação, registrou-se elevado teor de sesquiterpenos oxigenados, exceto para amostras da segunda geração, obtidas a partir do acesso de Teresópolis/ RJ, que apresentou OE rico em benzaldeído, o que pode estar associado à defesa contra injúria mecânica e/ou contra herbivoria. Óleos essenciais de *P. mollicomum* derivados de indivíduos obtidos nas áreas da investigação e cultivados em casa de vegetação apresentaram composições químicas muito semelhantes, exceto para aqueles de áreas de altitudes (Teresópolis/ RJ), que apresentaram aumento significativo de monoterpenos;
- Nas análises quimiogeográficas e de quimiodiversidade de *P. aduncum* foi possível observar uma diferenciação de grupos, com predominância exclusivamente composta de monoterpenos, sesquiterpenos e arilpropanoides, bem como, composições mistas dessas classes químicas. Pode-se constatar que existe uma relação direta entre a latitudes e as classes químicas dos OE de *P. aduncum*, sendo esta inversamente proporcional entre a produção de

arilpropanoides (via do chiquimato) e diretamente proporcional com terpenoides (via do acetato-mevalonato). A percentagem relativa de arilpropanoides dos OE de *P. aduncum* é maior na Amazônia, próximo a linha do equador, e de sesquiterpenos na Mata atlântica. Em se tratando de oxigenação de sesquiterpenos, observou-se que os teores são mais elevados no Cerrado e Mata Atlântica do que na Amazônia. Esta é a primeira descrição para a correlação entre latitude e produção de metabólitos especiais em *P. aduncum*.

- Demonstrou-se uma diferença significativa entre o número de substâncias identificadas nos OE de *P. aduncum* nos diferentes biomas brasileiros. Foi possível demonstrar que a Mata Atlântica possui maior diversidade/número de substâncias químicas nos OE de *P. aduncum* em relação a Amazônia e Cerrado, o que está diretamente correlacionado com a diversidade de táxons nesses biomas;
- Esta investigação possibilitou encontrar dez possíveis quimiotipos para *P. aduncum*: Quimiotipo 1: dilapiol, próximo a linha do equador (em regiões de menores latitudes); Quimiotipos 2: safrol e asariscina; Quimiotipo 3: apiol; Quimiotipo 4: 1,8-cineol; Quimiotipo 5: *E*-nerolidol; Quimiotipo 6: β -selineno; Quimiotipo 7: piperitona; Quimiotipo 8: asaricina e miristicina; Quimiotipo 9: *trans*-ocimeno; e o Quimiotipo 10: linalool. A utilização do protocolo de cultivo foi possível definir a presença do Quimiotipo 5 (*E*-nerolidol) e Quimiotipo 6 (β -selineno), sendo este último descrito pela primeira vez para *P. aduncum*.
- Para *P. mollicomum* foi possível identificar quatro possíveis quimiotipos: Quimiotipo 1: bicilogermacreno. Quimiotipo 2: α -terpineol; Quimiotipo 3 – 1,8-cineol, linalool e *E*-nerolidol; e o Quimiotipo 4: espatulenol.
- *P. mollicomum* apresentou uma elevada plasticidade fenotípica química, decorrente das pressões ambientais, o que pode ser observado no quimiotipo 3, devido a presença de quatro variações interespecíficas ou geotipos, sendo 1: 1,8-cineol; 2: linalool; 3: *E*-nerolidol e β -elemeno; 4: *E*-nerolidol e *E*-cariofileno.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, F.; KE, Y.; YU, R.; YUE, Y.; AMANULLAH, S.; JAHANGIR, M. M.; FAN, Y. Volatile terpenoids: multiple functions, biosynthesis, modulation and manipulation by genetic engineering. **Planta**, v. 246, n. 5, p. 803-816, 2017.
- ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry**, 4^a ed. Allured Publishing Corporation, 2007.
- ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry**, 4.1^a ed. Allured Publishing Corporation, 2017.
- ALMEIDA, R. R. P.; SOUTO, R. N. P.; BASTOS, C. N.; SILVA, M. H. L.; MAIA, J. G. S. Chemical variation in *Piper aduncum* and biological properties of its dillapiolE-rich essential oil. **Chemistry & Biodiversity**, v. 6, p.1427–1434, 2009.
- ALVES-SILVA, J. M.; SANTOS, S. M. D., PINTADO, M. E., PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., VIUDA-MARTOS, M. Chemical composition and *in vitro* antimicrobial, antifungal and antioxidant properties of essential oils obtained from some herbs widely used in Portugal. **Food Control**, v. 32, n. 2, p. 371-378, 2013.
- AMORIM, P. R.; CARVALHO-SILVA, F. M. Morfometria do Complexo *Piper aduncum* L. (Piperaceae). In: **63º Congresso Nacional de Botânica**, 2012. Joinville, SC. Resumo: 2012. 263 p.
- ANANDARAJ, M.; SARMA, Y. R. Diseases of black pepper (*Piper nigrum* L.) and their management. **Journal of Spices and Aromatic Crops**, v. 4, n. 1, p. 17-23, 1995.
- ANDERSON, R. R.; GIROLA, N.; FIGUEIREDO, C. R.; LONDERO, V. S.; LAGO, J. H. G. Circadian variation and *in vitro* cytotoxic activity evaluation of volatile compounds from leaves of *Piper regnellii* (Miq) C. DC. var. *regnellii* (C. DC.) Yunck (Piperaceae). **Natural Product Research**, v. 32, n. 7, p. 859-862, 2018.
- ANDRADE, E. H. A.; GUIMARÃES, E. F.; MAIA, J. G. S. **Variabilidade química de óleos essenciais de espécies de Piper da Amazônia**. BELÉM: FEQ/UFGPA, 2009.
- APG IV. In: “THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP”. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
- ARAÚJO, M. J. C.; CÂMARA, C. A. G.; BORN, F. S.; MORAES, M. M.; BADJI, C. A. Acaricidal activity and repellency of essential oil from *Piper aduncum* and its components against *Tetranychus urticae*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 139–155, 2012.

- ARRUDA, M. R.; MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R. **Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, (Documentos / Embrapa Amazônia Ocidental, n. 115, v. 18, 2014).
- ARZE, J. B. L.; COLLIN, G.; GARNEAU, F. X.; JEAN, F. I.; GAGNON, H. Essential oils from Bolivia. VIII. Piperaceae: *Piper heterophyllum* Ruiz et Pavón, L. *P. aduncum*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**. v. 11, n.1, p.53-57, 2008.
- AUFLAGE, D.; GILDEMEISTER, E. **Die Ätherischen Öle von E. Gilbemeister und Fr. Hoffmann – The Volatile Oils**. Belim: Verlag der Schimmel &Co. Aktiengesellschaft, 122p. 1931
- BARBOSA, D. R; LENARDON, L.; PARTATA, A. K. Kava-kava (*Piper methysticum*): uma revisão geral. **Revista de Ciência de ITPAC**, v. 6, n. 3, p. 1-19, 2013.
- BARDELLI, K. C.; KIRIZAWA, M.; SOUSA, A. V. G. de. O gênero *Piper* L. (Piperaceae) da Mata Atlântica da Microbacia do sítio Cabuçu-Proguaru, Guarulhos, SP, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 553- 561, abr. 2008.
- BARROS, F. M. C.; OLIVEIRA-ZAMBARDA, E.; HEINZMANN, B. M.; MALLMANN, C. A Seasonal variability and terpenoid biosynthesis of the essential oil of *Lippia alba* (Mill.) NE Brown (Verbenaceae). **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 861-867, 2009.
- BECERRA, J. X. Macroevolutionary and geographical intensification of chemical defense in plants driven by insect herbivore selection pressure. **Current Opinion in Insect Science**, v.8, p.15-21, 2015.
- BERNUCI, K.Z.; IWANAGA, C. C.; FERNADEZ-ANDRADE, C. M.; LORENZETTI, F. B.; TORRES-SANTOS, E. C.; FAIÕES, V. D.; GONÇALVES, J. E.; AMARAL, W.; DESCHAMPS, C.; SCODRO, R. B.; CARDOSO, R. F. Evaluation of chemical composition and antileishmanial and antituberculosis activities of essential oils of *Piper* species. **Molecules**, v. 21, n. 1698, 2016.
- BLANDE, J. D.; GLINWOOD, R. **Deciphering chemical language of plant communication**.Switzerland: Springer, 2016.
- BRADSHAW, A. D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Advance in Genetics**, v. 13, p. 115-155, 1965.
- BRITO M. R.; SENNA-VALLE, L. Plantas medicinais utilizadas na comunidade Caiçara da Praia do Sono, Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 363-372, 2011.
- CALDERARI, M. T.**Estudo dos óleos essenciais de Piperaceae do Vale do Itajaí em Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Programa de Pós-Graduação em Química. 2002.

- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: Princípios e aplicações**. São Paulo: Editora Artmed S.A, 2003.
- CAMPOS, F. G.; BARON, D.; MARQUES, M. O. M.; FERREIRA, G.; BOARO, C. S. F. Characterization of the chemical composition of the essential oils from *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer'terra-fria'and *Annona squamosa* L. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. SPE1, p. 202-208, 2014.
- CARNEIRO, F. B. D.; JÚNIOR, I.; LOPES, P. Q., MACÊDO, R. O. Variação da quantidade de β -cariofileno em óleo essencial de *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng., Lamiaceae, sob diferentes condições de cultivo. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 4, p. 600-606, 2010.
- CHAVEERACH, A.;TANEE, T.; SANUBOL, A.; MONKHEANG, P.; SUDMOON, R. Efficient DNA barcode regions for classifying *Piper* species (Piperaceae). **PhytoKeys**, v. 70, p.1–10, 2016.
- CICCIÓ J. F.; BALLESTERO C. M. Constituyentes volátiles de las hojas y espigas de (Piperaceae) de Costa Rica. *Piper aduncum*. **Revista Biología Trópico**, v. 45, n. 2, p.783-790, 1997.
- CORDOVA, S. M.; BENFATTI, C. S.; MAGINA, M. D. A.; GUEDES, A.; CORDOVA, C. M. M. D. Análise da atividade antimicrobiana de extratos isolados de plantas nativas da flora brasileira frente a *Mycoplasma arginini*, *M. hominis* e *Ureaplasma urealyticum*. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 42, n. 4, p. 241-244, 2010.
- CORRAL, A. C. T.; QUEIROZ, M. N.; ANDRADE-PORTO, S. M.; MOREY, G. A. M.; CHAVES, F. C. M.; FERNANDES, V. L. A.; AFFONSO, E. GControl of *Hysterothylacium* sp. (Nematoda: Anisakidae) in juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) by the oral application of essential oil of *Piper aduncum*. **Aquaculture**, v. 494, p. 37-44, 2018.
- CORRÊA, M. P.; PENA, L. de A. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**: volume 4. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984.
- CREMASCO, M. A.; BRAGA, N. P. Isomerização do óleo essencial de pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C. DC) para a obtenção de isosafrol. **Acta Amazonica**,n.4, v.40, 2010.
- CUNHA, A. L. B.; CHAVES, F. C. M.; BATISTA, A. C.; HIDALGO, A. F. Propagação vegetativa de estacas de *Piper hispidum* Sw. em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, supl. 1, p.685-692, 2015.
- CYSNE, J. B.; CANUTO, K. M.; PESSOA, O. D. L.; NUNES, E. P.; SILVEIRA, E. R. Leaf essential oils of four *Piper* species from the State of Ceará-Northeast of Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 16, n. 6B, p. 1378-1381, 2005.
- DAHLGREN, G. An updated angiosperm classification. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 100, n. 3, p. 197-203, 1989.

- DEFAVERI, A. C.; SATO, A.; BORRÉ, L. B.; AGUIAR, D. L.; SAN GIL, R. A.; ARRUDA, R. C.; RIEHL, C. A. *Eugenia neonitida* Sobral and *Eugenia rotundifolia* Casar.(Myrtaceae) essential oils: composition, seasonality influence, antioxidant activity and leaf histochemistry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 8, p. 1531-1538, 2011.
- DENG, Y.; LU, S. Biosynthesis and Regulation of Phenylpropanoids in Plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 36. n. 4, p. 257-290, 2017.
- DEWICK, P.M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. Chichester and Sussex: John Wiley & Sons LT, UK. 2002.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H.M. **Manual de métodos de análise de solos**.Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.
- DOOL, H. V. D.; KRATZ, P. D. A. generalization of retention index system including linear temperature programmed Gas-Liquid Partition Chromatography. **Journal of Chromatography**, v. 11, p.463-471, 1963.
- DOUSSEAU, S. **Ação reguladora de eliciadores nas características bioquímicas, ecofisiológicas, anatômicas e na produção e qualidade de óleo essencial de *Piper mollicomum* Kunth** Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras : UFLA, 2013.
- DOUSSEAU, S. **Propagação, características fotossintéticas, estruturais, fitoquímicas e crescimento inicial de *Piper aduncum* L.** (Piperaceae). 2009. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- DOUSSEAU, S.; CHAVES, I. S.; CASTRO, E.; ALVARENGA, A. A.; ALVES, E.; PINTO, J. P.; BASTOS-PEREIRA, V. Caracterización del limbo de *Piper aduncum* L.(Piperaceae): Análisis estructurales, histoquímicos y de sus aceites esenciales. **Gayana Botánica**, v. 71, n. 1, p. 147-162, 2014.
- DUARTE, M. C. T.; DELARMELINA, C.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORATTO, A.; REHDER, V. L. G. Effects of essential oils from medicinal plants used in Brazil against epec and etec *Escherichia coli*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, p.139-143, 2006.
- DUARTE, M. C. T.; LEME, E. E.; DELARMELINA, C.; SOARES, A. A.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORATTO, A. Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, n. 2, p. 197-201, 2007.
- DYER, L. A.; PALMER, A. D. N. ***Piper*: a model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution**. New York: Kluwer academic/Plenum publishers, 2004.
- ESTRELA, J. L. V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. D. Toxicity of essential oils of *Piper aduncum* and *Piper hispidinervum* against *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 217-222, 2006.

- FATUMBI, P. V. **Ewé: uso das plantas na sociedade Iorubá**. São Paulo: Cia das Letras, 1995.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L.; CATANI, V.; LIMA, M. S. D.; ALÉCIO, M. R. Toxicity of *Piper aduncum* oil to adults of *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 485-489, 2005.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC.; *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciências Agrotecnica**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 113-120, jan./fev., 2007.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; COSTA, C. R. Potencialidades da pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.): características gerais e resultados de pesquisa. **Embrapa Acre-Documentos (INFOTECA-E)**, 2006.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; MEDEIROS, A. F. M.; GOMES, L. P.; SILVA, I. M.; FARIAS SILVA, M. S. Potencial sinérgico do óleo de *Piper aduncum* para inseticidas formulados com misturas de princípios ativos. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 59, n. 4, p. 362-369, 2017.
- FERREIRA, M. I. **Trocas gasosas, biomassa, teor e composição do óleo essencial de folhas e raízes de *Piper aduncum* L. sob diferentes níveis de luminosidade** (Dissertação). Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2011.
- FERREIRA, R. G.; MONTEIRO, M. C.; SILVA, J. K. R.; MAIA, J. G. S. Antifungal action of the dillapiol E-rich oil of *Piper aduncum* against dermatomycoses caused by filamentous fungi. **British Journal of Medicine and Medical Research**, V. 15, p. 1–10, 2016.
- FIGUEIREDO, A. C.; BARROSO, J. G.; PEDRO, L. G.; SCHEFFER, J. J. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 23, n. 4, p. 213-226, 2008.
- FIGUEIREDO, P. B. **Estudo químico e atividade larvívica do óleo essencial das folhas de *Piper aduncum* L.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, Programa de Pós-Graduação em Química, Fortaleza, 2014.
- FLORA DO BRASIL. In: “FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO”. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 04 Jul. 2018.
- FOGLIO, M. A.; QUEIROGA, C. M.; SOUSA, I. M. O.; RODRIGUES, R. A. F. Multiciência: construindo a história dos Produtos Naturais. **Revista Multiciência**, n. 10, v.7, 2006.

- FRANCHOMME, P.; JOLLOIS, R.; PÉNOËL, D. **L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des extraits aromatiques.** Paris: Édition Roger Jollois, 510 p., 2001.
- FRELLO, S.; HESLOP-HARRISON, J. S. Chromosomal variation in *Crocus vernus* Hill (Iridaceae) investigated by *in situ* hybridization of rDNA and a tandemly repeated sequence. **Annals of Botany**, v. 86, n. 2, p. 317-322, 2000.
- FRENZKE, L.; SCHEIRIS, E.; PINO, G.; SYMMANK, L.; GOETGHEBEUR, P.; NEINHUIS, C.; WANKE, S.; SAMAIN, M. S. A revised infrageneric classification of the genus *Peperomia* (Piperaceae). **Taxon**, v. 64, n. 3, p. 424-444, 2015.
- GAÍNZA, Y. A.; FANTATTO, R. R.; CHAVES, F. C. M.; BIZZO, H. R.; ESTEVES, S. N.; CHAGAS, A. C. D. S. *Piper aduncum* against *Haemonchus contortus* isolates: cross resistance and the research of natural bioactive compounds. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 25, n. 4, p. 383-393, 2016.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química nova**, v. 30, n. 2, p. 374, 2007.
- GOMES, E. N.; KRINSKI, D. Propagação vegetativa de *Piper amalago* L. (Piperaceae) em função de tipos de estaca e substratos. **Cultura Agronômica, Ilha Solteira**, v.25, n.2, p.199-210, 2016.
- GONCHE, D. D. F.; SIMÕES, M.; MOREIRA D. L. Produtos Naturais para o Controle da Transmissão de Dengue. Atividade larvicida de *Piper mollicomum* Kunth. In: **RIOPHARMA**, Rio de Janeiro, 2005.
- GOTTLIEB, O. R., BORIN, M. R. D., PAGOTTO, C. L. A. D. C., ZOCHER, D. H. Biodiversidade: o enfoque interdisciplinar brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 3, p. 97-102, 1998.
- GOTTLIEB, O. R., KOKETSU, M., MAGALHÃES, M. T., MAIA, J. G. S., MENDES, P. H., DA ROCHA, A. I., SILVA, MIRIAM L., WILBERG, V. C. Óleos essenciais da Amazônia VII. **Acta Amazônica**, v. 11, n. 1, p. 143-148, 1981.
- GOTTLIEB, O. R.; BORIN, M. R. M. B. Químico-biologia quantitativa: um novo paradigma. **Química Nova**, v. 35, p. 2105-2114, 2012.
- GOTTLIEB, O. R.; BORIN, M. R.M. B. Biodiversity as Base for Angiosperm Prospection. In: Proceedings of Workshop: **The use of Biodiversity for Sustainable Development: Investigation of Bioactive Products and their Commercial Applications.** Associação Brasileira de Química, Rio de Janeiro. 1994. p. 23-36.
- GOTTLIEB, O. R; KAPLAN, M. A.C.; BORIN, M. R. **Biodiversidade: um enfoque químico-biológico.** Rio de Janeiro: editora UFRJ, 1996.
- GOTTLIEB, O. R.; BORIN, M. R. M. B. Biodiversity: modelling angiosperms as networks. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 559-565, 2000.

- GRAMOSA, N. V.; SILVEIRA, E. R. Volatile constituents of *Copaifera langsdorffii* from the Brazilian northeast. **Journal of Essential Oil Research**, v. 17, n. 2, p. 130-132, 2005.
- GUEDES, R. R.; PROFICE, S. R.; COSTA, E. D. L.; BAUMGRATZ, J. F. A.; LIMA, H. C. D. Plantas utilizadas em rituais afro-brasileiros no estado do Rio de Janeiro—um ensaio etnobotânico. **Rodriguésia**, n. 37, v. 63 p. 3-9, 1985.
- GUERRINI, A.; SACCHETTI, G.; ROSSI, D.; PAGANETTO, G.; MUZZOLI, M.; ANDREOTTI, E.; TOGNOLINI, M.; MALDONADO, M. E.; BRUNI, R. Bioactivities of *Piper aduncum* L. and *Piper obliquum* Ruiz & Pavon (Piperaceae) essential oils from eastern Ecuador. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 27, p.39–48, 2009.
- GUIMARÃES, E. F.; GIORDANO, L. C. S. Piperaceae do nordeste brasileiro I: Estado do Ceará. **Rodriguesia**, v. 55, n. 1, p. 21-46, 2004.
- GUIMARÃES, E. F.; MONTEIRO, D. Piperaceae na reserva biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 567-587, 2006.
- GUIMARÃES, E.F.; CARVALHO-SILVA, M. Piperaceae. In: WANDERLEY, M.G.L., MARTINS, S.E., ROMANINI, R.P., MELHEM, T.S., SHEPHERD, G.J., GIULIETTI, A.M., PIRANI, J.R., KIRIZAWA, M., MELO, M.M.R.F., CORDEIRO, I., KINOSHITA, L.S. (Ed.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. v.7. Instituto de Botânica, São Paulo, p.263-320. 2012.
- GUO, L. P.; HUANG, L. Q.; HUA, Y. L.; CHEN, M. L. 從表型可塑性, 生態型到藥用植物化學型. **Resources Science**, v. 5, p. 015, 2008.
- GUPTA, M. P.; ARIAS, T. D.; SMITH, R. M. The composition of the essential oil of *Piper aduncum* L. from Panamá. **Revista Latino Americana de Química**, v. 14, p. 35-36, 1983.
- HALBERSTEIN, R. A. Medicinal plants: historical and cross-cultural usage patterns. **Annals of Epidemiology**, v. 15, n. 9, p. 686-699, 2005.
- HASHEMI, S. M. B.; KHANEGHAH, A. M.; SOUZA-SANTANA, A. **Essential Oils in Food Processing: Chemistry, Safety and Applications**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018.
- HERMANT, M.; PRINZING, A.; VERNON, P.; CONVEY, P.; HENNION, F. Endemic species have highly integrated phenotypes, environmental distributions and phenotype–environment relationships. **Journal of Biogeography**, v. 40, n. 8, p. 1583–1594, 2013.
- HIGA, A. R.; CARVALHO, P. de. Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos, Paraná. In: **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Silvicultura, São Paulo, v. 12, n. 42, t. 3, p. 459-462, 1992., 1990.

- HILAN, C.; SFEIR, R.; AITOUR, S. Chimiotypes des plantes communes au Liban du genre *Origanum* et du genre *Micromeria* (Lamiaceae). **Lebanese Science Journal**, v. 12, n. 1, p. 79-91, 2011.
- HIEU, L. D.; THANG, T. D.; HOI, T. M., OGUNWANDE, I. A. Chemical composition of essential oils from four Vietnamese species of piper (piperaceae). **Journal of Oleo Science**, v. 63, n. 3, p. 211-217, 2014.
- HOLMSTEDT, B; WASSÉN, S. H.; SCHULTES, R. E. Jaborandi: an interdisciplinary appraisal. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 1, n. 1, p. 3-21, 1979.
- IBGE. In: "Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística". **Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.
- INMET. In: "Instituto Nacional de Meteorologia" – Dados climatológicos. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 04 Jul. 2018.
- ISO. In: "INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION". **Aromatic natural raw materials** – Vocabulary: ISO 9235. Genebra, 2013. 8p.
- JANNUZZI, H.; MATTOS, J. K. A.; VIEIRA, R. F.; SILVA, D. B.; BIZZO, H. R.; GRACINDO, L. A. Avaliação agronômica e identificação de quimiotipos de erva cidreira no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 412-417, 2010.
- JANTAN, I. B.; AHMAD, A. R.; AHMAD, A. S.; ALI, N. A. M. A. A comparative study of the essential oil of five *Piper* species from Peninsular Malaysia. **Flavour and Fragrance Journal**, n. 9 p. 339-342, 1994.
- JARAMILLO, M.A.; MANOS, P.S. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (Piperaceae). **American Journal of Botany**, v. 88, n. 4, p. 706-716, 2001.
- JARDIM, J. U. G. **Estudo fitoquímico das raízes de *Piper mollicomum* Kunth**. 2012.174 f. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.
- JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; LONGUINHO-OLIVEIRA, S. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v. 11, n. 2, 2004
- JUNIOR, J.; PEREIRA, N. A.; KAPLAN, M. A. C.; MOREIRA, D. L. Efeito Analgésico Periférico de *Piper mollicomum* e *Piper malacophyllum*. In: **XVII Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil**, Cuiabá, 2002.
- KAMADA, T.; CASALI, V. W. D.; BARBOSA, L. C. A.; FORTES, I. C. P.; FINGER, F. L. Plasticidade fenotípica do óleo essencial em acessos de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 1, n. 2, p. 13-22, 1999.
- KAPLAN M. A. C.; ABREU H. S.; LIMA H. R. P.; SOARES G.L.G. **Abordagem quimiosistemática e evolução química de fanerograma**. Seropédica: Edufrj; 2010.
- KAPLAN, M. A. C.; RIBEIRO, J.; GOTTLIEB, O. R. Chemogeographical evolution of terpenoids in Icacinaceae. **Phytochemistry**, v. 30, n. 8, p. 2671-2676, 1991.

KRINSKI, D; FOERSTER, L A. Toxicity of essential oils from leaves of Piperaceae species in rice stalk stink bug eggs, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 6, p. 676-687, 2016.

KRINSKI, D; FOERSTER, L A.; DESCHAMPS, Cicero. Ovicidal effect of the essential oils from 18 Brazilian *Piper* species: controlling *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Erebidiae) at the initial stage of development. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 40, n. 1, 2018.

KRINSKI, D. **Artrópodes associados ao arroz de terras altas, *Oryza sativa*, em Novo Progresso, estado do Pará: níveis de danos e estratégias para**. 326f. Tese de doutorado em Ciências (Zoologia). Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Zoologia. Curitiba, 2014.

KUBITZKI, K.; GOTTLIEB, O. R. Phytochemical aspects of angiosperm origin and evolution. **Acta botanica neerlandica**, v. 33, n. 4, p. 457-468, 1984.

KURLOVICH, B.S. Species and intraspecific diversity of white, blue and yellow lupin. **Plant Genetic Resources Newsletter**, n. 115, p.23-32, 1998.

LAGO J. H.G.; OLIVEIRA, A.; GUIMARÃES, E.F.; KATO, M. J. 3-Ishwarone and 3-ishwarol, rare sesquiterpenes in essential oil from leaves of *Peperomia oreophila* Hensch. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.18, p.638-42, 2007.

LAGO, J. H.G.; YOUNG, M. C. M.; REIGADA, J. B.; SOARES, M. G.; ROESLER, B. P.; KATO, M. J. Antifungal derivatives from *Piper mollicomum* and *P. lhotzkyanum* (Piperaceae). **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1222- 1224, 2007.

LANGENHEIM, J. H. Higher plant terpenoids: a phytocentric overview of their ecological roles. **Journal of Chemical Ecology**, v. 20, n. 6, p. 1223-1280, 1994.

LARA-JÚNIOR C. R.; OLIVEIRA G. L.; MOTA B. C. F.; FERNANDES, M. F. G.; FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Antimicrobial activity of essential oil of *Piper aduncum* L. (Piperaceae). **Journal of Medicinal Plants Research**, v.6, n. 21, p.3800-3805, 2012.

LEAO, T. C.; FONSECA, C. R.; PERES, C. A.; TABARELLI, M. Predicting extinction risk of Brazilian Atlantic Forest angiosperms. **Conservation Biology**, v. 28, n. 5, p. 1349–1359, 2014.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology: Developments in environmental modelling**. Elsevier, ed. 24. 1998.

LETCAMO, W.; GOSSELIN, A. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. **Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 1, p. 123-134, 1996.

LIMA, H. R. P.; KAPLAN, M. A. C.; CRUZ, A. V. M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 71-77, 2003.

- LOAIZA, J. C.; CÉSPEDES, C. L. Compuestos volátiles de plantas. Origen, emisión, efectos, análisis y aplicaciones al agro. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 30, n. 4, p. 1-17, 2007.
- LOCK, O.; ROJAS, R. Química y Farmacología del *Piper aduncum* L. (“matico”). **Revista química**, n. 12, v. 27, 2004.
- LOPEZ-ARZE, J.B.; COLLIN, G.; GARNEAU, F.X.; JEAN, F.-I.; GAGNON, H. Essential oils from Bolivia. VIII. Piperaceae: *Piper heterophyllum* Ruiz et Pavón, *P. aduncum* L. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 11, p.53–57, 2008.
- LOURENÇO, J. L. M.; CARVALHO-SILVA, M. Piperaceae do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brasil. **Heringeriana**, v. 5, n. 2, p. 11-18, 2014.
- MAGEVSKI, G. C. **Propagação vegetativa de espécies do gênero *Piper* e suas potencialidades**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo. 2012.
- MAIA, J. G. S.; ZOFHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A. **Plantas aromáticas na Amazônia e seus óleos essenciais**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 123-127, 2001.
- MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SANTOS, A. S.; DA SILVA, M. H.; LUZ, A. I. R.; BASTOS, C. N. Constituents of the essential oil of *Piper aduncum* L. growing wild in the Amazon region. **Flavour and Fragrance Journal**, v.13, p.269–272, 1998.
- MAIA, J.G.S.; ANDRADE, E.H.A. Database of the Amazon aromatic plants and their essential oils. **Química Nova**, v. 32, p. 595–622, 2009.
- MAIA, J.G.S.; ZOHBI, M. D. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SANTOS, A. S.; SILVA, M. H. L.; LUZ, A. I. R.; BASTOS, C. N. Constituents of the essential oil of *Piper aduncum* L. growing wild in the Amazon region. **Flavour and Fragrance Journal**, v.13, p. 269–272. 1998,
- MAMOOD, S. N. H., HIDAYATULFATHI, O., BUDIN, S. B., ROHI, G. A., ZULFAKAR, M. H. The formulation of the essential oil of *Piper aduncum* Linnaeus (Piperales: Piperaceae) increases its efficacy as an insect repellent. **Bulletin of Entomological Research**, v. 107, n. 1, p. 49-57, 2017.
- MANDARINO, A. C.; GOMBERG, E. Água e ancestralidade Jeje-Nagô: possibilidade de existências. **Textos de História. Revista do Programa de Pós-graduação em História da UnB.**, v. 17, n. 1, p. 143-164, 2010.
- MARCEDO, J. C. B.; OVIEDO, S.G. El aceite esencial de *Piper aduncum* L. matico Hembra. **Boletín del Sociedad del Química do Perú**, v. 53, p. 228-233, 1987.
- MARTZ, F.; PELTOLA, R.; FONTANAY, S.; DUVAL, R. E.; JULKUNEN-TIITTO, R.; STARK, S. Effect of latitude and altitude on the terpenoid and soluble phenolic composition of juniper (*Juniperus communis*) needles and evaluation of their

antibacterial activity in the boreal zone. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, n. 20, p. 9575-9584, 2009.

MEDEIROS, M. F. T.; SENNA-VALE, L.; ANDREATA, R. H. P.; MORAES VALENTE, L. R. R. Informações estratégicas geradas através do estudo de patentes de plantas medicinais citadas pelos sitiantes da Reserva Rio das pedras, Mangaratiba, Rio de Janeiro. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 9, 2007.

MEDEIROS, M. F. T.; FONSECA, V. S.; ANDREATA, R. H. P. Plantas medicinais e seus usos pelos sitiantes da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 391-399, 2004.

MEDEIROS, M. F. T.; SENNA-VALLE, L.; ANDREATA, R. H. P. **Flora medicinal dos sitiantes da reserva particular do patrimônio natural Rio das Pedras, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil: taxonomia e aspectos etnobotânicos**. Rio de Janeiro: UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

MEINERS, T. Chemical ecology and evolution of plant–insect interactions: a multitrophic perspective. **Current Opinion in Insect Science**, v. 8, p. 22-28, 2015.

MESQUITA J. M. O.; CAVALEIRO C.; CUNHA A. P.; LOMBARDI J. A.; OLIVEIRA A. B. Estudo comparativo dos óleos voláteis de algumas espécies de Piperaceae. **Revista Brasileira de Farmácia**, v.15, n. 1, p. 6-12, 2005.

MESSIAS, M.C.T.B.; MENEGATTO, M.F.; PRADO, A.C.C.; SANTOS, B.R.; GUIMARÃES, M.F.M. Uso popular de plantas medicinais e perfil socioeconômico dos usuários: um estudo em área urbana em Ouro Preto, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinal**, v. 17, n. 1, p. 76-104, 2015

MOLINA, J A. L.; ZEISING, V. C.; RAMÍREZ, R. P. Composición del aceite esencial de *Artemisia absinthium* L procedente del término municipal de Calamocha (Teruel). Caracterización de su quimiotipo y estudio de las variaciones estacionales. **Xiloca: revista del Centro de Estudios del Jiloca**, v.1, n. 36, p. 61-84, 2008.

MONT'ALVERNE, T. F.; ANDRADE, D.A.O acesso justo e equitativo à biodiversidade brasileira como direito fundamental à saúde. **Revista Digital Constituição e Garantia de Direitos**, v. 4, n. 1, p.1-14, 2011.

MONZOTE, L.; SCULL, R.; COS, P.; SETZER, W.N. Essential Oil from *Piper aduncum*: Chemical Analysis, Antimicrobial Assessment, and Literature Review. **Medicines**, v. 4, n. 3, p. 49, 2017.

MORANDIM-GIANNETTI, A.A.; PIN, A.R.; PIETRO, N.A.S.; OLIVEIRA, H.C.; MENDES-GIANNINI, M.J.S.; ALECIO, A.C.; KATO, M.J.; DE OLIVEIRA, J.E.; FURLAN, M. Composition and antifungal activity against *Candida albicans*, *Candida parapsilosis*, *Candida krusei* and *Cryptococcus* neoformans of essential oils from leaves of *Piper* and *Peperomia* species. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, p.1810–1814, 2010.

MOREIRA, D. L.; PAIVA, R.A.; MARQUES, A. M.; BORGES, R. M.; BARRETO, A. L. S.; CURVELO, J. A. R.; CAVALCANTI, J. F.; ROMANOS, M. T. V.; SOARES, R.

- M. A.; KAPLAN, M. A. C. Bioactive Neolignans from the Leaves of *Piper rivinoides* Kunth (Piperaceae). **Records of Natural Products**, v. 10, n. 4, p. 472, 2016.
- MORS, W. B.; RIZZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. **Medical Plants of Brazil**. Rio de Janeiro: Laemmert, 2000.
- MUHLEMANN, J. K.; KLEMPIEN, A.; DUDAREVA, N. Floral volatiles: from biosynthesis to function. **Plant, Cell & Environment**, v. 37, n. 8, p. 1936-1949, 2014.
- COELHO, MARCUS A. N.; BAUMGRATZ, J. F. A.; QUINTELLA LOBÃO, A.; SILVA SYLVESTRE, L.; TROVÓ, M.; SILVA, L. A. E. Flora do estado do Rio de Janeiro: avanços no conhecimento da diversidade. **Rodriguésia**, v. 68, n. 1, 2017.
- NAVICKIENE, H. M. D.; DE MORANDIM, A. A.; ALÉCIO, A. C.; REGASINI, L. O.; BERGAMO, D. C. B.; TELASCREA, M.; CAVALHEIRO, A. J.; LOPES, M. N.; BOLZANI, V. S.; FURLAN, M. Composition and antifungal activity of essential oils from *Piper aduncum*, *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum*. **Química Nova**, v.29, p.467–470, 2006.
- NINO, J.; NARVÁEZ, D. M.; MOSQUERA, O. M.; CORREA, Y. M. Antibacterial, antifungal and cytotoxic activities of eight Asteraceae and two Rubiaceae plants from Colombian biodiversity. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 37, n. 4, p. 566-570, 2006.
- OHGUSHI, T. Eco-evolutionary dynamics of plant–herbivore communities: incorporating plant phenotypic plasticity. **Current opinion in insect science**, v. 14, p. 40-45, 2016.
- OLIVEIRA, G. L. **Variabilidade química e atividades biológicas de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) do Cerrado no Norte de Minas Gerais**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Vegetal. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 154 p., 2013a.
- OLIVEIRA, G.L.; MOREIRA, D. L.; MENDES, A. D. R.; GUIMARÃES, E. F.; FIGUEIREDO, L. S.; KAPLAN, M. A. C. ; MARTINS, E. R. Growth study and essential oil analysis of *Piper aduncum* from two sites of Cerrado biome of Minas Gerais State, Brazil **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, p. 743-753, 2013b.
- OLIVEIRA, G.L.; VIEIRA, T.M.; NUNES, V.F.; DE RUAS, M.O.; DUARTE, E.R.; DE MOREIRA, D.L.; KAPLAN, M.A.C.; MARTINS, E.R. Chemical composition and efficacy in the egg-hatching inhibition of essential oil of *Piper aduncum* against *Haemonchus contortus* from sheep. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.24, p. 288–292, 2014.
- OLIVEIRA, J.C.S.; DIAS, I.J.M.; DA CAMARA, C.A.G.; SCHWARTZ, M.O.E. Volatile constituents of the leaf oils of *Piper aduncum* L from different regions of Pernambuco (northeast of Brazil). **Journal of Essential Oil Research**, v.18, p.557–559. 2006.

OLIVEIRA, M. J., CAMPOS, I. F., OLIVEIRA, C. B., SANTOS, M. R., SOUZA, P. S., SANTOS, S. C., FERRI, P. H. Influence of growth phase on the essential oil composition of *Hyptis suaveolens*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 33, n. 3, p. 275-285, 2005.

PACHECO, F.V.PAULA-AVELAR, R.; ALVARENGA, I. C. A.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ALVARENGA, A. A.; PINTO, J. E. B. P. Essential oil of monkey-pepper (*Piper aduncum* L.) cultivated under different light environments. **Industrial Crops and Products**, v. 85, p. 251-257, 2016.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 3ª ed., 2010.

PARRY, E. J. **The Chemistry Of Essential Oils And Artificial Perfumes**. vol. 1. London: Scott Greenwood & Son, 1908. 554p.

PECKOLT, T., PECKOLT, G. **História das plantas medicinais e úteis do Brazil**. Rio de Janeiro, Laemmert, 1369 p., 1888

PENEDO, P. L. M. **Study About the Potentiality of the Extraction of Natural Products Using Supercritical CO₂**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química – IT – UFRRJ. 2007.

PERIGO, C.V., TORRES, R. B.; BERNACCI, L. C.; GUIMARÃES, E. F.; HABER, L. L.; FACANALI, R.; MARQUES, M. O. M. The chemical composition and antibacterial activity of eleven *Piper* species from distinct rainforest areas in Southeastern Brazil. **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 528-539, 2016.

PETRAKIS, P. V.; COULADIS, M.; ROUSSIS, V. A method for detecting the biosystematic significance of the essential oil composition: The case of five Hellenic *Hypericum* L. species. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 33, n. 9, p. 873-898, 2005.

PIMENTEL, F. A., CARDOSO, M. G., ANDRADE, M. A., ZACARONI, L. M., GUIMARÃES, L. G. L. Influência da secagem sobre o rendimento e composição química dos compostos voláteis das raízes de *Piper piscatorum* Trel. & Yunck (Piperaceae). **Química Nova**, v. 35, n. 4, p. 715-718, 2012.

PINO, J.A.; MARBOT, R.; BELLO, A.; URQUIOLA, A. Essential oils of *Piper peltata* (L.) Miq. and *Piper aduncum* L. from Cuba. **Journal of Essential Oil Research**, v.16, p.124–126, 2004.

PINTO, D. S. **Estudo fitoquímico de piperaceas do norte e nordeste brasileiro: *Piper lateripilosum* Yuncker, *Piper montealegreanum* Yuncker, *Piper mollicomum* Kunth**. Tese – Programa de Pós Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos Universidade Federal da Paraíba. 298p.2012.

PINTO-ZEVALLOS, D. M.; MARTINS, C. B.; PELLEGRINO, A. C.; ZARBIN, P. H. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, v. 36, p. 1395-1405, 2013.

POHLIT, A. M.; PINTO, A. C. S.; MAUSE, R. *Piper aduncum* L.: Planta Pluripotente e Fonte de Substâncias Fitoquímicas Importantes. **Revista Fitos Eletrônica**, v. 2, n. 01, p. 7-18, 2013.

POLATOGLU, K. “Chemotypes”—A Fact that should not be Ignored in Natural Product Studies. **The Natural Products Journal**, v. 3, n. 1, p. 10-14, 2013.

POSSO, R.; DÍAZ, P. P.; DÍAZ, A. M. P. Estudio químico de *Piper steerni*. **Revista Colombiana de Química**, v. 23, n. 1, p. 53-61, 1994.

POTRICH, F.B.; POTRICH, F. B.; BAGGIO, C. H.; FREITAS, C. S.; MAYER, B.; SANTOS, A. C., TWARDOWSCHY, A.; MARQUES, M. C. A. Ação de extratos de plantas medicinais sobre a motilidade do trato gastrointestinal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 2014; 16(3):750-4.

POTZERNHEIM, M. C. L.; BIZZO, H. R.; SILVA, J. P.; VIEIRA, R. F. Chemical characterization of essential oil constituents of four populations of *Piper aduncum* L. from Distrito Federal, Brazil. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 42, p. 25–31, 2012.

PRENTICE, I. C.; CRAMER, W.; HARRISON, S. P.; LEEMANS, R.; MONSERUD, R. A.; SOLOMON, A. M. Special paper: a global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. **Journal of biogeography**, p. 117-134, 1992.

PUGIALLI, H.R.L. **Polaridades evolutivas em Zingiberiflorae**. Tese (Doutorado em Genética)- Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.175f. 1998.

QUEIROZ, T. B.; PEREIRA, N. N. D. J.; SILVA, J. C. R. L.; FONSECA, F. S. A. D.; MARTINS, E. Influence of water regime on initial growth and essential oil of *Eucalyptus globulus*. **Ciência Rural**, v. 47, n. 3, 2017.

QUIJANO-ABRIL, M. A.; CALLEJAS-POSADA, R.; MIRANDA-ESQUIVEL, D. R. Areas of endemism and distribution patterns for Neotropical *Piper* species (Piperaceae). **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 7, p. 1266-1278, 2006.

RALI, T.; WOSSA, S.W.; LEACH, D.N.; WATERMAN, P.G. Volatile chemical constituents of *Piper aduncum* L and *Piper gibbilimum* C. DC (Piperaceae) from Papua New Guinea. **Molecules**, v. 12, p. 389–394, 2007.

REIGADA, J. B. **Bioprospeção em espécies de Piperaceae**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.132 f. 2009.

- RIBEIRO, A. F.; ANDRADE, E. H. A.; SALIMENA, F. R. G.; MAIA, J. G. S. Circadian and seasonal study of the cinnamate chemotype from *Lippia origanoides* Kunth. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 55, p. 249-259, 2014.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSENA, A.C.; PONZONIB, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.
- ROBACKER, D. C.; ERICKSON, E. H. Floral aroma: How far will plants go to attract pollinators?. **BioScience**, v. 38, n. 6, p. 390-398, 1988.
- RODRIGUEZ, E. J.; SAUCEDO-HERNÁNDEZ, Y.; VANDER HEYDEN, Y.; SIMÓ-ALFONSO, E. F.; RAMIS-RAMOS, G.; LERMA-GARCÍA, M. J.; MONTEAGUDO, U.; BRAVO, L.; MEDINILLA, M.; DE ARMAS, Y. Chemical analysis and antioxidant activity of the essential oils of three Piperaceae species growing in the central region of Cuba. **Natural Product Communications**, v.8, p.1325–1328, 2013.
- RUSCHEL, D. O gênero *Piper* (Piperaceae) no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v.2, n.2, p.103-129, 2004.
- SÁ, S. D.; FIUZA, T. S.; BORGES, L. L.; FERREIRA, H. D.; TRESVENZOL, L. M.; FERRI, P. H.; REZENDE, M.H.; PAULA, J. R. Chemical composition and seasonal variability of the essential oils of leaves and morphological analysis of *Hyptis carpinifolia*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, p.688–693, 2016.
- SADGROVE, N.J.; JONES, G.L. Cytogeography of essential oil chemotypes of *Eremophila longifolia* F. Muell (Scrophulariaceae). **Phytochemistry**, v. 105, p. 43-51, 2014.
- SANTANA, H. T.; TRINDADE, F. T. T. R. G; SILVA, A. A. E.; MILITÃO, J. S. T. L.; FACUNDO, V. A. Essential oils of leaves of *Piper* species display larvicidal activity against the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 1, p. 105-111, 2015.
- SANTOS, P. R. D.; MOREIRA, D. L.; GUIMARÃES, E. F.; KAPLAN, M. A. C. Essential oil analysis of 10 Piperaceae species from the Brazilian Atlantic forest. **Phytochemistry**, v. 58, n. 4, p. 547-551, 2001.
- SCHINDLER, B.; SILVA, D. T.; HEINZMANN, B. M. Effect of seasonality on the essential oil yield of *Piper gaudichaudianum* Kunth. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 263-273, 2018.
- SCHLUTER, D.; PENNELL, M. W. Speciation gradients and the distribution of biodiversity. **Nature**, v. 546, n. 7656, p. 48, 2017.
- SCOTT, I. M.; JENSEN, H. R.; PHILOGÈNE, B. J.; ARNASON, J. T. A review of *Piper* spp.(Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. **Phytochemistry Reviews**, v. 7, n. 1, p. 65, 2008.

SELL, C. S. **A fragrant introduction to terpenoid chemistry**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2007.

SEN, S.; SKARIA, R.; MUNEER, P.M.A. Genetic diversity analysis in *Piper* species (Piperaceae) using RAPD markers. **Molecular Biotechnology**, v. 46, p. 72–79, 2010,

SHER, H.;ALYEMENI, M. N. Cultivation and domestication study of high value medicinal plant species (its economic potential and linkages with commercialization). **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, n. 18, p. 2462-2470, 2010.

SILVA, A. L., CHAVES, F. C. M., LAMEIRA, R. C., & BIZZO, H. R. Rendimento e composição do óleo essencial de *Piper aduncum* L. cultivado em Manaus, AM, em função da densidade de plantas e épocas de corte. **Revista Brasileira de Plantas Medicinal**, v. 15, p. 670-674, 2013.

SILVA, F. G.; OLIVEIRA, C.; PINTO, J. E. B.; NASCIMENTO, V. E.; SANTOS, S. C.; SERAPHIN, J. C.; FERRI, P. H. Seasonal variability in the essential oils of wild and cultivated *Baccharis trimera*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 5, p. 990-997, 2007.

SILVA, J. K., TRINDADE, R., ALVES, N. S., FIGUEIREDO, P. L., MAIA, J. G. S., & SETZER, W. N. Essential oils from neotropical *Piper* species and their biological activities. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 12, p. 2571, 2017.

SILVA, J.K.; SILVA, N. N.; SANTANA, J. F. S.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S.; SETZER, W. N. Phenylpropanoid-rich essential oils of *Piper* species from the Amazon and their antifungal and anti-cholinesterase activities. **Natural Product Communications**,v.11, p. 1907–1911,2016.

SILVA, W.C.; SOUZA MARTINS, J. R.; DE SOUZA, H. E. M.; HEINZEN, H.; CESIO, M. V.; MATO, M.; BARROS, N. M. Toxicity of *Piper aduncum* L. (Piperales: Piperaceae) from the Amazon forest for the cattle tick *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v. 164, n. 2-4, p. 267-274, 2009.

SIMÕES, C. M. O., SCHENKEL, E. P., DE MELLO, J. C. P., MENTZ, L. A., PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Artmed Editora, 2017.

SINGH, K.; DAS, G.; JADHAO, K. R.; ROUT, G. R. Molecular diversity and phytochemical characterization of *Piper* species. **Journal of Applied Horticulture**,v. 18, p. 187–194,2016.

SMITH R. M.; KASSIM H. Essential oil of *Piper aduncum* from Fiji. **New Zealand Journal of Science (New Zealand)**,v. 2, n.1, p.127-128, 1979.

SOUTO, R.N.P.; HARADA, A.Y.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S. Insecticidal activity of *Piper* essential oils from the Amazon against the fire ant *Solenopsis saevissima* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical Entomology**, v.41, p.510–517, 2012.

SOUZA, S. P., VALVERDE, S. S., COSTA, N. F., CALHEIROS, A. S., LIMA, K. S., FRUTUOSO, V. S., LIMA, A. L. Chemical composition and antinociceptive activity of the essential oil of *Piper mollicomum* and *Piper rivinoides*. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 8, n. 22, p. 788-793, 2014.

SOUZA, V. C. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III.3^a ed.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

STATSOFT. In: "Statistica (data analysis software system)". Version 10. 2010. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

TAVARES, E. S.; JULIÃO, L. S.; LOPES, D.; BIZZO, H. R.; LAGE, C. L. S.; LEITÃO, S. G. Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) NE Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 1, p. 1-5, 2005.

TEBBS, M.C. Revision of *Piper* (Piperaceae) in the New World 3. Taxonomy of *Piper* sections *Lepianthes* and *Radula*. **Bulletin of the Natural History Museum, Botany series** v. 23, p.1-50, 1993.

TININIS, A. G.; ASSONUMA, A. A.; TELASCREA, M.; PEREZ, C. C.; SILVA MRSRM, F. R.; CAVALHEIRO, A. J. Composição e variabilidade química de óleo essencial de *Casearia sylvestris* Sw. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu**, v. 8, n. 4, p. 132-136, 2006.

VELOSO, R. A.; CASTRO, H. G.; BARBOSA, L. C. A.; CARDOSO, D. P.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; SCHEIDT, G. N. Teor e composição do óleo essencial de quatro acessos e duas cultivares de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2 supl 1, p. 364-371, 2014.

VILA, R.; TOMI, F.; MUNDINA, M.; SANTANA, A.I.; SOLÍS, P.N.; LÓPEZ-ARCE, J.B.; BALDERRAMA-ICLINA, J.L.; IGLESIAS, J.; GUPTA, M.P.; CASANOVA, J. Unusual composition of the essential oils from the leaves of *Piper aduncum*. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, p.67-69, 2005.

VILLAMIZAR, L.H.; GRAÇAS CARDOSO, M.; DE ANDRADE, J.; TEIXEIRA, M.L.; SOARES, M.J. Linalool, a *Piper aduncum* essential oil component, has selective activity against *Trypanosoma cruzi* trypomastigote forms at 4°C. **Memória do Instituto Oswaldo Cruz**, v.112, p.131-139, 2017.

VOKOU, D.; KOKKINI, S.; BESSIERE, J.-M. Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 21, n. 2, p. 287-295, 1993.

WANKE, S.; SAMAIN, M. S.; VANDERSCHAEVE, L.; MATHIEU, G., GOETGHEBEUR, P.; NEINHUIS, C. Phylogeny of the genus *Peperomia* (Piperaceae) inferred from the trnK/matK region (cpDNA). **Plant Biology**, v. 8, n. 1, p. 93-102, 2006.

WASICKY, R. Uma modificação do aparelho de Clevenger para extração de óleos essenciais. **Revista Faculdade de Farmácia e Bioquímica**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 77-81, 1963.

WENG, J. K.; PHILIPPE, R. N.; NOEL, J. P. The rise of chemodiversity in plants. **Science**, v. 336, n. 6089, p. 1667-1670, 2012.

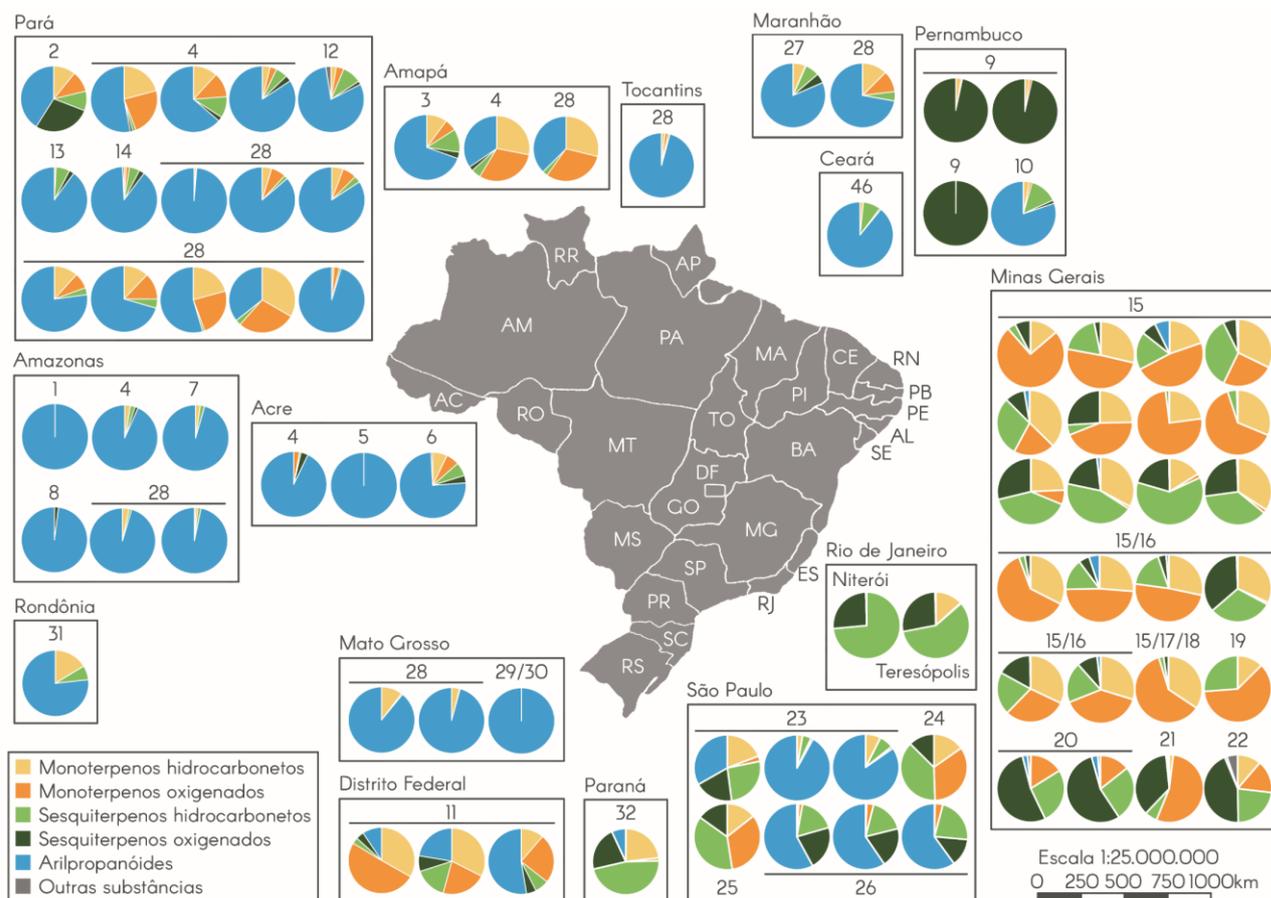
WOLFFENBÜTTEL, A. N. **Base da química dos óleos essenciais e aromaterapia**. 2ª. ed. Belo Horizonte/Brasil: Laszlo, 466p, 2016.

YU, F.; UTSUMI, R. Diversity, regulation, and genetic manipulation of plant mono- and sesquiterpenoid biosynthesis. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 66, n. 18, p. 3043-3052, 2009.

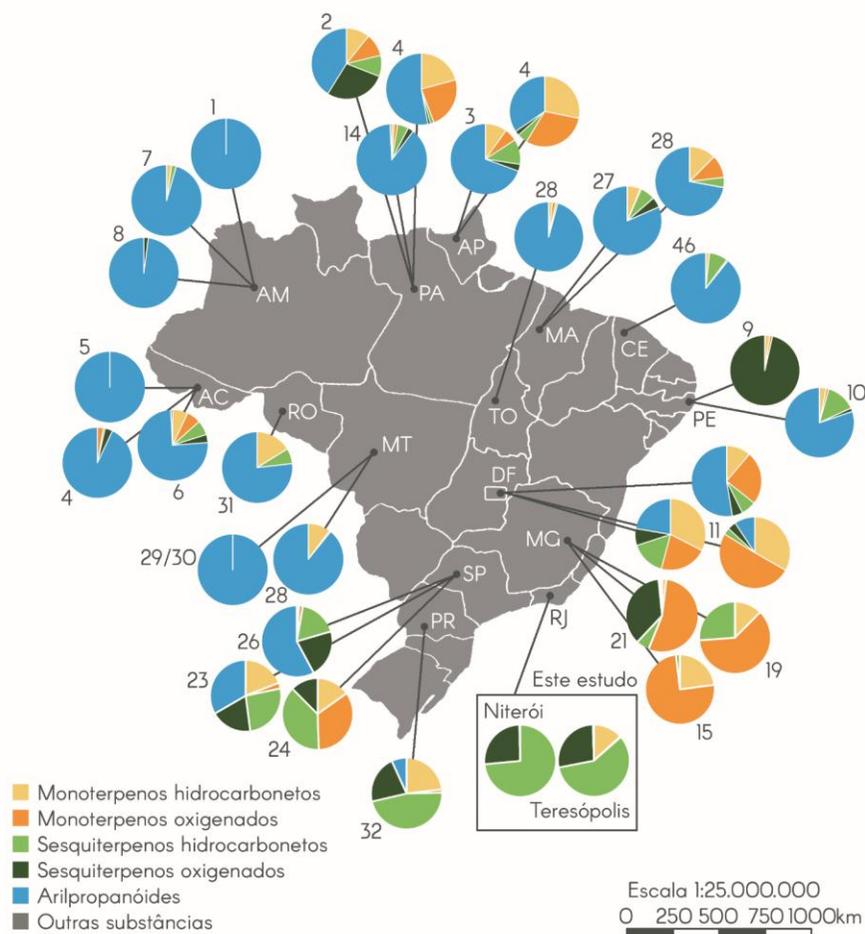
YUNCKER, T. G. The Piperaceae of Brazil – I Piper – Group I, II, III, IV. **Hoehnea**, n. 2, v. 167, pag. 19-366, 1972.

APÊNDICE A – Mapas de quimiodiversidade

Apêndice A1 – Mapa de quimiodiversidade de classes químicas dos óleos essenciais de *Piper aduncum* obtido da literatura para o Brasil e identificados nos acessos de Niterói/ RJ e Tesópolis/RJ, no mês de Janeiro de 2017

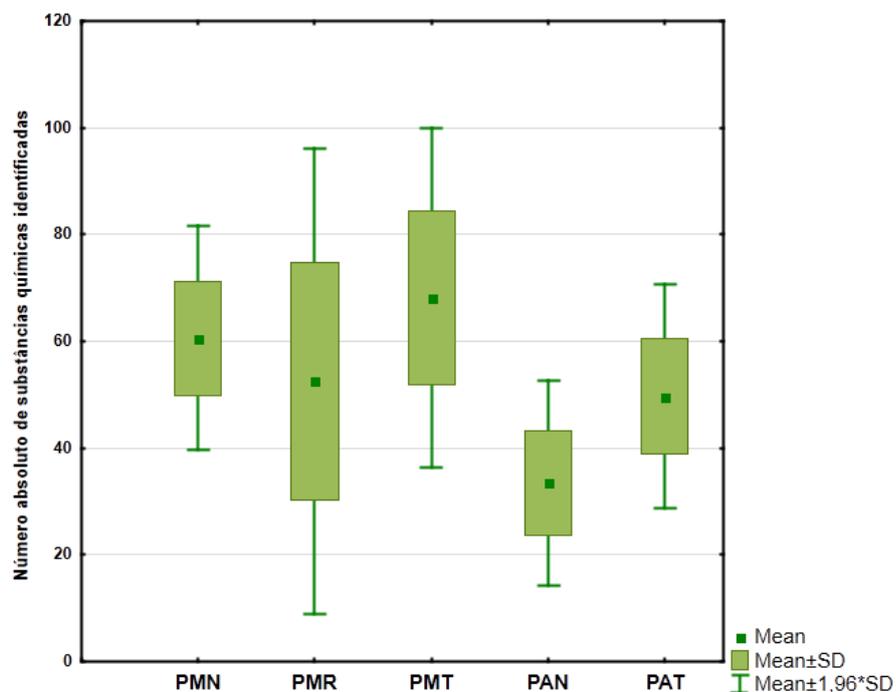


Apêndice A2 – Mapa de quimiodiversidade de classes químicas dos óleos essenciais de *P. aduncum* obtido da literatura para o Brasil e identificados nos acessos de Niterói/RJ e Teresópolis/RJ, no mês de Janeiro de 2017.

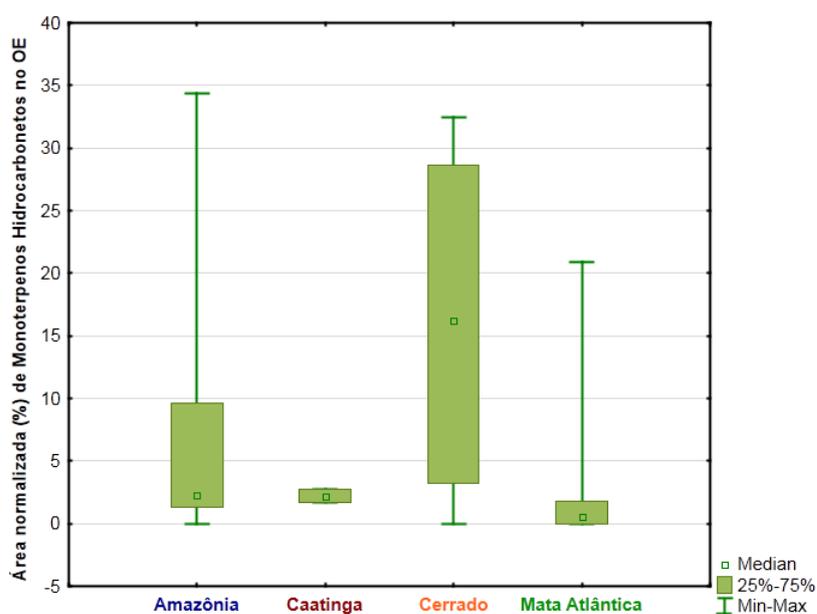


APÊNDICE B – Gráfico de *Box Plot*

Apêndice B1 – Gráfico de *box plot* correlacionando com óleos essenciais identificados nos estudo sazonal de *P. aduncum* (PA) e *P. mollicomum* (PM) de Niterói (PMN/PAN), Teresópolis (PMT/PAT) e Rio de Janeiro (PMR).



Apêndice B2 – Gráfico de *box plot* correlacionando 152 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* identificados e obtidos na literatura com relação a sua disposição nos biomas correlacionando teor em área normalizadas (%) das classes de monoterpenos hidrocarbonetos.



Apêndice B2 – Gráfico de *box plot* correlacionando 152 amostras de óleos essenciais de *P. aduncum* identificados e obtidos na literatura com relação a sua disposição nos biomas correlacionando teor em área normalizadas (%) das classes de monoterpenos oxigenados.

