



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

Daniel de Brito Machado

**Estudo da fenologia, dos constituintes químicos voláteis e interação inseto-
planta em *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) da Floresta da Tijuca**

Rio de Janeiro
2021

Daniel de Brito Machado

Estudo da fenologia, dos constituintes químicos voláteis e interação inseto-planta em *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) da Floresta da Tijuca

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

2021

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

M149 Machado, Daniel de Brito.
Estudo da fenologia, dos constituintes químicos voláteis e interação inseto-planta em *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) da Floresta da Tijuca / Daniel de Brito Machado. – 2021.
230 f. : il.

Orientador: Davyson de Lima Moreira.
Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Ecologia química - Teses. 2. Piperaceae - Teses. 3. Polinização - Teses. 4. Essências e I. Moreira, Davyson de Lima. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 504:54

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

Daniel de Brito Machado

Estudo da fenologia, dos constituintes químicos voláteis e interação inseto-planta em *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) da Floresta da Tijuca

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 19 de janeiro de 2021.

Orientador:

Prof. Dr. Davyson de Lima Moreira
Farmanguinhos - Fundação Fiocruz

Banca Examinadora

Prof.^a Dra. Nina Cláudia Barboza da Silva
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. André Mesquita Marques
Farmanguinhos - FIOCRUZ

Prof. Dr. Renato Crespo Pereira
Universidade Federal Fluminense - UFF

Rio de Janeiro

2021

DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação à memória de minhas queridas, e já falecidas: avó, Juranir Nascimento de Brito, e tia, Ariane Nascimento de Brito Rangel. Pessoas que tanto contribuíram para este momento.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amados pais, Adriane N. de Brito Machado e Almir dos Santos Machado, por todo amor, dedicação, carinho, cuidado e exortação. Só estou realizando este sonho porque vocês muitas vezes sacrificaram suas vidas por mim. Sinto-me honrado por ser filho de vocês. A benção, queridos!

Ao professor Dr. Davyson de Lima Moreira, por ter sido mais que um orientador, muitas vezes o senhor exerceu o papel de pai. Em vários momentos destes dois anos eu pensei em desistir, e em todos, você me acolheu com muito cuidado e afeto. Devo muito da minha formação acadêmica a você. Sou morador de periferia, e em minha família ninguém tinha cursado uma Pós-Graduação até agora, e você não sabe o quanto isso é importante para mim e para os meus. Muitos fecharam as portas para mim, muitos não acreditaram que um favelado pudesse contribuir para a pesquisa, e você depositou toda a sua confiança em mim, além de ter tido muita paciência para ensinar-me “o mundo dos metabólitos secundários”, ciência que tanto aprendi a amar. Obrigado pela oportunidade, mestre! Obrigado pelos ensinamentos! Obrigado por realizar meu sonho! Obrigado até pelas broncas! Obrigado por tudo!

A Amanda da Cruz de Souza Machado, minha companheira, meu amor, minha melhor amiga nos últimos 7 anos. Foi a única pessoa que vivenciou toda minha trajetória até agora, desde quando me inscrevi em um pré-vestibular comunitário no morro do Andaraí, até a graduação na faculdade, e chegou até este momento, um dos mais especiais em minha vida. Acompanhou todas as minhas alegrias, empolgações, choros, decepções, ansiedades, e em todos os períodos, nos felizes e nos tristes, esteve ao meu lado. Quero que todo mundo saiba que é muito bom dividir a vida com você. Sem sua parceria eu não teria conseguido, Amandinha. Te amo!

A Ygor Jessé Ramos por ter sido meu coorientador, mesmo que não formalmente. Todo esse trabalho, direta ou indiretamente, teve a influência do Ygor. Aprendi muito com você, meu amigo. Obrigado pela dedicação, paciência, carinho e amizade. Devo a você tudo isso.

As minhas irmãs Raquel de Brito Machado e Isabel de Brito Machado, pelo amor e carinho. Obrigado por tudo.

A professora Dr^a Anna Carina Antunes e Defaveri por todos os ensinamentos, por todos os almoços no JB que me salvavam depois de um dia inteiro de coletas e observações,

por todas as revisões de material, pela paciência, cuidado e carinho comigo. Foi um grande prazer te conhecer. Obrigado.

A George Azevedo, tive a felicidade e o privilégio de te conhecer em uma aula, brilhantemente ministrada por você. Desde então, temos compartilhado muitos conhecimentos e artigos. Espero que essa parceria dure por bastante tempo. Obrigado por tudo.

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. Obrigado.

A todos, obrigado por tudo.

RESUMO

MACHADO, Daniel de Brito. **Estudo da fenologia, dos constituintes químicos voláteis e interação inseto-planta em *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) da Floresta da Tijuca.** 2021. 230 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

Piper mollicomum Kunth pode trazer contribuições aos estudos relacionados com a interação inseto-planta, principalmente, por existirem poucas abordagens químico-ecológicas referentes a esta espécie. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo identificar os potenciais polinizadores, bem como investigar a variação sazonal dos óleos essenciais (OEs) das folhas e em diferentes fases do desenvolvimento dos órgãos reprodutivos desta espécie. Esta pesquisa foi realizada em dois períodos na Floresta da Tijuca, no Estado do Rio de Janeiro, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020; e setembro de 2020 a janeiro de 2021. No primeiro, as inflorescências foram coletadas aleatoriamente para análise dos OEs, e no segundo, o desenvolvimento do órgão reprodutivo foi avaliado, e os OEs foram extraídos e analisados nos distintos estágios do desenvolvimento. Conjuntamente, nos dois períodos de observação, avaliou-se a frequência de visitas de potenciais polinizadores. Por fim, a composição química dos OEs foi correlacionada com fatores abióticos (variáveis de macro- e microclima) e com a frequência de visitas dos potenciais polinizadores. As observações foram feitas semanalmente, nos dois períodos supracitados, desde 08:00 h às 17:00 h. Os OEs foram obtidos por hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado. A caracterização química e a quantificação foram realizadas por Cromatografia em Fase Gasosa (CG) acoplada à Espectrometria de Massas (EM) e por CG acoplada ao Detector de Ionização de Chama (DIC), respectivamente. Elevados teores de 1,8-cineol e linalol foram identificados nas folhas e partes reprodutivas de *P. mollicomum* em quase todos os períodos de investigação. Eupatoriocromeno apresentou variação significativa ($p < 0,05$) entre folhas e fases do desenvolvimento dos órgãos reprodutivos. As observações semanais explicitaram alta frequência de visitas de abelhas; e os resultados relativos à correlação de Spearman demonstraram forte influência positiva entre constância de insetos nas inflorescências e percentual relativo de linalol, *E*-nerolidol, canfeno, aromadendreno e *Z*- β -ocimeno. Variáveis meteorológicas de microclima, como umidade relativa do ar, não somente influenciam a biossíntese de constituintes voláteis, como também, a atividade de visitas de potenciais polinizadores de *P. mollicomum*. Esses são os primeiros registros da variação dos constituintes químicos de OEs de folhas e órgãos reprodutivos durante todo período de floração de *P. mollicomum*, bem como, da avaliação dos hábitos dos potenciais polinizadores dessa planta em fragmento da Mata Atlântica que é fortemente ameaçada por ações antrópicas.

Palavras-chave: Ecologia Química. Óleos Essenciais. Polinização. Terpenos. Abelhas.

ABSTRACT

MACHADO, Daniel de Brito. **Study of phenology, volatile chemical constituents and insect-plant interaction in *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) from the Tijuca Forest.** 2021. 230 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

Piper mollicomum Kunth can bring contributions to studies related to the insect-plant interaction, mainly because there are few chemical-ecological approaches regarding this species. Therefore, this work aimed to identify the potential pollinators, as well as to investigate the seasonal variation of essential oils (EOs) of the leaves and in different stages of the development of organs reproductive organs of this species. This research was carried out in two periods in Floresta da Tijuca, in the State of Rio de Janeiro, from October 2019 to February 2020; and September 2020 to January 2021. In the first, the inflorescences were randomly collected for analysis of the OEs, and in the second, the development of the reproductive organ was evaluated, and the OEs were extracted and analyzed in the different stages of development. Jointly, in the two observation periods, the frequency of visits by potential pollinators was evaluated. Finally, the chemical composition of the EOs was correlated with abiotic factors (macro- and microclimate variables) and with the frequency of visits by potential pollinators. The observations were made weekly, in the two periods, from 08:00 h to 17:00 h. The EOs were obtained by hydrodistillation in a modified Clevenger apparatus. Chemical characterization and quantification were performed by Gas Phase Chromatography (GC) coupled to Mass Spectrometry (MS) and by GC coupled to the Flame Ionization Detector (DIC), respectively. Elevated levels of 1,8-cineole and linalool were identified in leaves and reproductive parts of *P. mollicomum* in almost all investigation periods. Eupatoriochromene showed significant variation ($p < 0.05$) between leaves and stages of development of reproductive organs. The weekly observations showed a high frequency of bee visits; and the results related to the Spearman correlation showed a strong positive influence between the constancy of insects in the inflorescences and the relative percentage of linalool, E-nerolidol, camphene, aromadendrene and Z- β -ocimene. Microclimate meteorological variables, such as relative humidity, not only influence the biosynthesis of volatile constituents, but also the activity of visits by potential pollinators of *P. mollicomum*. These are the first records of the variation of the chemical constituents of EOs from leaves and reproductive organs during the entire flowering period of *P. mollicomum*, as well as the evaluation of the habits of potential pollinators of this plant in a fragment of the Atlantic Forest that is strongly threatened by actions anthropic.

Keywords: Chemical Ecology, Essential oils, Pollination, Terpenes, Bees.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Interação inseto-plantas entre um espécime de abelha e *Piper mollicomum* Kunth . 20
- Figura 2 - Diagrama de Dahlgren apresentando a sistemática vegetal com destaque para o importante grupo das angiospermas basais 24
- Figura 3 - *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca do Estado do Rio de Janeiro..... 33
- Figura 4 - Esquema geral das rotas biossintéticas do metabolismo vegetal..... 36
- Figura 5 - Principais fatores abióticos que podem alterar a constituição química e produção dos metabólitos secundários 38
- Figura 6 - Esquema das rotas biossintéticas do difosfato de isopentila 40
- Figura 7 - Principais visitantes das inflorescências de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ. As observações foram feitas semanalmente de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (Estudo 1); e setembro de 2020 a janeiro de 2021 (Estudo 2) 50
- Figura 8 - Fases do desenvolvimento floral de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca do Estado do Rio de Janeiro, desde o início de sua formação até a maturidade: Cinco fases distintas da inflorescência (A1 ao A5). 54
- Figura 9 - Principais potenciais polinizadores de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, com destaque para a soma da frequência de visitas de cada inseto às inflorescências. Estas observações foram feitas semanalmente, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (primeira fase da pesquisa) 60
- Figura 10 - Gráfico *biplot* de Análise dos Componentes Principais (PCA) com base em 14 amostras de óleo essencial de *Piper mollicomum* Kunth. Coletas realizadas durante outubro de 2019 a fevereiro de 2020, na Floresta da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro / RJ 62
- Figura 11 - Relação média entre os teores das substâncias majoritárias, e as fases de desenvolvimento (1 a 5) de *Piper mollicomum* Kunth, na Floresta da Tijuca / RJ, nos meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021. 70
- Figura 12 - Diagrama de ordenação produzido pelas análises de componente principal (PCA), relacionando a constituição química dos óleos essenciais das folhas e inflorescências de *Piper mollicomum* Kunth, com os meses estudados (setembro de 2020 a janeiro de 2021)..... 73
- Figura 13 - Diagrama de ordenação produzido pelas análises de componente principal (PCA) demonstrando as projeções dos constituintes presentes nos OEs das folhas e inflorescências de *Piper mollicomum* Kunth nos meses em estudo (setembro de 2020 a janeiro de 2021)..... 74
- Figura 14 - Gráfico do Acompanhamento Hierárquico Euclidiano (AHE) demonstrando as projeções dos constituintes presentes nos OEs das folhas e inflorescências de *Piper mollicomum* Kunth nos meses em estudo (setembro de 2020 a janeiro de 2021) 75
- Figura 15 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (ACC) relacionando a composição dos óleos essenciais foliares e as frequências de

visitas dos potenciais polinizadores de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021. 78

Figura 16 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (ACC) relacionando a composição dos óleos essenciais das inflorescências maduras e as frequências de visitas dos potenciais polinizadores de *Piper mollicomum* Kunth, na Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021. 79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização dos locais de coleta dos acessos de <i>Piper mollicomum</i> (PM) do Parque Nacional da Tijuca (PNT), do Estado do Rio de Janeiro.....	44
Tabela 2 - Médias mensais das variáveis climatológicas, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020. Dados da estação localizada no Forte de Copacabana do Estado do Rio de Janeiro	46
Tabela 3 - Médias semanais das variáveis de microclima obtidos com o auxílio de medidores manuais (setembro de 2020 a janeiro de 2021)	47
Tabela 4 - Somas semanais referentes a frequência de visitas dos potenciais polinizadores às inflorescências maduras de <i>Piper mollicomum</i> Kunth da Floresta da Tijuca / RJ (setembro de 2020 a janeiro de 2021).....	51
Tabela 5 - Principais constituintes químicos dos óleos essenciais de folhas, inflorescências e infrutescências de <i>Piper mollicomum</i> Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, nos meses de outubro de 2019 a fevereiro de 2020.....	59
Tabela 6 - Frequência de visitação de potenciais polinizadores e médias dos eventos fenológicos de <i>Piper mollicomum</i> Kunth, na Floresta da Tijuca / RJ (observações semanais de outubro de 2019 a fevereiro de 2020).....	61
Tabela 7 - Correlação de Spearman entre os principais constituintes das partes reprodutivas e potenciais polinizadores de <i>Piper mollicomum</i> Kunth, na Floresta da Tijuca / RJ (outubro de 2019 a fevereiro de 2020).....	63
Tabela 8 - Análise de correlação de Spearman entre potenciais polinizadores e padrão de eventos fenológicos de <i>Piper mollicomum</i> da Floresta da Tijuca / RJ (outubro de 2019 a fevereiro de 2020).....	64
Tabela 9 - Análise de correlação de Spearman entre variáveis ambientais (fatores abióticos) e potenciais polinizadores de <i>Piper mollicomum</i> da Floresta da Tijuca / RJ em outubro de 2019 a fevereiro de 2020.	65
Tabela 10 - Principais constituintes químicos dos óleos essenciais das fases - 1, 2 e 3 – do desenvolvimento das inflorescências de <i>Piper mollicomum</i> Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, nos meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021.....	67
Tabela 11 - Principais constituintes químicos dos óleos essenciais das fases - 4 e 5 - do desenvolvimento das inflorescências de <i>Piper mollicomum</i> Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, nos meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021; juntamente com as correlações de Spearman entre as substâncias voláteis das fases 1 a 5 em relação ao tempo.....	68
Tabela 12 - Análise de correlação de Spearman entre visitantes; substâncias das inflorescências maduras de <i>Piper mollicomum</i> Kunth, e microclima da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.	83
Tabela 13 - Análise de correlação de Spearman entre microclima e substâncias de <i>Piper mollicomum</i> Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.....	84

Tabela 14 - Análise de correlação de Spearman entre atividade de visitas dos potenciais polinizadores vs. padrão de eventos fenológicos de <i>Piper mollicomum</i> Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.	85
Tabela 15 - Análise de correlação de Spearman entre fatores abióticos vs. padrão de eventos fenológicos de <i>Piper mollicomum</i> Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.	86
Tabela 16 - Médias semanais das variáveis climatológicas (temperatura, umidade, velocidade do vento e radiação); e dos eventos fenológicos das partes reprodutivas e vegetativas de seis indivíduos de <i>Piper mollicomum</i> Kunth, na Floresta da Tijuca do Estado do Rio de Janeiro (outubro de 2019 a abril de 2020 / setembro de 2020 a janeiro de 2021)	138
Tabela 17 - Constituintes químicos dos óleos essenciais das folhas, inflorescências (fases 1 a 5) e infrutescências de <i>Piper mollicomum</i> Kunth, na Floresta da Tijuca / RJ. Análises do primeiro e segundo períodos da pesquisa - outubro de 2019 a fevereiro de 2020; e setembro de 2020 a janeiro de 2021, respectivamente.....	156
Tabela 18 - Frequência de visitas dos potenciais polinizadores, assim como de alguns outros insetos que visitaram as partes vegetativas de <i>Piper mollicomum</i> Kunth da Floresta da Tijuca / RJ; juntamente com as médias das variáveis meteorológicas de macroclima e microclima já descritas. Estas observações foram feitas semanalmente, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020, e setembro de 2020 a janeiro de 2021.	205

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABR	Abril
ACH	Acetilcolina
AChE	Acetilcolinesterase
AHE	Acompanhamento Hierárquico Euclidiano
GABA	Ácido Gama-Aminobutírico
PCA	Análise dos Componentes Principais
CB	Carbamatos
OC	Compostos Organoclorados
CG	Cromatografia Gasosa
CG-FID	Cromatografia em fase gasosa acoplada a detector por ionização de chamas
CG-MS	Cromatografia em fase gasosa acoplada a Espectrometria de Massas
CGEN	Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetano
DCM	Diclorometano
DEZ	Dezembro
DP	Desvio Padrão
FEV	Fevereiro
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GGPP	difosfato de geranyl-geranila
H	Horas
HRS	Horas
IPP	Difosfato de Isopentenila
INJ	Injeção
DPP	Difosfato de γ,γ -Dimetilalila
HRB	Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro
HRJ	Herbário da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
IR	Índice de retenção
IRcalc	Índice de Retenção Calculado
IRlit	Índice de Retenção da Literatura
ISTs	Infecções Sexualmente Transmissíveis
JAN	Janeiro

OI	Inseticidas Organofosforados
INMET	Instituto Brasileiro de Meteorologia
IF	Intensidade de Fournier
JBRJ	Jardim Botânico do Rio de Janeiro
MEP	Via do Metileritritol-Fosfato
MEV	Via do Mevalonato
MH	monoterpenos hidrocarbonetos
MO	monoterpenos oxigenados
NOV	Novembro
OES	Óleos Essenciais
OUT	Outubro
PNT	Parque Nacional da Tijuca
PC1	Primeiro Componente Principal
PC2	Segundo Componente Principal
RJ	Rio de Janeiro
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
SET	Setembro
SH	Sesquiterpenos Hidrocarbonetos
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SO	sesquiterpenos oxigenados
TR	Tempo de Retenção

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
>	Maior que
<	Menor que
°C	Grau Celsius
±	Mais ou menos
Cm	Centímetros
Α	Alfa
Β	Beta
Δ	Delta
Γ	Gama
G	Gramas
H	Horas
L	Litro
kJ/m ²	Kilojoules por metro quadrado
M	Metro
Mg	Miligramas
Mm	Milímetro
pH	Potencial de hidrogênio iônico
Ppm	Parte por milhão
r ²	Coefficiente de linearidade
μl	Microlitro

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	17
1	REVISÃO DA LITERATURA	21
1.1	Abelhas: Importância Ecológica	21
1.2	Piperaceae Giseke	22
1.2.1	O gênero <i>Piper</i> L.....	25
1.2.2	Fenologia e desenvolvimento floral do gênero <i>Piper</i>	26
1.2.3	Interação inseto-planta no gênero <i>Piper</i>	28
1.2.4	<i>Piper mollicomum</i> Kunth.....	31
2	METABOLISMO VEGETAL	34
2.1	Metabolismo Primário Vegetal	34
2.1.1	Metabolismo Secundário Vegetal	34
2.1.2	Óleos essenciais.....	39
3	OBJETIVOS	42
3.1	Objetivo geral	42
3.1.1	Objetivos Específicos	42
4	MATERIAL E MÉTODOS	44
4.1	Área de estudo	44
4.2	Dados climáticos	45
4.3	Estudo fenológico reprodutivo e vegetativo	48
4.4	Observação dos visitantes florais	48
4.5	Coleta do material vegetal e obtenção de óleos essenciais	52
4.6	Análise dos óleos essenciais	54
4.7	Análise estatística	55
5	RESULTADOS	57
6	DISCUSSÃO	87
	CONCLUSÃO	105
	REFERÊNCIAS	107

APÊNDICE A - Médias semanais das variáveis climatológicas e dos eventos fenológicos de <i>Piper mollicomum</i> Kunth	138
APÊNDICE B - Constituintes químicos dos óleos essenciais das folhas, inflorescências (fases 1 a 5) e infrutescências de <i>Piper mollicomum</i> Kunth	156
APÊNDICE C - Frequência de visitas dos potenciais polinizadores de <i>Piper mollicomum</i> Kunth, e médias das variáveis meteorológicas de macroclima e microclima	205

INTRODUÇÃO

Quão importante é a polinização para os ecossistemas naturais, e qual a importância desta interação inseto-planta para a população humana? Estudos demonstraram que em 2007, a relevância econômica mundial deste serviço ecossistêmico foi de aproximadamente 200 bilhões de dólares (GALLAI *et al.*, 2009; POTTS, *et al.*, 2010). Dados da literatura indicam que 87,5% de todas as espécies vegetais identificadas, pelo menos em alguma fase de seu ciclo, são dependentes da polinização por animais, sendo a entomofilia, o tipo de polinização mais proeminente (OLLERTON; WINFREE; TARRANT, 2011). Estes dados ajudam a compreender o papel fundamental proporcionado por algumas espécies que atuam como grupos funcionais na manutenção da biodiversidade em sistemas naturais, e a preservação destes polinizadores, é essencial, pois, são base de complexas teias tróficas que sustentam pirâmides energéticas ecológicas em distintos biomas (BIESMEIJER *et al.*, 2006; POTTS *et al.*, 2010; MARTÍNEZ-SASTRE; MIÑARRO; GARCÍA, 2020; STANLEY; MSWELLI; JOHNSON, 2020).

Desde antes da invenção da escrita, há mais de 10.000 anos, as primeiras sociedades humanas demonstravam interesse por órgãos florais, fato constatado em pinturas rupestres (GOODY, 1993). Ainda na antiguidade, Theophrastus, discípulo de Aristóteles, foi um dos pioneiros a propor que o sistema reprodutivo das flores poderia utilizar estratégias odoríferas para atrair abelhas em espécimes de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) (CAPPS; PAGE; ROUSE, 1916). A interação ecológica mutualística entre plantas e polinizadores vem perpetuando-se há 70 milhões de anos, destacando as angiospermas como o maior grupo de plantas terrestres existentes no planeta (SOLTIS; SOLTIS, 2004).

A flor, basicamente é representada como um órgão vegetativo, que possui estruturas anatômicas semelhantes às das folhas, porém, diferente destas, são utilizadas para a reprodução, reunindo partes distintas como sépalas, pétalas, estames e carpelos (LERSTEN, 2004; ALBIERO *et al.*, 2006).

A reprodução sexuada é fundamental para a manutenção da variabilidade genética e do fluxo gênico da população de uma determinada espécie. Nas flores, essa troca de genes ocorre pela produção e posterior transferência de gametófitos masculinos (grãos de pólen e tubo polínico) e femininos (sacos embrionários), que se desenvolvem dentro de órgãos florais reprodutores, flores estaminadas e pistiladas, respectivamente (COCUCCI; MARIATH 1995;

2004; ABDELSATAR; EL-HALIME, A; IBRAHIM, 2020; BUDHAGATAPALLI *et al.*, 2020.).

Além de servirem como órgãos protetores dos gametófitos, as flores também atraem uma variedade de polinizadores que auxiliam na transferência destes gametas, utilizando estratégias atrativas visuais ou odoríferas. Aves, morcegos, besouros, formigas e abelhas são os principais visitantes florais responsáveis por este serviço ecossistêmico (FAHN, 1990; LERSTEN, 2004). A estratégia odorífera mais comum utilizada pelas plantas para atrair polinizadores, ou inimigos naturais de seus predadores, é a produção de substâncias voláteis ou óleos essenciais (OEs) (KESSLER; BALDWIN, 2001; DUDAREVA *et al.*, 2013; GIULIANI *et al.*, 2018; NAZEM *et al.*, 2019). Estes metabólitos são produzidos em várias partes do tecido vegetal, desde flores até raízes, e sua produção está continuamente conjugada a influência de variáveis ambientais, sejam fatores bióticos ou abióticos, que acometem os espécimes vegetais em seus respectivos nichos fundamentais (DUDAREVA *et al.*, 2013; GIULIANI *et al.*, 2018).

Os visitantes florais mais frequentes são as abelhas, responsáveis por grande parcela da polinização de diversas espécies vegetais em ecossistemas naturais (KEARNS; INOUE; WASER, 1998; ASHMAN *et al.*, 2004; HUNG *et al.*, 2018). Aliás, estes insetos são igualmente importantes para a viabilidade de sementes em campos de cultivo (KLEIN *et al.*, 2007; KREMEN *et al.*, 2007; KLEIN *et al.*, 2018), disponibilizando dessa forma, alimentos e nutrientes essenciais que podem evitar distúrbios alimentares em países em desenvolvimento (LIM *et al.*, 2010; EILERS *et al.*, 2011; CHAPLIN-KRAMER *et al.*, 2014; SMITH *et al.*, 2015). Estudos demonstram que aproximadamente 75% da alimentação humana depende direta ou indiretamente de plantas que são polinizadas por animais (KLEIN *et al.*, 2007).

Até a década de 1960, algumas pesquisas realizadas predominantemente por naturalistas, sem nenhum objetivo específico, senão observacional e quantitativo, demonstravam a importância da interação entre abelhas e plantas (COCKERELL, 1900; SCHROTTKY, 1902; DUCKE, 1906; FRIESE, 1910). Atualmente, diversos estudos destacam essa interação harmônica por suas distintas e importantes aplicabilidades em técnicas de manejo e conservação ambiental (LI *et al.*, 2006; VELTHUIS; VAN-DOORN, 2006; PALMA *et al.*, 2008; REHMAN *et al.*, 2020).

Impactos antropogênicos, tais como fragmentação e desmatamento de áreas florestais, podem alterar fatores abióticos que estão intimamente relacionados com a frequência de visitação dos polinizadores (CUNNINGHAM, 2000; JHA; KREMEN, 2013; PIMM *et al.*,

2014). Entre as espécies que podem estar ameaçadas por este declínio global na atividade de visitas em ecossistemas naturais estão espécies de *Piper* L.

Em períodos críticos de privações alimentícias em florestas tropicais, indivíduos do gênero *Piper* (Figura 1) são comumente responsáveis por promoverem recursos nutricionais para distintos espécimes animais, viabilizando a estabilização populacional de diversas espécies (FLEMING, 1985; O'DONNELL, 1989; CHAN *et al.*, 2020).

Piper possui ampla distribuição em florestas pantropicais, apresentando aproximadamente 2.000 espécies (QUIJANO-ABRIL; CALLEJAS-POSADA; MIRANDA-ESQUIVEL, 2006), porém, a fenologia e as características reprodutivas deste gênero, estão descritas em apenas 6% das que habitam o Brasil (VALENTIN-SILVA, *et al.*, 2015). Uma das espécies de *Piper* mais disseminadas em florestas tropicais é *Piper mollicomum* Kunth, que desde o Século XIV, têm demonstrado efeitos terapêuticos importantes. Suas infrutescências, por exemplo, eram utilizadas para tratar distúrbios intestinais, infecções sexualmente transmissíveis (ISTs), e como anestésicos (PECKOLT; PECKOLT, 1888). Outras atividades das diferentes partes vegetativas dessa planta, como folhas, caules, e até raízes, também são citadas, como tratamento de distúrbios envolvendo a motilidade gastrointestinal em humanos (POTRICH *et al.*, 2014); efeitos antifúngicos (LAGO *et al.*, 2007); antibacterianos (DUARTE *et al.*, 2006); antinociceptivos (SOUZA *et al.*, 2014); anti-hepatotóxicos; contribuindo para a diminuição do fluxo menstrual extremo; e até como tônico capilar (MEDEIROS *et al.*, 2007; BRITO; SENNA, 2011; MESSIAS *et al.*, 2015). No entanto, existem poucas abordagens químico-ecológicas, e sobre a interação inseto-planta para esta espécie. Por esta razão, e reconhecendo a importância ecológica que espécies de *Piper* possuem em florestas que sofreram impactos antropogênicos, faz-se necessário um estudo sobre quais fatores bióticos e abióticos, podem comprometer ou auxiliar a frequência de visitas dos potenciais polinizadores de *P. mollicomum* Kunth, uma das espécies de *Piper* com funções ecossistêmicas mais significativas (VIEIRA *et al.*, 2019).

Figura 1: Interação inseto-plantas entre um espécime de abelha e *Piper mollicomum* Kunth



Legenda: A imagem ilustra uma interação mutualística entre uma abelha e a espécie *Piper mollicomum* Kunth na Floresta da Tijuca / RJ.

Fonte: O autor , 2021.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 ABELHAS: IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA

Abelhas possuem grande importância ecossistêmica, pois utilizam variadas estratégias eficazes de forrageamento até às flores, coletando grande número de grãos de pólen de muitas espécies, processo denominado polilectia ou politrofia, que favorece a polinização múltipla e a variabilidade genética nas diversas populações vegetais (BEGO *et al.*, 1989; KLEIN *et al.*, 2017; RUSSELL *et al.*, 2019). Grãos de pólen são nutritivos a estes himenópteros, servindo posteriormente como subprodutos para a produção de mel. Concomitantemente, plantas adaptaram-se ao longo dos anos a diferentes estratégias evolutivas para atrair estes insetos polinizadores (DYER; COLEY, 2001). Outras características como boa adaptabilidade, comunicação inseto-inseto e alta densidade populacional, tornam este grupo um polinizador efetivo (BEGO *et al.*, 1989; KLEIN *et al.*, 2017; RUSSELL *et al.*, 2019). Por isto, o crescente uso de defensivos agrícolas contra pragas que causam impactos negativos às populações de abelhas, vêm preocupando institutos e órgãos ambientais em todo mundo.

Os prejuízos a biodiversidade causados por inseticidas, larvicidas, dentre outros agentes químicos utilizados em larga escala pela indústria agropecuária, têm preocupado ecólogos, principalmente porque poucas medidas estão sendo empregadas para mitigar o uso indiscriminado destes agentes nocivos, provocando, desta forma, diminuição na taxa populacional relativa de abelhas e outros importantes polinizadores (MALASPINA *et al.*, 2008; WINFREE *et al.*, 2009; PINHEIRO; FREITAS, 2010; POTTS *et al.*, 2010; PETTIS *et al.*, 2013). O Brasil é um dos países que mais consomem defensivos agrícolas. Em 2007 seu consumo foi de aproximadamente 730 milhões de toneladas, sendo o maior usuário deste produto no planeta (MENTEN, 2009). Verificou-se também, que do total de defensivos agrícolas importados ao país, 30% eram inseticidas, e quase metade destes eram tóxicos para abelhas (MENTEN, 2009).

Os inseticidas que causam maiores danos aos polinizadores são as substâncias organocloradas (SO), como o Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), que afeta a transmissão do impulso nervoso em células neurotransmissoras de insetos (D'AMATO; TORRES; MALM, 2002). Inseticidas organofosforados (IO) e carbamatos (CB), também causam enormes danos, inibindo a acetilcolinesterase (AChE), enzima que está intimamente

relacionada à degradação de moléculas de acetilcolina (ACH), fato que pode provocar colapsos ao sistema nervoso central (SNC) dos insetos (JOHANSEN, 1977; CASIDA; QUISTAD, 1998; MORAES *et al.*, 2000; PINTO; MIGUEL, 2008; CARVALHO *et al.*, 2009). Inseticidas do tipo piretroides igualmente desestabilizam o Sistema Nervoso Periférico (SNP) destes animais (SODERLUND; BLOOMQUIST, 1989; CARVALHO *et al.*, 2009). Um dos agentes químicos agropecuários mais disseminados e, simultaneamente, um dos que mais causam impactos negativos às populações de abelhas, os neonicotinoides, são antagonistas do ácido gama-aminobutírico (GABA), que impedem o influxo intracelular de íons cloreto nos neurônios, e promovem interrupção ao impulso nervoso em polinizadores (COLE *et al.*, 1993; NAUEN; BRETSCHEIDER, 2002; CRUZ, 2007; ELBERT *et al.*, 2008; SOUZA, 2009; PEREIRA, 2010; FERREIRA, 2010).

Neste contexto, não apenas inseticidas podem provocar prejuízos aos serviços ecológicos, mas também, impactos ocasionados por outras ações humanas, podem trazer uma série de danos à indivíduos que habitam florestas naturais, dentre estas, estão espécies da família Piperaceae.

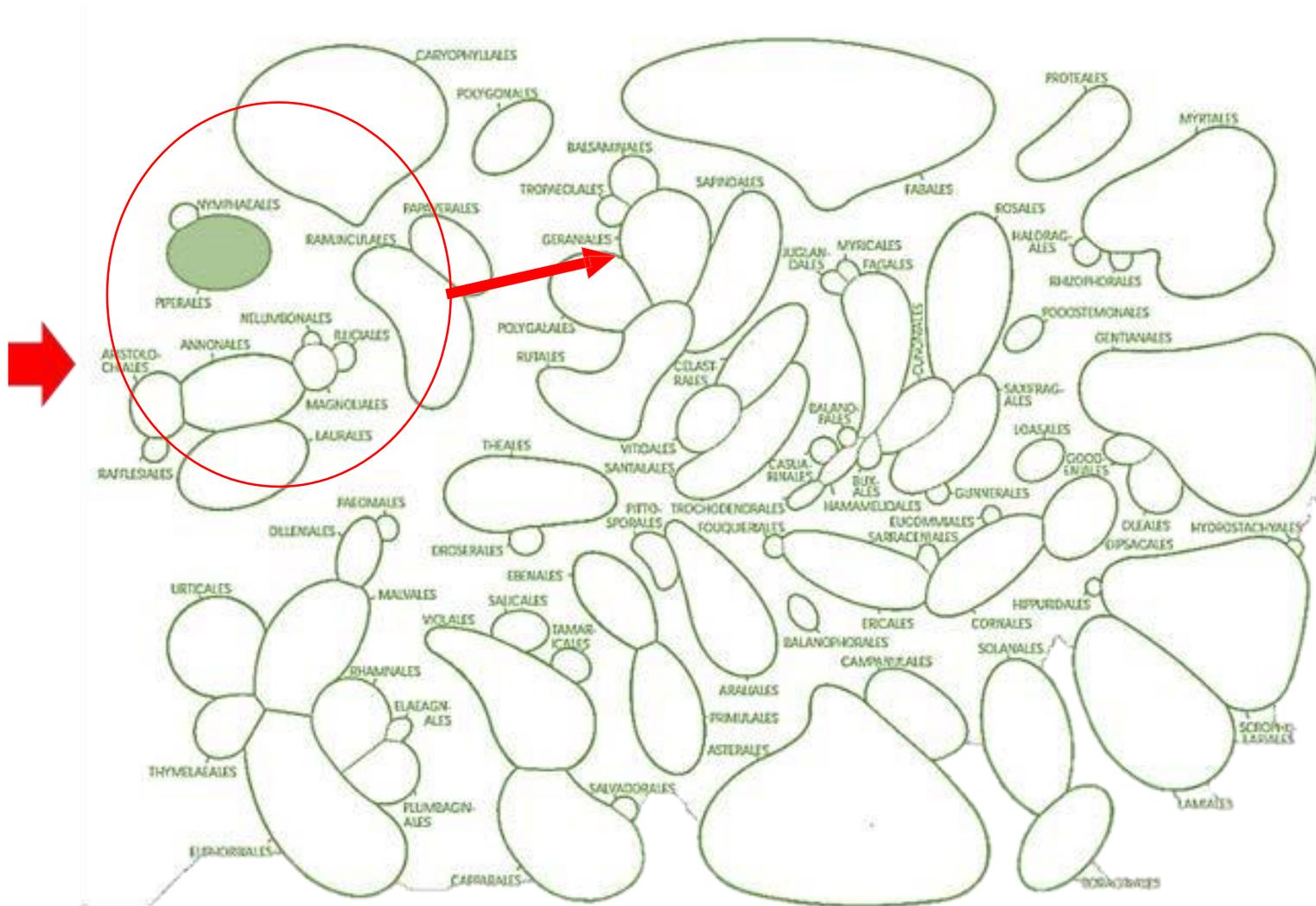
1.2 PIPERACEAE GISEKE

A família Piperaceae pertence à ordem Piperales, grupo das Magnoliideas, juntamente com outras duas famílias, Aristolochiaceae e Saururaceae (APG IV, 2016; FLORA DO BRASIL, 2020), todas inclusas ao grande grupo das angiospermas basais (Figura 2). Piperaceae tem distribuição predominantemente Pantropical, com cerca de 3.600 espécies, divididas em cinco gêneros, sendo três quantitativamente menos proeminentes (*Manekia* Trel., *Zippelia* Blume., *Verhuellia* Miq.); e dois quantitativamente mais significativos (*Peperomia* Ruiz & Pavon e *Piper* L.) (APG IV, 2016; FLORA DO BRASIL, 2020; GUIMARÃES *et al.* 2021). O gênero *Piper* totaliza aproximadamente 2.000 espécies (GUIMARÃES *et al.* 2021), e esta família apresenta algumas características marcantes como, presença de caules múltiplos; nós e entrenós marcados; grande quantidade de células oleíferas isodiamétricas; e inflorescências do tipo racemosa, ereta ou pêndula, bem como folhas alternadas (TEBBS, 1993; FLORA DO BRASIL, 2020).

No Brasil, ocorrem três gêneros de Piperaceae, são eles, *Piper* (incluindo seções *Pothomorphe* L. e *Ottonia* Spreng.), *Peperomia*, e *Manekia*, todos com ampla distribuição

geográfica, desde regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul (APG IV, 2016). Estes gêneros ocorrem de maneira dominante nas florestas Amazônica e Atlântica, totalizando 466 espécies, sendo 294 endêmicas (APG IV, 2016; FLORA DO BRASIL, 2020). *Peperomia* conta com 173 spp., e *Piper*, com 291 spp. catalogadas no Brasil (APG IV, 2016; FLORA DO BRASIL, 2020).

Figura 2 - Diagrama de Dahlgren apresentando a sistemática vegetal com destaque para o importante grupo das angiospermas basais.



Fonte: adaptado de GOTTLIEB, 1982; DAHLGREN, 1983)

1.2.1 O gênero *Piper* L

Piper é um gênero pantropical, predominante em áreas antropogênicas, principalmente em florestas neotropicais, com aproximadamente 300 espécies no Brasil, como mencionado anteriormente (FLORA DO BRASIL, 2020). Os indivíduos de *Piper* ocorrem em florestas ombrófila densa e decidual em todo o país, podendo surgir em todas as áreas destas matas, seja em regiões sombreadas, úmidas, ou com alta luminosidade (FLORA DO BRASIL, 2020). Por apresentarem versatilidade em sistemas de reprodução, e adaptarem-se bem às condições ambientais, plantas deste gênero são categorizadas como pioneiras dentro do espectro de sucessão ecológica, sendo os principais espécimes colonizadores destes habitats (ANDRADE *et al.*, 2009; VARGAS-ROJAS *et al.*, 2017).

Piper apresenta grande diversidade de características morfológicas. Por exemplo, possuem limbo foliar geralmente simples, com margem lisa, e pecíolos comumente longos em configuração alterna (FLORA DO BRASIL, 2020). As inflorescências podem ser monoicas ou dioicas; sésseis, e ordenadas em espigas eretas ou curvadas (VALENTIN-SILVA *et al.*, 2015; FLORA DO BRASIL, 2020). As infrutescências possuem pericarpo carnoso, contendo apenas uma semente aderida ao mesmo (drupa) (FLORA DO BRASIL, 2020).

Diversas espécies do gênero *Piper* são mundialmente conhecidas, como *Piper nigrum* L., denominada no Brasil como pimenta-do-reino. Esta espécie possui frutos secos e deiscentes, prestigiados como condimento nos mais famosos pratos da culinária de diversos países (GUIMARÃES; GIORDANO, 2004; CRISTIAN *et al.*, 2020). Além de *P. nigrum*, outras espécies de *Piper* também são conhecidas por seus fins terapêuticos, como *Piper methysticum*, cujo extratos estão sendo empregados para o tratamento da ansiedade (SAMPAIO *et al.*, 2020).

A justificativa para investimentos em estudos envolvendo espécies de *Piper* transcorre por suas reconhecidas atividades biológicas, reunindo uma série de evidências que suportam a eficácia de suas aplicabilidades terapêuticas, dentre estas situam-se efeitos antimicrobiano (JUNIOR *et al.*, 2012); leishmanicida (MARQUES; BARRETO; BATISTA, 2010; MOREIRA *et al.*, 2013); neurocognitivo (LAPORTE *et al.*, 2011); larvicida (OLIVEIRA *et al.*, 2013); citotóxico; ansiolítico (BARBOSA; LENARDON; PARTATA, 2013), dentre outros. Inclusive, foi averiguado em diversos estudos que os OEs presentes em *Piper* possuem utilidades para a indústria, como os de *P. hispidinervium* C.DC., cuja mistura apresenta alta

concentração do constituinte safrol (> 90%), importante produto para preparação de cosméticos e síntese de anti-inflamatórios (CREMASCO; BRAGA, 2010).

Além das aplicabilidades para fins farmacológicos, muitas espécies de *Piper*, como *P. umbellatum* L., são comumente utilizadas em rituais religiosos; reconhecidas como ervas sagradas, e preparadas em infusões, sendo comumente aplicadas em cultos de religiões de matriz africana para a iniciação de membros (FATUMBI, 1995; MANDARINO; GOMBERG, 2010).

1.2.2 Fenologia e desenvolvimento floral do gênero *Piper*

Fenologia é o ramo da ecologia que se dedica ao estudo das variações sazonais que ocorrem regularmente entre os seres vivos que habitam em um determinado ecossistema, influenciadas principalmente por fatores bióticos e abióticos (CLELAND *et al.*, 2007; HYLES *et al.*, 2020). Denomina-se fenofase o conjunto de eventos fenológicos que podem ser mensurados quantitativamente nas supraditas variações; que são influenciadas principalmente por variáveis ambientais (temperatura, umidade, luminosidade), dentre estas, destacam-se queda foliar, brotamento, floração e frutificação (FOURNIER, 1974; SALAZAR *et al.*, 2020). Os estudos fenológicos têm contribuído para o aprimoramento de técnicas de manejo e estratégias de conservação do meio ambiente, pois, conhecendo bem as variáveis ambientais de um determinado meio, pode-se inferir sobre as fenofases que ocorrerão, e assim, tentar mitigar desequilíbrios ecológicos (FATIMA *et al.*, 2020; RAMOS; TODA, 2020; PINO *et al.*, 2021).

Estudos sobre a fenologia reprodutiva e vegetativa de 12 espécies do gênero *Piper* em uma floresta neotropical no Panamá, registraram que seus brotamentos foliares diminuiram durante estações mais secas, e tiveram seu pico de desenvolvimento aumentado durante estações chuvosas. Em contrapartida, a fenologia floral dessas espécies demonstrou antagonismo quando comparado ao seu padrão sazonal de produção de folhas (THIES; KALKO, 2004).

Alta radiação luminosa e períodos prolongados de estresse hídrico podem acarretar alterações prejudiciais ao ciclo de floração de algumas espécies vegetais (WRIGHT; VAN-SCHAIK, 1994). O decréscimo na manutenção do desenvolvimento de folhas em períodos secos coincide com o período de floração em *Piper*, demonstrando que este gênero pode ter se

adaptado ao longo dos anos para promover um deslocamento energético, do processo de brotação foliar, para o desenvolvimento de inflorescências neste período. Esse desempenho viabiliza a reprodução, e, conseqüentemente, a propagação de sementes (THIES; KALKO, 2004), pois é comumente constatado em algumas espécies, que o aumento da brotação de inflorescências coincide com o período em que há aumento populacional de seus potenciais polinizadores (SMYTHE, 1990).

As infrutescências do gênero *Piper* são importantes recursos alimentares para diferentes frugívoros, principalmente duas espécies de morcegos, frequentes em florestas neotropicais: *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) e *Carollia castanea* (Frederirick H. A., 1890) (THIES; KALKO, 2004). Assim, a constância de infrutescências durante um dado período do ano permite que espécimes de *Piper* dispersem suas sementes de maneira efetiva em seu hábitat com o auxílio destes animais (FLEMING, 1981).

Apesar do pico de lançamento foliar acontecer especialmente em períodos chuvosos, o fenômeno ocorre por todo o ano. Segundo alguns autores, esse fato pode ser entendido como uma adaptação evolutiva que protege as plantas contra a predação massiva de herbívoros (SCHULTES; RAFFAUF, 1990; AIDE, 1993; COLEY; BARONE, 1996).

Para favorecer a polinização cruzada, algumas espécies de *Piper* apresentam dicogamia (VALENTIN *et al.*, 2015). As estratégias dicogâmicas evoluíram para preservar a incompatibilidade de gametas, desde o impedimento da autopolinização, até o aborto de frutos surgidos por autofertilização (FIGUEIREDO; SAZIMA, 2000; VALENTIN *et al.*, 2015). Em *Piper*, a dicogamia protogínica parece ser a principal estratégia reprodutiva para evitar a autopolinização, fato comum entre angiospermas basais (FIGUEIREDO; SAZIMA, 2000; JUDD *et al.*, 2007; ENDRESS, 2010).

De acordo com alguns autores, nos períodos iniciais do desenvolvimento floral, tanto o androceu quanto o gineceu, são cobertos por uma bráctea em *Piper*. Assim que se inicia o processo de abertura da bráctea, três estames permanecem indeiscentes. Seis dias depois, três estigmas despontam entre os órgãos reprodutores masculinos, e o quarto é posteriormente exteriorizado (VALENTIN *et al.*, 2015; VARGAS-ROJAS *et al.*, 2017). Mesmo que a protoginia auxilie espécies de *Piper* para o impedimento da autopolinização, esta ainda pode ocorrer em alguns espécimes.

A receptividade estigmática em *Piper* inicia-se antes da liberação do pólen pelas anteras (VALENTIN *et al.*, 2015; VARGAS-ROJAS *et al.*, 2017), posteriormente, papilas dos estigmas continuam receptivas, sugerindo que o processo de geitonogamia (transferência de pólen para flores da mesma planta) pode ocorrer neste grupo, induzido principalmente pelo

comportamento dos polinizadores de forragear toda a inflorescência (VALENTIN *et al.*, 2015; VARGAS-ROJAS *et al.*, 2017). Quando a receptividade estigmática cessa, os lobos do estigma apresentam abundantes substâncias fenólicas que, possivelmente, são as responsáveis pelo processo de senescência dos tecidos estigmáticos, e subsequente proteção das espigas por apresentarem atividade antipatogênica (BECKMAN, 2000; ELZINGA *et al.*, 2007; VALENTIN *et al.*, 2015; VARGAS-ROJAS *et al.*, 2017).

Valentin-Silva e colaboradores (2015) descreveram que a liberação do pólen em *P. vicosanum* Yunck. ocorre de maneira assíncrona, o que já tinha sido notado em trabalhos com outras espécies de Piperaceae (ARIAS; WILLIAMS, 2008; VALENTIN *et al.*, 2015). Porém, alguns fatores abióticos podem alterar esse padrão. Estudos com espécimes de *P. nigrum* apontaram inibições na deiscência das anteras quando a planta foi exposta a altas temperaturas (ELLIS; WHEELER; HADLEY, 1998; HLAVÁČOVÁ *et al.*, 2017; CHEN *et al.*, 2018).

Em espécies protogínicas como *P. vicosanum*, a anemofilia é frequente, porém, outras espécies de *Piper* também podem ser comumente polinizadas por insetos (BERTIN; NEWMAN, 1993; SARGENT; OTTO, 2004). Pesquisas demonstraram que espécies do gênero que habitam regiões da América Central são tanto polinizadas pelo vento, quanto por animais (FLEMING, 1985). Inclusive, como estratégia, algumas emitem uma frequência maior de inflorescências em períodos que a assiduidade de ventos é elevada (FIGUEIREDO; SAZIMA, 2000). A ambofilia (polinização realizada por fatores abióticos e bióticos) é uma estratégia reprodutiva comumente observada em espécies de *Piper* que ocorrem em bordas de florestas ou em áreas com baixa densidade vegetal (FIGUEIREDO; SAZIMA, 2000). Ainda, segundo Figueiredo e Sazima (2000), uma das principais formas de reprodução de algumas espécies de Piperaceae ocorre por agamosperma, tipo de reprodução onde não há fecundação de gametas, ou seja, o óvulo transforma-se diretamente em sementes (FIGUEIREDO; SAZIMA, 2000).

1.2.3 Interação inseto-planta no gênero *Piper*

A abundância de insetos em florestas neotropicais é amplamente conhecida há muitos anos (PENNY; ARIAS, 1982), porém, apesar desta grande biodiversidade, muitos espécimes vegetais são predados por grupos específicos de insetos herbívoros (CONNAHS *et al.*, 2009). Essa homogeneidade é gerada principalmente por filtros bióticos que culminam em uma

herbivoria com traços funcionais particulares entre insetos e plantas (SINGER; STIREMAN, 2005; DYER *et al.*, 2007; VIEIRA *et al.*, 2019). Algumas destas interações tróficas são verificadas entre espécies de Piperaceae e lagartas herbívoras do gênero *Eois* (Hübner, 1818) (DYER *et al.*, 2007; CONNAHS *et al.*, 2009; VIEIRA *et al.*, 2019).

A maior produção de metabólitos secundários pode levar a especificação trófica entre os indivíduos, principalmente nos trópicos. Algumas destas substâncias, além de serem tóxicas, promovem sinais químicos de defesa, e tornam as folhas menos palatáveis a insetos herbívoros generalistas (DYER; COLEY, 2001; FINCHER *et al.*, 2008). A toxicidade destes metabólitos compartimentados em tecidos vegetais, aparentemente, não é uma barreira para indivíduos do gênero *Eois* spp., que conseguem consumir grandes quantidades de material vegetal, por vezes, desfolhando muitas espécies distintas de *Piper* (FINCHER *et al.*, 2008; GLASSMIRE *et al.*, 2018; COSMO *et al.*, 2019).

Para evitar a predação, algumas plantas utilizam variadas estratégias defensivas. Proteções são comuns, como barreiras físicas (tricomas, espinhos e folhas coriáceas), e barreiras químicas, cujas principais substâncias protetoras são os próprios metabólitos secundários (STRAUSS *et al.* 2002; HEIL, 2008). Por exemplo, folhas de *P. mollicomum* que são continuamente deterioradas por herbívoros, emitem OEs atrativos à vespas oportunistas que se alimentam de seus adversários fitófagos, promovendo pressão negativa aos mesmos (VIEIRA *et al.*, 2019). Vieira e colaboradores (2019) demonstraram que folhas que foram danificadas por estes insetos liberaram sesquiterpenos e monoterpenos detectados em folhas não danificadas em percentagens muito reduzidas. Esse mecanismo sugere que estes constituintes podem beneficiar a planta ao auxiliar na atração de insetos oportunistas que predam seus inimigos naturais (VIEIRA *et al.*, 2019). Por essa razão, algumas lagartas herbívoras podem ter desenvolvido ao longo dos anos, adaptações evolutivas para evitar a predação desfolhando espécimes somente em períodos noturnos (MONTLLOR; BERNAYS 1993). A supracitada interação interespecífica denota a retenção de metabólitos secundários tóxicos produzidos por indivíduos de *Piper* em alguns espécimes de *Eois*, conferindo aos mesmos, eficaz estratégia defensiva contra seus predadores (DYER *et al.*, 2004).

Cabe ressaltar que as espécies de *Piper* podem ser melitófilas (polinizadas por abelhas), miófilas (polinizadas por moscas) e anemófilas (polinizadas pela ação do vento) (FIGUEIREDO; SAZIMA, 2000; THOMAZINI; THOMAZINI, 2002; VALENTIN *et al.*, 2015; VARGAS-ROJAS *et al.*, 2017). Os polinizadores mais comuns nessas espécies são himenópteros e dípteros, mais especificamente, indivíduos das famílias Apidae e Syrphidae, respectivamente, que recolhem pólen regularmente destas plantas (VARGAS-ROJAS *et al.*,

2017). Em um dado estudo, *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) foi o inseto com maior número de visitas em espécimes de *Piper caldense* C. DC. Abelhas sem ferrão, da tribo *Meliponini*, também registraram altas frequências de visitação (VARGAS-ROJAS *et al.*, 2017).

Como já citado, dípteros da família *Syrphide* são essenciais ao processo de polinização em espécies de *Piper*, como *P. caldense*. Deste taxon, destacam-se moscas do gênero *Ocyptamus* (Macquart, 1834), compreendendo aproximadamente 14% das visitas gerais (VARGAS-ROJAS *et al.*, 2017). As florações de *Piper* podem ser cruciais para a manutenção da densidade populacional das moscas deste gênero em períodos de seca, pois, comumente, estes insetos alimentam-se de pólen, que é escasso em períodos de estresse hídrico (VARGAS-ROJAS *et al.*, 2017).

Embora os dípteros geralmente sejam considerados polinizadores não efetivos (FAEGRI; PIJL; VAN, 1979), continuamente deslocam-se por distintas e longevas áreas, hábito que pode ser considerado adequado para um potencial polinizador (GILBERT, 1991). Entretanto, estes insetos apresentam instabilidade na frequência populacional ao longo do ano, por conseguinte, a anemofilia pode ser uma estratégia para evitar debilidade na transmissão de pólen (FIGUEIREDO; SAZIMA, 2007). Em outro estudo envolvendo espécimes de *Piper dilatatum* Rich., além destes principais polinizadores supracitados, foram observadas também abelhas do taxon *Halictidae* (KIKUCHI *et al.*, 2007).

Dentro das relações mutualísticas entre plantas e polinizadores, há interações bem documentadas entre indivíduos do gênero *Piper* e formigas, sinalizando interação inseto-planta conhecida por mirmecofilia, sendo o gênero *Pheidole* (Westwood, 1839) o principal participante dessa relação regular (TEPE; VINCENT; WATSON, 2004; TEPE *et al.*, 2014; MUÑOZ; BECKER; DELABIE, 2012; WISNIEWSKI; BORNSTEIN; WOOD, 2019).

Os constituintes voláteis de inflorescências e infrutescências são descritos como substâncias de atração em relações mutualísticas ligadas à polinização e proteção contra inimigos naturais (TSAHAR; FRIEDMAN; IZHAKI, 2002; IRWIN; ADLER; BRODY, 2004; CAZETTA; SCHAEFER; GALETTI, 2008; KESSLER; HALITSCHKE, 2009; MCCALL; FORDYCE, 2010; IASON; DICKE; HARTLEY, 2012; GIULIANI *et al.*, 2018; NAZEM *et al.*, 2019). Alguns estudos apontam que os OEs de frutos e sementes possuem uma variedade de metabólitos secundários que quando comparados, divergem de outras partes vegetativas das plantas analisadas (ALVES; SARTORATTO; TRIGO, 2007; BROWN *et al.*, 2003; WHITEHEAD; BOWERS, 2013; RAMOS; TODA, 2020). Essa compartimentalização da produção de OEs denota que as principais razões para tal distinção seja a defesa desses importantes órgãos reprodutivos, que se mantêm muito expostos a micro-organismos

antagônicos, como fungos e bactérias, que encontram em unidades florais riqueza de nutrientes (CIPOLLINI *et al.*, 2004; LEVEY *et al.*, 2007; MCCALL; FORDYCE, 2010; RAMOS; TODA, 2020). Esta relação demonstra como fatores bióticos podem influenciar na composição dos metabólitos secundários presentes em tecidos vegetais distintos, podendo estes, agirem de maneira sinérgica, tanto para atrair espécies mutualistas, como para afastar predadores ou patógenos (CIPOLLINI, 2000; RODRÍGUEZ; ALQUÉZAR; PEÑA, 2013; RAMOS; TODA, 2020).

O fruto é um importante órgão que atua na proteção e dispersão de sementes, por isso, assim como as inflorescências, precisam ser resguardados de interações negativas. Por exemplo, estudos demonstraram uma maior concentração de amidas e cromenos nos frutos e sementes, sendo que esses metabólitos apresentaram toxicidade contra fungos e outros patógenos oportunistas (DYER *et al.*, 2001; RICHARDS *et al.*, 2010; WHITEHEAD *et al.*, 2013; BECKMAN, 2013; RAMOS *et al.*, 2020). Em contrapartida, no pericarpo de frutos maduros, as concentrações de amidas decaem, uma vez que, altas concentrações dessas substâncias tornam os frutos menos palatáveis, o que não seria vantajoso para a dispersão de sementes (WHITEHEAD *et al.*, 2013).

1.2.4 Piper mollicomum Kunth

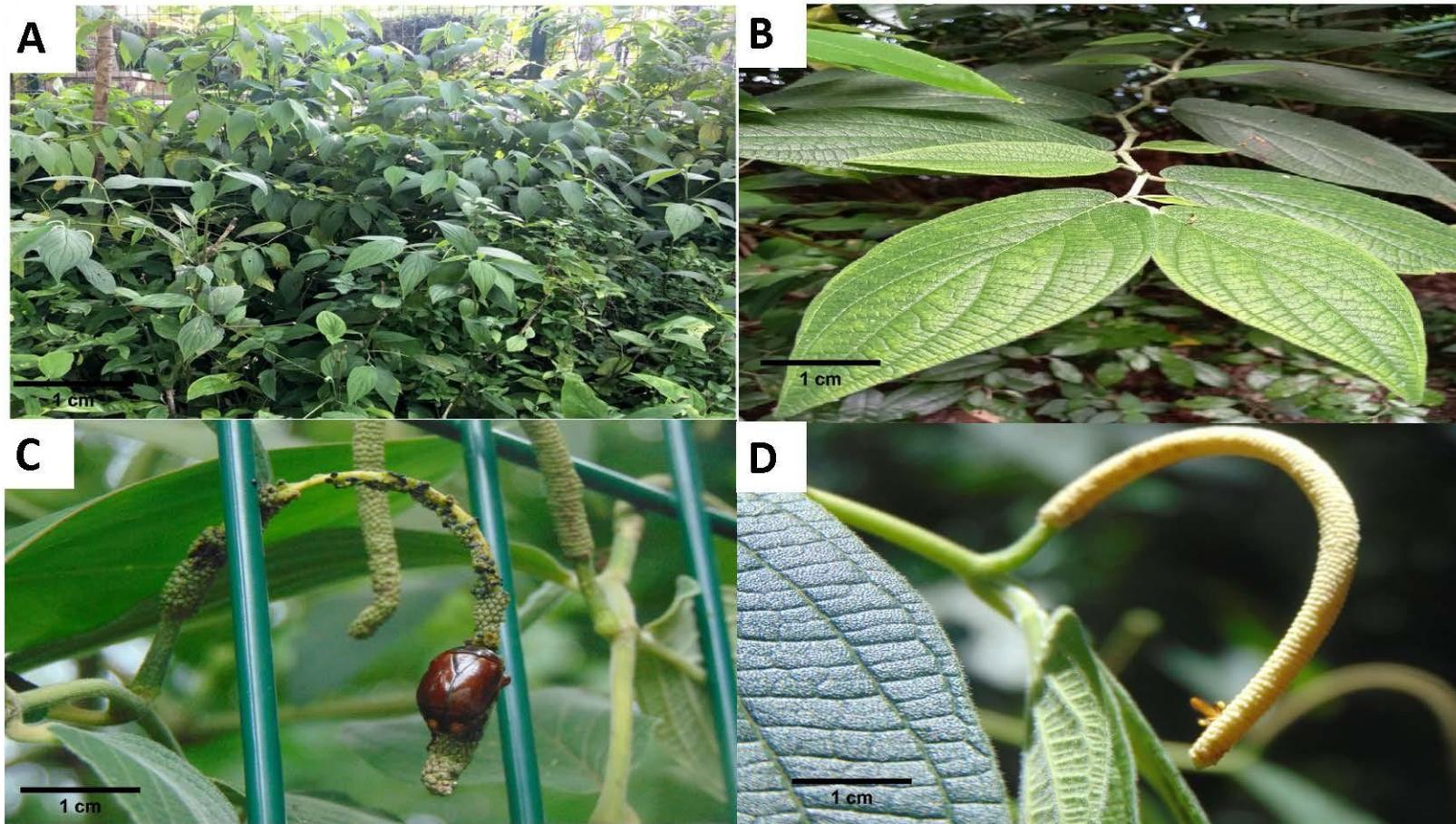
Piper mollicomum Kunth (Figura 3) é uma espécie heliófila ou ciófila, ou seja, desenvolve-se tanto em ambientes com alta luminosidade, quanto em locais úmidos e sombreados. Apresenta folhas membranáceas, tomentosas, e inflorescências do tipo espiga, que geralmente são curvas e amareladas quando em fase de maturação (FLORA DO BRASIL, 2020). Comumente, o início de sua floração ocorre em outubro, e seus indivíduos estão presentes em várias regiões do Brasil, como Norte (Amazonas, Rondônia, Tocantins); Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco); Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina) (FLORA DO BRASIL, 2020). É uma espécie endêmica do Brasil, e sua ampla distribuição acarreta o surgimento de distintos nomes populares, dentre estes, os mais comuns são aperta-ruão, jaborandi, jaborandi-manso, pariparoba e rabo-de-galo (GUIMARÃES; GIORDANO, 2004; GUIMARÃES; MONTEIRO, 2006; FLORA DO BRASIL, 2020).

Os principais metabólitos secundários desta espécie que destacam suas atividades biológicas, já supracitadas são, amidas, aristolactamas, chalconas, cromenos, derivados de ácido benzoico, terpenoides e flavonoides, que além de seu potencial medicinal e alimentício, podem ser aplicados na confecção de perfumes (PARRY, 1908; HOLMSTEDT; WASSÉN; SCHULTES, 1979; CORRÊA; PENA, 1984; SANTOS *et al.*, 2001; MARQUES *et al.*, 2018).

Os efeitos farmacológicos de *P. mollicomum* são amplamente reconhecidos, e incluem aumento da motilidade gastrointestinal (POTRICH *et al.*, 2014); atividades antifúngica (LAGO *et al.*, 2007; REIGADA, 2009), antibacteriana (DUARTE *et al.*, 2006; CORDOVA *et al.*, 2010), larvicida (SIMAS *et al.*, 2004), antinociceptiva (SOUZA *et al.*, 2014), anti-hepatotóxica; usada no tratamento de dores de coluna, diminuição do fluxo menstrual extremo, e até como tônico capilar (CORRÊA; PENA, 1984; MORS; RIZZINI; PEREIRA, 2000; MEDEIROS *et al.*, 2004; MEDEIROS *et al.*, 2005; MEDEIROS *et al.*, 2007; BRITO; SENNA-VALLE, 2011; MESSIAS *et al.*, 2015). Além destas aplicabilidades, espécimes de *P. mollicomum* são empregadas como recursos místicos para se alcançar o contato espiritual com divindades mitológicas em rituais de religiões de matriz africana. O Amaci (que significa banho) é um destes importantes ritos. Consiste em coletar, entre quatro ou cinco horas da manhã, as folhas desta espécie, e dedicá-las a um dos orixás mais importantes de todas as religiões afro-brasileiras, o Xangô, conhecido como Deus da justiça, dos raios, do trovão e do fogo (GUEDES *et al.*, 1985; FATUMBI, 1995).

Ramos e colaboradores (2020) analisando a constituição química dos OEs presente em diferentes partes vegetativas de *P. mollicomum* da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, encontraram alto teor percentual de linalol, eupatoriocromeno e *E*-nerolidol nos órgãos reprodutores (RAMOS *et al.*, 2020). Dessa forma, é extremamente relevante a continuação das abordagens químico-ecológicas para esta espécie.

Figura 3 - *Piper mollicomum* Kunth da Floresta na Tijuca do Estado do Rio de Janeiro



Legenda: A) - Hábito; (B) – Ramos com folhas; (C) – Infrutescência sendo predada por um Coleóptero; (D) – Inflorescência visitada por uma abelha.
Fonte: Próprio autor, 2021.

2 METABOLISMO VEGETAL

2.1 METABOLISMO PRIMÁRIO VEGETAL

Todos os organismos são compostos por moléculas orgânicas. As principais, ou seja, as que compõem 95% da matéria seca de todos os seres vivos são carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (DEWICK, 2002). Os principais elementos químicos que fazem parte da configuração destas substâncias são carbono, oxigênio, nitrogênio, hidrogênio, fósforo e enxofre, corroborando que todos os seres vivos descendem de um ancestral em comum, pois compartilham destas unidades fundamentais. O conjunto destas substâncias é denominado metabolismo primário, conhecido desta forma, por ser fundamental para a construção de substâncias essenciais para o metabolismo dos organismos, bem como, para as atividades biológicas realizadas por todos os seres vivos, incluindo espécimes vegetais (DEWICK, 2002; GARCÍA; CARRIL, 2009).

Além das substâncias orgânicas formarem os blocos construtores que integram os tecidos e células, estas participam de rotas metabólicas biossintéticas direcionadas por enzimas, proporcionando tanto um eficaz funcionamento celular, como também ativam sistemas de órgãos que compõem os organismos, sendo essenciais para a vida (DEWICK, 2002).

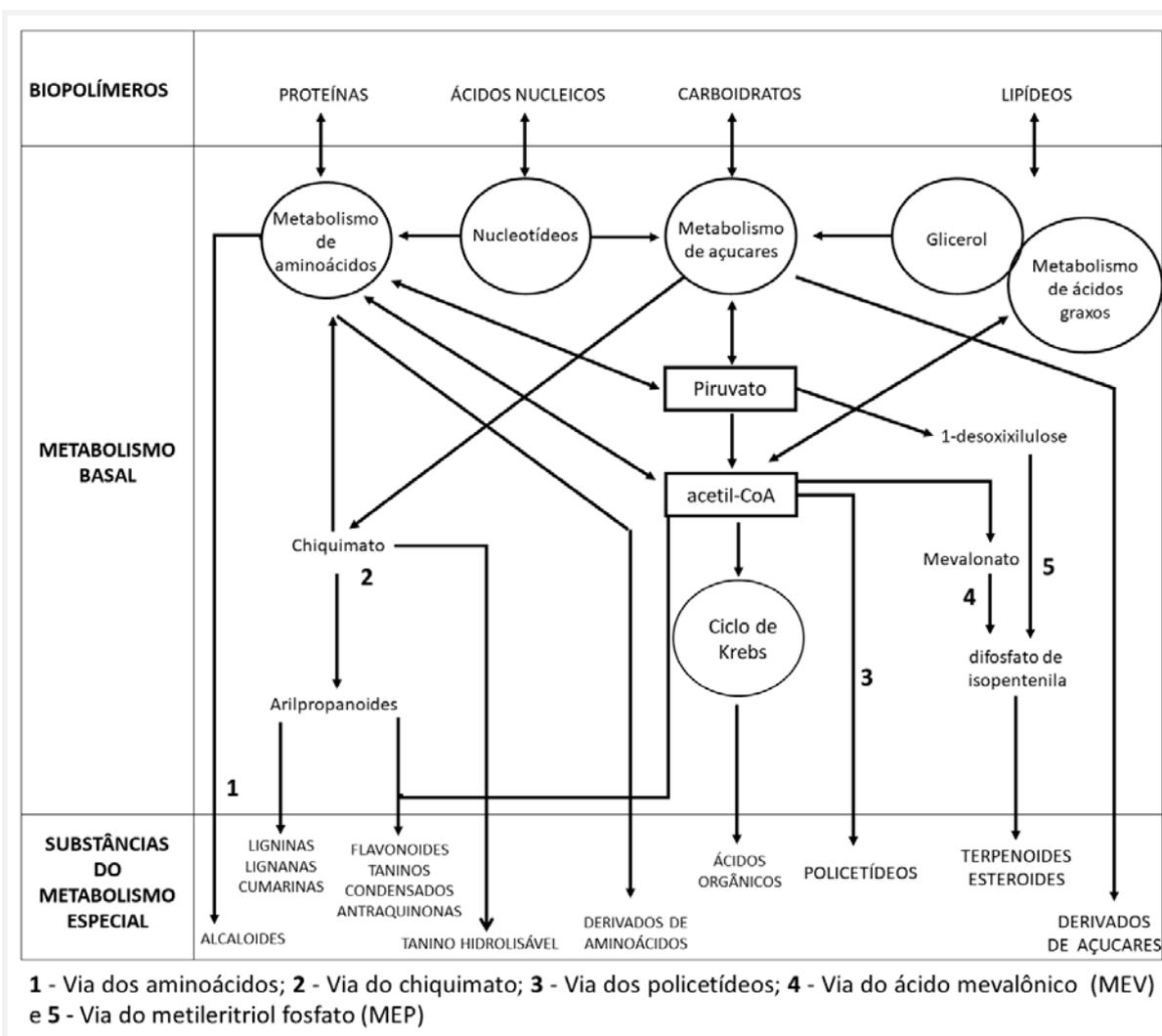
2.1.1 Metabolismo Secundário Vegetal

Organismos vegetais são seres autotróficos, ou seja, indivíduos que pela conversão de energia luminosa em energia química, processo denominado fotossíntese, produzem os metabólitos primários mencionados acima (DEWICK, 2002; LYTOVCHENKO *et al.*, 2011; WESTON *et al.*, 2012; GAGO *et al.*, 2016). Estes seres possuem a capacidade de utilizar produtos do metabolismo primário acionando rotas biossintéticas, como as vias do Metileritritol-Fosfato (MEP) ou do Mevalonato (MEV), para fabricar substâncias complexas pertencentes ao metabolismo secundário. Estas substâncias, também denominadas produtos naturais ou metabólitos especiais, são essenciais para a reprodução, sobrevivência e interação

dos espécimes vegetais em seu nicho fundamental (DEWICK, 2002; GARCÍA; CARRIL, 2009) (Figura 4).

Os constituintes químicos do metabolismo secundário não possuem homogeneidade interespecífica, ou até mesmo intraespecífica como os do metabolismo primário, ou seja, as substâncias destas classes são sintetizadas de acordo com os fatores bióticos e abióticos, os quais, os espécimes são submetidos ou expostos em seus respectivos habitats (Figura 5) (DEWICK, 2002; GARCÍA; CARRIL, 2009). Apesar de grande parte destes constituintes secundários não possuírem todas as suas funções biológicas desvendadas, sabe-se que muitos são importantes para a sobrevivência de espécies vegetais, não somente atuando como toxinas que repelem predadores, mas também protegendo plantas contra estresses hídricos, raios ultravioletas ou variações bruscas de temperatura e umidade; atuando como comunicadores bioquímicos (alelopatia); dentre outras incumbências (DEWICK, 2002; GARCÍA; CARRIL, 2009; CHOU, 2010; CHAVES, 2012).

Figura 4 - Esquema geral das rotas biossintéticas do metabolismo vegetal.

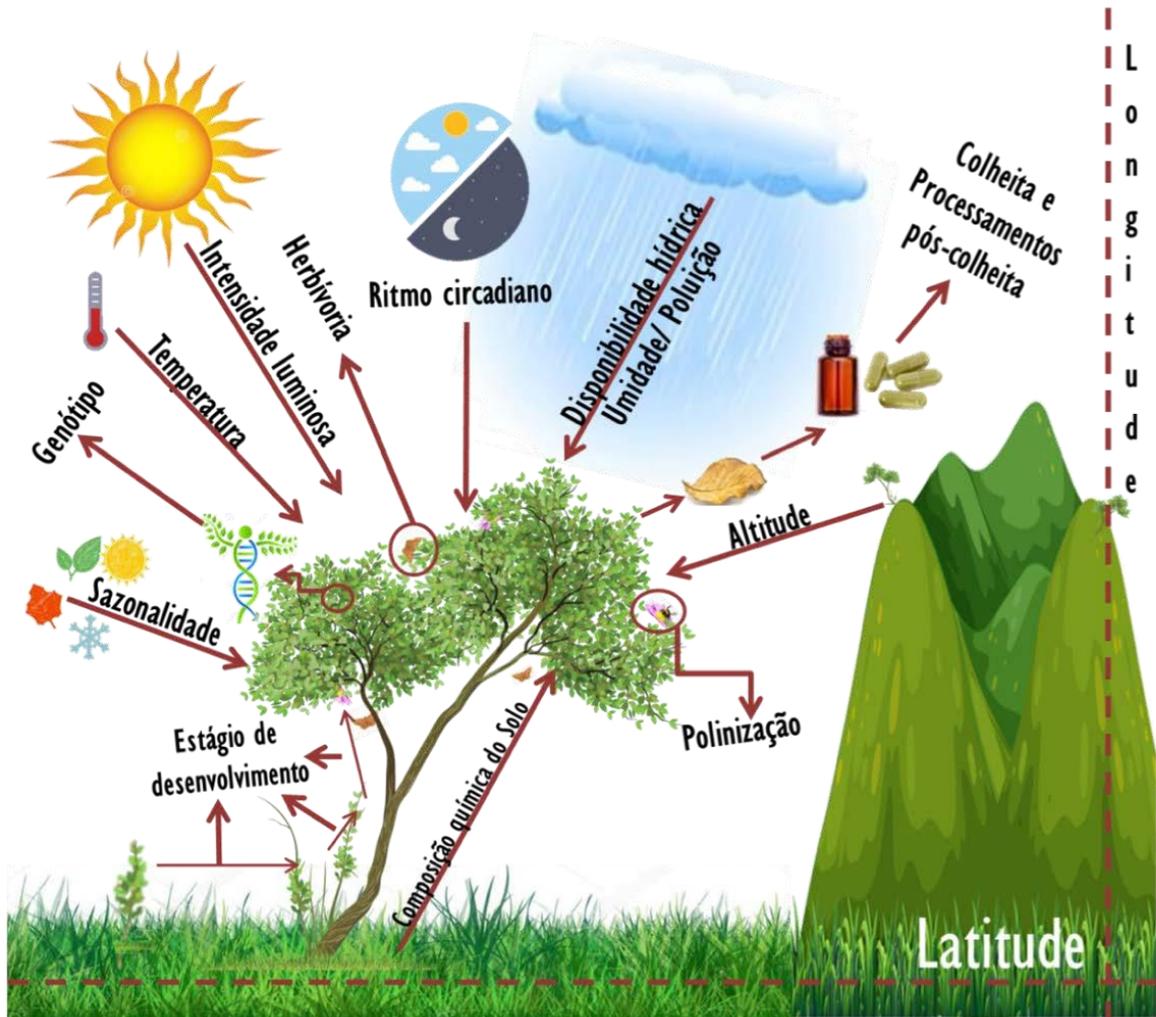


Fonte: Dewick, 2009.

Os constituintes químicos de Piperaceae como neolignananas, lignanas, terpenos e flavonoides têm sido amplamente estudados para averiguação de seus efeitos terapêuticos, consistindo, principalmente, no estudo dos metabólitos secundários isolados de espécies do gênero *Piper* (PARMAR *et al.*, 1997; MOREIRA *et al.*, 2010; MOREIRA *et al.*, 2016). A incumbência biológica e farmacológica de OEs, extratos, frações semi-purificadas e substâncias puras deste gênero têm demonstrado uma esplêndida eficácia, principalmente com relação aos efeitos antiparasitário (leishmanicida) (MOREIRA *et al.*, 2010), antitumoral (TORRES-SANTOS *et al.*, 1999), antimicrobiano (TORRES-SANTOS *et al.*, 1999; MOREIRA *et al.*, 2016) e citotóxico (MOREIRA *et al.*, 2016). Sabe-se também que os OEs estão envolvidos na atração de polinizadores (ROBACKER; ERICKSON, 1988; USANO;

HERRAIZ, 2016; GIULIANI *et. al.*, 2018; NAZEM *et al.*, 2019), e a compreensão sobre as possíveis correlações entre frequência de visitação dos insetos e biossíntese dos constituintes destas substâncias são significativos.

Figura 5 - Principais fatores abióticos que podem alterar a constituição química e produção dos metabólitos secundários.



Fonte: FRANCISCO, A. L. O., Editora Atena, cap. 7, p. 85, 2020.

2.1.2 Óleos essenciais

Os OEs são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, que são biossintetizadas em variados órgãos vegetais no interior de compartimentos intracelulares, e utilizam principalmente duas importantes rotas metabólicas, Acetato-Mevalonato e Metileritritol-fosfato para gerar os terpenoides (RAMOS *et al.*, 2020; BURT, 2004; DEWICK, 2002) (Figura 6). Os OEs são constituídos por uma ampla variedade de constituintes complexos como aldeídos, álcoois, arilpropanoides, dentre outras substâncias com menores massas moleculares. Porém, os metabólitos predominantes nestas misturas voláteis são os terpenos (BURT, 2004; DEWICK, 2009).

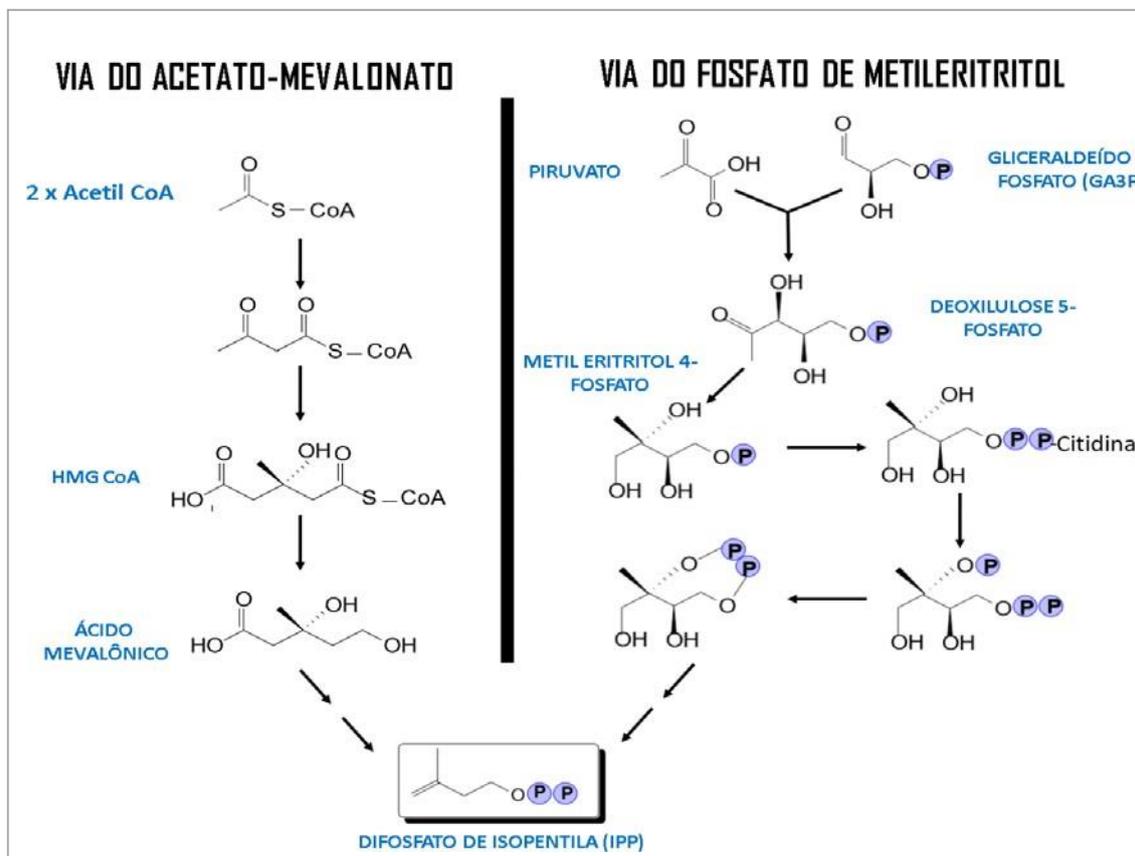
Terpenos são substâncias orgânicas derivadas de unidades de Difosfato de Isopentila (IPP) ou Difosfato de 3,3-Dimetilalila (DPP). Essas substâncias são compostas por cinco átomos de carbonos (C_5), sendo posteriormente biotransformadas por atividade enzimática, seja por adição-oxidação ou redução, remoção e migração de grupo metila, (BURT, 2004; DEWICK, 2009). Os terpenos mais comumente encontrados nos OEs são os monoterpenos e sesquiterpenos, embora haja registros de diterpenos voláteis.

Monoterpenos são formados a partir da junção de duas unidades de IPP, que dá origem a uma molécula com 10 carbonos (C_{10}). Podem ser não oxigenados, oxigenados, acíclicos ou cíclicos (BURT, 2004; DEWICK, 2009).

Os sesquiterpenos são substâncias provenientes da reação de difosfato de geranylgeranila (GGPP), com mais uma unidade de IPP, portanto, concentrando em suas estruturas 15 átomos de carbonos (C_{15}) (BURT, 2004; DEWICK, 2009).

Os voláteis são constituintes aromáticos utilizados desde a antiguidade, sendo inseridos nas farmacopeias europeias ainda no Século XIII (BURT, 2004; REGNAULT-ROGER; VINCENT; ARNASON, 2012). Apesar de mais de 3.000 espécies serem descritas como grandes produtoras destas substâncias, apenas 10% possuem aplicabilidade comercial, industrial e medicinal (BURT, 2004; REGNAULT-ROGER; VINCENT; ARNASON, 2012).

Figura 6 - Esquema das rotas biossintéticas do difosfato de isopentila.



Fonte: adaptado de DEWICK, 2002, p. 170.

A extração de OEs também é uma técnica longa que foi aperfeiçoada ao longo dos anos. Atualmente, as principais formas de obtenção de voláteis são por hidrodestilação, com a utilização de um aparelho do tipo Clevenger, onde amostras são colocadas em um balão volumétrico com água em ebulição, e os OEs são carreados por vapor d'água, sendo posteriormente condensados (ORMEÑO; GOLDSTEIN; NIINEMETS, 2011). Também são utilizados procedimentos como *effleurage* (método que consiste na extração utilizando gordura vegetal); bem como prensagem a frio (quando cascas de frutos cítricos são prensadas até o desprendimento dos OEs) (ORMEÑO; GOLDSTEIN; NIINEMETS, 2011); arraste a vapor (LEAL *et al.*, 2001); extração com solvente orgânico; e por *headspace* (SIMÕES, 2001; ORMEÑO; GOLDSTEIN; NIINEMETS, 2011).

Diversos estudos correlacionam a participação de substâncias que integram os OEs em algumas importantes relações ecológicas (CRAVEIRO; MACHADO, 1986; REGNAULT-ROGER, 1997; PRASHAR *et al.*, 2003; ISMAN, 2006; HÜSNÜ; BAŞER; DEMIRCI, 2007;

DE BARROS; ZAMBARDA; HEINZMANN, 2009; KNAAK; FIUZA, 2010; OLAWORE; OLOLADE, 2017; HARISH; ALOK, 2018; OOTANI *et al.*, 2019). Alguns voláteis apresentam elevada ação tóxica repulsiva, acarretando aversão alimentar aos predadores das plantas que os produzem (WHEELER; ISMAN, 2001). Podem também incutir anomalias a ontogenia em larvas de insetos fitófagos (BREUER; SCHMIDT, 1995), ou até mesmo, impossibilitar a ovoposição e atrair insetos carnívoros, o que conseqüentemente, prejudica o crescimento populacional de inimigos naturais vegetais (ZHAO *et al.*, 1998; MUTHUKRISHNAN; PUSHPALATHA, 2001; TOGASHI *et al.*, 2019).

Vários fatores ambientais como clima, sazonalidade, solo, umidade e temperatura, podem alterar os constituintes dos OEs, inclusive, diferentes mecanismos no processo de extração (MACIEL *et al.*, 2002; RAMOS; TODA, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2021. RAMOS *et al.*, 2021). Por essa razão, a variabilidade química dos componentes presentes nos OEs de espécimes vegetais é gigantesca, podendo ocorrer variações inter- ou intraespecíficas (SENATORE, 1996; RAMOS *et al.*, 2021).

Além da função ecológica, o estudo dos OEs demonstra relevância em pesquisas envolvendo fitoterápicos (NAN *et al.*, 2004; LADU *et al.*, 2015; VALENTÃO *et al.*, 2017; ROTH; SHCHERBINA; NUSSINOVITCH, 2017; LINGAN, 2018), como a eficiente atividade biológica em tratamentos oncológicos contra linhagens de células cancerígenas pulmonares (DAHAM *et al.*, 2016; SINGH *et al.*, 2017), tumor de cavidade oral (FONSECA *et al.*, 2020; MACHADO *et al.*, 2021), atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, ação no SNC, dentre outras (DUARTE *et al.*, 2006; LAGO *et al.*, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2007; BRITO; SENNA, 2011; POTRICH *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2014; MESSIAS *et al.*, 2015).

Diante de todas as evidências apresentadas e reconhecendo a importância ecológica de *P. mollicomum* em florestas que sofrem desequilíbrios ambientais, como a Floresta da Tijuca do Estado do Rio de Janeiro, faz-se necessário um estudo para o conhecimento de seus principais polinizadores e quais fatores bióticos e abióticos influenciam a frequência de visitas às inflorescências desta espécie.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Identificar os potenciais insetos polinizadores, qualificar e quantificar a fenologia, e determinar a composição química dos óleos essenciais de *Piper mollicomum* Kunth da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, além de avaliar correlações entre constituintes químicos e fatores abióticos na frequência de visitas destes insetos.

3.1.1 Objetivos Específicos

- I. Realizar coletas de folhas, inflorescências e infrutescências de três espécimes de *P. mollicomum* Kunth, com aproximadamente três metros de distância entre estes, na Floresta da Tijuca do Estado do Rio de Janeiro, durante o período reprodutivo das plantas, nos meses de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (fase I) para estudo dos componentes voláteis;
- II. Realizar coletas de diferentes fenofases (cinco estágios) dos órgãos reprodutivos nos meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021, de espécimes de *P. mollicomum* Kunth do mesmo acesso na Floresta da Tijuca (fase II) para estudo dos componentes voláteis;
- III. Realizar observações semanais de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (fase I) e de setembro de 2020 a janeiro de 2021 (fase II) na Floresta da Tijuca, para identificação dos potenciais polinizadores de *P. mollicomum*. Durante o período de observação serão coletados fatores abióticos de microclima (temperatura, umidade, luminosidade e velocidade do vento);
- IV. Realizar extrações dos óleos essenciais das folhas e órgão reprodutivo (cinco estágios) dos espécimes coletados em campo (fases I e II);

- V. Elucidar a composição química dos óleos essenciais dos indivíduos em estudo, empregando cromatografia em fase gasosa (CG);
- VI. Verificar variações na composição química dos óleos essenciais dos materiais vegetais (fases I e II), correlacionando-as estatisticamente com dados coletados dos fatores abióticos e frequência de visitas dos potenciais polinizadores;
- VII. Realizar análises multivariadas para avaliar a variação entre os constituintes dos óleos essenciais de folhas, como também dos diferentes estágios de órgãos reprodutivos, em diferentes períodos (meses) de coleta.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo para investigação desta pesquisa foi o Parque Nacional da Tijuca (PNT) (43°14'29,64"W, 22°58'9,80"S), em uma altitude que varia entre 127 a 68 m entre os exemplares estudados. O PNT está localizado na Zona Sul da Cidade do Rio de Janeiro e possui clima tropical de monções, segundo a classificação Köppen-Geiger (KOPPEN; GEIGER, 1936). O clima apresenta pelo menos um mês seco bem definido, com precipitação inferior a 60 mm, mas, equivalente a mais de 4% da precipitação total anual (KOPPEN; GEIGER, 1936). Foi investigada a população de potenciais polinizadores de seis espécimes adultos de *P. mollicomum* Kunth, com altura média de 1,65 m em área aberta. As licenças para as devidas investigações foram concedidas pelo SISBIO (número 57296-1; código de autenticação 47749568). O entorno da parcela experimental consiste em uma faixa de vegetação nativa. Os espécimes férteis de *P. mollicomum* foram previamente identificados pelo taxonomista Msc. George Azevedo de Queiroz no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), e as amostras foram depositadas no Herbário da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (HRJ) - Campus Maracanã. Os números de registro de herborização e caracterização das áreas estão descritos na tabela 1.

Tabela 1- Caracterização dos locais de coleta dos acessos de *Piper mollicomum* (PM) do Parque Nacional da Tijuca (PNT), do Estado do Rio de Janeiro.

Acesso	Latitude (S)/ Longitude (W)	Elevação (m)	Espécie	Registro no HERBÁRIO
PNT	22°,58'9,8004" 43°14'29,63904"	127	PM	HRJ13444
PNT	22°,58'5,80224" 43°14'22,40952"	71	PM	HRJ13445
PNT	22°,58'6,0484" 43°14'25,10696"	92	PM	HRJ13448

PNT	22°,58'4,29492" 43°14'22,66726"	68	PM	HRJ13449
PNT	22°,58'2,52444" 43°14'18,70476"	74	PM	HRJ13447
PNT	22°,58'6,7232" 43°14'27,6954"	87	PM	HRJ13446

Legenda: S = Sul; W = Oeste.

4.2 DADOS CLIMÁTICOS

Os dados sobre os fatores abióticos para os dias de coletas semanais, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (Estudo 1 – Coleta de dados experimental), foram obtidos do Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET). As variáveis ambientais foram: temperatura média (°C), radiação (kJ/m²), velocidade do vento (m/s), precipitação (mm) e umidade (%). As médias mensais referentes a estas coletas estão listadas na tabela 2. Todas estas variáveis foram obtidas da Estação Meteorológica do Forte de Copacabana/RJ.

Os dados sobre as variáveis meteorológicas de microclima para os dias de coletas semanais, de setembro de 2020 a janeiro de 2021 (Estudo 2 – Coleta de dados após experiência inicial), foram obtidos com o auxílio de medidores manuais, e estão listados na tabela 3: **Anemômetro Digital** Windmeter (SIN2919025384 - Brasil. Medidor de velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar; medidos no mesmo período de observação da frequência de visitas dos potenciais polinizadores às inflorescências maduras de *Piper mollicomum*); **Aparelho Luxímetro** (INSTRUTEMP, 1712268 - Brasil. Medidor de luminosidade; realizada uma vez a cada horário de observação da frequência de visitação dos potenciais polinizadores); e **Termômetro Infravermelho** (EXBOM – TDI 330; para mensuração das temperaturas de superfície das folhas e inflorescências; com dados coletados uma vez em cada horário de observação da frequência de visitas dos insetos).

As variáveis ambientais mensuradas foram: temperatura do ar (°C), temperatura da inflorescência (°C), temperatura da folha (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m/s), chuva (mm) e intensidade luminosa (kJ/m²). As médias semanais referentes aos dados de microclima estão listadas na tabela 3. Há uma lacuna de observações entre os dias

28/10/2020 e 18/11/2020, pois, neste período, o autor foi diagnosticado com Covid-19, e teve que se ausentar por 14 dias de suas atividades.

Para esta pesquisa, não houve aparelho manual para mensurar semanalmente o dado climatológico chuva (mm), por esta questão, a variável ambiental citada foi obtida da Estação Meteorológica do Forte de Copacabana do Estado do Rio de Janeiro, no Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET), nas semanas que ocorreram as observações. Os dados das variáveis de macro e microclima foram tabelados para correlação linear com outras variáveis como: atividade de visita dos insetos às inflorescências maduras; constituintes químicos presentes nos óleos essenciais das folhas e inflorescências (cinco estágios); e eventos fenológicos de *Piper mollicomum* (brotação das folhas; queda de folhas; inflorescências imaturas ou em botão; e infrutescências imaturas ou verdes).

Tabela 2 - Médias mensais das variáveis climatológicas, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020. Dados da estação localizada no Forte de Copacabana do Estado do Rio de Janeiro.

Variáveis meteorológicas					
Mês	Temp. (°C)	Umid. (%)	Vento (m/s)	Chuva (mm)	Rad. (kJ/m²)
Outubro	23,57	79,68	2,94	0,07	1007,00
Novembro	22,33	85,06	3,01	0,14	1098,00
Dezembro	24,20	81,32	2,15	0,11	1067,00
Janeiro	26,11	76,96	2,29	0,08	1215,00
Fevereiro	24,70	82,50	2,26	0,34	1046,00

Legenda: Temp. – temperatura; Umid. – Umidade; Rad. – radiação.

Tabela 3 - Médias semanais das variáveis de microclima obtidos com o auxílio de medidores manuais (setembro de 2020 a janeiro de 2021).

Variáveis microclima							
Semana	Temp. (°C)	Temp. Inflor. °C	Temp. Folha. °C	Umid. (%)	Vento (m/s)	Chuva (mm)*	Lux. (kJ/m²)
12/09/2020	33,50	33,01	31,92	58,35	0,17	0,00	1599,70
19/09/2020	28,87	28,16	28,32	71,64	0,60	0,00	1238,80
30/09/2020	23,92	29,65	29,20	80,17	3,49	0,16	1070,20
14/10/2020	28,87	27,93	28,00	71,64	0,60	0,00	1299,00
20/10/2020	29,05	29,11	29,95	62,81	0,06	0,00	2052,80
28/10/2020	23,33	32,41	32,35	80,34	2,42	0,15	1139,70
18/11/2020	22,15	21,60	21,83	99,00	0,00	0,15	649,60
28/11/2020	30,99	29,45	30,16	63,87	2,45	0,00	2306,80
07/12/2020	24,24	23,23	23,71	99,00	1,06	0,00	1076,50
18/12/2020	31,61	29,96	30,63	67,56	2,05	0,24	1013,50
25/12/2020	23,76	24,18	24,23	99,00	0,00	0,02	1139,20
02/01/2021	24,05	26,50	26,30	97,62	0,00	3,40	421,10
08/01/2021	23,76	23,20	23,40	63,50	2,35	0,00	1997,50
22/01/2021	29,36	27,77	27,98	64,87	0,00	0,00	2072,40

Legenda: Temp. – temperatura; Umid. – Umidade; Lux. – Luxímetro; Inflor. – Inflorescência.

*variável obtida da Estação Meteorológica do Forte de Copacabana do Estado do Rio de Janeiro do Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET)

4.3 ESTUDO FENOLÓGICO REPRODUTIVO E VEGETATIVO

As observações semanais de outubro de 2019 a abril de 2020; e de setembro de 2020 a janeiro de 2021, foram feitas para qualificar o padrão fenológico das partes reprodutiva e folhas de seis indivíduos de *P. mollicomum*. Os eventos fenológicos foram avaliados da seguinte forma: brotação das folhas (emissões dos botões vegetativos); queda de folhas (redução das folhas em caules ou ramos); inflorescências imaturas ou em botão (emissão de inflorescências verdes ou amarelas, sem presença de pólen, e com brácteas fechadas); inflorescências maduras (flores em antese com presença de pólen) e infrutescências imaturas ou verdes (processo que vai desde a oxidação de inflorescências maduras até a presença de infrutescências com pericarpos endurecidos). Assim, devido ao pequeno tamanho das flores e frutos, uma lente manual (aumento de 60X) foi utilizada para observar as inflorescências e infrutescências em campo, além de determinar quando as flores estavam em antese ou em estágio de imaturação (VALENTIN-SILVA *et. al.*, 2018).

A metodologia de Intensidade de Fournier (IF) foi utilizada para quantificar as fenofases mencionadas acima (FOURNIER, 1974) e seus valores estão descritos na tabela 16 (Apêndice A). Este é um método quantitativo para estimar o padrão fenológico de espécimes vegetais. A IF consiste na formação de uma escala que agrupa os padrões fenológicos analisados na planta de acordo com os seguintes critérios: 0 - ausência da fenofase investigada; 1 - presença da fenofase investigada na proporção de 1 a 25%; 2 - presença da fenofase investigada na proporção de 26 a 50%; 3 - presença da fenofase investigada na proporção de 51 a 75%; 4 - presença da fenofase investigada na proporção de 76 a 100% (FOURNIER, 1974).

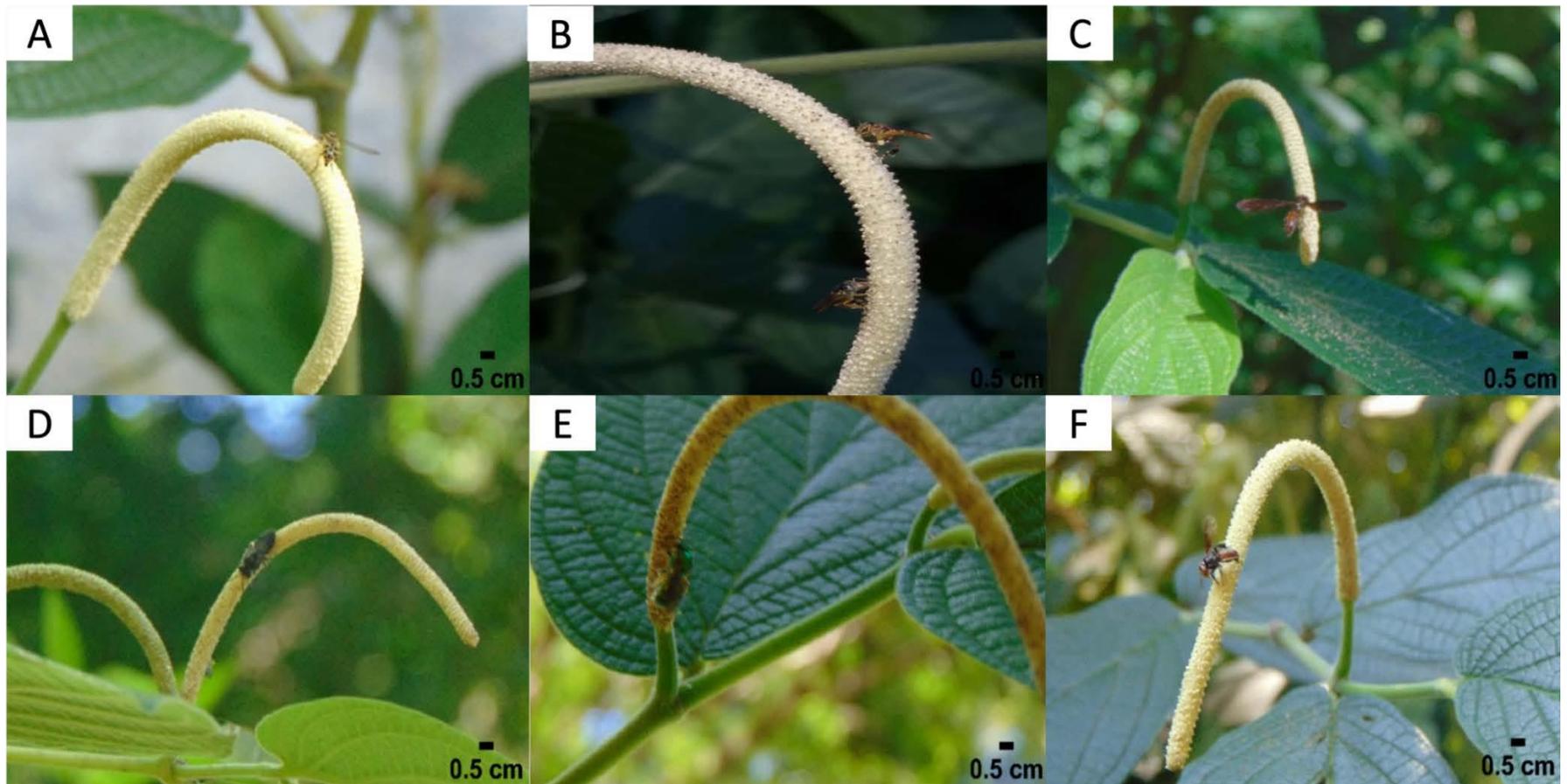
4.4 OBSERVAÇÃO DOS VISITANTES FLORAIS

As observações e coletas dos potenciais polinizadores de *P. mollicomum* foram realizadas semanalmente, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020; e de setembro de 2020 a janeiro de 2021, período ao qual os espécimes vegetais encontravam-se com quantidades significativas de inflorescências maduras (período reprodutivo), das 8h00 às 17h00, sendo 30 min de observação e 30 min de descanso, totalizando 128 h (SAKAGAMI; LAROCA;

MOURE, 1967). A frequência de visitas dos potenciais polinizadores foi feita contando o número de vezes que os insetos visitavam as inflorescências no período citado (SAKAGAMI; LAROCA; MOURE, 1967). Os visitantes florais foram coletados com auxílio de um puçá entomológico, com aproximadamente 35 cm de diâmetro da cesta, 80 cm de profundidade, e alcance de 3 m e 12 mm de malha. Os insetos foram prontamente anestesiados em frascos que continham algodão levemente umedecido com solução hidroalcoólica a 70% (v/v) e, a seguir, para preservação das amostras, foram inseridos em embalagens individuais contendo a mesma solução (POLIZEL; NANKA; CONTE, 2015). Os dados sobre a frequência e os horários de visitas dos insetos, bem como seus respectivos hábitos, comportamentos e atividades, estão caracterizados na tabela 18 (Apêndice C). Esses potenciais polinizadores também foram registrados semanalmente no período supracitado por meio de fotografias em campo, exceção para o inseto 7 (Figura 7). O visitante 7 foi registrado em imagens de baixa qualidade e, por isso, foi omitido deste manuscrito. Mesmo assim, foi capturado para posterior identificação. No segundo período de coletas de dados, este potencial polinizador (visitante 7), não foi assistido em nenhuma das observações.

As somas semanais referentes aos dados das frequências de visitas dos insetos (Estudo 2 – setembro de 2020 a janeiro de 2021) estão listadas na tabela 4. Esses dados foram correlacionados com as variáveis ambientais de microclima coletados no mesmo período, bem como com o conteúdo de constituintes químicos dos OEs das inflorescências maduras.

Figura 7 - Principais visitantes das inflorescências de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ. As observações foram feitas semanalmente de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (Estudo 1); e setembro de 2020 a janeiro de 2021 (Estudo 2).



Legenda: A) - Inseto 1; (B) - Inseto 2; (C) - Inseto 3; (D) - Inseto 4; (E) - Inseto 5; (F) – Inseto 6. A fotografia do inseto 7 não ficou nítida e, por isso, não faz parte dessa composição. Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 4 - Somas semanais referentes à frequência de visitas dos potenciais polinizadores às inflorescências maduras de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ (setembro de 2020 a janeiro de 2021).

Frequência de visitas dos insetos observados nas semanas descritas						
Semana	Inseto 1	Inseto 2	Inseto 3	Inseto 4	Inseto 5	Inseto 6
12/09/2020	0	26	2	0	2	7
19/09/2020	0	74	3	21	5	43
30/09/2020	0	108	2	0	0	24
14/10/2020	0	162	25	0	4	155
20/10/2020	1	371	30	2	40	168
28/10/2020	0	610	7	6	85	214
18/11/2020	0	0	1	0	0	0
28/11/2020	0	1142	22	20	41	77
07/12/2020	0	0	2	0	0	0
18/12/2020	0	273	59	12	52	28
25/12/2020	0	0	0	0	0	0
02/01/2021	0	0	1	2	7	0
08/01/2021	0	2	1	4	1	2
22/01/2021	0	274	9	0	1	102

4.5 COLETA DO MATERIAL VEGETAL E OBTENÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

No primeiro experimento (Estudo 1), folhas (150 g), inflorescências (40 g) e infrutescências (40g) foram coletadas de três espécimes de *P. mollicomum*, mensalmente, no período reprodutivo, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020, pela manhã, entre 9h00 e 10h00. Esses materiais vegetais foram reduzidos manualmente com tesoura e submetidos ao método de hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger modificado (WASICKY, 1963; RAMOS *et al.*, 2020). O material triturado foi transferido para um frasco de fundo redondo de 2 L, ao qual foram adicionados 700 mL de água destilada. O processo de hidrodestilação foi realizado por 2 h. Após a conclusão do processo, os OEs puros foram separados da fase aquosa, submetidos à secagem com sulfato de sódio anidro (Sigma-Aldrich, Brasil) e armazenados em frasco fechado âmbar, em freezer a -20 °C, até o momento das análises. Os rendimentos foram calculados pela razão de volume em mililitros de OEs e o peso em gramas do material vegetal fresco usado na extração, posteriormente multiplicado por cem (teor percentual p/ v) (RAMOS; MOREIRA, 2019).

No segundo experimento (Estudo 2) foram coletadas mensalmente no período reprodutivo, de setembro de 2020 a janeiro de 2021, pela manhã, entre 9h00 e 10h00, além de folhas (150 g), cinco fases distintas do desenvolvimento do órgão reprodutivo de *P. mollicomum* (de 5 a 40 g), para posterior análise envolvendo o desenvolvimento ontogênico vs. constituintes dos OEs destas estruturas. Estas fases estão explicitadas na figura 8 e foram descritas pelos taxonomistas Dra. Elsie Franklin Guimarães e Msc. George Azevedo de Queiroz, do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro:

Fase 1: Inflorescência em espiga; apresentando desenvolvimento muito imaturo, visto que seus elementos florais se encontram protegidos pelas brácteas ainda em formação, dispostas em faixas inclinadas; com coloração verde, desde o pedúnculo até a inflorescência.

Fase 2: Inflorescência em espiga; apresentando estágio de desenvolvimento imaturo, visto que seus elementos florais se encontram ainda protegidos por brácteas em formação, dispostas em faixas inclinadas para horizontais. O comprimento do pedúnculo é suavemente maior e altera levemente sua tonalidade para amarelado-creme.

Fase 3: Inflorescência em espiga; apresentando estágio mais avançado de desenvolvimento de baixo para cima, visto que seus elementos florais já se apresentam mais definidos, onde já se visualizam morfologicamente as brácteas (dispostas em faixas

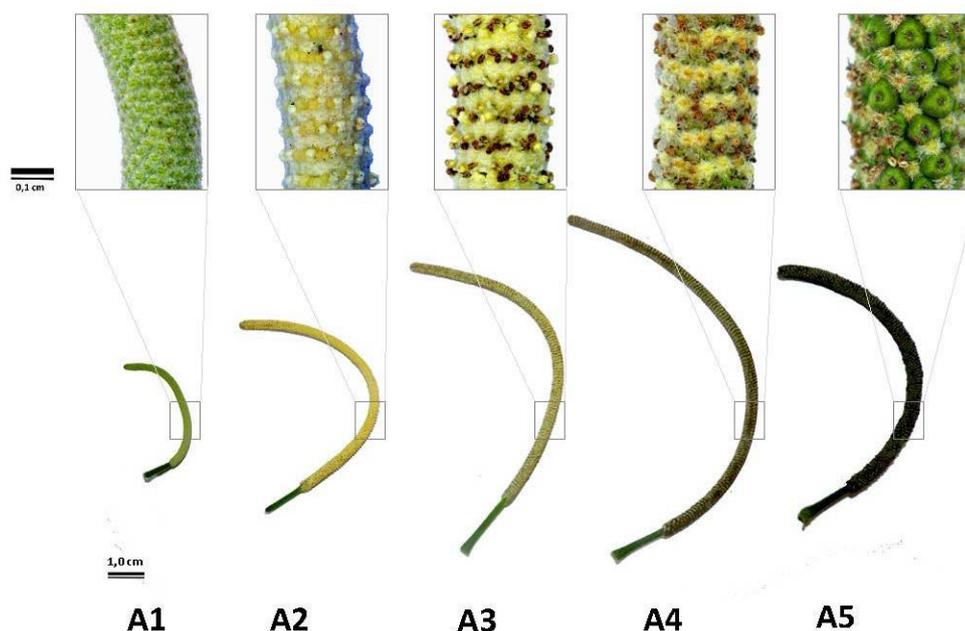
horizontais) triangulares e anteras abertas com a liberação dos grãos de pólen; O comprimento do pedúnculo é maior e a inflorescência muda sua tonalidade para amarelo intenso.

Fase 4: Inflorescência em espiga; apresentando estágio mais avançado de desenvolvimento de baixo para cima, visto que seus elementos florais já se apresentam mais definidos, onde já se visualizam morfologicamente as brácteas (dispostas em faixas horizontais) triangulares e anteras abertas com a liberação dos grãos de pólen. O comprimento do pedúnculo é continuamente maior, ainda verde, enquanto a inflorescência muda sua tonalidade para faixas intercaladas amarelas/marrons, devido a presença das anteras maduras.

Fase 5: Inflorescência em espiga; apresentando estágio inicial de fruto em toda sua extensão, visto que um dos elementos florais, o ovário, se apresenta modificado em sua formação. Neste estágio, se visualizam morfologicamente as brácteas florais triangulares; anteras já senescentes, que podem ou não manter seus filetes aderentes ao fruto, que se apresenta em desenvolvimento; dispostos em faixas horizontais, mantendo o comprimento do pedúnculo que ainda permanece verde, enquanto a inflorescência muda sua tonalidade para verde intenso.

Os OEs de cada fase destas estruturas foram extraídos por hidrodestilação e armazenados conforme as técnicas empregadas para as folhas, inflorescências e infrutescências do primeiro período de coletas desta pesquisa.

Figura 8 - Fases do desenvolvimento floral de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca do Estado do Rio de Janeiro, desde o início de sua formação até a maturidade: Cinco fases distintas da inflorescência (A1 ao A5).



Legenda: (A1) - Fase 1 da inflorescência; (A2) - Fase 2 da inflorescência; (A3) – Fase 3 da inflorescência; (A4) – Fase 4 da inflorescência; (A5) – Fase 5 da inflorescência.

Fonte: Próprio autor, 2021.

4.6 ANÁLISE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Os OEs obtidos por hidrodestilação foram posteriormente solubilizados em diclorometano (DCM) (grau HPLC, Tedia, Brasil), para obtenção da concentração final de cerca de 1000 ppm, e posteriormente submetidos à análise por Cromatografia em Fase Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM), em Equipamento HP Agilent CG 6890 - EM 5973N, para identificação dos constituintes por seus respectivos espectros de massas. Para determinação dos parâmetros quantitativos dos OEs e cálculo do Índice de Retenção (IR), as análises foram realizadas por Cromatografia em Fase Gasosa Acoplada ao Detector de Ionização por Chama (CG-DIC), em equipamento HP-Agilent 6890.

As condições utilizadas para as análises por CG-EM foram: coluna analítica capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm i.d. x 0,25 µm de espessura de filme), rampa de temperatura de 60 °C a 240 °C, com incremento de 3 °C / min e com hélio (99,99%) como gás de arraste, em vazão constante de 1,0 mL/ min, com faixa de varredura de massas m/z 40 - 600 unidades de massa atômica (u), com energia de impacto de 70 eV e operando em modo positivo. Foi

injetada uma amostra de 1 μ L da solução de OE, em modo sem divisão de fluxo e com temperatura do injetor de 270 °C (OLIVEIRA *et. al.*, 2013; RAMOS *et al.*, 2020).

As análises por CG-DIC foram realizadas em coluna analítica capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm i.d. x 0,25 μ m espessura de filme), com a mesma programação de temperatura usada para as análises por CG-EM, usando hidrogênio como gás de arraste a uma taxa de fluxo constante de 1,0 mL / min. A solução de OE foi injetada a 1 μ L, sem divisão de fluxo, com temperatura do injetor de 270 ° C. Os tempos de retenção (TR) foram medidos em min sem correção e o percentual relativo de cada substância foi determinado pela área do sinal (DOOL, KRATZ, 1963; OLIVEIRA *et. al.*, 2013; RAMOS *et al.*, 2020).

Os IRs foram calculados a partir dos resultados da análise de uma série homóloga de hidrocarbonetos alifáticos saturados (C₈-C₂₈, Sigma-Aldrich, Brasil), realizadas na mesma coluna e condições usadas na análise por CG-DIC das amostras de OE. A identificação dos constituintes foi feita pela comparação dos espectros de massas obtidos com os espectros das bases de dados da biblioteca do equipamento (WILEY7n; NIST), e com achados em registros da literatura. A comparação dos IR calculados com os registros da literatura foi utilizada para auxiliar na identificação (ADAMS, 2007; RAMOS *et. al.*, 2020). Todos os experimentos foram realizados em triplicatas.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas no programa Statistica versão 10. O teste de correlação de Spearman foi realizado para avaliar a relação entre fatores abióticos de macro e microclima *vs.* constituintes voláteis presentes nos distintos órgãos *vs.* ontogenia *vs.* frequência de visitação dos potenciais polinizadores. O coeficiente de correlação pode ser positivo (diretamente proporcional) ou negativo (inversamente proporcional), assimilando valores quantitativos que sugerem que a relação entre duas ou mais variáveis é forte, moderada ou fraca, como, 0,00 a 0,19 (muito fraca); 0,20 a 0,39 (fraca); 0,40 a 0,69 (moderada); 0,70 a 0,89 (forte); 0,90 a 1,00 (muito forte).

As análises de correspondência canônica foram utilizadas para avaliar possíveis correlações entre constituintes dos OEs das folhas *vs.* frequência de visitas de potenciais polinizadores; e constituintes dos OEs das inflorescências maduras *vs.* frequência de visitas de potenciais polinizadores. Os gráficos dos resultados destas análises são correlacionados por

aproximação: quanto mais próximas as substâncias estão dos potenciais polinizadores, maior correlação existe entre estas variáveis. As análises quimiométricas, incluindo análise dos componentes principais (PCA) foram utilizadas para avaliar a variação entre os OEs de diferentes partes vegetativas em diferentes períodos de coleta e foram feitas no programa R.

5 RESULTADOS

A composição química dos OEs dos diferentes órgãos de *P. mollicomum* foi avaliada no período de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (Estudo 1 – período experimental). Os dados de todas as substâncias dos OEs, bem como dos principais constituintes analisados no dado período, estão apresentados nas Tabelas 17 (Apêndice B) e 5, respectivamente. Os OEs demonstraram grande variação em seus rendimentos (0,55% a 6,12%; p/v). As folhas apresentaram os menores percentuais (0,55% a 0,69%) e as infrutescências os maiores (3,45% a 6,12%).

Foi possível identificar 61 constituintes diferentes nos meses descritos. As inflorescências revelaram a maior variabilidade de substâncias (n = 46) em fevereiro. Os OEs das folhas, inflorescências e infrutescências foram avaliados quimicamente de novembro a fevereiro e não apresentaram grandes variações em seus constituintes voláteis, demonstrando uma fração rica e diversificada em sesquiterpenos não oxigenados. No entanto, os monoterpenos oxigenados, 1,8-cineol (5,88% a 40,11%) e linalol (0,98% a 23,86%), proporcionaram percentuais proeminentes em comparação aos demais. Os monoterpenos não oxigenados também apresentaram percentuais relevantes (acima de 5%), como α -pineno (3,66% a 12,98%) e β -pineno (2,86% a 11,62%). Ressalta-se que o constituinte desmetilencecalina (eupatoriocromeno) apresentou grande distinção no conteúdo percentual entre folhas (0,71% a 1,88%) e partes reprodutivas (1,83% a 41,62%).

A Figura 9 apresenta o registro fotográfico dos principais visitantes das inflorescências de *P. mollicomum* – com suas respectivas frequências de visitas - que foram observadas durante a fase reprodutiva (exceção para o visitante 7).

A Tabela 6 lista o comparecimento destes potenciais polinizadores, juntamente com os dados das médias dos eventos fenológicos de *P. mollicomum* nos dias examinados. Abelhas e moscas foram os grupos de visitantes florais observados em todos os dias de inspeção. Himenópteros foram os insetos mais registrados nas inflorescências, com alta frequência de visitação em praticamente todos os períodos analisados. O inseto 2 (abelha) registrou a maior frequência de visitas (n = 1033) de todos os visitantes florais. Outra abelha, o inseto 6, foi o segundo himenóptero com maior número de visitas (n = 305). Duas outras abelhas, os insetos 5 e 4, registraram frequências de 133 e 57, respectivamente. Os dípteros (insetos 3 e 1) também demonstraram taxas de visitas relevantes às inflorescências maduras dos espécimes

estudados (n = 128 e 33, respectivamente). O inseto 7 foi o que menos visitou as inflorescências (n = 17).

Análise de componente principal (PCA) foi aplicada aos dados obtidos dos OEs das 14 amostras de folhas, inflorescências e infrutescências (outubro de 2019 a fevereiro de 2020), e está apresentada na Figura 10. Foi possível registrar uma variação total de 88,70%, com a contribuição do primeiro componente principal (CP1) de 63,00%, e 26,70% para o segundo componente principal (CP2). Quatro grupos foram registrados com variações no conteúdo dos componentes neste período: (1) Predominante em **eupatoriocromeno**; (2) Predominante em **linalol**; (3) Predominante em **1,8-cineol**; e (4) Predominante em **germacreno D**.

Neste período experimental da pesquisa, os resultados apontam que no início da floração, em outubro, as folhas e inflorescências distanciaram-se dos demais grupos, devido ao aumento da carga positiva do CP1-(4), influenciado por elevados teores percentuais de germacreno D (CP1: 2,12). Essas evidências corroboram a hipótese de que há uma alocação de recursos foliares para as inflorescências no início da floração. Avaliamos esse fato de maneira mais precisa na segunda coleta de dados da pesquisa (setembro de 2020 a janeiro de 2021 – Estudo 2: coleta de dados após experiência inicial), ao qual, foi realizado um estudo sobre os constituintes químicos *vs.* fase de desenvolvimento floral de *P. mollicomum*.

No período de registro das maiores quantidades de inflorescências em antese (maduras), foram registrados elevados teores percentuais de linalol, e nas folhas, maiores teores percentuais de 1,8-cineol. Este dado sugere que pode existir uma dicotomia biossintética nos diferentes órgãos de *P. mollicomum* que favorece a transcrição da enzima linalol-sintase nas inflorescências e 1,8-cineol-sintase nas folhas (BARROS *et. al.*, 2009). Mais dados devem ser obtidos para posterior análise destes resultados.

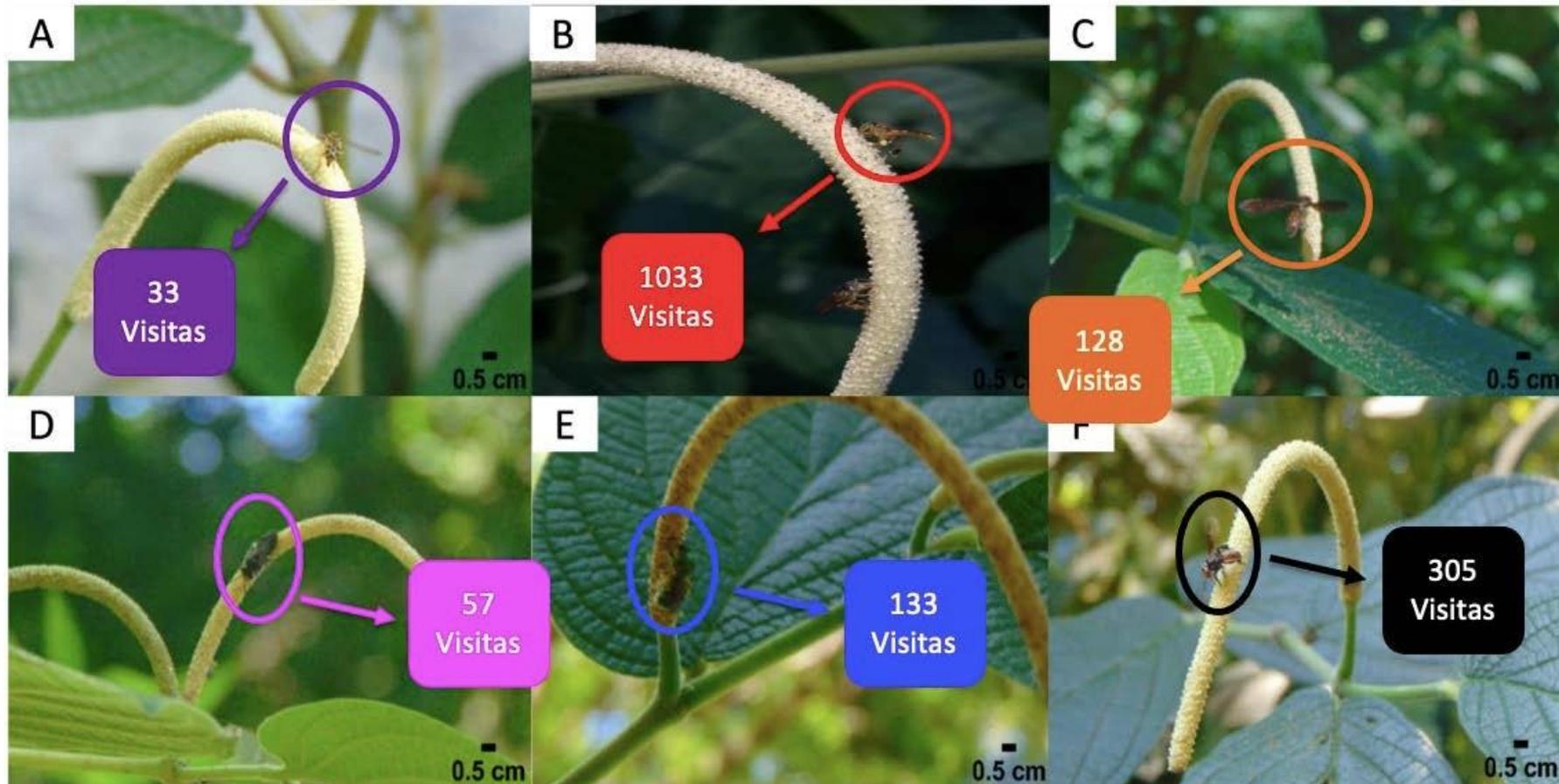
No período de predominância igualitária entre inflorescências e infrutescências, o percentual do eupatoriocromeno aumentou, levando à separação do IFR-J (Infrutescências do mês de janeiro) e IFL-J (Inflorescências do mês de janeiro) dos demais, devido ao aumento na carga positiva de CP2 promovida por este cromeno (CP2: 4,43). A diminuição da relação proporcional entre essas partes reprodutivas levou a uma redução do eupatoriocromeno no IFR-F (Infrutescências do mês de fevereiro). Essas informações foram processadas de maneira mais acurada na segunda coleta de dados da pesquisa, ao qual, foram analisados os constituintes dos OEs das diferentes fases do desenvolvimento das inflorescências.

Tabela 5 - Principais constituintes químicos dos óleos essenciais de folhas, inflorescências e infrutescências de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, nos meses de outubro de 2019 a fevereiro de 2020.

Classes	Constituintes ^a	RI _{Cal}	RI _{Lit}	Área relativa do sinal (%)													
				Outubro		Novembro			Dezembro			Janeiro			Fevereiro		
				IFL	F	IFL	F	IFR									
MON	α-pineno	938	939	12,91± 0,12	12,98±0 ,16	9,71± 0,10	7,44± 0,00	9,43± 0,00	10,96±0 ,03	12,84±0 ,35	11,68± 0,04	3,66± 0,03	4,51± 0,01	3,40± 0,04	7,12± 0,03	8,12± 0,82	4,65± 0,03
MON	β-pineno	979	980	11,55± 0,05	11,62±0 ,09	8,54± 0,00	7,65± 0,15	8,19± 0,00	7,27± 0,06	8,54± 0,17	7,44± 0,30	3,53± 0,02	4,95± 0,02	2,86± 0,06	5,51± 0,01	5,75± 0,40	5,23± 0,07
MO	1,8-cineol	1034	1033	22,92± 0,04	23,10±0 ,13	21,79±0 ,18	22,24±0 ,03	21,37±0 ,08	36,67±0 ,29	37,66±0 ,28	36,64± 0,36	6,02± 0,03	40,11±0 ,02	5,88± 0,10	13,13±0 ,14	22,32±0 ,41	17,19± 0,86
MO	α-terpineol	1165	1166	0,24± 0,00	0,25± 0,00	0,41± 0,23	4,04± 0,05	1,92± 0,14	3,94± 0,30	3,58± 0,01	5,87± 0,05	1,20± 0,00	4,74± 0,09	-	2,94± 0,00	2,93± 0,10	3,23± 0,36
MO	linalol	1196	1198	2,85± 0,02	2,88± 0,01	7,89± 0,06	6,95± 0,01	8,82± 0,05	15,82±0 ,12	8,94± 0,03	16,26± 0,10	7,53± 0,01	13,32±0 ,09	-	21,45± 0,00	0,98± 0,01	23,86± 0,16
SNO	germacreno D	1477	1480	3,51± 0,01	3,64± 0,28	0,17± 0,02	0,11± 0,01	-	0,15± 0,02	1,30± 0,02	-	0,37± 0,02	0,70± 0,01	-	2,95± 0,00	8,62± 0,20	1,05± 0,01
SNO	biciclogermacreno	1496	1500	1,13± 0,00	2,51± 0,03	-	2,04± 0,02	-	-	1,06± 0,02	-	-	1,12± 0,01	-	-	-	-
SO	E-E-nerolidol	1561	1564	2,82± 0,02	2,81± 0,05	2,92± 0,14	4,75± 0,05	1,53± 0,17	3,03± 0,01	3,89± 0,10	1,04± 0,02	8,59± 0,02	4,87± 0,04	10,41± 0,19	8,92± 0,02	3,92± 0,04	2,83± 0,01
OS	eupatoriocromeno	1743	1761	1,53± 0,12	0,07± 0,00	6,78± 0,00	1,67± 0,01	7,09± 0,00	7,78± 0,34	1,88± 0,03	5,90± 0,11	29,34±0 ,07	1,85± 0,01	41,62± 0,08	8,28± 0,01	0,71± 0,01	4,05± 0,02
Rendimento (%)				2,20	0,66	3,76	0,55	6,12	2,05	0,69	3,45	2,05	0,59	3,24	2,06	0,88	3,67
Constituintes Identificados (n)				43	44	28	47	23	28	43	23	46	40	17	30	40	35
Constituintes Identificados (%)				88,61	86,16	98,86	96,86	98,97	99,03	98,72	99,72	98,68	98,31	97,69	99,98	98,74	99,81

Legenda: RI_{Cal} = índice de retenção calculado (coluna HP-5MS); RI_{Lit} = Índice de retenção da literatura (Adams, 2009); Todas as substâncias foram identificadas por espectrometria de massas e IR, de acordo com o experimental; IFL - Inflorescências; F - Folhas; IFR - Infrutescências; MON - Monoterpenos não oxigenados; MO - Monoterpenos Oxigenados; SNO - sesquiterpenos não oxigenados; SO - Sesquiterpenos Oxigenados; OC - Outras substâncias.

Figura 9 - Principais potenciais polinizadores de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, com destaque para a soma da frequência de visitas de cada inseto às inflorescências. Estas observações foram feitas semanalmente, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (primeira fase da pesquisa).



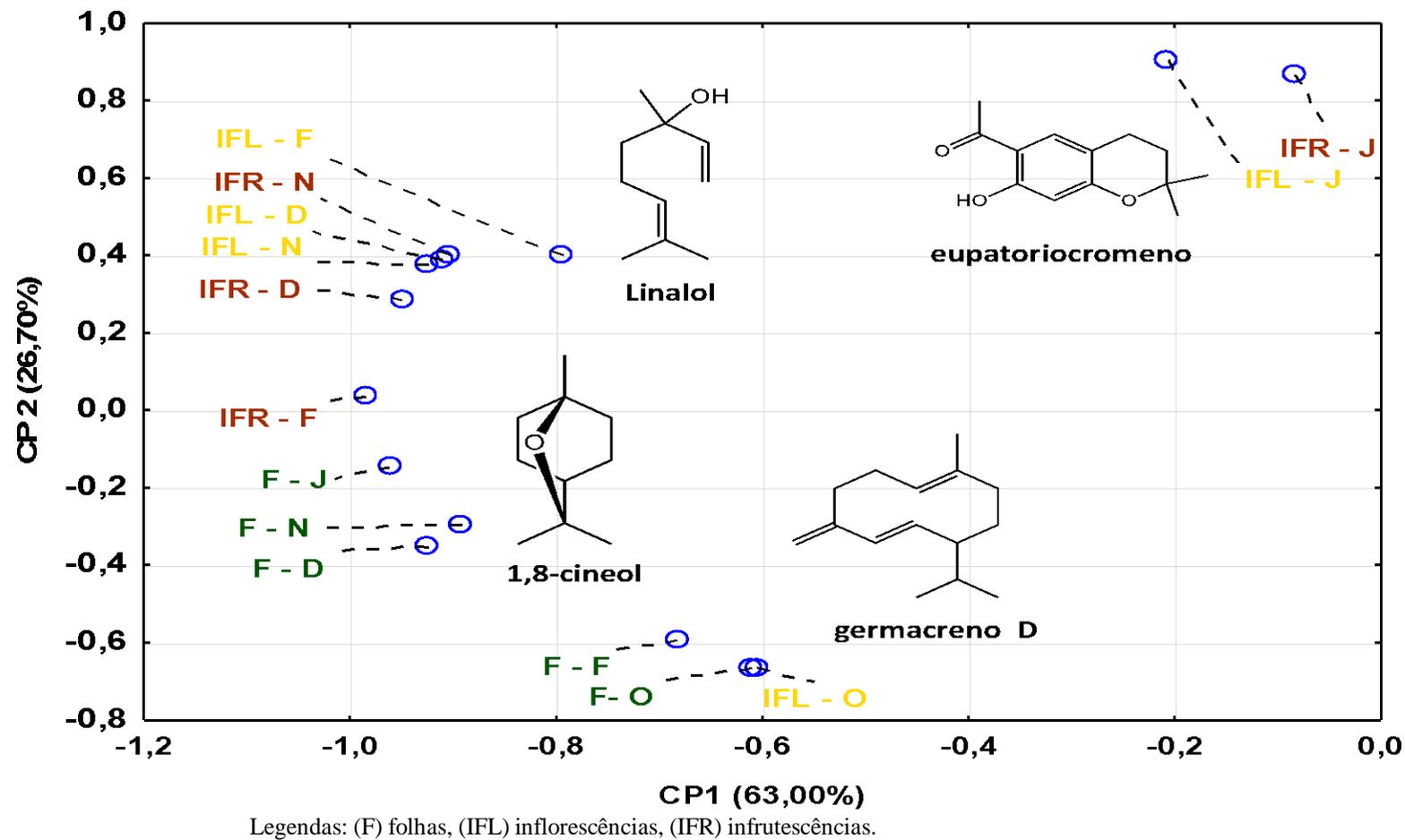
Legenda: A) - Inseto 1; (B) - Inseto 2; (C) - Inseto 3; (D) - Inseto 4; (E) - Inseto 5; (F) – Inseto 6. A fotografia do inseto 7 não ficou boa e, por isso, não faz parte dessa composição. Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 6 - Frequência de visitação de potenciais polinizadores e médias dos eventos fenológicos de *Piper mollicomum* Kunth, da Floresta da Tijuca / RJ (observações semanais de outubro de 2019 a fevereiro de 2020).

Semana	Frequência de Visitação (Σd)							Fenofases (Média)					
	Insetos							Bro.	Q.F.	IFL - Madura	IFL - Imatura	QT - IFL	QT - IFR
1	2	3	4	5	6	7							
31/10/2019	16	0	0	0	0	0	0	1,50	0,00	1,00	4,00	3,50	0,00
16/11/2019	17	107	0	0	0	0	0	1,83	0,00	3,30	4,00	3,33	1,83
29/11/2019	0	162	18	0	0	75	0	2,17	0,00	3,67	4,00	3,50	2,33
17/12/2019	0	140	0	8	46	88	0	2,33	0,00	3,67	3,33	3,83	2,67
26/12/2019	0	154	0	9	38	129	0	2,50	0,00	3,33	3,17	3,50	3,17
07/01/2020	0	62	26	9	20	3	6	2,00	0,00	2,33	1,67	3,00	3,83
18/01/2020	0	65	16	8	0	3	3	2,83	0,00	1,67	1,50	2,17	4,00
30/01/2020	0	68	2	14	21	4	1	1,83	0,17	1,33	1,00	1,67	3,43
03/02/2020	0	53	11	9	8	3	7	1,67	0,67	0,83	0,33	0,83	4,00
15/02/2020	0	122	22	0	0	0	0	1,67	1,17	0,83	0,50	0,83	4,00
22/02/2020	0	100	33	0	0	0	0	2,67	1,50	0,83	0,50	0,83	3,67
Visitas Σt	33	1033	128	57	133	305	17						

Legenda: Σd = Soma do dia de observação; Σt = Soma do período de observação (outubro de 2019 a fevereiro de 2020); IFL = Inflorescências, IFR = Infrutescências; QT - Quantidade; Bro = Brotamento; Q.F. = queda foliar.

Figura 10 - Gráfico biplot de Análise dos Componentes Principais (PCA) com base em 14 amostras de óleo essencial de *Piper mollicomum* Kunth. Coletas realizadas durante outubro de 2019 a fevereiro de 2020, na Floresta da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro / RJ.



Para investigar se há relação entre a biossíntese dos constituintes presentes nos OEs e a atividade de visitas dos potenciais polinizadores de *P. mollicomum*, foi realizada correlação de Spearman (r^2) para comparar estas duas variáveis. Os resultados estão descritos na tabela 7. As análises experimentais apontam para uma forte correlação positiva entre o monoterpene oxigenado acíclico linalol e a frequência de visitação de uma espécie de abelha, inseto 2, ($r^2 = 0,900$, $p < 0,05$). Os resultados também demonstram forte correlação positiva entre o sesquiterpene *E*-nerolidol e a constância de visitas às inflorescências por espécimes de dípteros (inseto 3) ($r^2 = 0,975$, $p < 0,05$). De forma antagônica, o sesquiterpene germacreno D apresentou correlação negativa em relação ao inseto 6 (abelha) ($r^2 = -0,975$, $p < 0,05$).

Tabela 7 - Correlação de Spearman entre os principais constituintes das partes reprodutivas e potenciais polinizadores de *Piper mollicomum* Kunth, da Floresta da Tijuca / RJ (outubro de 2019 a fevereiro de 2020).

Constituintes	Correlação de Spearman (r^2)						
	Insetos						
	1	2	3	4	5	6	7
α -pineno	0,783	-0,300	-0,718	-0,872	-0,667	-0,200	-0,894
β -pineno	0,783	-0,300	-0,718	-0,872	-0,667	-0,200	-0,894
1,8-cineol	0,112	0,800	-0,359	-0,205	0,205	0,700	-0,670
Linalol	-0,447	0,900*	0,462	0,205	0,410	0,400	0,112
α -terpineol	0,224	0,700	0,051	-0,103	0,103	0,800	-0,335
germacreno D	-0,057	-0,616	0,132	-0,237	-0,395	-0,975*	0,229
biciclogermacreno	0,395	-0,707	-0,544	-0,544	-0,544	-0,707	-0,395
<i>E-E</i> -nerolidol	-0,224	-0,100	0,975*	0,154	-0,154	-0,400	0,783
eupatoriocromeno	-0,447	0,300	0,154	0,821	0,718	0,700	0,447

Legenda: * $p < 0,05$.

O intuito do trabalho foi avaliar também se existe concomitância entre as visitas dos insetos e padrão de eventos fenológicos em *P. mollicomum*. A Tabela 8 apresenta os resultados relacionados à correlação de Spearman para estas variáveis. A finalidade dessa fase experimental foi conceber se a atividade dos insetos até as inflorescências sofre influência, não somente dos constituintes voláteis, mas igualmente, de alguma fenofase.

Os dados demonstraram correlação positiva moderada entre o número de inflorescências maduras e a frequência de visitação do inseto 7 ($r^2 = 0,650$, $p < 0,05$). Isso infere que quanto maior a quantidade de inflorescências em estágio avançado de maturação, maior a frequência desse inseto, que como mencionado anteriormente, realizou poucas visitas durante todo o período de observação (apenas 17). No entanto, os resultados também expressaram correlação negativa moderada entre a quantidade total de inflorescências e a frequência de visitação do inseto 4 ($r^2 = -0,635$, $p < 0,05$). Os dados também revelaram correlações moderadas concomitantes, positivas e negativas, entre a frequência de visitação de abelhas e o número de infrutescências (insetos 4 e 2) ($r^2 = 0,610$, $p < 0,05$; $r^2 = -0,667$, $p < 0,05$, respectivamente). Dados adicionais da segunda coleta foram obtidos para melhor análise e verificação desses resultados.

Para investigar também possíveis influências de fatores abióticos na atividade dos visitantes florais, foi realizado o teste de correlação de Spearman entre a frequência de visitação de potenciais polinizadores vs. variáveis ambientais. Os resultados estão apresentados na tabela 9. Os dados demonstraram forte correlação negativa entre umidade relativa do ar e a atividade das abelhas que visitaram as inflorescências de *P. mollicomum* (inseto 4, $r^2 = -0,806$, $p < 0,05$; inseto 7, $r^2 = -0,64228$, $p < 0,05$, respectivamente).

Tabela 8 - Análise de correlação de Spearman entre potenciais polinizadores e padrão de eventos fenológicos de *Piper mollicomum* da Floresta da Tijuca/ RJ (outubro de 2019 a fevereiro de 2020).

Inseto	Correlação de Sperman (r^2)					
	Bro	QF	IFL - Madura	IFL - Imatura	QT - IFL	QT - IFR
1	-0,461	-0,344	0,068	0,600	0,288	-0,667*
2	0,411	-0,126	0,595	0,285	0,370	-0,239
3	0,217	0,528	-0,417	-0,541	-0,635*	0,610*
4	0,092	-0,045	0,047	-0,357	-0,079	0,361
5	0,139	-0,178	0,352	-0,070	0,323	0,015
6	0,415	-0,408	0,650*	0,166	0,517	-0,076
7	-0,058	0,085	-0,278	-0,511	-0,440	0,638*

Legenda: IFL = Inflorescências; IFR = Infrutescências; QT - Quantidade; Bro = Brotamento; QF = Queda foliar; * $p < 0,05$.

Tabela 9 - Análise de correlação de Spearman entre variáveis ambientais (fatores abióticos) e potenciais polinizadores de *Piper mollicomum* da Floresta da Tijuca / RJ em outubro de 2019 a fevereiro de 2020.

Inseto	Correlação de Spearman (r^2)				
	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Vento (m/s)	Chuva (mm)	Radiação (kJ/m ²)
1	-0,121	-0,081	0,378	-0,337	-0,040
2	-0,345	0,509	0,282	0,527	0,427
3	-0,084	0,340	-0,423	0,209	0,442
4	0,531	-0,806*	-0,420	-0,101	-0,241
5	0,575	-0,525	-0,079	-0,203	-0,134
6	0,132	-0,169	0,094	0,132	-0,042
7	0,179	-0,642*	-0,495	-0,232	-0,347

Legenda: *p < 0.05.

Em setembro de 2020 a janeiro de 2021 – desta vez com mais expertise e com melhores equipamentos para mensuração das variáveis – foram realizadas novas coletas de dados para considerar se estes novos resultados corroboram com os do período inicial da pesquisa, ou se os refutam.

Para avaliar se existem diferenças relevantes entre os constituintes dos OEs, desde folhas até diferentes estágios do órgão reprodutor, foram realizadas análises da composição química dos voláteis desses materiais vegetais. Os OEs das cinco fases só puderam ser examinados a partir de dezembro de 2020, período que coincide com a etapa de maior brotação de infrutescências dos espécimes estudados. Os dados de todos os constituintes voláteis presentes nos OEs das folhas e órgão reprodutor no período mencionado estão apresentados na tabela 17 (Apêndice B). Os dados sobre os principais constituintes ao longo das cinco fases do desenvolvimento estão descritos nas tabelas 10 (fases 1, 2 e 3) e 11 (fases 4 e 5).

Os OEs demonstraram variação em seus rendimentos (0,001% a 1,47%; p/p). As fases 1, 2, 3 e 4 apresentaram os menores percentuais (0,001% a 1,12%; p/p) e a fase 5, os maiores (1,2% a 1,47%; p/p).

Os constituintes químicos dos OEs foram diferentes na maior parte dos meses investigados, demonstrando uma fração diversificada em sesquiterpenos não oxigenados nas folhas e monoterpenos oxigenados nos distintos estágios do órgão reprodutor.

Nos meses iniciais de floração, o monoterpeno oxigenado linalol foi o constituinte químico que apresentou os maiores percentuais, tanto nas folhas, quanto na maioria das fases

(29,23% a 73,13%, setembro) e (27,20% a 51,96%, outubro). Destaque também para o monoterpene não oxigenado limoneno que demonstrou elevados teores percentuais na maior parte dos OEs neste período, principalmente nos diferentes estágios do órgão reprodutor (0,01% a 20,07%). Em novembro, o constituinte majoritário nas folhas foi identificado como o monoterpene oxigenado α -terpineol (11,41%), e o constituinte com teor percentual mais proeminente nas distintas fases do órgão reprodutor foi o 1,8-cineol (26,07% a 58,77%). No mês de dezembro, os constituintes químicos que mais se destacaram nos OEs foliares foram os monoterpenos não oxigenados α -pineno (11,30%) e β -pineno (6,49%), como também o monoterpene oxigenado linalol (11,28%), além do sesquiterpene não oxigenado β -elemeno (8,62%). Em contrapartida, nas diferentes fases do órgão reprodutor, o constituinte principal foi o 1,8-cineol (22,96% a 32,01%), além dos monoterpenos α -pineno (3,5% a 14,7%) e linalol (0% a 10,46%). No último mês de pesquisa, em janeiro, o 1,8-cineol foi o constituinte que apresentou os maiores teores percentuais nos OEs das folhas e fases do órgão reprodutor (8,62%; 13,50% a 49,32, respectivamente).

Assim como registrado no primeiro período de coletas desta pesquisa, foi evidenciado que o constituinte eupatoriocromeno demonstrou significativa diferença ($p < 0,05$) entre o teor percentual das folhas (0% a 2,56%) e das fases do desenvolvimento dos órgãos reprodutivos em todos os períodos (0,12% a 32,92%).

Além de apresentar os constituintes majoritários das últimas fases do desenvolvimento floral, a tabela 11 apresenta a correlação de Spearman (r^2) entre os constituintes dos OEs das cinco fases. Os resultados demonstram correlação negativa para o eupatoriocromeno, ($r^2 = -0,7553$, $p < 0,05$), α -pineno ($r^2 = -0,8781$, $p < 0,05$) e mirceno ($r^2 = -0,7994$, $p < 0,05$). Estas informações inferem que ocorrem alterações desde a primeira fase do desenvolvimento das inflorescências até o início da frutificação, fato que leva à diminuição significativa destas substâncias, conforme ocorre o desenvolvimento das partes reprodutivas desta planta.

Tabela 10 - Principais constituintes químicos dos óleos essenciais das fases 1, 2 e 3 do desenvolvimento do órgão reprodutivo de *Piper mollicomum* Kunth na Floresta da Tijuca / RJ, nos meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021.

Substâncias ^a	IR _{Calc}	IR _{Lit}	Teor Percentual %														
			Fase 1					Fase 2					Fase 3				
			Set	Out	Nov	Dez	Jan	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Set	Out	Nov	Dez	Jan
α -pineno	938	939	18,22	-	10,55	8,58	12,96	18,22	-	9,35	7,04	13,59	-	4,29	2,77	3,50	2,25
Canfeno	947	954	25,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,17	-	-	-
Mirceno	963	974	-	-	1,67	1,15	3,27	-	-	1,25	1,65	2,66	-	1,13	1,27	0,92	1,55
β -pineno	981	980	-	-	17,13	6,39	15,84	-	-	8,15	6,18	18,19	-	3,16	6,80	8,13	2,42
Limoneno	1028	1029	8,39	17,85	-	-	-	9,17	20,07	-	-	-	14,58	7,44	-	-	-
1,8-cineol	1042	1031	8,22	-	26,08	32,62	13,51	-	-	44,92	33,02	16,50	-	0,16	51,28	22,93	33,75
<i>Z</i> - β -ocimeno	1043	1037	3,29	-	-	-	3,18	-	-	-	1,71	0,08	0,73	0,74	-	4,35	0,10
<i>E</i> - β -ocimeno	1049	1050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,10	-	-	-
Cânfora	1136	1141	-	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,45	-	-	-
α -terpineol	1187	1186	-	1,49	3,46	3,96	1,21	-	-	3,39	4,84	2,24	-	0,86	5,61	1,66	3,32
δ -terpineol	1188	1186	-	-	-	1,75	0,17	-	-	-	-	1,92	-	-	-	-	1,53
Linalol	1193	1198	29,24	44,29	-	6,11	2,43	29,24	46,21	4,15	-	10,34	62,02	30,27	2,48	8,46	21,60
β -elemeno	1377	1389	-	-	-	1,20	0,06	-	-	-	0,35	-	-	-	-	-	0,08
<i>E</i> -cariofileno	1421	1419	5,36	2,68	-	1,44	0,19	4,42	2,76	-	2,49	-	2,12	3,47	2,77	0,44	0,13
α -humuleno	1447	1456	-	-	-	-	0,16	-	2,42	-	0,95	0,03	-	2,49	-	2,50	1,34
β -selineno	1491	1490	-	-	-	0,24	-	-	-	-	0,75	-	2,39	0,42	-	-	0,14
<i>E</i> -nerolidol	1567	1563	2,28	2,90	0,20	0,77	0,14	2,28	-	-	1,46	0,12	5,91	2,92	-	2,66	0,03
Aromadendreno	1633	1639	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	-	-	-
acetato de cariofileno	1703	1701	-	-	2,07	0,43	-	-	-	-	0,26	0,04	-	-	-	0,37	0,50
Eupatoriocromeno	1732	1761	8,55	16,13	11,85	15,26	2,98	6,35	14,99	8,41	6,55	0,13	5,91	13,21	9,01	15,65	4,57
benzoato de benzila	1778	1762	-	-	-	2,00	-	-	-	-	0,08	0,38	-	-	-	0,21	-
Rendimento (%)			0,29	0,001	1,12	0,06	0,01	0,13	0,09	0,05	0,03	0,12	0,09	0,16	0,10	0,07	0,04
Constituintes Identificados (%)			99,96	85,66	73,47	86,46	79,56	99,97	84,06	85,20	86,33	66,37	84,30	99,07	88,85	83,82	87,66

Legenda: IR_{calc} = Índice de retenção calculado (coluna HP-5MS); IRLit = índice de retenção de literatura (Adams, 2007); Todas as substâncias foram identificadas por EM e DIC de acordo com o experimental; Set-setembro; Out-outubro; Nov-novembro; Dez-dezembro; Jan-janeiro.

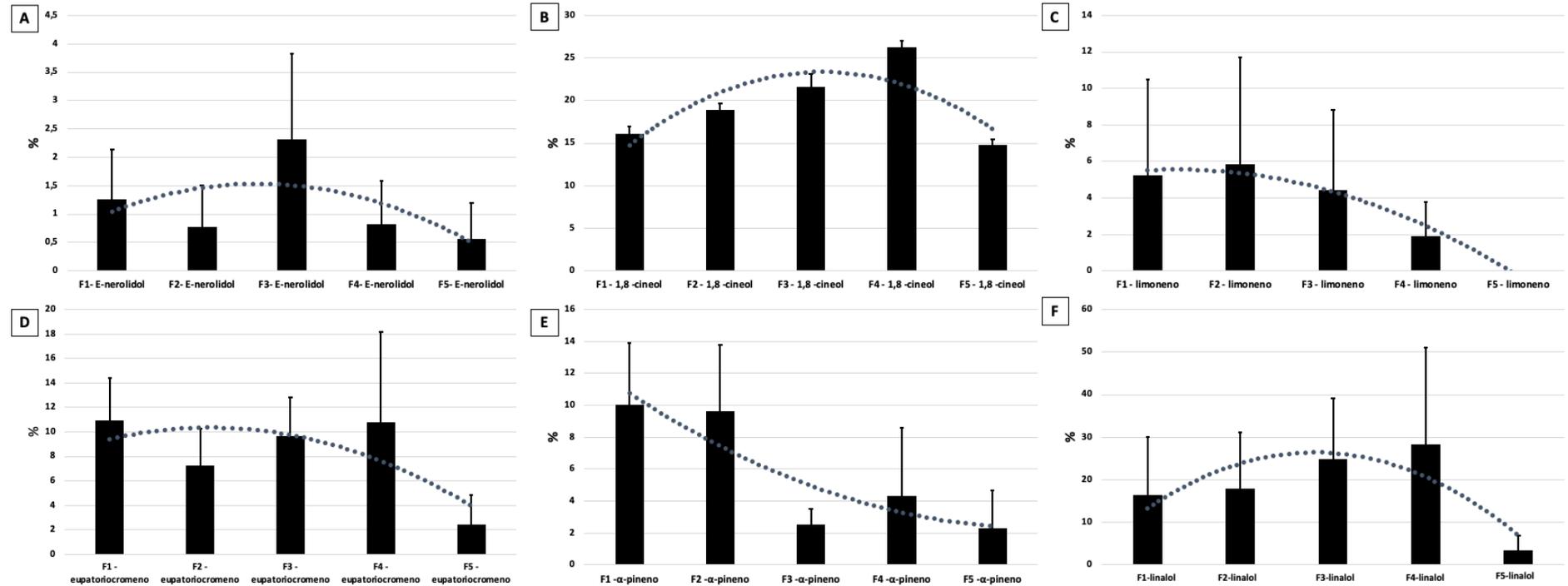
Tabela 11 - Principais constituintes químicos dos óleos essenciais das fases 4 e 5 do desenvolvimento do órgão reprodutivo de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta na Tijuca / RJ, nos meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021; juntamente com as correlações de Spearman entre as substâncias voláteis das fases 1 a 5 em relação ao tempo.

Substâncias ^a	IRCalc	IRLit	Teor Percentual %							Correlação de Spearman (r ²)
			Set	Out	Fase 4		Fase 5		Jan	
					Nov	Dez	Dez	Jan		
α -pineno	938	939	-	-	6,80	14,70	-	6,95	4,71	-0,878
Canfeno	947	954	-	6,38	-	-	-	-	-	-0,108
Mirceno	963	974	-	-	-	-	-	2,24	-	-0,799
β -pineno	981	980	-	-	5,40	3,19	2,49	5,52	6,01	-0,320
Limoneno	1028	1029	6,30	3,12	-	-	-	-	-	-0,303
1,8-cineol	1042	1031	-	-	58,78	23,08	49,32	26,28	47,72	-0,024
Z- β -ocimeno	1043	1037	0,81	-	-	0,77	1,67	1,28	0,20	-0,031
E- β -ocimeno	1049	1050	3,21	-	-	-	-	-	0,89	0,221
Cânfora	1136	1141	-	11,26	-	-	-	-	0,16	0,068
α -terpineol	1187	1186	-	4,92	6,06	5,03	3,94	2,12	4,17	0,010
δ -terpineol	1188	1186	-	-	-	-	-	-	-	-0,381
Linalol	1193	1198	73,14	51,96	4,07	4,46	7,54	10,47	6,78	-0,132
β -elemeno	1377	1389	-	-	-	-	-	0,15	-	-0,216
E-cariofileno	1421	1419	2,48	3,37	-	-	0,81	2,45	0,70	-0,287
α -humuleno	1447	1456	-	-	-	0,25	0,33	1,78	1,19	0,097
β -selineno	1491	1490	2,01	-	-	-	0,14	0,34	-	0,057
E-E-nerolidol	1567	1563	2,25	-	-	0,13	1,70	2,49	0,28	-0,269
Aromadendreno	1633	1639	1,06	-	-	-	-	-	-	0,108
acetato de cariofileno	1703	1701	-	-	-	1,13	0,20	0,58	0,24	-0,018
Eupatoriocromeno	1732	1761	4,84	5,63	6,84	32,92	3,71	9,65	2,37	-0,755
benzoato de benzila	1778	1762	-	-	-	-	-	1,03	0,16	-0,016
Rendimento (%)			0,08	0,11	0,11	0,01	0,57	1,47	1,2	
Constituintes Identificados (%)			96,15	98,18	92,55	92,43	75,65	78,83	77,29	

Legenda: IRcalc = Índice de retenção calculado (coluna HP-5MS); IRLit = índice de retenção de literatura (Adams, 2007); Todas as substâncias foram identificadas por EM e DIC de acordo com o experimental; Set-setembro; Out-outubro; Nov-novembro; Dez-dezembro; Jan-janeiro.

A figura 11 apresenta os gráficos de barras que expressam a tendência do padrão ontogênico dos teores percentuais dos principais constituintes dos OEs ao longo de cada fase do desenvolvimento do órgão reprodutivo. Os resultados demonstram que os conteúdos de *E*-nerolidol, 1,8-cineol e linalol sofrem acréscimos desde a fase 1 até a fase 3 (período de maturação); e reduções nas fases seguintes, 4 e 5 (período de frutificação). As ilustrações dos gráficos apontam que as substâncias limoneno e eupatoriocromeno apresentaram constância em seus teores nas primeiras fases de maturação, e diminuem nas fases de frutificação. A substância α -pineno foi a única que sofreu diminuição em seu teor percentual relativo desde a primeira, até as fases finais do desenvolvimento do órgão reprodutivo.

Figura 11 - Relação média entre os teores percentuais das substâncias majoritárias vs. fases de desenvolvimento do órgão reprodutivo (1 a 5) de *Piper mollicomum* Kunth, na Floresta da Tijuca / RJ, nos meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021.



Legenda: F1 a F5 – Fases de desenvolvimento das inflorescências de *Piper mollicomum* (figura 7): F1 – fase 1 da inflorescência; F2- fase 2 da inflorescência; F3 - fase 3 da inflorescência; F4 - fase 4 da inflorescência; F5 - fase 5 da inflorescência. A – relação média entre os teores percentuais de *E-nerolidol* nas fases de desenvolvimento do órgão reprodutivo de *Piper mollicomum*; B - relação média entre os teores percentuais de 1,8-cineol nas fases de desenvolvimento do órgão reprodutivo de *Piper mollicomum*; C - relação média entre os teores percentuais de limoneno nas fases de desenvolvimento do órgão reprodutivo de *Piper mollicomum*; D - relação média entre os teores percentuais de eupatoriocromeno nas fases de desenvolvimento do órgão reprodutivo de *Piper mollicomum*; E - relação média entre os teores percentuais de α-pineno nas fases de desenvolvimento do órgão reprodutivo de *Piper mollicomum*; F - relação média entre os teores percentuais de linalol nas fases de desenvolvimento do órgão reprodutivo de *Piper mollicomum*.

A figura 12 apresenta as análises de componente principal (PCA), dados que nos auxilia a interpretar o conjunto dos constituintes voláteis identificados e quantificados nos OEs das folhas e distintas fases do desenvolvimento do órgão reprodutivo, nos meses em estudo. Os fatores de projeção das variáveis sofreram uma alteração total de 86,06%, com a contribuição do primeiro componente principal (CP1) de 47,38%, e 38,68% para o segundo componente principal (CP2). Diferente do primeiro período experimental desta pesquisa, apenas dois grupos promoveram variações significativas no conteúdo de seus componentes neste segundo momento: (1) Predominante em **linalol**; (2) Predominante em **1,8-cineol**. Os resultados revelam que no início da floração de *P. mollicomum*, em setembro e outubro, folhas e inflorescências distanciaram-se dos demais grupos de constituintes químicos devido ao aumento da carga positiva do CP2-(2), influenciado pelos elevados teores percentuais de linalol (CP2: 38,68), de maneira dissemelhante, no ápice da floração, novembro a janeiro, folhas e inflorescências apresentaram aumento na carga positiva do CP1-(1), devido ao aumento dos teores percentuais de 1,8-cineol (CP2: 47,38).

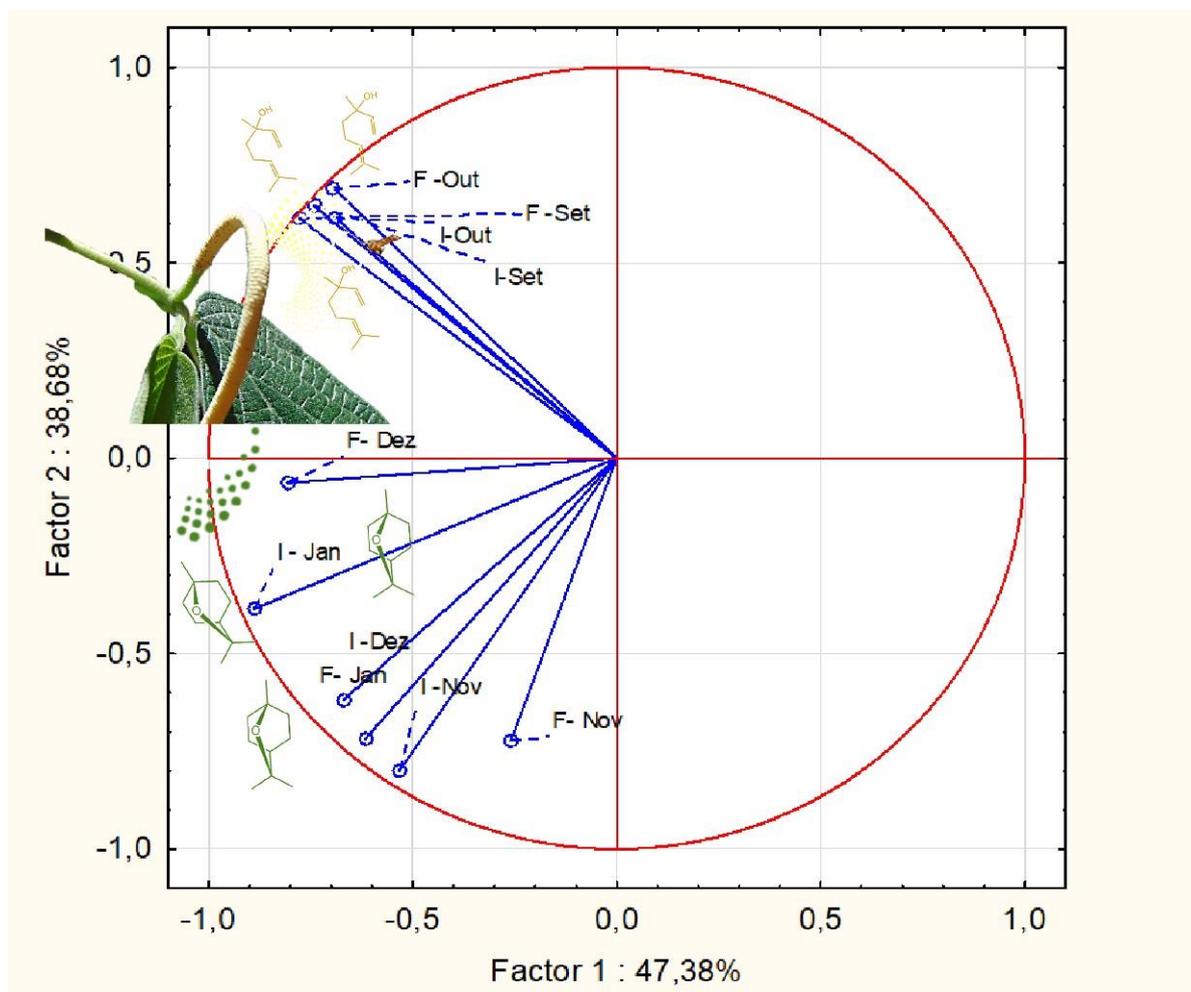
A figura 13 apresenta ainda a influência das características químicas de agrupamento dos constituintes voláteis das amostras avaliadas. Os resultados demonstram que no início da floração, setembro e outubro, as características dos constituintes químicos das amostras dos OEs estavam mais próximas umas das outras, pois revelam-se mais semelhantes entre si, tanto nas folhas, quanto nas inflorescências. Entretanto, nas fases de ápice da floração até o final, as características químicas se separam, demonstrando que as substâncias são mais distintas umas das outras.

A figura 14, explicita o gráfico do acompanhamento hierárquico euclidiano, que demonstra nitidamente a dicotomia biossintética dos constituintes químicos dos OEs das folhas e inflorescências analisadas no início (amostras ricas em linalol), e final da floração (amostras ricas em 1,8-cineol).

Como descrito no período experimental da pesquisa, parece haver dicotomias biossintéticas nas partes vegetativas e reprodutivas da espécie *P. mollicomum* dirigidas por algumas enzimas nas folhas e inflorescências, respectivamente (BARROS *et. al.*, 2009). Considera-se que danos as estruturas foliares de espécies vegetais trazem prejuízos a constituição química dos voláteis das flores, e, conseqüentemente, detrimento com relação a atratividade de polinizadores (BURKLE; RUNYON, 2016). Por estas considerações, nossa hipótese infere que o constituinte 1,8-cineol, biossintetizado principalmente nas folhas nos períodos de pico de floração, minimize danos foliares causados, atuando de maneira eficiente na repulsão de herbívoros. Por outro lado, linalol, como já mencionado, pode ter

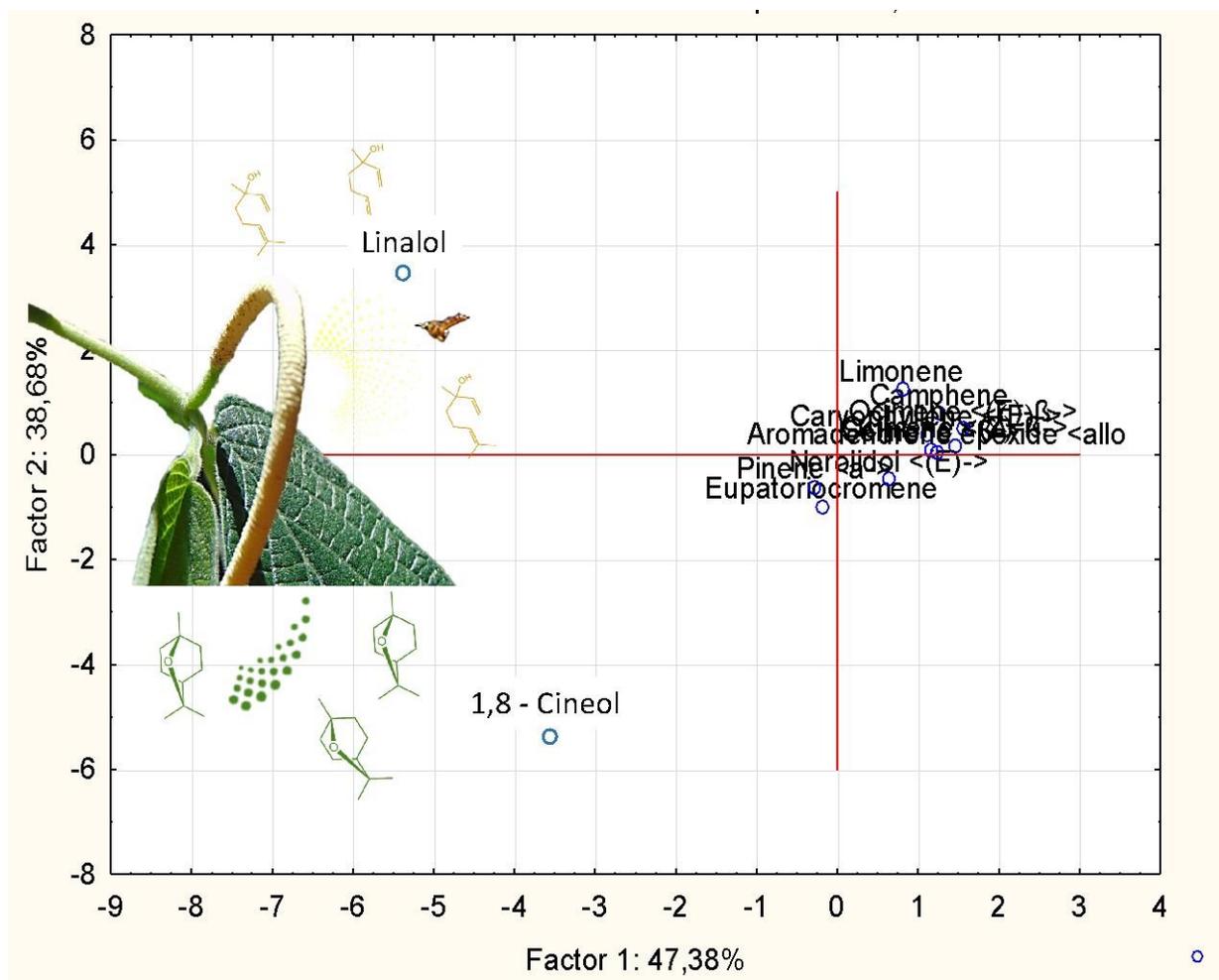
funcionalidade na atratividade de polinizadores (MACHADO *et. al.*, 2021). Estas hipóteses precisam ser confirmadas com novos testes.

Figura 12 - Diagrama de ordenação produzido pelas análises de componente principal (PCA), relacionando a constituição química dos óleos essenciais das folhas e inflorescências de *Piper mollicomum* Kunth, com os meses estudados (setembro de 2020 a janeiro de 2021).



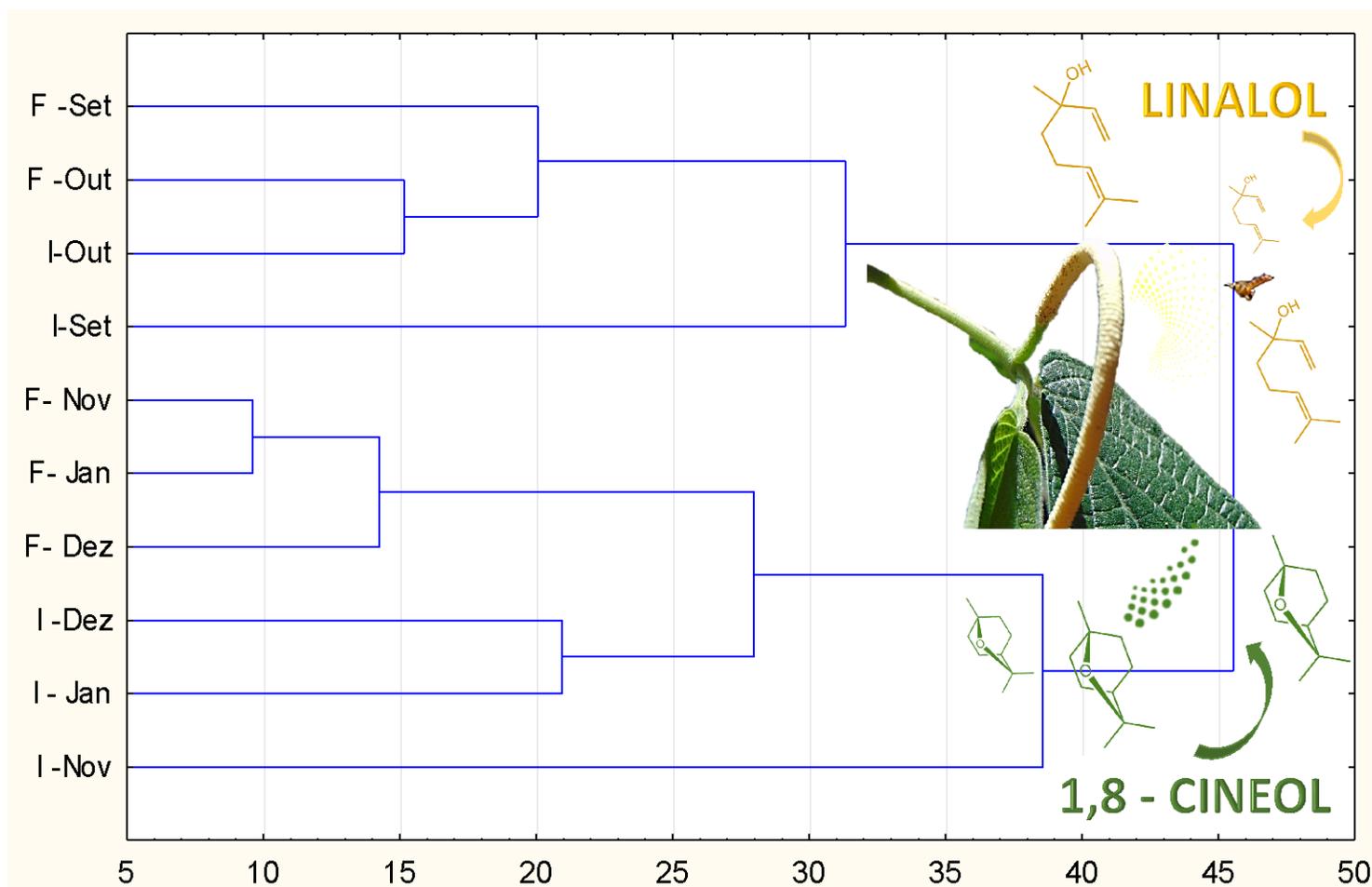
Legenda: Set – setembro; Out – outubro; Nov – novembro; Dez – dezembro; Jan – janeiro. F – Folhas; I – Inflorescências. Factor 1 - CP1-(1); Factor 2 - CP2-(2).

Figura 13 - Diagrama de ordenação produzido pelas análises de componente principal (PCA) demonstrando as projeções dos constituintes presentes nos OEs das folhas e inflorescências de *Piper mollicomum* Kunth nos meses em estudo (setembro de 2020 a janeiro de 2021).



Legenda: Factor 1 - CPI-(1); Factor 2 - CP2-(2).

Figura 14 - Gráfico do Acompanhamento Hierárquico Euclidiano (AHE) demonstrando as projeções dos constituintes presentes nos OEs das folhas e inflorescências de *Piper mollicomum* Kunth nos meses em estudo (setembro de 2020 a janeiro de 2021)



Legenda: Set – setembro; Out – outubro; Nov – novembro; Dez – dezembro; Jan – janeiro. F – Folhas; I – Inflorescências.

Para examinar possíveis correlações entre os constituintes identificados nos OEs e as frequências de visitas dos potenciais polinizadores às inflorescências maduras (fase 3), foram realizadas novas observações semanais sobre os visitantes de *P. mollicomum*. As coletas de dados apontam que os mesmos insetos observados durante a fase reprodutiva do primeiro período de experiência da pesquisa (figuras 6 e 8) foram observados neste segundo período - exceção para o visitante 7.

Ao todo, os insetos visitaram 4.332 vezes às inflorescências maduras nos períodos de observação. Himenópteros e dípteros, assim como no primeiro período, foram os únicos grupos de insetos assistidos em todos os dias de inspeção. Abelhas foram os mais percebidos, com grandes frequências de visitas em quase todos os dias. O inseto 2 (abelha), com ampla diferença, foi o visitante que registrou a maior frequência de visitas ($n = 3042$). O inseto 6, outra abelha, foi o segundo himenóptero com maior número de visitas ($n = 820$). As outras abelhas, insetos 5 e 4, registraram frequências da ordem de 238 e 67, respectivamente. Os dípteros tiveram taxas de visitas significativamente distintas entre eles; enquanto o inseto 3 foi o terceiro inseto com o maior número de visitas ($n = 164$), a mosca (inseto 1) foi observada apenas uma vez ($n = 1$) em todos os períodos de observação, sendo o inseto com o menor número de frequência. Como descrito, o inseto 7 não foi observado nesta etapa (estas informações estão contidas na tabela 4 - Material e Métodos).

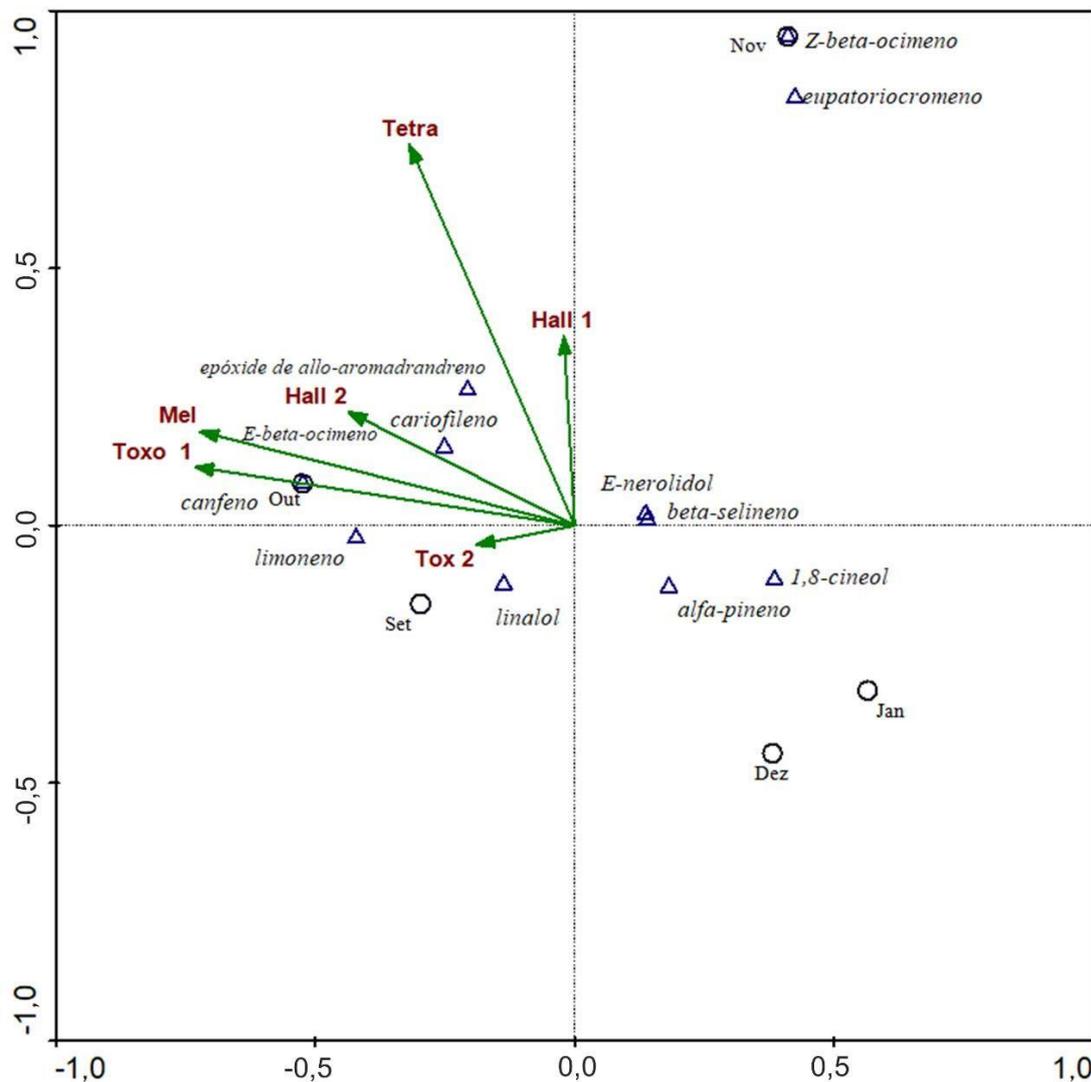
Para avaliar possíveis correlações entre constituintes voláteis e visitas dos insetos, foi realizada análise de correspondência canônica. Esta análise correlaciona por aproximação as variáveis coletadas, ou seja, quanto mais próximo os constituintes dos OEs estão dos insetos no gráfico, maior correlação existe entre estes fatores. Esta análise é mais precisa que a correlação de Spearman (r^2), pois correlaciona todas as variáveis, inclusive, as taxas de visitas entre os insetos.

Os resultados dessas análises estão ilustrados nas figuras 15 e 16. O primeiro gráfico (figura 15) indica correlações entre os dados dos constituintes das folhas vs. visitas dos insetos às inflorescências maduras. Os resultados demonstram forte correlação positiva entre a frequência de visitas e teor percentual de monoterpenos não oxigenados como, canfeno, limoneno e *E*- β -ocimeno, além do monoterpeno oxigenado acíclico linalol. Os resultados também indicam forte correlação positiva entre os sesquiterpenos *E*-cariofileno e aromadendreno com a constância de visitas às inflorescências por espécimes de potenciais polinizadores. O gráfico também apresenta que os constituintes que podem atrair os insetos foram biossintetizados principalmente nos primeiros meses de observação, setembro e outubro, período ao qual, iniciou-se os primeiros estágios de brotação das inflorescências. De

maneira concorrente, os sesquiterpenos *E*-nerolidol e β -selineno não apresentaram correlação positiva significativa com relação a constância de visitas dos insetos, além dos monoterpenos *E*- β -ocimeno, *Z*- β -pineno, α -pineno, 1,8-cineol e o cromeno eupatoriocromeno. O gráfico demonstra que os constituintes que apresentaram correlação negativa com relação a frequência dos insetos foram biossintetizados nos meses de novembro a janeiro, fase final de floração.

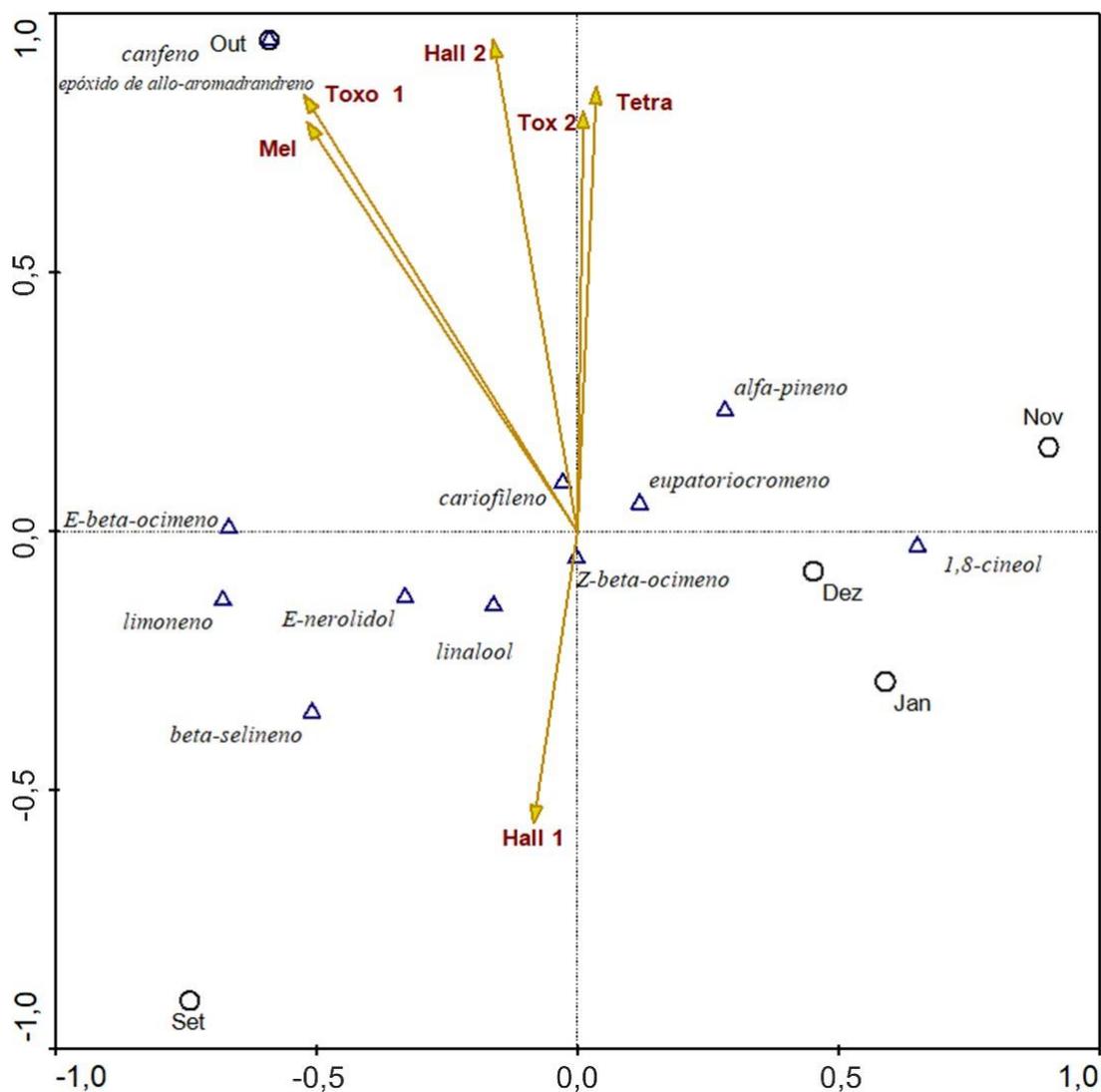
O segundo gráfico (figura 16) indica correlações entre os dados dos constituintes das inflorescências maduras *vs.* visitas dos insetos. Estas análises descrevem uma forte correlação positiva entre a frequência de visitação e teor percentual de monoterpenos não oxigenados como, canfeno e *Z*- β -ocimeno, além do monoterpeno oxigenado acíclico linalol, e dos sesquiterpenos *E*-cariofileno e aromadendreno. Os constituintes *E*-nerolidol, β -selineno, α -pineno, 1,8-cineol, *E*- β -ocimeno, limoneno e eupatoriocromeno não apresentaram correla es positivas significativas.

Figura 15 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (ACC) que correlaciona a composição química dos óleos essenciais foliares e as frequências de visitas dos potenciais polinizadores de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.



Legenda: Set – setembro; Out – outubro; Nov – novembro; Dez – dezembro; Jan – janeiro. Toxo 1 – Inseto 1; Tetra – Inseto 2; Toxo 2 – Inseto 3; Hall 1 – Inseto 4; Hall 2 – Inseto 5; Mel – Inseto 6.

Figura 16 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (ACC) que correlaciona a composição química dos óleos essenciais das inflorescências maduras e as frequências de visitas dos potenciais polinizadores de *Piper mollicomum* Kunth, da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.



Legenda: Set – setembro; Out – outubro; Nov – novembro; Dez – dezembro; Jan – janeiro. Toxo 1 – Inseto 1; Tetra – Inseto 2; Toxo 2 – Inseto 3; Hall 1 – Inseto 4; Hall 2 – Inseto 5; Mel – Inseto 6.

Estes resultados revelam que alguns constituintes majoritários presentes nos OEs podem influenciar a frequência de potenciais polinizadores, como identificado nas duas análises de correspondência. Estes dados, assim como os da primeira fase da pesquisa que indicaram linalol e *E-nerolidol* como constituintes responsáveis por atrair estes insetos, denotam a importância dos terpenos nesta considerável função ecológica. Ademais, estas tendências nos permitem inferir sobre a hipótese de que pode haver um efeito sinérgico entre as substâncias que promovem a atração dos insetos às inflorescências. Esse fato precisa ser avaliado e investigado posteriormente em novos testes.

Além disto sabemos que os constituintes voláteis das folhas, e não somente os das inflorescências ou flores maduras, têm influência na atração de insetos (VIEIRA *et. al.*, 2019), fato que este trabalho corroborou, pois foram identificadas correlações positivas entre os constituintes deste órgão vegetativo e visitas de insetos.

Além das análises de correspondência canônica sobre interação inseto-plantas, este trabalho propôs realizar análises de correlação de Spearman, para confirmar relações entre visitantes e constituintes químicos voláteis, como também, se fatores abióticos de microclima influenciam concomitantemente a frequência de visitas dos potenciais polinizadores. A tabela 12 destaca os resultados destas associações. As análises dissertam fortes correlações positivas entre os constituintes canfeno, eupatoriocromeno, α -pineno, aromadendreno e cânfora na atração de insetos.

Os dados também apresentam moderada correlação positiva entre temperatura do meio ($^{\circ}\text{C}$) ($r^2 = 0,748647$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,632650$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,605828$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,641856$, $p < 0,05$), temperatura das inflorescências ($r^2 = 0,687515$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,559026$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,605605$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,616085$, $p < 0,05$) e temperatura das folhas ($r^2 = 0,763410$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,625841$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,717340$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,691980$, $p < 0,05$) para os insetos 2, 3, 5 e 6, respectivamente, além de correlação positiva fraca, para intensidade luminosa e frequência de visitas dos insetos 4 e 5 ($r^2 = 0,537620$, $p < 0,05$; $r^2 = 0,559685$, $p < 0,05$). Estas informações permitem inferir que os insetos são mais atraídos até as plantas em períodos quentes. Este fato ocorre provavelmente, pela intensa volatilização dos constituintes voláteis que atraem os insetos, como canfeno, linalol, cânfora, *E-nerolidol*. Essa hipótese precisa ser confirmada posteriormente com novos testes.

Em contraposição, como identificado no período experimental, os resultados dessa tabela também descrevem moderada correlação negativa entre umidade relativa do ar ($r^2 = -0,667426$, $p < 0,05$; $r^2 = -0,622782$), índice pluviométrico (chuva) ($r^2 = -0,649390$, $p < 0,05$; $r^2 = -0,657191$, $p < 0,05$; $r^2 = -0,649390$, $p < 0,05$) e frequência de visitas dos insetos. Esses

resultados estão de acordo com estudos anteriores que demonstraram que o aumento da umidade relativa do ar traz prejuízos à visitação de abelhas em flores de espécimes vegetais. Chuva e umidade podem trazer desvantagens ao voo dos insetos, com isso, a densidade de visitação diminui (KLEINERT-GIOVANNINI; IMPERATRIZ-FONSECA, 1986; Pedro, 1992; ANTONINI *et. al.*, 2005).

Sabemos que os constituintes voláteis e variáveis meteorológicas de microclima podem ter influência na atração de polinizadores, porém, além desta importante informação, nossa finalidade foi avaliar se estes fatores também influenciam a biossíntese de constituintes químicos voláteis. A tabela 13 apresenta possíveis correlações de Spearman entre os dados mensurados de microclima vs. teor percentual das substâncias majoritárias presentes nos OEs dos órgãos reprodutivos de *P. mollicomum*. A inflorescência madura (fase 3) foi a estrutura escolhida para análises destas presumíveis correlações, em decorrência de ter sido a única das cinco que foi visitada por todos os insetos registrados nesta pesquisa.

Os resultados demonstram que os constituintes voláteis canfeno ($r^2 = 1,0000$, $p < 0,14$), aromadendreno ($r^2 = 1,0000$, $p < 0,31$), cânfora ($r^2 = 1,0000$, $p < 0,21$), α -terpineno ($r^2 = 0,9354$, $p < 0,21$), tolualdeído ($r^2 = 0,9354$, $p < 0,21$) e δ -cadineno ($r^2 = 0,9257$, $p < 0,24$), apresentaram correlações de Spearman positivas com a variável ambiental velocidade do vento (m/s). Os dados também descrevem que a temperatura das inflorescências (fase 3) e folhas ($^{\circ}\text{C}$) podem influenciar negativamente na percentagem de β -pineno ($r^2 = -0,945$, $p < 0,02$) e ($r^2 = -0,916$, $p < 0,02$). Segundo nossos resultados, a chuva e a umidade relativa do ar também têm forte influência, diretamente proporcional, sobre a constituição química de alguns terpenos, principalmente com relação aos α -pineno ($r^2 = -0,880$, $p < 0,23$), β -selineno ($r^2 = 0,985$, $p < 0,23$), mirceno ($r^2 = -0,927$, $p < 0,26$), δ -cadineno ($r^2 = 0,926$, $p < 0,23$), tolualdeído ($r^2 = 0,935$, $p < 0,23$), γ -terpineno ($r^2 = 0,935$, $p < 0,23$), benzoato de benzila ($r^2 = 0,935$, $p < 0,23$) e eupatoriocromeno ($r^2 = 0,911$, $p < 0,23$).

Verificamos que os constituintes químicos dos OEs podem incutir na frequência de visitas dos insetos, provavelmente por atração olfatória. Também propomos investigar se essa atividade dos potenciais polinizadores sofre influência por atração visual. Por isto, intencionamos realizar análises de correlação de Spearman sobre as variáveis de visitas dos insetos vs. padrão de eventos fenológicos em *P. mollicomum*. As análises estão expressas na tabela 14 e não apresentaram nenhum resultado significativo para essas correlações.

Como já mencionado, o inseto 2 foi o principal visitante floral nos períodos observados. Este inseto provavelmente seja a abelha jataí (*Tetragonisca angustula*), himenóptero da tribo *Meliponini*. Estas abelhas são consideradas forrageadoras sociáveis,

utilizando variadas estratégias de comunicação química com as parceiras sinalizando onde encontrar fontes ricas de alimento (MC CABE; FARINA, 2010). Diante dos resultados das correlações positivas entre voláteis e visitas dos insetos, e dados da tabela 14, podemos inferir que os estímulos visuais não são tão expressivos para a densidade de visitas das abelhas em busca de recompensa alimentar. Este episódio observado pode suceder pelo comportamento sinalizador inseto-inseto entre os indivíduos da sociedade de *T. angustula*.

A Tabela 15 apresenta os resultados relacionados à correlação de Spearman entre fatores abióticos de microclima vs. padrão de eventos fenológicos. Os dados demonstraram forte correlação negativa entre queda foliar e temperatura (°C) ($r^2 = - 0,7826$, $p < 0,05$). Esta informação nos revela que, provavelmente, espécies de *P. mollicomum* não perdem suas folhas com frequência durante períodos de elevadas temperaturas. A tabela também apresenta forte correlação positiva entre chuva (mm) e brotamento ($r^2 = 0,80000$, $p < 0,05$). Esta correlação indica que quanto maior a pluviosidade, mais folhas jovens iniciam o processo de brotação foliar. Além da correlação com o índice pluviométrico, dados da tabela 15 apresentam que a fenofase brotamento foliar demonstra forte correlação negativa com o microclima intensidade luminosa ($r^2 = - 0,80000$, $p < 0,05$). Esta tendência aponta que maior intensidade luminosa inibe o processo de brotação, no entanto, esta correlação precisa ser avaliada de mais perto, pois o contrário é esperado. Porém, pode haver uma luminosidade ótima para que haja brotamento em *P. mollicomum*. Experimentos de cultivo controlado poderão responder essas questões.

Tabela 12 - Análise de correlação de Spearman entre visitantes; substâncias identificadas nas inflorescências maduras de *Piper mollicomum* Kunth, e microclima da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.

Variáveis analisadas	Correlação de Spearman (r^2)						
	Inseto 1	Inseto 2	Inseto 3	Inseto 4	Inseto 5	Inseto 6	
Substância majoritárias	Canfeno	1,000**	0,612	0,608	-0,441	0,918*	0,992**
	Limoneno	0,260	-0,146	-0,226	0,395	0,011	0,266
	1,8-cineol	-0,543	0,198	-0,247	0,092	-0,348	-0,513
	Z- β -ocimeno	-0,138	-0,395	0,636	-0,107	0,128	-0,256
	E-cariofileno	0,645	0,806	0,186	0,356	0,606	0,648
	Eupatoriocromeno	0,419	0,297	0,961**	-0,176	0,715	0,304
	α -pineno	0,593	0,581	0,846	-0,595	0,804*	0,546
	Linalol	0,127	-0,379	-0,387	0,238	-0,187	0,155
	E-nerolidol	0,141	-0,357	0,027	0,376	0,017	0,094
	β -selineno	-0,095	-0,392	-0,480	0,532	-0,340	-0,080
	E- β -ocimeno	0,579	0,097	0,028	0,174	0,339	0,581
	Aromadendreno	1,000**	0,612	0,608	-0,441	0,918*	0,992**
	Cânfora	1,000**	0,612	0,608	-0,441	0,918*	0,992**
	α -terpineol	-0,360	0,413	-0,233	0,091	-0,200	-0,317
	α -humuleno	0,550	0,021	0,850	-0,787	0,655	0,486
	β -pineno	-0,159	0,275	0,566	-0,016	0,234	-0,239
	Mirceno	0,148	0,398	0,201	-0,648	0,238	0,188
	acetato de cariofileno	-0,402	-0,614	-0,010	-0,633	-0,364	-0,396
	δ -terpineol	-0,250	-0,381	-0,454	-0,605	-0,435	-0,159
	β -elemeno	-0,250	-0,381	-0,454	-0,605	-0,435	-0,159
benzoato de benzila	-0,250	-0,384	0,587	-0,114	0,050	-0,362	
γ -terpineno	-0,250	-0,384	0,587	-0,114	0,050	-0,362	
Tolualdeído	-0,250	-0,384	0,587	-0,114	0,050	-0,362	
germacreno D	-0,250	-0,381	-0,454	-0,605	-0,435	-0,159	
δ -cadinene	-0,262	-0,402	0,575	-0,139	0,033	-0,371	
Fatores abióticos	Velocidade do vento (m/s)	-0,174	0,284	0,413	0,491	0,291	0,176
	Umidade relativa (%)	-0,311	-0,667*	-0,394	-0,319	-0,512	-0,623*
	Temperatura local (°C)	0,034	0,749*	0,633*	0,303	0,606*	0,642*
	Temperatura da Inflorescência (°C)	0,104	0,688*	0,559*	0,340	0,606*	0,616*
	Temperatura da Folha (°C)	0,173	0,763*	0,626*	0,437	0,717*	0,692*
	Chuva (mm)	-0,144	-0,649*	-0,657*	-0,245	-0,279	-0,649*
	Radiação (kJ/m ²)	0,241	0,869*	0,530	0,327	0,443	0,749
	Intensidade Luminosa (kJ/m ²)	0,104	0,497	0,296	0,538*	0,560*	0,281

Legenda: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabela 13 - Análise de correlação de Spearman entre microclima e substâncias identificadas nas inflorescências maduras de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.

Variáveis analisadas	Correlação de Spearman (r^2)						Intensidade de Luminosa (kJ/m^2)
	Velocidade do vento (m/s)	Umidade relativa (%)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)			Chuva (mm)	
			Média local	Inflor.	Foliar		
canfeno	1,000**	0,067	0,784	-0,045	-0,122	-0,256	-0,408
limoneno	0,260	-0,299	-0,187	0,540	0,484	0,867	0,375
1,8-cineol->	-0,543	-0,093	0,074	-0,364	-0,291	-0,548	-0,406
Z- β -ocimeno	-0,138	0,949*	-0,430	-0,597	-0,597	-0,124	0,711
E-cariofileno	0,645	-0,208	0,657	-0,113	-0,173	0,121	-0,330
eupatoriocromeno	0,419	0,911*	0,246	-0,833	-0,869	-0,435	0,241
α -pineno	0,593	0,538	0,699	-0,661	-0,684	-0,880*	-0,428
linalol	0,127	-0,409	-0,331	0,749	0,708	0,882*	0,372
E-nerolidol	0,141	0,126	-0,426	0,271	0,220	0,828	0,721
β -selineno	-0,095	-0,367	-0,478	0,618	0,590	0,985**	0,512
E- β -ocimeno	0,579	-0,229	0,124	0,439	0,365	0,640	0,169
aromadendreno	1,000**	0,067	0,784	-0,045	-0,122	-0,256	-0,408
cânfora	1,000**	0,067	0,784	-0,045	-0,122	-0,256	-0,408
α -terpineol	-0,360	-0,215	0,293	-0,334	-0,274	-0,580	-0,589
α -humuleno	0,550	0,672	0,277	-0,354	-0,388	-0,560	0,012
β -pineno	-0,159	0,717	0,123	-0,945*	-0,916*	-0,682	0,021
mirceno	0,148	-0,033	0,581	-0,245	-0,216	-0,927*	-0,775
acetato de cariofileno	-0,402	0,218	-0,370	0,065	0,116	-0,395	0,069
δ -terpineol	-0,250	-0,468	-0,078	0,564	0,609	-0,256	-0,408
β -elemeno	-0,250	-0,468	-0,078	0,564	0,609	-0,256	-0,408
benzoato de benzila	-0,250	0,935*	-0,431	-0,654	-0,639	-0,233	0,640
γ -terpineno	-0,250	0,935*	-0,431	-0,654	-0,639	-0,233	0,640
tolualdeído	-0,250	0,935*	-0,431	-0,654	-0,639	-0,233	0,640
germacreno D	-0,250	-0,468	-0,078	0,564	0,609	-0,256	-0,408
δ -cadinene	-0,262	0,926*	-0,438	-0,638	-0,621	-0,245	0,630

Legenda: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; Inflor. – Inflorescência.

Tabela 14 - Análise de correlação de Spearman entre atividade de visitas dos potenciais polinizadores vs. padrão de eventos fenológicos de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.

Variáveis analisadas		Correlação de Spearman (r^2)					
		Inseto 1	Inseto 2	Inseto 3	Inseto 4	Inseto 5	Inseto 6
Fenofases	Lançamento Foliar	0,000000	-0,160563	-0,025540	-0,270662	-0,341289	0,006981
	Queda Foliar	-0,143603	-0,009277	0,175868	-0,088285	0,058820	0,213371
	Inflorescência Madura	0,172195	0,235829	0,284137	0,101158	0,169276	0,142388
	Inflorescência Imatura	0,310635	0,276486	0,278091	0,018862	0,155140	0,332229
	Quantidade de Inflorescência	0,172575	0,241925	0,313687	0,087235	0,140631	0,168344
	Infrutescência imatura	-0,318113	-0,305975	-0,398699	-0,002414	-0,164590	-0,447546
	Infrutescência madura	-0,076923	0,243498	0,173538	-0,257474	-0,139298	0,243498

Legenda: $p < 0,05$

Tabela 15 - Análise de correlação de Spearman entre fatores abióticos vs. padrão de eventos fenológicos de *Piper mollicomum* Kunth da Floresta da Tijuca / RJ, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.

Variáveis Analisadas	Correlação de Spearman (r^2)				
	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Vento (m/s)	Chuva (mm)	Intensidade Luminosa (kJ/m ²)
Lançamento Foliar	-0,600	0,600	0,000	0,800*	-0,800*
Queda Foliar	-0,783*	0,224	0,335	0,335	-0,335
Inflorescência Madura	0,100	-0,100	0,500	-0,300	0,300
Inflorescência Imatura	-0,400	0,000	0,600	-0,200	0,200
Quantidade de Inflorescência	0,100	-0,100	0,500	-0,300	0,300
Infrutescência imatura	0,600	-0,100	-0,600	-0,200	0,200
Infrutescência madura	0,354	-0,354	-0,354	-0,354	0,354

Legenda: $p < 0,05$

6 DISCUSSÃO

Os resultados referentes a correlação de Spearman entre os principais constituintes dos órgãos reprodutivos e potenciais polinizadores de *P. mollicomum* (outubro de 2019 a fevereiro de 2020) revelaram forte correlação positiva entre visitas de abelhas às inflorescências maduras, e teor percentual de linalol, *E*-nerolidol; além de correlação negativa entre o conteúdo de germacreno D. Dados da literatura já indicavam que o constituinte linalol é capaz de auxiliar na atração de insetos. Em pesquisa realizada por Bergstrom e Teng (1978), um conteúdo significativo deste monoterpene foi identificado nas mandíbulas de himenópteros pertencentes ao gênero *Colletes* (BERGSTRÖM; TENGÖ, 1978). Barros e colaboradores (2009) analisaram em estudos com espécimes de *Lippia alba* (Mill) NE Brown (Verbenaceae), que em períodos prolongados de exposição das plantas a altas temperaturas pode ocorrer maior volatilização do linalol e potencializar a biossíntese de monoterpenos cíclicos como cânfora e 1,8-cineol (BARROS *et. al.*, 2009). Nossos resultados demonstraram que quando o percentual de cânfora nas partes não reprodutivas de *P. mollicomum* diminuiu, o teor de linalol aumentou, podendo-se deduzir que, de alguma forma, as rotas biossintéticas que sintetizam esses terpenos podem estar relacionadas (BARROS *et. al.*, 2009). Outros estudos também demonstraram que 1,8-cineol e linalol podem auxiliar no processo de polinização atraindo abelhas (BORG-KARLSON *et. al.*, 2003), o que corrobora com nossos achados que registraram elevado teor percentual desses monoterpenos nos órgãos reprodutivos, juntamente com elevadas frequências de visitas de himenópteros. Blande e Glinwood (2016), posteriormente, demonstraram que linalol e 1,8-cineol são identificados em elevados teores percentuais nas folhas de espécies de plantas, quando estas são submetidas a estressores abióticos (BLANDE; GLINWOOD, 2016).

Estudos anteriores sobre OEs do gênero *Piper* já haviam descrito percentual relevante de *E*-nerolidol em *P. aduncum* L. (CHAN *et. al.*, 2016) e *P. clausenianum* (Miq.) C. DC. (MARQUES *et. al.*, 2011; Curvelo *et. al.*, 2014). Esse constituinte também é amplamente utilizado na indústria para a fabricação de medicamentos (SIMAS *et. al.*, 2004). Outras atividades terapêuticas foram apresentadas por extratos de espécies de *Piper* que demonstraram teores percentuais elevados de *E*-nerolidol, como leishmanicida para *P. aduncum* e *P. clausenianum* (MARQUES *et. al.*, 2011; CEOLE *et. al.*, 2017); além de ação larvicida para *P. gaudichaudianum* Kunth (SPEROTTO *et. al.*, 2013). No entanto, nenhuma

atividade simbiótica entre *E*-nerolidol e polinizadores foi investigada em *Piper*. Pela primeira vez nosso trabalho sugere que este sesquiterpeno oxigenado, além de sua função protetora, pode atuar simultaneamente com outros constituintes para auxiliar na atração de insetos polinizadores em potencial. Mais experimentos precisam ser feitos para confirmar essa hipótese.

Nossos resultados diferem de estudos anteriores envolvendo correlação entre o constituinte germacreno D e a atração de insetos. Mozuraitis (2002) demonstrou que, ao contrário, esse sesquiterpeno aumenta a atração de fêmeas grávidas de mariposas da espécie *Chloridea virescens* Fabricius, e sua posterior oviposição em folhas de tabaco (MOZURAITIS *et. al.*, 2002). A mesma pesquisa apontou que a atração ocorre pela interação do germacreno D com receptores presentes nas antenas de espécimes dessa mariposa, o que sugere um exemplo nítido de mensagem química entre plantas e insetos (MOZURAITIS *et. al.*, 2002). Pesquisas realizadas com *Paralobesia viteana* Clemens (inseto hospedeiro de videiras, denominado traça-da-uva) e OEs de *Vitis riparia* (Vitaceae), demonstraram que fêmeas grávidas dessa espécie de inseto são atraídas quando OEs contendo germacreno D são emitidos (CHA *et. al.*, 2008). Analisando estes dados da literatura, podemos inferir que a correlação negativa entre germacreno D e a atração de possíveis polinizadores em *P. mollicomum*, resultado de nosso estudo 1, pode indicar que este sesquiterpeno é sintetizado para prevenir a oviposição de mariposas ou outras fêmeas de insetos grávidas nas folhas. Testes mais precisos devem ser realizados para confirmar essa dedução.

O constituinte químico eupatoriocromeno foi previamente registrado em níveis percentuais relevantes em OEs de inflorescências e infrutescências de algumas espécies de *Piper*, como *P. gaudichaudianum* Kunth e *P. hostmannianum* (Miq.) C. DC. (MORAIS *et. al.*, 2007), além de já ter sido anteriormente registrado em OEs de *P. mollicomum* da Floresta da Tijuca (RAMOS *et al.*, 2020). Ramos e colaboradores (2009) também identificaram a presença de alguns cromenos nas folhas de *P. gaudichaudianum* Kunth, que podem exercer pressão negativa sobre os ovos de lagartas fitófagas que atacam esses espécimes, inibindo o desenvolvimento desses predadores (RAMOS *et. al.*, 2009). Outros trabalhos descreveram a atividade antifúngica e antibacteriana de alguns cromenos em OEs de *P. chimonanthifolium* Kunth (LAGO *et. al.*, 2012). Outro achado que inferiu sobre o papel protetor do eupatoriocromeno identificou uma anormalidade no comportamento do besouro-da-batata-do-Colorado (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824) que se alimentava de folhas que continham este cromeno. As fêmeas desses coleópteros, que antes mantinham seus hábitos alimentares ativos, atacando as folhas da planta, pararam de se alimentar, enterraram-se no solo, e

entraram em um estado conhecido como diapausa (DENLINGER, 2008). Algumas plantas, como *Ageratum houstonianum* Mill. (Asteraceae), acumulam cromenos (precocenos I e II) em suas folhas e flores (12,45; 9,14 pmol/planta, respectivamente), em detrimento de outras partes do vegetal menos predadas, como caules e raízes (0,069; 0,63 pmol/planta, respectivamente), sendo esses cromenos armazenados no mesofilo e não na epiderme dos tecidos vegetais (SIEBERTZ *et. al.*, 1990). Esses dados corroboram com nossos achados, e permitem inferir a hipótese que a presença do eupatoriocromeno nas inflorescências e infrutescências de *P. mollicomum* pode estar relacionada à proteção de seus órgãos reprodutores. Como demonstrado nas análises de componente principal (Figura 9), pretendemos inferir outra hipótese, indicando que este cromeno tenha importância como *signalizador no controle da emissão de inflorescências e infrutescências*, como discutido a seguir.

Os resultados obtidos sobre a correlação entre a atividade de visita dos potenciais polinizadores e variáveis meteorológicas (outubro de 2019 a fevereiro de 2020) permitem inferir que quanto maior a umidade relativa do ar, menor a frequência de visitação das abelhas nas inflorescências de *P. mollicomum* (Tabela 9). Esses resultados estão de acordo com estudos anteriores que demonstraram diminuição de visitas às flores entre distintos grupos de abelhas quando a taxa de umidade relativa do ar aumenta (KLEINERT-GIOVANNINI; IMPERATRIZ-FONSECA, 1986; ANTONINI *et. al.*, 2005). Pedro (1992) constatou, em estudos com espécimes de plantas do cerrado, que a atividade de polinização desse grupo de himenópteros (abelhas) é mais proeminente nos períodos em que a umidade neste importante bioma diminui (PEDRO, 1992).

Dando prosseguimento aos estudos para entendermos com mais detalhes a linguagem química de *P. mollicomum*, ou seja, como esta planta se comunica em suas relações interespecíficas em seu nicho ecológico, este trabalho propôs investigar, em um segundo experimento, nos meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021, a constituição química dos OEs de diferentes estágios de desenvolvimento dos órgãos reprodutivos. As análises das distintas fases apresentaram que no início da floração, quando a maioria dos espécimes estudados apresentavam predominantemente botões em fase 1 a 2 das inflorescências (Figura 7), houve majoritariamente biossíntese de linalol e limoneno nestas partes reprodutivas. Neste início de floração, as plantas ainda estão com suas inflorescências imaturas, e não produziram grãos de pólen suficiente para favorecer o processo de polinização, e conseqüente reprodução. Com isto, a questão fundamental para manter seus espécimes viáveis para a propagação é a defesa de suas estruturas reprodutoras. Alguns trabalhos versam que espécies vegetais exalam

voláteis de maneira mais acentuada em períodos iniciais de floração, que em estágios de maturação das flores ou inflorescências, pois, para manter seus botões acessíveis, e consequentemente tornar a reprodução mais satisfatória, é preciso defender seus órgãos imaturos contra a herbivoria (MEENA *et. al.*, 2017; ZHENG, *et. al.*, 2020). Zheng e colaboradores (2020), em um estudo feito com espécimes de lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill., (1768)), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) e hortelã (*Mentha spicata* L.) demonstraram que genes que contribuem significativamente com a proteção de distintos órgãos reprodutivos das plantas em análise, foram estimulados principalmente durante as fases iniciais do desenvolvimento dos tecidos jovens (ZHENG, *et. al.*, 2020). Outro trabalho, que estudou o comportamento defensivo da pimenta-japonesa (*Zanthoxylum piperitum* L. D. C. (1824)) (FUJITA, *et. al.*, 2017) corrobora com estes achados.

Os estágios iniciais de desenvolvimento dos órgãos reprodutores, geralmente, é um período estressante para grande número de espécies vegetais, pois neste estágio, as plantas necessitam realocar suas reservas energéticas, tanto para o crescimento de suas flores ou inflorescências, como para o desenvolvimento de estratégias defensivas para proteger estes importantes órgãos, forçando o metabolismo vegetal a um alto custo energético para investir tanto no metabolismo primário quanto no secundário (MEENA, *et. al.* 2017).

O estudo de Zheng e colaboradores (2020) expõe que o constituinte limoneno, biossintetizado nas folhas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), atuou como repelente contra pulgões (*Myzus persicae* Sulzer, 1776) (ZHENG, *et. al.*, 2020). O referido trabalho ainda explicita que este constituinte volátil também protege as plantas contra herbivoria atraindo joaninhas (*Harmonia axyridis* Pallas, 1773), inimigos naturais dos pulgões (*Myzus persicae* Sulzer, 1776) (ZHENG, *et. al.*, 2020). Estas referências corroboram com nossos achados, e nos sugere conceber a hipótese de que o monoterpeno limoneno, que foi expresso principalmente nos primeiros estágios de desenvolvimento das inflorescências de *P. mollicomum*, pode atuar em uma interação tritrófica entre espécimes vegetais-herbívoros-carnívoros ((BOACHON, *et. al.*, 2019; ZHENG, *et. al.*, 2020). Estas descobertas com relação a indução de sinal fornecida pelo limoneno, para que herbívoros forrageiem as plantas até localizarem suas presas, também foram demonstradas em estudos envolvendo Fabaceas, como a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), ao qual, coleópteros da espécie *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) foram atraídos até plantas danificadas por pulgões *Aphis glycines* (Matsumurae, 1917) que continham considerável teor deste monoterpeno cíclico (ZHU; PARK, 2005). Além de atrair besouros, alguns achados explicitam que o limoneno pode atrair pulgões predadores como *Phytoseiulus persimilis* e *Neoseiulus californicus*,

protegendo espécimes de Lamiaceae *Mentha spicata* (L.), que emitem estes voláteis contra a herbivoria provocada por outras espécies de pulgões (TOGASHI *et al.*, 2019). Outros estudos demonstram que um efeito sinérgico entre os constituintes carveol, pineno e limoneno atuam como promissores repelentes contra insetos que provocam prejuízos à estruturas vegetativas (PICARD *et al.*, 2012; SMITH; ROBERTS; POPE, 2018).

No entanto, outros estudos apresentam um efeito contrário do limoneno em relação a esta atividade repulsiva contra insetos. Rodriguez e colaboradores (2011) demonstraram que o limoneno pode atrair patógenos às folhas de laranja e, conseqüentemente, induzir um ataque herbívoro, promovendo danos a estas plantas (RODRÍGUEZ *et al.*, 2011). Outro estudo corrobora que espécimes de *Musca domestica* L., através de atividade catalítica, conseguem converter o limoneno em outras substâncias tornando esta substância menos tóxica (ROSSI; PALACIOS, 2013). Porém, estes últimos achados não anulam o efeito repelente do limoneno, apenas asseveram que algumas espécies conseguem se adaptar contra as adversidades em seu nicho, e escapar da repulsão, ou da atividade tritrófica, evidenciada pela biossíntese deste monoterpene (ZHENG *et al.*, 2020).

Como supracitado, o monoterpene oxigenado acíclico linalol encontrado nos primeiros períodos de floração em distintos estágios das inflorescências de *P. mollicomum*, além da funcionalidade atrativa de insetos polinizadores, pode ter um efeito defensor contra herbívoros. Este terpeno é recorrente em OEs de órgãos reprodutores de cerca de 70% das famílias das angiospermas (KNUDSEN *et al.*, 2006), explicitando que esta substância pode ter atribuição fundamental no comportamento de insetos visitantes das inflorescências, exercendo tanto atração de polinizadores às flores (BORG-KARLSON *et al.*, 1996; RAGUSO; PICHERSKY, 1999; REISENMAN *et al.*, 2010, MACHADO *et al.*, 2021), como também atuando na defesa destes órgãos pela atração de insetos predadores de herbívoros (JUNKER; GERSHENZON; UNSICKER, 2011; MCCALLUM *et al.*, 2011; XIAO *et al.*, 2012).

Um estudo recente realizado com uma planta nativa da Europa, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh (1842), demonstrou evidências promissoras. Nestes achados, constatou-se que o linalol pode não ter função direta na defesa das plantas. Esta aplicabilidade estaria relacionada aos metabólitos derivados que são formados a partir da oxidação do linalol. Este trabalho é um clássico ao explorar a função de metabólitos oriundos de metabólitos e, por isso, merece nosso destaque (BOACHON, *et al.*, 2019). É conhecido que a síntese e expressão de linalol é auxiliada por linalol-sintases durante a ontogenia floral (PICHERSKY *et al.*, 1994; DUDAREVA *et al.*, 1996; RAGUSO; PICHERSKY, 1999; LÜCKER *et al.*, 2001). O

trabalho de Boachon e colaboradores (2019) descreveu que umas dessas enzimas que desempenha papel fundamental no metabolismo deste monoterpene, a CYP76C1, pode estar envolvida no processo de oxidação deste volátil acíclico em flores de *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh (1842), catalisando uma cascata para formação de derivados oxidados solúveis como, 8-COOH-linalol, e outros derivados cíclicos voláteis, álcoois e aldeídos, todos metabólitos do linalol (BOACHON, *et. al.*, 2019). Este estudo demonstrou, ainda, outros dados interessantes sobre a CYP76C1. Supreendentemente esta enzima está localizada de maneira quase exclusiva nos estames (antera e filamento), e nas pétalas das flores. O mais curioso é o fato desta enzima ser expressa proeminentemente nos tecidos florais quando ocorre a antese das flores, ou seja, nos estágios iniciais de floração, período em que as estruturas reprodutivas são mais visitadas tanto por insetos harmônicos como por desarmônicos (BOACHON, *et. al.*, 2019). Nos períodos iniciais de brotamento das flores, ocorre diminuição no conteúdo de linalol pela oxidação de seus derivados, ocasionado pela demasiada expressão da enzima CYP76C1 nas estruturas florais (BOACHON, *et. al.*, 2019). Nesta pesquisa, testes também foram feitos conjuntamente para averiguar se estes derivados do linalol alteravam o comportamento de visitantes florais adversos às flores de *A. thaliana* (L.) Heynh (1842). Os resultados destes testes apresentaram que thysanopteros e outros insetos florívoros possuem predileção por plantas com altos teores de linalol, que aquelas que possuem mais derivados deste monoterpene, como aldeídos, álcoois, dentre outros; demonstrando o papel repulsivo destes óxidos de linalila (BOACHON, *et. al.*, 2019). O interessante é que CYP76 é uma sub-família de enzimas que foi encontrada também em outras espécies vegetais, atuando em uma enorme variedade de substratos, promovendo multifuncionalidades aos mesmos, porém, sempre ocasionando a biossíntese de substâncias antipatogênicas (WANG *et al.*, 2012; WU *et al.*, 2013). Esses achados corroboram com nossos resultados que demonstram queda no teor percentual de linalol, desde as fases iniciais de floração, até fases finais de desenvolvimento das inflorescências (frutificação). Essa premissa pode ser muito importante para o desenvolvimento de novos defensivos agrícolas naturais, o que pode contribuir para a diminuição da quantidade de inseticidas e agrotóxicos que são utilizados de maneira intensiva no meio agrícola e que são nocivos para o homem e para o meio ambiente. Este é um exemplo clássico de que a observação de interações ecológicas pode contribuir para a proposição de novas biomoléculas. Esse dualismo na função ecológica do linalol, ou seja, proporcionar tanto atração de polinizadores como proteger plantas contra pragas, é uma elucidação notória de um padrão oportunista da natureza. A biossíntese de substâncias requer um alto gasto energético. A oxidação do linalol

orquestrada pela enzima CYP76C1, que produz derivados antipatogênicos, demonstra a maleabilidade do metabolismo vegetal ao responder de forma adaptativa em seu nicho. A equação é bem simples, as respostas adaptativas do vegetal ao meio permitem que se estabeleçam.

Machado e colaboradores (2021) com os resultados do primeiro período experimental desta pesquisa, demonstraram que os principais constituintes das inflorescências e infrutescências de *P. mollicomum* podem ter funcionalidade na atração e, conseqüente frequência de visitas de seus potenciais polinizadores. As substâncias majoritárias que apresentaram a forte correlação positiva foram linalol e *E*-nerolidol (MACHADO *et. al.*, 2021). Ramos e colaboradores (2020) ao analisarem a constituição química dos OEs presentes em diferentes órgãos de *P. mollicomum* da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, também encontraram alto teor percentual de linalol e *E*-nerolidol nos órgãos reprodutores (RAMOS *et. al.*, 2020).

Em novembro de 2020 a janeiro de 2021, quando o estágio de floração avançou até a fase final de frutificação, as análises dos OEs das distintas fases apresentavam majoritariamente α -terpineol (11,41%), 1,8-cineol (8% a 58,77%), α -pineno (11,30%), β -pineno (6,49%), linalol (11,28%), β -elemeno (8,62%), além do constituinte eupatoriocromeno nas partes reprodutivas. Neste período, as inflorescências maduras eram consideravelmente mais proeminentes, por isto, a biossíntese de constituintes que auxiliam o processo de atração de potenciais polinizadores seria mais viável para favorecer o processo de reprodução (MACHADO *et. al.*, 2021). Porém, como já supramencionado, alguns constituintes que podem induzir a atração de polinizadores, também podem atrair herbívoros e pragas (RODRÍGUEZ *et. al.*, 2011). Neste estágio, as plantas encontram-se em uma situação controversa: produzir substâncias que irão ocasionar atração de insetos harmônicos, ou proteger as estruturas vegetativas contra a visita de inimigos naturais (RODRÍGUEZ *et. al.*, 2011)?

Os gráficos de barras que indicam a tendência de padrão ontogênico dos teores percentuais dos principais constituintes dos OEs ao longo do tempo, também apresentaram dados importantes, demonstrando que *E*-nerolidol, 1,8-cineol, linalol, limoneno, eupatoriocromeno e α -pineno, sofrem acréscimo em seus teores percentuais no período de maturação das inflorescências (setembro e outubro), e redução no período de frutificação (novembro a janeiro). Ou seja, estes constituintes poderiam estar relacionados ao processo de defesa e desenvolvimento das inflorescências, pois ocorrem alterações decrescentes em seus teores, desde a primeira fase de desenvolvimento até o final. Além dos constituintes citados, nossos resultados demonstraram conjuntamente decréscimo sobre o teor de mirceno nos OEs

das inflorescências, ao passo que estas estruturas progrediam em seu desenvolvimento ontogênico.

Como já mencionado nesta pesquisa, alguns cromenos, como eupatoriocromeno, podem atuar na defesa de órgãos vegetativos contra predadores naturais ou patógenos de plantas (SIEBERTZ *et. al.*, 1990; DENLINGER, 2008; RAMOS *et. al.*, 2009; LAGO *et. al.*, 2012). Os dados do segundo período de experimentos deste trabalho, além de auxiliarem a reforçar nossas hipóteses com relação ao papel defensivo do eupatoriocromeno, nos permite inferir que este cromeno pode estar relacionado concomitantemente ao processo de maturação e desenvolvimento das inflorescências. Sabe-se que metabólitos secundários podem participar de processos intracelulares que promovem plasticidade fenotípica (METLEN; ASCHEHOUG; CALLAWAY, 2009; MIEHE-STEIER *et. al.*, 2015). Várias espécies de *Piper*, como *P. tuberculatum*, *P. scutifolium*, *P. hoffmanseggianum*, *P. solmsianum*, *P. aduncum* e *P. gaudichaudianum*, produzem múltiplas substâncias em seus órgãos nos primeiros estágios de desenvolvimento que podem ter atividades protetoras como, antifúngica, antimicrobiana e inseticida (GAIA *et. al.*, 2021). Um estudo sugere que cromenos podem atuar tanto na promoção do desenvolvimento de estruturas reprodutivas de espécies vegetais, como conjuntamente promover proteção aos órgãos florais (PROKSCH; PALMER; HARTMANN, 1986; 1990). Neste trabalho, que analisou o metabolismo de *Ageratina adenophora* (Spreng.) R.M.King & H.Rob. durante todo seu ciclo de vida, foi demonstrado que elevados teores de derivados hidroxilados de desmetoxiencecalina, produzindo demetilencecalina e encecalina (ambos cromenos), influenciaram o desenvolvimento ontogênico dos órgãos florais desta planta nos estágios iniciais de floração, além de identificarem concomitantemente, altos conteúdos de sesquiterpenos nas folhas senescentes (PROKSCH; PALMER; HARTMANN, 1986). Outros estudos ainda apontam que cromenos presentes nos OEs das plantas podem atuar contra a herbivoria (ROSENTHALAND JANZEN, 1979; ISMAN; PROKSCH, 1985). Não somente nas flores os cromenos demonstram-se relevantes para o crescimento dos órgãos vegetais. Em um estudo recente, o papel desenvolvidor do crescimento de outros órgãos vegetativos, como raízes e calos, foi inferido sobre os cromenos supracitados neste texto, como a encecalina (HERNÁNDEZ-ALTAMIRANO, *et. al.*, 2020). Nesta pesquisa, a quantidade de cromenos nos OEs de calos e suspensões celulares de raízes de *Helianthella quinquenervis* (Hook.) A. Gray., demonstrou uma concentração de até três vezes maior que nas suspensões que o crescimento dos órgãos vegetativos foi inibido (HERNÁNDEZ-ALTAMIRANO, *et. al.*, 2020). Outro estudo que analisou o desenvolvimento ontogênico e a constituição química dos OEs presentes em folhas

de *Ageratina adenophora* (Spreng.) R.M.King & H.Rob., identificou elevados teores percentuais de derivados de cromenos em folhas jovens, e baixo teor destes cromenos em folhas senescentes. De maneira inversamente proporcional, foi identificado grande acúmulo de sesquiterpenos em folhas senescentes e baixo teor destes constituintes em mudas jovens (PROKSCH *et. al.*, 1990). No início do brotamento foliar, nos estágios um (1) a quatro (4) das mudas, variados cromenos foram identificados ao longo de todo o ciclo das folhas, e seus conteúdos predominantes se estenderam até o início da senescência foliar (PROKSCH *et. al.*, 1990). Quando a folha entra em estágio final de senescência, estes cromenos são bioconvertidos em outras substâncias de degradação, assim, seus respectivos conteúdos caem de maneira exponencial em folhas mais velhas (PROKSCH *et. al.*, 1990).

Estes dados corroboram com nosso estudo, pois os OEs extraídos, analisados e quantificados, foram coletados de folhas senescentes, em estágio final de maturação, apresentando conteúdo percentual de eupatoriocromeno nulo ou muito baixo. Os artigos elencados acima também corroboram com nossas análises sobre a predominância de sesquiterpenos, como *E*-nerolidol, β -elemeno e germacreno D em folhas senescentes de *P. mollicomum*, e nos permite inferir e levantar hipóteses sobre o papel protetor destes constituintes nas estruturas foliares mais jovens. Como o teor de eupatoriocromeno, ou outros cromenos, pode estar mais elevado em folhas jovens, e conseqüentemente, auxiliar, tanto o processo de desenvolvimento, quanto a proteção foliar (SANTOS, *et. al.*, 2021), não seria necessária uma demanda energética para a biossíntese de sesquiterpenos. Porém, como demonstrado em nossas análises, ocorre um decréscimo de eupatoriocromeno a partir da maturação destes órgãos, com isso, a síntese de sesquiterpenos para proteção das estruturas vegetativas seria proveitosa. Essa interessante dicotomia biossintética cromeno/ sesquiterpeno no *tempo* (ciclo circadiano e sazonalidade) e *no espaço* (diferentes compartimentos) pode estar atuante em *P. mollicomum* e precisa ser mais bem investigada, inclusive, com experimentos de quantificação em folhas jovens e senescentes.

Cabe ressaltar, ainda, que o eupatoriocromeno foi identificado em OEs de folhas e inflorescências de *Piper aduncum*, coletadas em área rural do Estado de Goiás. Estes OEs demonstraram propícia atividade larvicida ($CL_{50} < 100\mu\text{g} / \text{mL}$) contra *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), mosquito Culicidae, vetor de diversos vírus, sendo o eupatoriocromeno, o principal constituinte químico presente nos OEs das amostras secas das folhas e inflorescências desta planta (SANTOS, *et. al.*, 2021). Essa atividade larvicida contra *A. aegypti* também foi apresentada por cromenos identificados em espécies de Asteraceae, *Ageratina jahnii* (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob. e *Ageratina pichinchensis* (Kunth) R. King

& H. Robinson, típicas dos Andes venezuelanos (TORRES-BARAJAS, *et. al.*, 2019). Tem sido registrado na literatura que cromenos e sesquiterpenos são majoritariamente biossintetizados nos OEs de órgãos vegetativos em algumas espécies que são expostas a fatores externos estressantes (WISDOM; RODRIGUEZ, 1983; PADALIA; VERMA; SUNDARESAN, 2010). Estudo avaliou a constituição química de *Ageratum conyzoides* L., demonstrando que dos 94,6% de constituintes analisados, cerca de 60% eram cromenos (PADALIA; VERMA; SUNDARESAN, 2010). O curioso é que estes espécimes são expostos a fatores climáticos extremos, pois os indivíduos estudados foram localizados em grandes altitudes no Kumaun Himalaya, na localidade de Uttarakhand, na Índia (PADALIA; VERMA; SUNDARESAN, 2010).

Retornando à discussão iniciada anteriormente e, como reforço de ideia, nosso conjunto de dados nos faz ponderar sobre a presença do eupatoriocromeno e de outros constituintes como *E*-nerolidol, 1,8-cineol, linalol, limoneno e α -pineno. Como seus respectivos teores percentuais nos OEs das partes reprodutivas diminuíram proporcionalmente ao desenvolvimento ontogênico das inflorescências, nossa inferência é que estas substâncias atuem em um efeito sinérgico auxiliando o processo de proteção destes órgãos contra herbívoros, podendo provocar por exemplo, prejuízos à palatabilidade destas estruturas florais ou promovendo má digestibilidade em frugívoros. Sabemos que frutos e infrutescências podem ser predados por animais, o que leva à dispersão das sementes. Substâncias tóxicas presentes nestes órgãos reprodutivos são importantes nos primeiros estágios de desenvolvimento, pois auxiliam na proteção destas estruturas ainda imaturas (BIANCONI *et. al.*, 2007, 2010). Porém, essa função perde a finalidade nas fases de maturação (BIANCONI *et. al.*, 2007, 2010). Por consequência disto, o conteúdo destes constituintes diminua nas infrutescências. Portanto, duas forças podem atuar para o equilíbrio de *produção/ acúmulo/ metabolização* do eupatoriocromeno, *E*-nerolidol, 1,8-cineol, linalol, limoneno e α -pineno em *P. mollicomum*: **desenvolvimento** e **proteção** do vegetal.

Alguns trabalhos inferem sobre uma possível correlação positiva entre os constituintes químicos presentes nos OEs de infrutescências e a frequência de visitação de dispersores de sementes (BIANCONI *et. al.*, 2007). Dentre os diversos visitantes destas partes reprodutivas, morcegos e aves desempenham papel de destaque ao contribuir para a propagação e germinação de distintos espécimes vegetais em ecossistemas naturais (PAROLIN; MIKICH; BIANCONI, 2015). Estudos recentes têm demonstrado a relevância desta interação ecológica entre dispersores e plantas, principalmente, considerando análises para técnicas de manejo e estratégias de conservação em florestas que sofreram impactos antropogênicos (BIANCONI

et. al., 2010). Sabe-se que o 1,8-cineol pode atuar como uma substância tóxica generalista em diversos tipos de herbívoros ou frugívoros, como gambás, galago-marrom (*Otolemur crassicaudatus*) e espécies de cangurus como *Macropus rufogriseus*, provocando prejuízos ao processo digestivo destes marsupiais (WIGGINS *et. al.*, 2003; MARSH *et. al.*, 2006; BEDOYA-PÉREZ *et. al.*, 2013). Foi inferido que o 1,8-cineol pode provocar efeitos antimicrobianos que promovem alterações na microbiota de mamíferos. Este efeito causa alterações ao processo de fermentação no intestino destes animais, causando prejuízos na digestibilidade, interferindo até na absorção dos nutrientes ingeridos (DUNCAN; MILNE, 1993; KYRIAZAKIS *et. al.*, 1998; YEARSLEY *et. al.*, 2006; BEDOYA-PÉREZ *et. al.*, 2013). Alguns herbívoros, como o coala (*Phascolarctos cinereus*), conseguem reverter essa toxicidade do 1,8-cineol, e ingerir quantidade significativa de folhas que contém elevado teor deste monoterpene em suas estruturas vegetativas, como espécies do gênero *Eucalyptus* (BOYLE *et. al.*, 2001; DÖRSAM *et. al.*, 2014). Um grupo de pesquisadores ao estudarem as enzimas intestinais do coala, demonstraram que cada proteína participante das rotas metabólicas de oxidação do 1,8-cineol no sistema digestório destes marsupiais, atuam de maneira significativamente específica, degradando este monoterpene em subprodutos menos tóxicos ao organismo deste folívoro (BOYLE *et. al.*, 2001). O dado trabalho demonstrou que 95% do conteúdo de 1,8-cineol ingerido, foi excretado como metabólitos menores e menos tóxicos, altamente oxidados, como Z-7-hidroxicineol e ácido-cineólico. A percentagem de 1,8-cineol excretado em metabólitos oxigenados pelos coalas diferiu consideravelmente do conteúdo de eucaliptol excretado por gambás e outros marsupiais folívoros menos adaptados a essa interação trófica (BOYLE *et. al.*, 2001). A quantidade de 1,8-cineol metabolizado por estes mamíferos foi em torno de 60%, muito abaixo dos 95% metabolizados pelas eficientes rotas enzimáticas intestinais dos coalas (BOYLE *et. al.*, 2001).

Como o 1,8-cineol foi um constituinte predominante nos OEs de diferentes estruturas e fases do órgão reprodutivo, porém não apresentou correlação com relação a frequência de visitas dos insetos, nossa hipótese é que este constituinte esteja relacionado ao processo de repelência de herbívoros, pois há um aumento gradativo nas fases iniciais de desenvolvimento das inflorescências, e diminuição considerável na última fase de desenvolvimento (frutificação). Eupatoriocromeno apresentou o mesmo padrão decrescente do 1,8-cineol nos teores dos OEs, porém, diferente do cromeno, elevado teor de 1,8-cineol foi identificado em todas as estruturas vegetativas analisadas nos espécimes de *P. mollicomum*, principalmente nas folhas senescentes, e em diferentes fases do desenvolvimento das inflorescências. Este

fato confirma nossa hipótese que o 1,8-cineol tenha papel fundamental na repelência de herbívoros em *P. mollicomum*.

Estudos anteriores, já tinham identificado a presença predominante de linalol no período vegetativo e 1,8-cineol no período reprodutivo de *P. mollicomum*, destacando a diferença biossintética, e a síntese hegemônica de 1,8-cineol nas folhas, e linalol nas inflorescências no período reprodutivo desta planta (RAMOS *et. al.*, 2020). Inclusive, os estudos de Ramos e cols. demonstraram a prevalência do 1,8-cineol nas folhas durante 24h durante o período reprodutivo de *P. mollicomum*. Os resultados desta Dissertação demonstraram por correspondência canônica e correlação de Spearman, que linalol pode ter papel principal na atração de possíveis polinizadores, e 1,8-cineol na repelência de herbívoros. Essas evidências ajudam a corroborar a hipótese de que no período reprodutivo há um padrão de conversão de recursos químicos nos diferentes órgãos, ou seja, 1,8-cineol nas folhas e linalol nos órgãos reprodutivos. Trata-se de um caso típico de compartimentalização com vistas a proteção/ reprodução. Em outras palavras, no estágio reprodutivo os constituintes químicos atuam tanto para defender os órgãos vegetais contra herbivoria, quanto para atrair polinizadores. Se as inflorescências forem atacadas nas fases iniciais de ápice da floração, as importantes estruturas reprodutivas podem não se desenvolver de maneira eficiente por ocasião dos prejuízos energéticos provocados por lesões ocasionadas aos órgãos foliares, e, conseqüentemente, prejudicarem a polinização (MC CABE; FARINA, 2010). Observações em campo também demonstram que no período vegetativo, espécimes de *Piper* são mais predadas que nas fases de ápice das florações e que há dicotomia na constituição química dos voláteis de folhas predadas e não predadas (VIEIRA *et. al.*, 2019).

Outra informação que esta coleção de bases aponta é que os constituintes mirceno e α -pineno, além de poderem atuar na atração de insetos, também podem reduzir a palatabilidade destas estruturas nas fases iniciais de desenvolvimento; além de promoverem o desenvolvimento dos órgãos florais (Figura 10).

Sabemos que os constituintes presentes nos OEs de *P. mollicomum* podem apresentar atividade na atração de insetos polinizadores (linalol), bem como atrair inimigos naturais de herbívoros (limoneno); participar do desenvolvimento ontogênico das inflorescências e possivelmente das folhas (eupatoriocromeno); e atuar na defesa das estruturas vegetativas (eupatoriocromeno e 1,8-cineol). Porém, nossa pesquisa também projetou entender outra questão: *será que a biossíntese destes constituintes sofre influência dos fatores abióticos de microclima?* Nossos resultados relacionados à correlação de Spearman apresentaram correlação negativa entre temperatura das inflorescências vs. teor percentual monoterpeno

cíclico β -pineno. Estes resultados estão de acordo com outros estudos que expõem efeitos da radiação da luz do dia e da temperatura influenciando nas degradações das moléculas de isômeros de β -pineno (SCHRADER *et. al.*, 2001; PRESTO; HUFF-HARTZ; DONAHUE, 2005; BABAR; PARK; LIM, 2017). Trabalhos publicados apresentaram definições especificadas das variações de temperatura, umidade relativa do ar, dentre outras variáveis, sobre possíveis alterações no conteúdo de α -pineno, e verificaram que este monoterpene, sofre significativa deterioração pela fotooxidação quando exposto a altas temperaturas (PRESTO; HUFF-HARTZ; DONAHUE, 2005; BABAR; PARK; LIM, 2017). Estudos mais antigos também demonstraram a ação da temperatura e radiação sobre o conteúdo de β -pineno (BATES; BEST; WILLIAMS, 1962).

Considerando radiação luminosa, sabe-se que enzimas para produção de terpenos são influenciadas pela luz, como a 1,8-cineol sintase e a linalol sintase. Análises de constituintes voláteis em três estágios do desenvolvimento *in vitro* e em campo de *Vitis vinifera* L., demonstraram que quando sucedia aumento da radiação ultravioleta B, também ocorria acréscimo significativo no teor percentual de monoterpeneos cíclicos oxigenados, como 1,8-cineol (GIL *et al.*, 2013). Em outra investigação sobre a ação da intensidade luminosa vs. constituição química dos OEs de partes vegetativas de *Ocimum basilicum* L., ficou evidenciado que o conteúdo de 1,8-cineol diminuiu, e que a quantidade de linalol aumentou de maneira significativa (CHANG *et al.*, 2008). Esse fato pode ser explicado, também, pela elevação da temperatura que causa maior volatilização de linalol, o que pode estimular a biossíntese de monoterpeneos cíclicos oxigenados como cânfora e 1,8-cineol (BARROS *et al.*, 2009).

Segundo nossos resultados, intensidade pluviométrica e umidade relativa do ar também têm forte influência diretamente proporcional sobre a constituição química de alguns monoterpeneos e sesquiterpeneos dos OEs de *P. mollicomum*. Não existem muitos estudos elencando convergências entre intensidade pluviométrica e teor de constituintes voláteis. Porém, algumas análises relacionaram essa variável climática com a produção de germacreno D, dentre outros sesquiterpeneos nos OEs de *Baccharis trimera* (Less.) DC (SILVA *et. al.*, 2007). Em períodos chuvosos, entre junho e fevereiro, algumas amostras de folhas coletadas desta espécie apontaram forte correlação canônica positiva entre precipitação e teor de sesquiterpeneos nos OEs (SILVA *et. al.*, 2007). Outros estudos também apontam alterações no conteúdo dos OEs de populações de plantas, intra- e interespecíficas, que apresentaram elevados teores de sesquiterpeneos quando submetidas a variações sazonais pluviométricas (AISSI; BOUSSAID; MESSAOUD, 2016; YOUNSI *et. al.*, 2017). Ainda sobre os efeitos da

intensidade pluviométrica sobre a constituição química dos OEs, um estudo realizado com 13 amostras de folhas de um espécime de *Osteophloeum platyspermum* (Myristicaceae), árvore pioneira e muito recorrente na floresta amazônica, apresentaram em seu conteúdo volátil substâncias como α -terpineol e β -elemeno, que apresentaram forte correlação positiva em nossa pesquisa com a variável ambiental chuva (SUFFREDINI *et. al.*, 2016). Outras investigações realizadas com OEs de *Juniperus communis* identificaram que em diferentes estações ao longo do ano, os OEs apresentaram teores significativos de α -terpineno (2,3–2,8%) e terpin-4-eol (9,1–10,5%), dentre outros monoterpenos e sesquiterpenos em períodos prolongados de alta intensidade pluviométrica (KOUNDAL *et. al.*, 2015). Estes dados corroboram com nossos achados que denotam que a expressão de α -terpineno pode estar relacionada a maior intensidade do índice pluviométrico em períodos chuvosos.

Nossos dados também propõem discutir o papel da variável ambiental velocidade do vento na biossíntese e posterior emissão dos constituintes voláteis em *P. mollicomum*. Nossos resultados presumem que o conteúdo de alguns voláteis como *Z*- β -ocimeno, eupatoriocromeno, benzoato de benzila, α -terpineno, tolualdeído e δ -cadineno podem sofrer influência positiva quando a velocidade do vento aumenta. Há certa escassez em dados da literatura sobre a correlação mencionada, principalmente, da atuação direta do vento sobre o teor dos constituintes químicos dos OEs de estruturas vegetais, porém, um estudo recente realizado com duas importantes espécies arbóreas, *Betula pendula* Roth e *Betula pubescens* Ehrh, indicaram que as taxas de emissão de monoterpenos e sesquiterpenos, aumentaram quando a velocidade do vento foi mensurada em taxas relativamente altas em *Betula pendula* Roth (RÄSÄNEN *et. al.*, 2017). Em *Betula pubescens* Ehrh, as taxas de volatilização de sesquiterpenos aumentaram quando a velocidade alcançou altas medições (RÄSÄNEN *et. al.*, 2017). Nossa hipótese sugere que a fricção ocasionada pela velocidade do vento aos tricomas glandulares permite uma maior volatilização de alguns constituintes presentes nos OEs. Como já descrito neste trabalho, a emissão e conseqüente decréscimo no conteúdo de alguns terpenos pode levar ao aumento no teor de outros (BARROS *et. al.*, 2009). Mais testes avaliando o ciclo cicardiano, conjuntamente com medições contínuas das variáveis microclimáticas poderão nos ajudar a interpretar de maneira mais eficiente estas possíveis correlações, e nos auxiliarem a corroborar ou refutar essa hipótese.

Nosso propósito posterior foi avaliar a seguinte questão: *será que as variáveis ambientais de microclima interferem conjuntamente na atividade de visitas dos potenciais polinizadores às inflorescências da planta em estudo?*

Nossos resultados relacionados à correlação de Spearman entre variáveis abióticas microclimáticas vs. frequência de visitas dos potenciais polinizadores apresentaram moderada correlação positiva entre temperatura do meio, temperatura das inflorescências e temperatura das folhas para os insetos dois (2), três (3), cinco (5) e seis (6), além de correlação positiva fraca para intensidade luminosa e frequência de visitas dos insetos quatro (4) e cinco (5). Esses resultados diferem de estudos anteriores, pois, indicam que o inseto três (3), um díptero, apresentou maior atividade de visitação em períodos relativamente quentes. Outros estudos, além de versarem sobre a ineficiência das moscas como polinizadores, discutem que estes insetos apresentam maior frequência de visitação durante estações que a temperatura e radiação do meio apresentam medições menos elevadas (VICENS; BOSCH, 2000). A frequência de visitas de grande parte dos polinizadores, principalmente abelhas, depende de valores específicos de variáveis microclimáticas para exercerem suas atividades (STONE; WILLMER, 1989). Himenópteros apresentam maior desempenho ao processo de polinização quando expostos a temperaturas relativamente mais altas (CORBET *et al.*, 1993). Alguns destes insetos, principalmente os que fazem parte do gênero *Apis*, são polinizadores ativos e extremamente efetivos. O início do forrageamento inicia-se geralmente pela manhã, quando os valores mínimos de temperatura, intensidade luminosa e radiação obtêm medições em torno de 15,5 a 18,5 graus Celsius ($^{\circ}$ C); 600 a 1.700 de intensidade luminosa (lx) e 9 a 20 de radiação (mW/ cm²), respectivamente (ABROL, 2006). Os dados deste trabalho também indicam que o decréscimo da taxa de frequência de visitas dos polinizadores é provocado pelo decaimento das médias de intensidade luminosa e radiação solar, mesmo que outras variáveis sofram alterações positivas ou negativas (ABROL, 2006). Ademais, sabemos que o aumento de temperatura, radiação e intensidade luminosa pode proporcionalmente acarretar aumento no conteúdo de néctar nas flores, o que conseqüentemente aumentaria o forrageamento de abelhas, e outros insetos, até as estruturas reprodutoras (KEASAR; SADEH; SHMIDA, 2008). Outro fator que corrobora com estes estudos é a influência da altitude sobre a atividade de visitas dos insetos. Análises realizadas nos Andes com 134 espécies distintas de plantas demonstram que as taxas de visitas diminuem significativamente em relação ao aumento da altitude (ARROYO; ARMESTO; PRIMACK, 1985). Esta observação pode ser explicada pela baixa taxa populacional de insetos em altitudes elevadas, fator gerado pelas subseqüentes temperaturas mais baixas nestes locais (ARROYO; ARMESTO; PRIMACK, 1985). Estudos que investigaram o forrageamento de abelhas em flores de cebola, *Allium cepa* L., verificaram que as atividades de coleta de pólen e néctar efetuada pelos insetos sucedia em taxas de medições específicas das variáveis ambientais de temperatura, radiação e intensidade

luminosa (ABROL, 2010). Os dados demonstram que a frequência de visita dos insetos decai de maneira proporcional ao declínio da intensidade luminosa e radiação, e aumenta na mesma proporção, quando o valor da temperatura e conteúdo de néctar aumentam (ABROL, 2010). Este estudo aponta, ainda, que a variável umidade relativa do ar correlacionou-se negativamente com a atividade de visitas dos polinizadores, corroborando com nossos achados (ABROL, 2010).

Algumas abelhas são mais eficazes em termorregular sua temperatura corporal por apresentarem padrões específicos em seus comportamentos durante o voo. Estas são mais resistentes a alterações de temperatura do que outras que não apresentam o mesmo comportamento, ou o apresentam de maneira menos eficientes (HERRERA, 1995). Estes estudos ainda demonstram que há correlação positiva entre a frequência de visitas de insetos, e aumento da temperatura interna de flores da espécie *Narcissus longispatus* Degen & Hervier ex Pugsley (HERRERA, 1995). Estes achados, além de corroborarem com nossos resultados, demonstram que alguns insetos podem obter vantagens na disputa por alimento em relação a outros, por apresentarem estratégias fisiológicas termorregulatórias que contribuem para a promoção de coletas alimentícias nas inflorescências, mesmo em condições de temperatura extremas.

Nossos dados demonstram que o inseto dois (2), uma abelha, provável *Tetragonisca angustula* (jataí), demonstrou taxas de visitação muito superiores aos outros potenciais polinizadores. Estudos inferem que os indivíduos desta espécie possuem a capacidade de manter a temperatura de suas colmeias geralmente em condições estáveis. Torres e colaboradores (2007), ao analisar a temperatura externa e interna de ninhos de abelhas, identificaram que mesmo que as partes centrais obtivessem medições da ordem de 30,3°C, as regiões mais internas, onde localizam-se as estruturas alimentícias coletadas por estes insetos, apresentam temperaturas da ordem de 19,6°C (TORRES; HOFFMANN; LAMPRECHT, 2007). Outros estudos que analisaram os serviços ecossistêmicos gerados por polinizadores em períodos quentes, demonstraram que essas atividades ecológicas eram mais eficientes em flores com temperaturas entre 24 - 30°C, ocasionando expressiva redução na atividade dos insetos quando a temperatura do meio e, conseqüentemente, das partes reprodutivas, extrapolava os 35 (RADER *et. al.*, 2013). Essa pressão negativa de temperaturas elevadas sobre a atividade dos insetos pode ser ocasionada por estratégias comportamentais de polinizadores, principalmente abelhas, que possuem o hábito de, em períodos quentes, coletar e conduzir mais água até as colmeias para favorecer sua termorregulação, reduzindo desta

forma o tempo de voo e, conseqüentemente, a atividade de visitas até as flores (COOPER *et al.*, 1985; RADER *et al.*, 2013).

Nossa hipótese sugere que o inseto dois (2), provavelmente a abelha *T. angustula*, pode apresentar adaptações comportamentais e fisiológicas que contribuem para suas altas taxas de visitas em comparação com outras abelhas e insetos que forragearam as inflorescências de *P. mollicomum* no período observado, mesmo em períodos prolongados de temperatura e intensidade luminosa mais elevadas. Como mencionado anteriormente nos resultados (tabela 14), nossas análises de correlação de Spearman sobre frequências de visitas dos insetos vs. padrão de eventos fenológicos em *P. mollicomum*, não apresentaram nenhum resultado significativo. Estas considerações inferem que *T. angustula* pode se beneficiar de variadas estratégias de comportamento e comunicação química entre abelhas de sua sociedade. Independente da influência de outras variáveis como temperatura e quantidade de inflorescências, estes insetos conseguem aumentar a frequência de forrageamento, e conseqüentemente, expandir a quantidade de alimento na colmeia, sinalizando a localização de pólen e néctar nas flores (MC CABE; FARINA, 2010).

Estas informações indicam que alterações no microclima gerados por ações antropogênicas como desmatamento, queimadas e emissão de gases que promovem efeito estufa, podem acarretar desregulações à frequência de visitas dos insetos, e gerar impactos ecológicos ao meio ambiente. Nossos dados também sugerem que em períodos quentes pode ocorrer maior volatilização dos constituintes dos OEs que atraem os insetos, auxiliando o processo de polinização e, com isso, reprodução de espécies vegetais.

Assim como no primeiro período experimental da pesquisa, os resultados dessa segunda etapa descrevem moderada correlação negativa entre umidade relativa do ar e frequência de visitas dos insetos. Esses resultados estão de acordo com estudos anteriores que demonstraram que o aumento da umidade relativa do ar acarreta prejuízos à visitação de abelhas em flores de espécimes vegetais (KLEINERT-GIOVANNINI; IMPERATRIZ-FONSECA, 1986; PEDRO, 1992; ANTONINI *et al.*, 2005).

Concluindo nossas análises e correlações, propomos relacionar se variáveis meteorológicas de microclima influenciam os padrões de eventos fenológicos. Os dados demonstraram forte correlação negativa entre queda foliar e temperatura (°C); forte correlação positiva entre chuva (mm) e brotamento de folhas; além de forte correlação negativa entre intensidade luminosa e brotamento. Alguns estudos demonstraram que quedas bruscas na temperatura podem acarretar lesões nas folhas de espécies vegetais, aumentando de maneira direta a abscisão foliar (MAEKAWA *et al.*, 1987; YUN *et al.*, 1996), o que corrobora com

nossos achados. Além do mais, sabemos que exposição de plantas a elevada intensidade luminosa, e períodos prolongados de estresse hídrico, podem acarretar alterações prejudiciais ao ciclo de floração de algumas espécies (WRIGHT; VAN SCHAİK, 1994). Outros trabalhos, que analisaram a fenologia reprodutiva e vegetativa de diferentes espécies de *Piper*, descreveram que o brotamento foliar destas plantas, sofrem prejuízos significativos em períodos prolongados de estresse hídrico, tendo seu pico de brotação aumentada em estações chuvosas (THIES; KALKO, 2004), fato que também respalda nossos achados.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nessa investigação permitem concluir:

- O estudo experimental (outubro de 2019 a fevereiro de 2020) das interações inseto-planta em *P. mollicomum*, com base em componentes voláteis, demonstrou que os monoterpenos 1,8-cineol e linalol, como também o sesquiterpeno *E*-nerolidol, apresentaram correlações positivas entre biossíntese destes constituintes, e atividade de visitas de potenciais polinizadores. Estes dados inferem que estas substâncias atuam para auxiliar a atração de abelhas até as inflorescências. Nossos resultados permitem sugerir, pela primeira vez para a espécie, que o sesquiterpeno oxigenado *E*-nerolidol pode atuar sinergicamente com outros constituintes para atrair polinizadores;
- O teor percentual relativo do germacreno D apresentou correlação negativa com a frequência de visitas dos potenciais polinizadores. Este fato infere que germacreno D pode agir diretamente para afastar insetos das estruturas vegetativas de *P. mollicomum*, bem como atuar para evitar a ovoposição de mariposas, o que consequentemente ajuda a prevenir a herbivoria;
- Os resultados demonstraram que quando há maiores quantidades de inflorescências em antese, ocorre dicotomia biossintética nos órgãos: teores percentuais elevados de linalol nas inflorescências vs. 1,8-cineol nas folhas. Este dado sugere, conjuntamente com dados da literatura, que essa dicotomia pode ser influenciada pela síntese da enzima linalol-sintase nas inflorescências e 1,8-cineol-sintase nas folhas;
- Os resultados indicaram, ainda, que no período de predominância igualitária entre inflorescências e infrutescências, o percentual do eupatoriocromeno aumentou, levando à separação das infrutescências e inflorescências no mês de janeiro 2020 dos demais, o que sugere pela primeira vez que essa substância está diretamente relacionada à proteção dos órgãos reprodutivos;
- Nossos resultados demonstraram forte correlação negativa entre umidade relativa do ar e frequência de visitas de abelhas às inflorescências de *P. mollicomum*;

- Outras correlações de clima e visitas de insetos permitem inferir que os insetos são mais atraídos até as plantas em períodos quentes, sendo que este fato ocorre pela intensa volatilização dos constituintes químicos que atraem estes visitantes;
- Variáveis meteorológicas de microclima não somente estimulam a atividade de visitas de polinizadores até as inflorescências de *Piper*, como podem influenciar na biossíntese de constituintes voláteis;
- Nossas análises de correlação de Spearman sobre frequências de visitas dos insetos vs. padrão de eventos fenológicos em *P. mollicomum*, não apresentaram nenhum resultado significativo. Essas considerações inferem que algumas espécies de potenciais polinizadores podem se beneficiar de variadas estratégias de comportamento e comunicação química entre indivíduos em sua sociedade na busca por recursos nutritivos nas inflorescências;
- No segundo período da pesquisa (setembro de 2020 a janeiro de 2021), identificamos que alguns constituintes dos OEs das inflorescências maduras de *P. mollicomum* apresentaram correlação positiva com a atividade de visitas dos potenciais polinizadores. Esses resultados demonstram pela primeira vez de maneira explícita e notória, que tanto monoterpenos quanto sesquiterpenos podem atuar conjuntamente na atração de insetos polinizadores em *P. mollicomum*;
- Nossos resultados permitem inferir que o limoneno pode atuar contra herbivoria em uma interação tritrófica, planta-herbívoro-carnívoro, atraindo inimigos naturais de herbívoros que predam folhas de *Piper*, ou atuando diretamente para afastar estes herbívoros. Além disso, também é possível sugerir que o 1,8-cineol pode ter atuação direta contra herbivoria, causando prejuízos digestivos em animais folívoros; e que o eupatoriocromeno pode participar do desenvolvimento ontogênico das inflorescências, e possivelmente, das folhas, além de atuar na defesa destas estruturas vegetativas;
- As análises de correlação de Spearman entre variáveis meteorológicas de microclima vs. padrões de eventos fenológicos demonstraram forte correlação negativa entre queda foliar e temperatura (°C). Essas análises também demonstram uma forte correlação positiva entre chuva (mm) e brotamento de folhas; e por último, forte correlação negativa entre intensidade luminosa e brotamento; estes achados corroboram com estudos anteriores que demonstram que fatores abióticos podem influenciar nos padrões das fenofases vegetais.

REFERÊNCIAS

- ABDELSATAR, M. A.; EL-HALIME, A. A. A.; IBRAHIM, S. E. L. Genetic variability and selection criteria of some sunflower genotypes under different pollination methods. **Acta Agricultura e Slovenica**, v. 116, n. 1, p.1552, 2020.
- ABROL, D. P. Diversity of pollinating insects visiting litchi flowers (*Litchi chinensis* Sonn.) and path analysis of environmental factors influencing foraging behaviour of four honeybee species. **Journal of Apicultural Research**, 45(4), 180–187, 2006.
- ABROL, D. P. Foraging behaviour of *Apis florea* F., an important pollinator of *Allium cepa* L. **Journal of Apicultural Research**, v. 49(4), p. 318–325, 2010.
- ADAMS, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Ed. IV, **Allured Bus**, 2009.
- AIDE, T. M. Patterns of leaf development and herbivory in a tropical understory community. **Ecology**, v. 74, n. 2, p. 455–466, 1993.
- AISSI, O.; BOUSSAID, M.; MESSAOUD, C. Essential oil composition in natural populations of *Pistacia lentiscus* L. from Tunisia: Effect of ecological factors and incidence on antioxidant and antiacetylcholinesterase activities. **Industrial Crops and Products**, v. 91, p. 56–65, 2016.
- ALBIERO, A. L. M.; ADELITA, A.S.; PAOLI, L. A.; SOUZA, K. S.M. M. Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper hispidum* Sw. (Piperaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 16, n. 3, p. 379-391, 2006.
- ALVES, M. N.; SARTORATTO, A.; TRIGO, J. R. Scopolamine in *Brugmansia suaveolens* (Solanaceae): defense, allocation, costs, and induced response. **Journal of Chemical Ecology**, v. 33, p. 297–309, 2007.
- ANDRADE, E. H. A.; GUIMARÃES, E. F.; MAIA, J. G. S. **Variabilidade química de OE de espécies de Piper da Amazônia**. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil, 2009.
- ANTONINI, Y.; SOUZA, H. G.; JACOBI, M. C.; FÁBIO, E. B. Behavior and bionomy Diversidade e Comportamento dos Insetos Visitantes Florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma Área de Campo Ferruginoso, Ouro Preto, MG. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 4, p. 555-564, 2005.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1- 20, 2016.

ARIAS, T.; WILLIAMS J. H. Embryology of *Manekia naranjoana* (Piperaceae) and the origin of tetrasporic, 16-nucleate female gametophytes in Piperales. **American Journal of Botany**, v. 95, n. 3, p. 272-285, 2008.

ARROYO, M. T. K.; ARMESTO, J. J.; PRIMACK, R. B. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of central Chile II. effect of temperature on visitation rates and pollination possibilities. **Plant Systematics and Evolution**, v. 149, p. 187–203, 1985.

ASHMAN, T.; KNIGHT, T. M.; STEETS, J. A.; PRIYANGA, A.; BURD, M.; CAMPBELL, D. R.; DUDASH, M. R.; JOHNSTON, M. O.; MAZER, S. J.; MITCHELL, R. J.; MORGAN, M. T.; WILSON, W. G. Pollen Limitation of Plant Reproduction: Ecological and Evolutionary Causes and Consequences. **Ecology**, v. 85, n. 9, p. 2408-2421, 2004.

BABAR, Z. B.; PARK, J. H.; LIM, H. J. Influence of NH₃ on secondary organic aerosols from the ozonolysis and photooxidation of α -pinene in a flow reactor. **Atmospheric Environment**, v. 164, p. 71–84, 2017.

BAPTISTA, J.; MONSALVE, M.; ALONSO, M.; ÁVILA, J.; USUBILLAGA, A. Ensayos de actividad antialimentaria sobre *Tribolium castaneum* y *Sitophilus oryzae* de algunos derivados del entkaureno. **Ciencia**, vol, 15, pp. 248-258, 2007.

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.

BARROS, F.; ZAMBARDA, E.; HEINZMANN, B. Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenóides presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) n.e. brown (Verbenaceae). **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 861–867, 2009.

BATES, T. H.; BEST, J. V. F.; WILLIAMS, T. F. The radiation chemistry of β -pinene. **J. Chem. Soc.**, p. 1531–1540, 1962.

BECKMAN, C. H. Phenolic-storing cells: keys to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defence responses in plants? **Physiological and Molecular Plant Pathology**. v. 57, n. 3, p. 101-110, 2000.

BECKMAN, N. G. The distribution of fruit and seed toxicity during development for eleven Neotropical trees and vines in Central Panama. **PLoS One**, v. 8, p. 1–19, 2013.

BEDOYA-PÉREZ, M. A.; ISLER, I.; BANKS, P. B.; MCARTHUR, C. Roles of the volatile terpene, 1,8-cineole, in plant–herbivore interactions: a foraging odor cue as well as a toxin? **Oecologia**, v. 174(3), p. 827–837, 2013.

BEGO, L. R.; MAETA, Y.; TEZUKA, T.; ISHIDA, K. Floral Preference and Flower Constancy of a Brazilian Stingless Bee *Nannotrigona testaceicornis* Kept in a Greenhouse (Hymenoptera, Apidae). **Bulletin of the Faculty of Agriculture Shimane University**, v. 23, n. 23, p. 46-54, 1989.

BERGSTRÖM, G. & TENGÖ, J. Linalol in mandibular gland secretion of *Colletes* bees (Hymenoptera: Apoidea). **Journal of Chemical Ecology**, v. 4, p. 447-449, 1978.

BERTIN, R. I.; NEWMAN, C. M. Dichogamy in angiosperms. **The Botanical Review**, v. 59, p. 112-152, 1993.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of Fruit-Eating Bats with Essential Oils of Fruits: A Potential Tool for Forest Restoration. **Biotropica**, 39(1), 136–140, 2007.

BIANCONI, G. V.; SUCKOW, U. M. S.; CRUZ-NETO, A. P.; MIKICH, S. B. Use of Fruit Essential Oils to Assist Forest Regeneration by Bats. **Restoration Ecology**, 20(2), 211–217, 2010.

BIESMEIJER, J. C.; ROBERTS, S. P. M.; REEMER, M.; OHLEMÜLLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A. P.; POTTS, S. G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J.; KUNIN, W. E. Parallel Declines in Pollinators and Insect-pollinated Plants in Britain and the Netherlands. **Science**, v. 313, n. 5785, p. 351-354, 2006.

BLANDE, J. D. & GLINWOOD, R. Deciphering chemical language of plant communication. **Springer**, v. 1, pp 319-326, 2016.

BOACHON, B.; JUNKER, R. R.; MIESCH, L.; BASSARD, J. E.; HÖFER, R.; CAILLIEAUDEAUX, R.; WERCK-REICHHART, D. CYP76C1 (Cytochrome P450)-Mediated linalol metabolism and the formation of volatile and soluble óxido de linalols in Arabidopsis Flowers: a strategy for defense against floral antagonist. **The Plant Cell**, v. 27, p. 2972-2990, 2015.

BONAMIN, F. Atividade antiulcerogênica e avaliação dos mecanismos de ação antiulcerogênicos do β -Mirceno. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, **Instituto de Biociências**, Botucatu, 2010.

BORG-KARLSON, A. K.; TENGÖ, J.; VALTEROVÁ, I.; UNELIUS, C. R.; TAGHIZADEH, T.; TOLASCH, T.; FRANCKE, W. (S) (+)-Linalol, a Mate Attractant Pheromone Component in the Bee *Colletes cunicularius*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 29, n. 1, p. 1–14, 2003.

BORG-KARLSON, A. K.; UNELIUS, C. R.; VALTEROVA, I.; NILSSON, L. A. Floral fragrance chemistry in the early flowering shrub *Daphne mezereum*. **Phytochemistry**, v. 41, p. 1477–1483, 1996.

BOYLE, R.; MCLEAN, S.; FOLEY, W.; DAVIES, N. W.; PEACOCK, E. J.; MOORE, B. Metabolites of dietary 1,8-cineole in the male koala (*Phascolarctos cinereus*). **Comparative Biochemistry and Physiology. Toxicology & Pharmacology**, v. 129(4), p. 385–395, 2001.

- BREUER, M.; SCHMIDT, G.H. Influence of a short period treatment with *Melia azedarach* extract on food intake and growth of the larva of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lep., Noctuidae). **Journal of Plant Diseases Protection**, v. 102, n. 6, p. 633-654, 1995.
- BRITO, M. R.; SENNA-VALLE, L. Plantas medicinais utilizadas na comunidade Caiçara da Praia do Sono, Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 25, n. 2, p. 363-372, 2011.
- BROWN, P. D.; TOKUHISA, J. G.; REICHELT, M.; GERSHENZON, J. Variation of glucosinolate accumulation among different organs and developmental stages of *Arabidopsis thaliana*. **Phytochemistry**, v. 62, n. 3, p. 471–481, 2003.
- BUDHAGATAPALLI, N.; HALBACH, T., H. S.; BÜCHNER, H.; MÜLLER, A. E.; KUMLEHN, J. Site-directed mutagenesis in bread and durum wheat via pollination by cas9/guide RNA-transgenic maize used as haploidy inducer. **Plant Biotechnology Journal**, v. 18, n. 12, p. 2376-2378, 2020.
- BURKLE, L. A.; RUNYON, J. B. Drought and leaf herbivory influence floral volatiles and pollinator attraction. **Global Change Biology**, v. 22(4), p. 1644–1654, 2016.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.
- CAPPS, E.; PAGE, T. E.; ROUSE, W. H. D. **Enquiry into plants and minor works on odours and weather signs Theophrastus**. London: William Heinemann, New York: G.P. Putnam's Sons, p. 499, 1916.
- CARVALHO, S. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; BUENO-FILHO, J. S. S.; BAPTISTA, A. P. B. Toxicidade de Acaricidas/Inseticidas Empregados na Citricultura para a Abelha Africanizada *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 4, p. 595-603, 2009.
- CASIDA, J.; QUISTAD, G. Golden Age of Insecticide Research: Past, Present, or Future? **Annual Review of Entomology**, v. 43, n. 1, p. 1-16, 1998.
- CAZETTA, E.; SCHAEFER, H. M.; GALETTI, M. Does attraction to frugivores or defense against pathogens shape fruit pulp composition? **Oecologia**, v. 155, p. 277–286, 2008.
- CEOLE, L. F.; CARDOSO, M. D.; SOARES, M. J. E-nerolidol, the main constituent of *Piper aduncum* essential oil, has anti-*Leishmania braziliensis* activity. **Parasitology**, v. 144, n. 9, p. 1179-1190, 2017.
- CHA, D. H.; NOJIMA, S.; HESLER, S. P.; ZHANG, A.; LINN, C. E.; ROELOFS, W. L.; LOEB, G. M. Identification and Field Evaluation of Grape Shoot Volatiles Attractive to Female Grape Berry Moth (*Paralobesia viteana*). **Journal of Chemical Ecology**, v. 34, n. 9, p. 1180–1189, 2008.

CHAN, A. A. Q.; AZIZ, S. A.; CLARE, E. L.; COLEMAN, J. L. Diet, ecological role and potential ecosystem services of the fruit bat, *Cynopterus brachyotis*, in a tropical city. **Urban Ecosystems**, 2020.

CHAN, W. K.; TAN, L. T. H.; CHAN, K. G.; LEE, L. H.; GOH, B. H. E-nerolidol: A Sesquiterpene Alcohol with Multi-Faceted Pharmacological and Biological Activities. **Molecules**, v. 21, n. 5, p. 529, 2016.

CHANG, X.; ALDERSON, P. G.; WRIGHT, C. J. Solar irradiance level alters the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its content of volatile oils. **Environ. Exp. Bot.**, v. 63, p. 216–223, 2008.

CHAPLIN-KRAMER, R.; DOMBECK, E.; GERBER, J.; KNUTH, A. K.; MUELLER, D. N.; MUELLER, M.; GUY, Z.; ALEXANDRA-MARIA, K. Global malnutrition overlaps with pollinator dependent micronutrient production. **Proceedings of the Royal Society Biological Sciences**, v. 281, n. 1794, p. 1471-2954, 2014.

CHAVES, T. P. **Variação sazonal na produção de metabólitos secundários e na atividade antimicrobiana de espécies vegetais do semiárido brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, p. 78, 2012.

CHEN, Y. S.; DAYOD, M.; TAWAN, C. S. Anther Dehiscence, Pollen Viability and Stigma Receptivity Study on Cultivars of Black Pepper (*Piper nigrum* L.). **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, v. 41, n. 2, p. 801 – 814, 2018.

CHOU, C. Biochemical interactions among plants: Allelopathy as ecosystem regulator. **Medical and Health Sciences**, v. 5, p. 187, 2010.

Chromenes and benzofurans from *Encelia* (Asteraceae). **Phytochemistry**, v. 24, p. 1949-195, 1985.

CIPOLLINI, M. L. Secondary metabolites of vertebrate-dispersed fruits: evidence for adaptive functions. **Revista Chilena de História Natural**, v. 73, p. 421–440, 2000.

CIPOLLINI, M. L.; PAULK, E.; MINK, K.; VAUGHN, K.; FISCHER, T. Defense tradeoffs in fleshy fruits: effects of resource variation on growth, reproduction, and fruit secondary chemistry in *Solanum carolinense*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 30, p. 1–17, 2004.

CLELAND, E.; CHUINE, I.; MENZEL, A.; MOONEY, H.; SCHWARTZ, M. Shifting plant phenology in response to global change. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 22, p. 7, p. 357-365, 2007.

COCKERELL, T. D. A. Descriptions of New Bees Collected by H. H. Smith in Brazil. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, p. 336-337, 1900.

COCUCCI, A. E.; MARIATH, J. E. A. **Gametogenese, fecundacao, selecao do gametofito mais apto, embriogênese e diásporo maduro**. Porto Alegre, Ed. Artmed., p. 15-30, 2004.

COCUCCI, A.E.; MARIATH, J. E. A. Sexualidade das plantas. **Ciência Hoje**, v. 18, p. 51-61, 1995.

COLE, L.; NICHOLSON, R.; CASIDA, J. Action of Phenylpyrazole Insecticides at the Gaba-gated Chloride Channel. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 46, n. 1, p. 47-54, 1993.

COLEY, P. D.; BARONE, J. A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 27, p. 305–335, 1996.

COMBA, L. Flowers, Nectar and Insect Visits: Evaluating British Plant Species for Pollinator-friendly Gardens. **Annals of Botany**, v. 83(4), p. 369–383, 1999.

CONNAHS, H.; RODRÍGUEZ-CASTAÑEDA, G.; WALTERS, T.; WALLA, T.; DYER, L. Geographic Variation in Host-Specificity and Parasitoid Pressure of an Herbivore (Geometridae) Associated with the Tropical Genus Piper (Piperaceae). **Journal of Insect Science**, v. 9, n. 1, p. 1–11, 2009.

COOPER P. D.; SCHAFFER W. M.; BUCHMANN S. L. Temperature regulation of honey bees (*Apis mellifera*) foraging in the Sonoran desert. **Journal of Experimental Biology**, v. 114, p. 1-15, 1985.

CORBET, S.A.; FUSSELL, M.; AKC, R.; FRASER, A.; GUNSON, C.; SAVAGE, A.; SMITH, K. Temperature and the pollinating activity of social bees. **Ecological Entomology**, v. 18, p. 17-30, 1993.

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.

CORRÊA, M. P.; PENA, L. A. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**, Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, v. 4, 1984.

COSMO, L. G.; NASCIMENTO, A. R.; COGNI, R; FREITAS, A. V. L. Temporal distribution in a tri-trophic system associated with *Piper amalago* L. in a tropical seasonal forest. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 13, p. 647–652, 2019.

CRAVEIRO, A. A.; MACHADO, M. L. L. De aromas, insetos e plantas. **Ciência Hoje**, v. 4, p. 54-63, 1986.

CREMASCO, M. A.; BRAGA, N. P. Isomerização do óleo essencial de pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C. DC) para a obtenção de isosafrol. **Acta Amazonica**, v.40, n.4, 2010.

CRISTIAN, F. L.; ROLANDELLI, G.; MSHICILELI, N.; NORAH V. L.; SANTOS, F. C.; VAN W. J.; DEL PILAR, B. M. Antioxidant and anti-glycation potential of green pepper (*Piper nigrum*): optimization of β -cyclodextrin-based extraction by response surface methodology. **Food Chemistry**, v. 316, p. 126-280, 2020.

CRUZ, A. S. **Estudos sobre Efeitos Toxicológicos na Morfologia de Órgãos de Larvas de Operárias de *Apis mellifera***. Monografia (Graduação): Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2007.

CUNNINGHAM, S. A. Depressed pollination in habitat fragments causes low fruit set. **Proceedings of the Royal Society**, v. 267, p. 1149-1152, 2000.

CURVELO, J. A. R.; MARQUES, A. M.; BARRETO, A. L. S.; ROMANOS, M. T. V.; PORTELA, M. B.; KAPLAN, M. A. C.; SOARES, R. M. A. A novel E-nerolidol-rich essential oil from *Piper clausenianum* modulates *Candida albicans* biofilm. **Journal of Medical Microbiology**, v. 63, n. 5, p. 697–702, 2014.

D’AMATO, C.; TORRES, J.; MALM, O. DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano): Toxicidade e Contaminação Ambiental: uma Revisão. **Química Nova**, v. 25, n. 6, p. 995-1002, 2002.

DAHAM, S. S.; TABANA, Y. M.; SANDAI, D.; AHMED, M. A.; ABDUL, M. In vitro anti-cancer and anti-angiogenic activity of essential oils extracts from Agarwood (*Aquilaria crassna*). **Medicinal & Aromatic Plants**, v. 5, n. 4, p. 256-266, 2016.

DE BARROS, F.; ZAMBARDA, E.; HEINZMANN, B. Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenóides presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) n.e. brown (Verbenaceae). **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 861-867, 2009.

DEL ROSARIO, C. L.; CHIAPPERO, J.; PALERMO, T. B.; GIORDANO, W.; BANCHIO, E. Impact of Soil Rhizobacteria Inoculation and Leaf-Chewing Insect Herbivory on *Mentha piperita* Leaf Secondary Metabolites. **Journal Chemical Ecology**, v. 46, p. 619–630, 2020.

DENLINGER, D. L. Why study diapause? **Entomological Research**, v. 38, n.1, p. 1–9, 2008.

DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach**, 2 ed, Chinchester: John Wiley & Sons LTDA, p. 507, 2002.

FLORA DO BRASIL 2020. Em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>, v. 6, n. 09, p. 2018, 2018.

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, 1963.

DÖRSAM, B.; WU, C. F.; EFFERTH, T.; KAINA, B.; FAHRER, J. The eucalyptus oil ingredient 1,8-cineol induces oxidative DNA damage. **Archives of Toxicology**, v. 89(5), p. 797–805, 2014.

DUARTE, M. C. T.; DELARMELENA, C.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORATTO, A.; REHDER, V. L. G. Effects of essential oils from medicinal plants used in Brazil against *Escherichia coli*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, p.139-143, 2006.

DUCKE, A. **Neue Beobachtungen über die Bienen der Amasonslander**. Allgemeine Zeitschrift für Entomologie, v. 2, p. 51-60, 1906.

DUDAREVA, N.; CSEKE, L.; BLANC, V. M.; PICHERSKY, E. Evolution of floral scent in *Clarkia*: novel patterns of S-linalol synthase gene expression in the *C. breweri* flower. **Plant Cell**, v. 8, p. 1137–1148, 1996.

DUDAREVA, N.; KLEMPIEN, A.; MUHLEMANN, J. K.; KAPLAN, I. Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. **New Phytologist**, v. 198, n. 1, p. 16–32, 2013.

DUNCAN, A. J.; MILNE, J. A. Effects of oral administration of brassica secondary metabolites, allyl cyanide, allyl isothiocyanate and dimethyl disulphide, on the voluntary food intake and metabolism of sheep. **J nutr**, v. 70, p. 631–645, 1993.

DYER, L. A.; COLEY, P. D. Latitudinal gradients in tritrophic interactions. **Multitrophic level interactions**, Cambridge University, p. 67-80, 2001.

DYER, L. A.; DODSON, C. D.; BEIHOFFER, J.; LETOURNEAU, D. K. Trade-offs in antiherbivore defenses in *Piper cenocladum*: ant mutualists versus plant secondary metabolites. **Journal of Chemical Ecology**, v. 27, p. 581–592, 2001.

DYER, L. A.; RICHARDS, J.; DODSON, C. D. Isolation, synthesis and evolutionary ecology of Piper amides. **Piper: A model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution**, p. 117-134, NY, 2004.

DYER, L. A.; SINGER, M. S.; LILL, J. T.; STIREMAN, J. O.; GENTRY, G. L.; MARQUIS, R. J.; RICKLEFS, R. E.; GREENEY, H. F.; WAGNER, D. L.; MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R.; KURSAR, T. A.; COLEY, P. D. Host specificity of Lepidoptera in tropical and temperate forests. **Nature**, v. 448, p. 696-700, 2007.

DYER, L.A.; LETOURNEAU, D. K.; DODSON, C. D.; TOBLER, M. A.; STIREMAN, J. O.; HSU, A. Ecological causes and consequences of variation in defensive chemistry of a Neotropical shrub. **Ecology**, v. 85, n. 10, p. 2795-2803, 2004.

EILERS, E. J.; KREMEN, C.; GREENLEAF, S. S.; GARBER, A. K.; KLEIN, A. M. Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. **Plos One Collection**, v. 6, n. 6, 2011.

ELBERT, A.; HAAS, M.; SPRINGER, B.; THIELERT, W.; NAUEN, R. Applied Aspects of Neonicotinoid Uses in Crop Protection. **Pest Management Science**, v. 64, n. 11, p. 1099-1105, 2008.

ELLIS, R. H.; WHEELER, T. R.; HADLEY, P. Effect of high temperature stress at anthesis on grain yield and biomass of field-grown crops of wheat. **Annals of Botany**, v. 82, n. 5, p. 631-639, 1998.

ELZINGA, J. A.; ATLAN, A.; BIERE, A.; GIGORD, L.; WEIS, A. E.; BERNASCONI, G. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 22, n. 8, p. 432-439, 2007.

- ENDRESS, P. K. The evolution of floral biology in basal angiosperms. **The Royal Society**. v. 365, n. 1539, p. 411-421, 2010.
- ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. New York, Cambridge University Press, 1994.
- EYDE, R.H. The foliar theory of the flower. **American Scientist**, v. 63, p. 430, 1975.
- FAEGRI, K.; PIJL, L.; VAN, D. **The Principles of Pollination Ecology**. 3rd ed., Oxford, Pergamon, 1979.
- FAHN, A. **Plant Anatomy**, 4th ed, Oxford, Pergamon Press, 1990.
- FATIMA, Z.; AHMED, M.; HUSSAIN, M; ABBAS, G.; UL-ALLAH, S.; AHMAD, S.; AHMED, N.; MUHAMMAD, A. A.; GHULAM, S.; EHSAN, H.; PAKEEZA, I.; SAJJAD, H. The fingerprints of climate warming on cereal crops phenology and adaptation options. **Scientific Reports**, v. 10, 2020.
- FATUMBI, P. V. **Ewé: uso das plantas na sociedade Iorubá**. São Paulo: Cia das Letras, 1995.
- FERREIRA, R. A. C. **Análise Morfológica e Histoquímica do Corpo Gorduroso e dos Túbulos de Malpighi de Operárias Adultas de *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) (Hymenoptera, Apidae) Tratadas com Fipronil e Ácido Bórico**. Dissertação (Mestrado) – Ciências Biológicas, ênfase em Biologia Celular e Molecular, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2010.
- FIGUEIREDO, R. A.; SAZIMA, M. Phenology and Pollination Biology of Eight *Peperomia* Species (Piperaceae) in Semideciduous Forests in Southeastern Brazil. **Plant Biology**, v. 9, n. 1, p. 136–141, 2007.
- FIGUEIREDO, R. A.; SAZIMA, M. Pollination biology of Piperaceae species in southeastern Brazil. **Annals of Botany**, v. 85, n. 4, p. 455-460, 2000.
- FINCHER, R. M.; DYER, L. A.; DODSON, C. D.; RICHARDS, J. L.; TOBLER, M. A.; SEARCY, J.; MATHER, J. E.; REID, A. J.; ROLIG, J. S.; PIDCOCK, W. Inter- and Intraspecific Comparisons of Antiherbivore Defenses in Three Species of Rainforest Understory Shrubs. **Journal of Chemical Ecology**, v. 34, p. 558-574, 2008.
- FLEMING, T. H. Coexistence of five sympatric *Piper* (Piperaceae) species in a tropical dry forest. **Ecology**, v. 66, n. 3, p. 688–700, 1985.
- FLEMING, T. H. Fecundity, fruiting pattern, and seed dispersal in *Piper amalago* (Piperaceae), a bat-dispersed tropical shrub. **Oecologia**, v. 51, p. 42–46, 1981.
- FONSECA, A. C. C.; QUEIROZ, L. N.; SALES, F. J.; JESSÉ, R. Y.; MESQUITA, M. A.; WERMELINGER, G. F. PONTES, B.; MOREIRA, D. L.; ROBBS, B. K. Cytotoxic effect of pure compounds from *Piper rivinoides* Kunth against oral squamous cell carcinoma. **Natural Product Research**, p. 1–5, 2020.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.

FRIESE, H. **Deutsche Entomologische Zeitschrift**, v. 56, p. 693-711, 1910.

FUJITA, Y.; KOEDUKA, T.; AIDA, M.; SUZUKI, H.; IJIMA, Y.; MATSUI, K. Biosynthesis of volatile terpenes that accumulate in the secretory cavities of young leaves of *Japanese pepper* (*Zanthoxylum piperitum*): Isolation and functional characterization of monoterpene and sesquiterpene synthase genes. **Plant Biotechnology**, v. 34, p. 17-28, 2017.

GAGO, J.; DALOSO, D. M.; FIGUEROA, C. M.; FLEXAS, J.; FERNIE, A. R.; NIKOLOSKI, Z. Relationships of Leaf Net Photosynthesis, Stomatal Conductance, and Mesophyll Conductance to Primary Metabolism: A Multispecies Meta-Analysis Approach. **Plant Physiology**, v. 171, n. 1, p. 265–279, 2016.

GAIA, A. M.; YAMAGUCHI, L. F.; GUERRERO-PERILLA, C.; KATO, M. J. Ontogenetic Changes in the Chemical Profiles of *Piper* Species. **Plants**, v. 10(6), p. 1085, 2021.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE J.; VAISSIERE B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810–821, 2009.

GARCÍA, A. A.; CARRIL, E. P. U. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca**, v. 2, n. 3, p. 119-145, 2009.

GIL, M.; BOTTINI, R.; BERLI, F.; PONTIN, M.; SILVA, M. F.; PICCOLI, P. Volatile organic compounds characterized from grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Malbec) berries increase at pre-harvest and in response to UV-B radiation. **Phytochemistry**, v. 96, p. 148–157, 2013.

GILBERT, O. L. **The Ecology of Urban Habitats**. London, 1991.

GIULIANI, C.; ASCRIZZI, R.; LUPI, D.; TASSERA, G.; SANTAGOSTINI, L.; GIOVANETTI, M.; FICO, G. *Salvia verticillata*: Linking glandular trichomes, volatiles and pollinators. **Phytochemistry**, v. 155, p. 53-60, 2018.

GLASSMIRE, A. E.; PHILBIN, C.; RICHARDS, L. A.; JEFFREY, C. S.; SNOOK, J. S.; DYER, L. A. Proximity to canopy mediates changes in the defensive chemistry and herbivore loads of an understory tropical shrub, *Piper kelleyi*. **Ecology Letters**, v. 22, n. 2, p. 332-341, 2018.

GOODY, J. **The culture of flowers**. Cambridge, Cambridge University Press, p. 480, 1993.

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**, v. 63, n. 37, p. 3-9, 1985.

- GUIMARÃES, E. F.; CARVALHO-SILVA, M.; MEDEIROS, E. V. S. S.; MONTEIRO, D.; QUEIROZ, G. A. Piperaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB190>, 2021
- 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. **Rodriguesia**, v. 57, n. 3, p. 567-587, 2006.
- HARBORNE, J. B. **The Flavonoids: advances in research since 1986**. London, Chapman and Hall, p. 676, 1993.
- HARISH, C. A.; ALOK, M. Essential oil profile of wild and cultivated accession of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) from Uttarakhand region. **Medicinal Chemistry**, v. 8, p. 413-414, 2018.
- HEIL, M. Indirect defence via tritrophic interactions. **New Phytologist**, v. 178, n. 1, p. 41-61, 2008.
- HERNÁNDEZ-ALTAMIRANO, J. M.; UGIDOS, I. F.; PALAZÓN, J.; BONFILL, M.; GARCÍA-ANGULO, P.; ÁLVAREZ, J.; ENCINA, A. Production of Encecalin in Cell Cultures and Hairy Roots of *Helianthella quinquenervis* (Hook.) A. Gray. **Molecules**, v. 25(14), p. 3231, 2020.
- HLAVÁČOVÁ, M.; KLEM, K.; SMUTNÁ, P.; ŠKARPA, P.; HLAVINKA, P.; NOVOTNÁ, K.; RAPANTOVÁ, B.; TRNKA, M. Effect of heat stress at anthesis on yield formation in winter wheat. **Plant Soil Environ**, v. 63, n. 3, p. 139-144, 2017.
- HOLMSTEDT, B.; WASSÉN, S. H.; SCHULTES, R. E. Jaborandi: an interdisciplinary appraisal. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 1, n. 1, p. 3-21, 1979.
- HUNG, K. L. J.; KINGSTON, J. M.; ALBRECHT, M.; HOLWAY, D. A.; KOHN, J. R. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. **Proceedings of the Royal Society Biological Sciences**, v. 285, p. 1870, 2018.
- HURTADOA, M. A. G.; JUDIT, A. A.V.; CAMPOSA, J. B. G.; YLIANA, L. C.; GABRIELA, R. G.; CARLOS, M. C. G. R.; ROSA, E. R. X-Ray diffraction and NMR studies of two chromenes from the reoots of *Ageratina arsenei*. **Revista Latino Americana de Química**, vol.40, no.3, 2012.
- HÜSNÜ, K.; BAŞER, C.; DEMIRCI, F. Chemistry of essential oils. **Fragrance and Flavours**, Springer, Berlin, Germany, p. 25-30, 2007.
- HYLES, J.; BLOOMFIELD, M. T.; HUNT, J. R.; TRETOWAN, R. M.; TREVASKIS, B. Phenology and related traits for wheat adaptation. **Heredity**, v. 125, p. 417-430, 2020.

IASON, G. R.; DICKE, M.; HARTLEY, S. E. **The ecology of plant secondary metabolites: from genes to global processes**. Cambridge University Press, Cambridge, 2012.

IRWIN, R. E.; ADLER, L. S.; BRODY, A. K. The dual role of floral traits: pollinator attraction and plant defense. **Ecology**, v. 85, p. 1503–1511, 2004.

ISMAN, M. B.; PROKSCH, P. Deterrent and insecticidal
ISMAN, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 45-66, 2006.

JARDIM, J. U. G. **Estudo fitoquímico das raízes de *Piper mollicomum* Kunth**. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p. 174, 2012.

JHA, S.; KREMEN, C. Resource diversity and landscape-level homogeneity drive native bee foraging. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA**, v. 110, p. 555–558, 2013.

JOHANSEN, C. Pesticides and Pollinators. **Annual Review of Entomology**, v. 22, n. 1, p. 177-192, 1977.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. 3^a ed. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA, 2007.

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

JUNKER, R. R.; GERSHENZON, J.; UNSICKER, S. B. Floral odor bouquet loses its ant repellent properties after inhibition of terpene biosynthesis. **J. Chem. Ecol.** v. 37, p. 1323–1331, 2011.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W.; WASER, N. M. Endangered Mutualisms: the Conservation of Plant-pollinator Interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 83-112, 1998.

KEASAR, T.; SADEH, A.; SHMIDA, A. Variability in nectar production and standing crop, and their relation to pollinator visits in a Mediterranean shrub. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 2(2), p. 117–123, 2008.

KESSLER, A.; BALDWIN, I. T. Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. **Science**, v. 291, n. 5511, p. 2104–2105, 2001.

KESSLER, A.; HALITSCHKE, R. Testing the potential for conflicting selection on floral chemical traits by pollinators and herbivores: predictions and case study. **Functional Ecology**, v. 23, n. 5, p. 901–912, 2009.

- KIKUCHI, D.W.; LASSO, E.; DALLING, J. W.; NUR, N. Pollinators and pollen dispersal of *Piper dilatatum* (Piperaceae) on Barro Colorado Island, Panama. **Journal of Tropical Ecology**, v. 23, n. 5, p. 603–606, 2007.
- KLEIN, A. M.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; MUPEPELE, A. C.; PUFAL, G. Relevance of wild and managed bees for human well-being. **Current Opinion in Insect Science**, v. 26, p. 82-88, 2018.
- KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; INGOLF, S. D.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303–313, 2007.
- KLEIN, S.; CABIROL, A.; DEVAUD, J. M.; BARRON, A. B.; LIHOREAU, M. Why Bees Are So Vulnerable to Environmental Stressors. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 32, n. 4, p. 268-278, 2017.
- KLEINERT-GIOVANNINI, A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Flight Activity and Responses to Climatic Conditions of two Subspecies of *Melipona marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). **Journal of Apicultural Research**, v. 25, n. 1, p. 3–8, 1986.
- KNAAK, N; FIUZA, L. M. Potential of essential plant oils to control insects and microorganisms. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 5, n. 2, p. 120-132, 2010.
- KNUDSEN, J. T.; ERIKSSON, R.; GERSHENZON, J.; STAHL, B. Diversity and distribution of floral scent. **Bot. Rev.**, v. 72, p. 1–120, 2006.
- KOPPEN, W; GEIGER, G., C. Das geographischa System der Klimate, in: Handbuch der Klimatologie. **Borntraeger**, p. 1–44, 1936.
- KOUNDAL, R.; KUMAR, A.; THAKUR, S.; AGNIHOTRI, V. K.; CHAND, G.; SINGH, R. D. Seasonal variation in phytochemicals of essential oil from *Juniperus communis* needles in western Himalaya. **Journal of Essential Oil Research**, v. 27, p. 406–411, 2015.
- KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMILL-HERREN, B.; LEBUHN, G.; MINCKLEY, R.; PACKER, L.; POTTS, S. G.; ROULSTON, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VAZQUEZ, D. P.; WINFREE, R.; ADAMS, L.; CRONE, E. E.; GREENLEAF, S. S.; KEITT, T. H.; KLEIN, A. M.; REGETZ, J.; RICKETTS, T. H. Pollination and Other Ecosystem Services Produced by Mobile Organisms: a Conceptual Framework for the Effects of Land-use Change. **Ecology Letters**, v. 10, n. 4, p. 299-314, 2007.
- KYRIAZAKIS, I.; ANDERSON, D. H.; DUNCAN, A. J. Conditioned flavour aversions in sheep: the relationship between the dose rate of a secondary plant compound and the acquisition and persistence of aversions. **J nutr**, v. 79, p. 55–62, 1998.
- LADU, G.; CUBAIU, L.; HALLEWIN, G.; PINTORE, G.; PETRETTO, G. L.; VENDITTI, T. *Rosmarinus officinalis* L. and *Myrtus communis* L. essential oils

- treatments by vapor contact to control *Penicillium digitatum*. **Food Processing & Technology**, v. 6, n. 9, p. 492-509, 2015.
- LAGO, J. H. G.; ITO, A. T.; FERNANDES, C. M.; YOUNG, M. C. M.; KATO, M. J. Secondary metabolites isolated from *Piper chimonantifolium* and their antifungal activity. **Natural Product Research**, v. 26, n. 8, p. 770–773, 2012.
- 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.
- LAPORTE, E.; SARRIS, J.; STOUGH, C.; SCHOLEY, A. Neurocognitive effects of kava (*Piper methysticum*): a systematic review. **Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental**, v. 26, n. 2, p. 102-111, 2011.
- LEAL, T. C. A. B. L.; FREITAS, S. P.; SILVÃO, J. F.; FILHO-BRAZ, R. Extração laboratorial simplificada de óleo essencial de Capim-cidreira por arraste a vapor/simplified laboratory extraction of lemon grass essential oil by steam distillation. **Ceres**, v. 48, n. 280, 2001.
- LEITE, A. M.; LIMA, E. O.; SOUZA, E. L.; DINIZ, M. F. F. M.; TRAJANO, V. N.; MEDEIROS, I. A. Efeito inibitório de eugenol, beta-pineno e alfa-pineno sobre o crescimento de bactérias Gram-positivas potencialmente causadoras de endocardite infecciosa. **Revista Brasileira De Ciências Farmacêuticas**, v. 43(1), p. 121-126, 2007.
- LERSTEN, N.R. **Flowering Plant Embryology**. Iowa, Blackvell Publishing, 2004.
- LEVEY, D. J.; TEWKSBURY, J. J.; IZHAKI, I.; TSAHAR, E.; HAAK, D. C. Evolutionary ecology of secondary compounds in ripe fruit: case studies with capsaicin and emodin. **Seed dispersal: theory and its application in a changing world**, Oxon, p. 37–58, 2007.
- LI, J.; PENG, W.; WU, J.; AN, J.; GUO, Z.; TONG, Y.; HUANG, J. Strawberry Pollination by *Bombus lucorum* and *Apis mellifera* in Greenhouses. **Acta Entomologica Sinica**, v. 49, n. 2, p. 342-348, 2006.
- LIM, S. S.; VOS, T.; FLAXMAN, A. D.; SHIBUYA, K. M. D.; ROHANI, H. A.; ALMAZROA, M. A.; AMANN, M.; ANDERSON, R.; ANDREWS, G. K.; ARYEE, M.; ATKISON, B. S.; BACCHUS, J. L.; BAHALIM, N. A.; BALAKRISHNAN, K.; BALMES, J.; COLLO, S. B.; BAXTER, A.; EZZATI, M. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. **The Lancet**, v. 380, n. 9859, p. 2224-2260, 2010.
- LINGAN, K. A. Review on Major Constituents of Various Essential Oils and its Application. **Translational Medicine**, v. 8, p. 4-5, 2018.
- LÜCKER, J.; BOUWMEESTER, H. J.; SCHWAB, W.; BLAAS, J.; VAN DER PLAS, L. H. W.; VERHOEVEN, H. A. Expression of Clarkia S-linalol synthase in transgenic petunia plants results in the accumulation of S-linalyl-beta-D-glucopyranoside. **Plant J.**, v. 27, p. 315–324, 2001.

- LYTOVCHENKO, A.; EICKMEIER, I.; PONS, C.; OSORIO, S.; SZECOWKA, M.; LEHMBERG, K.; FERNIE, A. R. Tomato Fruit Photosynthesis Is Seemingly Unimportant in Primary Metabolism and Ripening But Plays a Considerable Role in Seed Development. **Plant Physiology**, v. 157, n. 4, p. 1650–1663, 2011.
- MACHADO, D.; RAMOS, Y. J.; QUEIROZ, G. A.; DEFAVERI, A. C. A.; GOBATTO, A. A.; MOREIRA, D. Estudo dos constituintes químicos voláteis e interação inseto-planta em *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) da Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. **Revista Virtual de Química**, 2021.
- MACHADO, Q. T.; FELISBERTO, S. R. J.; GUIMARÃES, F. E.; QUEIROZ, A. G.; FONSECA, C. C. A.; RAMOS, J. Y.; MARQUES, M. A.; MOREIRA, D. L.; KAUFMANN, R. B. Apoptotic effect of β -pinene on oral squamous cell carcinoma as one of the major compounds from essential oil of medicinal plant *Piper rivinoides* Kunth, **Natural Product Research**, 2021.
- MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA, V. E.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: A necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.
- MAEKAWA, S.; TORISU, Y.; INAGAKI, N.; TERABUN, M. Leaf injury caused by drop in leaf temperature of *Saintpaulia ionantha*. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 55, n. 4, p. 484-489, 1987.
- MALASPINA, O.; SOUZA, T. F.; ZACARIN, E. C. M. S.; CRUZ, A. S.; JESUS, D. “Efeitos Provocados por Agrotóxicos em Abelhas no Brasil”. In: VIII Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto. **Anais**, p. 41-48, 2008.
- 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.
- MARQUES, A. M.; BARRETO, A. L. S.; BATISTA, E. M. Chemistry and biological activity of essential oils from *Piper claussonianum* (Piperaceae). **Natural product communications**, v. 5, n. 11, p. 1934578X1000501131, 2010.
- MARQUES, A. M.; BARRETO, A. L. S.; CURVELO, J. A. D. R.; ROMANOS, M. T. V.; SOARES, R. M. D. A.; KAPLAN, M. A. C. Antileishmanial activity of E-nerolidol-rich essential oil from *Piper claussonianum*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 21, n. 5, p. 908-914, 2011.
- MARQUES, A. M.; PEIXOTO, A. C. C.; JUNIOR, D. W. P.; KAPLAN, M. A. C. Separation of Volatile Metabolites from the Leaf-Derived Essential Oil of *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) by High-Speed Countercurrent Chromatography. **Molecules**, v. 23, p. 3064, 2018.
- MARSH, K. J.; WALLIS, I. R.; MCLEAN, S.; SORENSEN, J. S.; FOLEY, W. J. Conflicting demands on detoxification pathways influence how common brushtail possums choose their diets. **Ecology**, v. 87, p. 2103–2112, 2006.

MARTÍNEZ-SASTRE, R.; MIÑARRO, M.; GARCÍA, D. Animal biodiversity in cider apple orchards: Simultaneous environmental drivers and effects on insectivory and pollination. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 295, p. 106918, 2020.

MC CABE, S. I.; FARINA, W. M. Olfactory learning in the stingless bee *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Journal of Comparative Physiology A**, v. 196(7), p. 481–490, 2010.

MCCALL, A. C.; FORDYCE, J. A. Can optimal defence theory be used to predict the distribution of plant chemical defences? **Journal of Ecology**, v. 98, n. 5, p. 985–992, 2010.

MCCALLUM, E. J.; CUNNINGHAM, J. P.; LÜCKER, J.; ZALUCKI, M. P.; DE VOSS, J. J.; BOTELLA, J. R. Increased plant volatile production affects oviposition, but not larval development, in the moth *Helicoverpa armigera*. **J. Exp. Biol.**, v. 214, p. 3672–3677, 2011.

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 Brasílica**, v. 18, n. 2, p. 391-399, 2004.

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.; 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. **Publicações Avulsas do Museu Nacional (Rio de Janeiro)**, v. 103, p. 3-24, 2005.

MEENA, R. K.; JANGRA, S.; WADHWA, Z.; MONIKA.; WATI, L. Role of plant volatiles in defense and communication. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, p. 300-313, 2017.

MENTEN, J. O. Liderança em Tecnologia Fitossanitária. **Revista Agro Analysis**, v. 29, n. 4, 2009.

MESSIAS, M. C. T. B.; MENEGATTO, M. F.; PRADO, A. C. C.; SANTOS, B. R.; GUIMARÃES, M. F. M. Popular use of medicinal plants and the socioeconomic profile of the users: a study in the urban area of Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 17, n. 1, p. 76-104, 2015.

METLEN, K. L.; ASCHEHOUG, E. T.; CALLAWAY, R. M. Plant behavioural ecology: dynamic plasticity in secondary metabolites. **Plant, Cell & Environment**, v. 32(6), p. 641–653, 2009.

- MIEHE-STEIER, A.; ROSCHER, C.; REICHEL, M.; GERSHENZON, J.; UNSICKER, S. B. Light and Nutrient Dependent Responses in Secondary Metabolites of *Plantago lanceolata* Offspring Are Due to Phenotypic Plasticity in Experimental Grasslands. **PLoS ONE**, v. 10 (9): e0136073, 2015.
- MONTLLOR, C. B.; BERNAYS, E. A. Invertebrate predators and caterpillar foraging. **Ecological and evolutionary constraints on foraging**, New York, 1993.
- MORAES, S.; BAUTISTA, A.; VIANA, B. Avaliação da Toxicidade Aguda (DL50 e CL50) de Inseticidas para *Scaptotrigona tubiba* (Smith) (Hymenoptera: Apidae): Via de Contato. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1, p. 31-37, 2000.
- MORAIS, S. M.; FACUNDO, V. A.; BERTINI, L. M.; CAVALCANTI, E. S. B.; ANJOS-JÚNIOR, J. F.; FERREIRA, S. A.; SOUZA-NETO, M. A. Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from *Piper* species. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 35, n. 10, p. 670–675, 2007.
- MOREIRA, D. L.; FONSECA, V.M.; BHERING, C. A.; VASCONCELOS, M. F.; CUNHA-JUNIOR, E. F.; CANTO-CAVALHEIRO, M. M.; TORRES-SANTOS, E. C.; KAPLAN, M. A. C. Estudo Químico e da Atividade leishmanicida de frações de *Piper cabralanum* C. DC.(Piperaceae). **Revista Fitos**, v. 5, n. 1, p. 92-98, 2013.
- 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, p. 472-484, 2016.
- MOREIRA, D.L.; FONSECA, V.M.; BHERING, C.A.; VASCONCELOS, F.G.; TORRESSANTOS, E. C.; KAPLAN, M. A. C. Estudo Químico e da Atividade Leishmanicida de Frações de *Piper cabralanum* C.DC. (Piperaceae). **Revista Fitos**, v.5, n. 1, p. 92-98, 2010.
- MORS, W. B.; RIZZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. **Medical Plants of Brazil**. Rio de Janeiro, Laemmert, 2000.
- MOZURAITIS, R.; STRANDEN, M; RAMIREZ, M. I.; BORG-KARSON, A. K.; MUSTAPARTA, H. (-)-Germacreno D Increases Attraction and Oviposition by the Tobacco Budworm Moth *Heliothis virescens*. **Chemical Senses**, v. 27, n. 6, p. 505–509, 2002.
- MUÑOZ, A.; BECKER, V. O.; DELABIE, J. H. C. Ant (Formicidae) assemblages associated with *Piper* spp. (Piperaceae) in the undergrowth of an Atlantic rainforest remnant in southeastern Bahia, Brazil. **Sociobiology**, v. 59, p. 741 – 754, 2012.
- MUTHUKRISHNAN, J.; PUSHPALATHA, E. Effects of plant extracts on fecundity and fertility of mosquitoes. **Journal of Applied Entomology**, v. 125, n. 1, p. 31-35, 2001.
- NAN, P.; HU, Y.; ZHAO, J.; FENG, Y.; ZHONG, Y. Chemical composition of the essential oils of two *Alpinia* species from Hainan Island, China. **Journal of Nature and Science**, v. 59, p. 157-160, 2004.

- NAUEN, R.; BRETSCHEIDER, T. New Modes of Action of Insecticides. **Pesticide Outlook**, v. 13, n. 6, p. 241-245, 2002.
- NAZEM, V.; SABZALIAN, M. R.; SAEIDI, G.; RAHIMMALEK, M. Essential oil yield and composition and secondary metabolites in self- and open-pollinated populations of mint (*Mentha* spp.). **Industrial Crops and Products**, v. 130, p. 332-340, 2019.
- O'DONNELL, S. A comparison of fruit removal by bats and birds from *Piper hispidum* SW. (Piperaceae), a tropical second growth shrub. **Brenesia**, v. 31, p. 25–32, 1989.
- OLAWORE, N.O.; OLOLADE, Z.S. Eucalyptus camaldulensis var. nancy and *Eucalyptus camaldulensis* var. petford Seed Essential Oils: phytochemicals and therapeutic potentials. **Chemical Sciences Journal**, v. 8, n. 1, p. 148-156, 2017.
- OLIVEIRA, C. C.; RAMOS, Y. J.; AZEVEDO, Q. G.; GUIMARÃES, E. F.; VIÇOSA, A. L.; MOREIRA, D. L. Essential Oils from *Piper lhotzkyanum* Kunth Leaves from Brazilian Atlantic Forest: Chemical Composition and Stability in Different Storage Conditions. **Journal of Oleo Science**, v. 70, p. 995-1005, 2021.
- OLIVEIRA, G. L.; CARDOSO, S. K.; JUNIOR, C. R. L.; VIEIRA, T. M.; GUIMARÃES, E. F.; FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R.; MOREIRA, D. L.; KAPLAN, M. A. C. Chemical study and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oil of *Piper aduncum* L. (Piperaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 4, p. 1227-1234, 2013.
- 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, 2013.
- OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321–326, 2011.
- OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W.; RAMOS, A. C. C.; BRITO, D. R.; SILVA, J. B.; CAJAZEIRA, J. P. Use of Essential Oils in Agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 2, p. 162-174, 2019.
- ORMEÑO, E.; GOLDSTEIN, A.; NIINEMETS, Ü. Extracting and trapping biogenic volatile organic compounds stored in plant species. **Trends in analytical chemistry**, v. 30, n. 7, p. 978–989, 2011.
- PADALIA, RAJENDRA C; VERMA, RAM S; SUNDARESAN, VELLU. Volatile Constituents of Three Invasive Weeds of Himalayan Region. **Records of Natural Products**, v.4, p. 109-114, 2010.
- PALMA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; MELTNDEZ-RAMIREZ, V.; IRIGOYEN, J.; VALDOVINOS-NUEZ, G. R.; REJÓN, M. Comparative Efficiency of *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apoidea), and Mechanical Vibration on Fruit Production of Enclosed Habanero Pepper. **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 1, p. 132-138, 2008.

PARMAR, V. S.; JAIN, C. S.; BISHT, K. S.; JAIN, R.; TANEJA, P.; JHA, A.; TYAGI, O. D.; PRASAD, A. K.; WENGEL, J.; OLSEN, C. E.; BOLL, P. M. Phytochemistry of the genus *Piper*. **Phytochemistry**, v. 46, n. 4, p. 597-673, 1997.

PAROLIN, L. C.; MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V. Olfaction in the fruit-eating bats *Artibeus lituratus* and *Carollia perspicillata*: an experimental analysis. **Academia Brasileira de Ciências**, 87(4), 2047–2053, 2015.

PARRY, E. J. **The Chemistry of Essential Oils and Artificial Perfumes**. London: Scott Greenwood & Son, v. 1, p. 554, 1908.

PECKOLT, T.; PECKOLT, G. **História das plantas medicinais e úteis do Brasil**. Laemmert, p. 1369, 1888.

PEDRO, S. R. M. Sobre as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de Cerrado (Cajuru, NE do Estado de São Paulo): composição, fenologia e visita às flores. Tese de mestrado, Ribeirão Preto. **FFCLRP-USP**, p. 231, 1992.

PENNY, N. D.; ARIAS, J. R. Notes on Amazonian Bittacidae (Mecoptera) with the descriptions of two new species. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 77, n. 3, p. 263-274, 1982.

PEREIRA, A. M. **Efeitos de Inseticidas na Sobrevivência e no Comportamento de Abelhas**. Tese (Doutorado), Zoologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2010.

PETTIS, J. S.; LICHTENBERG, E. M.; ANDREE, M.; STITZINGER, J.; ROSE, R.; VAN-ENGELSDORP, D. Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. **PLoS ONE**, v. 8, p. 70182, 2013.

PICARD, I.; HOLLINGSWORTH, R. G.; SALMIERI, S.; LACROIX, M. Repellency of essential oils to *Frankliniella occidentalis* (*Thysanoptera: Thripidae*) as affected by type of oil and polymer release. **Plant molecular biology**, v. 93, p. 641-657, 2012.

PICHERSKY, E.; RAGUSO, R.A.; LEWINSOHN, E.; CROTEAU, R. Floral scent production in *Clarkia* (Onagraceae). 1. Localization and developmental modulation of monoterpene emission and linalol synthase activity. **Plant Physiol.**, v. 106, p. 1533–1540, 1994.

PIMM, S. L.; JENKINS, C. N.; ABELL, R.; BROOKS, T. M.; GITTLEMAN, J. L.; JOPPA, L. N.; RAVEN, P. H.; ROBERTS, C. M.; SEXTON, J. O. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. **Science**, v. 344, n. 6187, 2014.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos Letais dos Pesticidas Agrícolas sobre Polinizadores e Perspectivas de Manejo para os Agroecossistemas Brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 266-281, 2010.

PINO, M.; VELA, M. J.; BOYERO, R. J.; BIENVENIDO, C. Phenology and management of the white mango scale, *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae), in Southern Spain. **Phytoparasitica**, <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00878-5>, 2021.

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, p. 298, 2012.

PINTO, M.R.; MIGUEL, W. **Intoxicação de *Apis mellifera* por organofosforado na região do Vale do Itajaí – SC.** In: Anais do Conbravet, 2008.

POLIZEL, A. L.; NANKA, S.; CONTE, H. Insetos dípteros como polinizadores em Orchidaceae. **Revista Uningá**, v. 46, n. 1, 2015.

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**, v. 16, n. 3, p. 750-754, 2014.

POTTS, S.; BIESMEIJER, J.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

PRASHAR, A.; HILI, P.; VENESS, R.G.; EVANS, C.S. Antimicrobial action of palmarosa oil (*Cymbopogon martinii*) on *Saccharomyces cerevisiae*. **Phytochemistry**, v. 63, n. 5, p. 569-575, 2003.

PRESTO, A. A.; HUFF, H. K. E.; DONAHUE, N. M. Secondary Organic Aerosol Production from Terpene Ozonolysis. 1. Effect of UV Radiation. **Environmental Science & Technology**, v. 39, p. 7036–7045, 2005.

PROKSCH, P.; PALMER, J.; HARTMANN, T. Metabolism and bioconversion of chromene derivatives in *Ageratina adenophora* (Asteraceae). **Planta**, v. 169(1), p. 130–134, 1986.

PROKSCH, P.; WRAY, V.; ISMAN, M. B.; RAHAUS, I. Ontogenetic variation of biologically active natural products in *Ageratina adenophora*. **Phytochemistry**, v. 29(2), p. 453–457, 1990.

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

RADER, R.; REILLY, J.; BARTOMEUS, I.; WINFREE, R. Native bees buffer the negative impact of climate warming on honey bee pollination of watermelon crops. **Global Change Biology**, v. 19(10), p. 3103–3110, 2013.

RAGUSO, R. A.; PICHERSKY, E. New perspectives in pollination biology: Floral fragrances. A day in the life of a linalol molecule: Chemical communication in a plant-

pollinator system. Part 1: Linalol biosynthesis in flowering plants. **Plant Species Biol.**, v. 14, p. 95–120, 1999.

RAGUSO, R. A.; PICHERSKY, E. New perspectives in pollination biology: Floral fragrances. A day in the life of a linalol molecule: Chemical communication in a plant-pollinator system. Part 1: Linalol biosynthesis in flowering plants. **Plant Species Biol.**, v. 14, p. 95–120, 1999.

RAMOS, C. S.; VANIN, S. A.; KATO, M. J. Sequestration of prenylated benzoic acid and chromenes by *Naupactus bipes* (Coleoptera: Curculionidae) feeding on *Piper gaudichaudianum* (Piperaceae). **Chemoecology**, v. 19, n. 2, p. 73–80, 2009.

RAMOS, M. C.; TODA, F. M. Variability in the potential effects of climate change on phenology and on grape composition of Tempranillo in three zones of the Rioja DOCa (Spain). **European Journal of Agronomy**, v. 115, p. 126014, 2020.

RAMOS, Y. J.; BRITO-MACHADO, D.; QUEIROZ, G. A.; GUIMARÃES, E. F.; DEFAVERI, A. C. A.; MOREIRA, D. Chemical composition of the essential oils of circadian rhythm and of different vegetative parts from *Piper mollicomum* Kunth-A medicinal plant from Brazil. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 92, n. 10, p. 104-116, 2020.

RAMOS, Y. J.; COSTA-OLIVEIRA, C.; CANDIDO-FONSECA, I.; QUEIROZ, G. A.; GUIMARÃES, E. F.; DEFAVERI, A. C. A. E.; SADGROVE, N. J.; MOREIRA, D. L. Advanced Chemophenetic Analysis of Essential Oil from Leaves of *Piper gaudichaudianum* Kunth (Piperaceae) Using a New Reduction-Oxidation Index to Explore Seasonal and Circadian Rhythms. **Plants**, v. 10, p. 2116-2158, 2021.

RAMOS, Y. J.; COSTA-OLIVEIRA, C.; QUEIROZ, G. A.; GUIMARÃES, E. F.; MOREIRA, D. L. *Piper multinodum* C.DC. (Piperaceae) essential oils chemical variation and biological activity against *Mycobacterium tuberculosis*. **Journal of medicinal plant research**, v. 15, p. 413-422, 2021.

RAMOS, Y. J.; FELISBERTO, S. R. J.; PONTES, D. E.; MACHADO, D. B.; FONSECA, C. I.; MOREIRA, D. Produção e variações químicas de óleos essenciais: uma breve revisão sobre os fatores que afetam a qualidade e a quantidade. **Avanços Científicos, Tecnológicos e de Inovação na Botânica**, n. 7, p. 78-104, 2020.

RAMOS, Y. J.; MOREIRA, D. L. Seasonal study of essential oil from aerial parts of *Peperomia galioides* Kunth (Piperaceae). **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 5, 2019.

RÄSÄNEN, J. V.; LESKINEN, J. T. T.; HOLOPAINEN, T.; JOUTSENSAARI, J.; PASANEN, P.; KIVIMÄENPÄÄ, M. Titanium dioxide (TiO₂) fine particle capture and BVOC emissions of *Betula pendula* and *Betula pubescens* at different wind speeds. **Atmospheric Environment**, v. 152, p. 345–353, 2017.

- REGNAULT-ROGER, C. The potential of botanical essential oils for insect pest control. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 2, p. 25-34, 1997.
- REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; ARNASON, J. T. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Annu Rev Entomol**, v. 57, p. 405-424, 2012.
- REHMAN, M. U.; BARKAT, H. B.; UMAR, I. W.; ZUBAIR, A. T. SYED, S. Impact of Soil Management Techniques on Ecological Integrity and Sustainable Apple Growing in Kashmir Valley. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v. 39, n. 22, p. 84-91, 2020.
- REIGADA, J. B. **Bioprospección em espécies de Piperaceae**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 132, 2009.
- REISENMAN, C. E.; RIFFELL, J. A.; BERNAYS, E. A.; HILDEBRAND, J. G. Antagonistic effects of floral scent in an insect-plant interaction. **Proc. Biol. Sci.** v. 277, p. 2371–2379, 2010.
- RICHARDS, L. A.; DYER, L. A.; SMILANICH, A. M.; DODSON, C. D. Synergistic effects of amides from two *Piper* species on generalist and specialist herbivores. **Journal of Chemical Ecology**, v. 36, p. 1105–1113, 2010.
- 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.
- RODRÍGUEZ, A.; ALQUÉZAR, B.; PEÑA, L. Fruit aromas in mature fleshy fruits as signals of readiness for predation and seed dispersal. **New Phytol**, v. 197, p. 36–48, 2013.
- RODRÍGUEZ, A.; SAN, A. V.; CERVERA, M.; REDONDO, A.; ALQUÉZAR, B.; SHIMADA, T.; PEÑA, L. Terpene down-regulation in orange reveals the role of fruit aromas in mediating interactions with insect herbivores and pathogens. **Plant Physiology**, v. 156, p. 793-802, 2019.
- ROSENTHAL, G. A.; JANZEN, D. H. Herbivores, their interaction with secondary plant metabolites. **Academic Press, New York London**, 1979.
- ROSSI, Y. E.; PALACIOS, S. M. Fumigant toxicity of Citrus sinensis essential oil on *Musca domestica* L. adults in the absence and presence of a P450 inhibitor. **Acta Tropica**, v. 127, p. 33-37, 2013.
- ROTH, Z.; SHCHERBINA, Y.; NUSSINOVITCH, A. Transdermal delivery of Lavandula angustifolia and valencia orange essential oils using gumkaraya patches. **Medicinal & Aromatic Plants**, v. 6, n. 3, p. 291-300, 2017.
- RUSSELL, A. L.; REBOLLEDA-GÓMEZ, M.; SHAIBLE, T. M.; ASHMAN, T. Movers and shakers: Bumble bee foraging behavior shapes the dispersal of microbes among and within flowers. **Ecosphere**, v. 10, n. 5, p. e02714, 2019.

- SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S.; MOURE, J. S. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University Serie VI. Zoology**, v. 16, n. 2, p. 253-291, 1967.
- SALAZAR, J. A.; PACHECO, I.; ZAPATA, P.; SHINYA, P.; RUIZ, D.; MARTÍNEZ-GÓMEZ, P.; INFANTE, R. Identification of loci controlling phenology, fruit quality and post-harvest quantitative parameters in Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 169, p. 111292, 2020.
- SAMPAIO, S. A. L.; ALEXANDRE, C. A., FERREIRA, E. C.; ALEXANDRINO, A. A.; VIEIRA, G. R. Uso de plantas medicinais no tratamento de ansiedade no ambiente acadêmico. **Brazilian Journal of Natural Science**, v. 3, n. 3, 2020.
- 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.
- SANTOS, T. S.; VIEIRA, T. E. S.; PAULA, J. R.; OLIVEIRA NETO, J. R.; CUNHA, L. C.; SANTOS, A. H.; ROMANO, C. A. Influence of drying on the chemical composition and bioactivity of *Piper aduncum* (Piperaceae) essential oil against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e46810817397, 2021.
- SARGENT, R. D.; OTTO, S. P. A phylogenetic analysis of pollination mode and the evolution of dichogamy in angiosperms. **Evolutionary Ecology Research**, v. 6, p. 1183-1199, 2004.
- SCHRADER, W.; GEIGER, J.; KLOCKOW, D.; KORTE, E. H. Degradation of α -Pinene on Tenax during Sample Storage: Effects of Daylight Radiation and Temperature. **Environmental Science & Technology**, v. 35, p. 2717-2720, 2001.
- SCHROTTKY, C. Ensaio sobre as Abelhas do Brasil. **Revista do Museu Paulista**, v. 5, p. 330-613, 1902.
- SCHULTES, R. E.; RAFFAUF, R. F. **The healing forest Medicinal and toxic plants of the northwest Amazonia**. Portland, Oregon, p. 484, 1990.
- SENATORE, F. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a Thyme (*Thymus pulegioides* L.) Growing Wild in campania (Southern Italy). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 5, p.1327- 1332, 1996.
- SIEBERTZ, R.; PROKSCH, P.; WITTE, L. Accumulation and biosynthesis of the chromenes precocene I and II in *Ageratum houstonianum*. **Phytochemistry**, v. 29, n. 7, p. 2135-2138, 1990.
- SILVA, F. G.; CAROLINA, B. A.; OLIVEIRA, J.; EDUARDO, B. P.; PINTO, V. E. N. SUZANA, C. S.; JOSÉ, C. S.; PEDRO, H. F. Seasonal variability in the essential oils of wild and cultivated *Baccharis trimera*. **J. Braz. Chem. Soc**, v. 18, 2007.

SIMAS, N. K.; LIMA, E. C. L.; CONCEIÇÃO, S. R.; KUSTER, R. M.; FILHO, A. M. O.; LAGE, C. L. S. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue — atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 1678-7064, 2004.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, 3.ed, Porto Alegre/Florianópolis, UFRGS/ EDUFSC, 2001

SINGER, M. S.; STIREMAN, J. O. The tri-trophic niche concept and adaptive radiation of phytophagous insects. **Ecology Letters**, v. 8, n. 12, p. 1247-1255, 2005.

SINGH, S.; DAS, S. S.; SINGH, G.; PEROTTI, M.; SCHUFF, C.; CATALAN, C. A. N. Comparative Studies of Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Potentials of Essential Oils and Oleoresins Obtained from Seeds and Leaves of *Anethum graveolens* L. **Toxicol Open Access**, v. 3, p. 119, 2017.

SMITH, G. H.; ROBERTS, J. M.; POPE, T. W. Terpene based biopesticides as potential alternatives to synthetic insecticides for control of aphid pests on protected ornamentals. **Crop Protection**, v. 110, p. 125-130, 2018.

SMITH, M. R.; SINGH, G. M.; MOZAFFARIAN, D.; MYERS, S. S. Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: A modelling analysis. **The Lancet**, v. 386, n. 10007, p. 1964-1972, 2015.

SMYTHE, N.; LEIGH, E. G. J. R.; RAND, A. S.; WINDSOR, D. M. Abundancia estacional de insectos nocturnos en un bosque neotropical. *Ecología de un Bosque Tropical. Ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. **Smithsonian Press**, p. 393–402, 1990.

SODERLUND, D.; BLOOMQUIST, J. Neurotoxic Actions of Pyrethroid Insecticides. **Annual Review of Entomology**, v. 34, n. 1, p. 77-96, 1989.

SOLTIS, P.S.; SOLTIS D.E. The origin and diversification of angiosperms. **American Journal of Botany**, v. 91, p. 1614-1626, 2004.

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, T. F. **Efeitos das Doses Subletais do Fipronil para Abelhas Africanizadas (*Apis mellifera* L.) por meio de Análises Morfológicas e Comportamentais**. Dissertação (Mestrado) – Ciências Biológicas, ênfase em Biologia Celular e Molecular, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2009.

SPEROTTO, A. R. M.; MOURA, D. J.; PÉRES, V. F.; DAMASCENO, F. C.; CARAMÃO, E. B.; HENRIQUES, J. A. P.; SAFFI, J. Cytotoxic mechanism of *Piper gaudichaudianum* Kunth essential oil and its major compound E-nerolidol. **Food and Chemical Toxicology**, v. 57, p. 57-68, 2013.

STANLEY, A. D.; MSWELLI, S. M.; JOHNSON, S. D. Native honeybees as flower visitors and pollinators in wild plant communities in a biodiversity hotspot. **Ecosphere An Esa Open Access Journal**, v. 11, n. 2, p. e02957, 2020.

STONE, G.N.; WILLMER, P.G. Warm-up rates and body temperature in bees: the importance of body size, thermal regime and phylogeny. **Journal of Experimental Biology**, v. 147, p. 303- 328, 1989.

STRAUSS, S. Y.; RUDGERS, J. A.; LAU, J. A.; IRWIN, R. E. Direct and ecological costs of resistance to herbivory. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 17, n. 6, p. 278-285, 2002.

SUFFREDINI, I. B.; SOUSA, S. R. N.; FRANA, S. A.; SUFFREDINI, H. B.; DÍAZ, I. E. C.; PACIENCIA, M. L. B. Multivariate Analysis of the Terpene Composition of *Osteophloeum platyspermum* Warb. (Myristicaceae) and Its Relationship to Seasonal Variation Over a Two-Year Period. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 19, p. 1380–1393, 2016.

TEBBS, M. C. **Piperaceae Flowering Plants Dicotyledons**, p. 516–520, 1993.

TEPE, E. J.; RODRIQUEZ-CASTEÑADA, G.; GLASSMIRE, A. E.; DYER, L. A. *Piper kelleyi*, a hotspot of ecological interactions and a new species from Ecuador and Peru. **Phytokeys**, v. 34, p. 19-32, 2014.

TEPE, E. J.; VINCENT, M. A.; WATSON, L. E. Phylogenetic patterns, evolutionary trends, and the origin of ant plant associations in *Piper* section *Macrostachys*: Burger's hypotheses revisited. **Piper: A Model Genus For Studies Of Phytochemistry, Ecology and Evolution**, p. 156-178, 2004.

THIES, W.; KALKO, E. K. V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, v. 104, n. 2, p. 362-376, 2004.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.DC.). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 27- 34, 2002.

TOGASHI, K.; GOTO, M.; RIM, H.; HATTORI, S.; OZAWA, R.; ARIMURA, G. I. Mint companion plants attract the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. **Scientific Report**, 2019.

TORRES-BARAJAS, L.; ROJAS, V.; JANNE, B. D.; ALEXIS, M. M.; ANTONIO. Productos naturales y derivados semisintéticos de *Ageratina jah-nii* y *Ageratina pichinchensis*. **Ciencia e Ingeniería**, v. 40, n. 1, 2019.

TORRES-SANTOS, E.C.; MOREIRA, D.L.; KAPLAN, M.A.C.; MEIRELLES, M.N.L.; ROSSI-BERGMANN, B. Antimicrobial Agents and Chemotherapy. **American Society for Microbiology**, v. 43, n. 5, p. 1234-1241, 1999.

TORRES, A.; HOFFMANN, W.; LAMPRECHT. Thermal investigations of a nest of the stingless bee *Tetragonisca angustula* Illiger in Colombia. **Thermochimica Acta**, v. 458, p. 118-123, 2007.

TSAHAR, E.; FRIEDMAN, J.; IZHAKI, I. Impact on fruit removal and seed predation of a secondary metabolite, emodin, in *Rhamnus alaternus* fruit pulp. **Oikos**, v. 99, p. 290–299, 2002.

USANO-ALEMANY, J. & HERRAIZ-PEÑALVER, D. Ecological Aspects of the Essential Oils from Different *Salvia lavandulifolia* Vahl Aerial Parts. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 19, n. 4, p. 1000–1005, 2016.

VALENTÃO, P.; GONÇALVES, R. F.; BELO, C.; DE PINHO, P. G.; ANDRADE, P. B.; FERRERES, F. Improving the knowledge on *Piper betle*: Targeted metabolite analysis and effect on acetylcholinesterase. **Journal of Separation Science**, v. 33, n. 20, p. 3168–3176, 2017.

VALENTIN-SILVA, A.; STAGGEMEIER, V. G.; BATALHA, M. A.; GUIMARÃES, E. What factors can influence the reproductive phenology of Neotropical *Piper* species (Piperaceae) in a semi-deciduous seasonal forest? **Botany**, v. 96, n. 10, p. 675-684, 2018.

VALENTIN, S. A.; COELHO, V. P. M.; VENTRELLA, M. C.; VIEIRA, M. F. Timing of pollen release and stigma receptivity period of *Piper vicosanum*: New insights into sexual reproduction of the genus. **American Journal of Botany**, v. 102, n. 4, p. 626-633, 2015.

VARGAS-ROJAS, D. L.; VIEIRA, M. F. Sex expression, breeding system and pollinators of *Piper caldense* (Piperaceae) in the Brazilian Atlantic forest. **Acta Biológica Colombiana**, v. 22, p. 370–378, 2017.

VELTHUIS, H. H. W.; VAN-DOORN, A. A Century of Advances in Bumblebee Domestication and the Economic and Environmental Aspects of Its Commercialization for Pollination. **Apidologie**, v. 37, n. 4, p. 421-451, 2006.

VICENS, N.; BOSCH, J. Weather-Dependent Pollinator Activity in an Apple Orchard, with Special Reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). **Environmental Entomology**, v. 29(3), p. 413–420, 2000.

VIEIRA, E. A.; ARRUDA, R.; MASSUDA, K. F.; CARDOSO, G. P.; GUIMARÃES, E. F.; TRIGO, J. R. Volatiles released by damaged leaves of *Piper mollicomum* (Piperaceae) act as cues for predaceous wasps: evidence using plasticine dummies as herbivore model. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 13, p. 593-601, 2019.

WANG, Q.; HILLWIG, M. L.; OKADA, K.; YAMAZAKI, K.; WU, Y.; SWAMINATHAN, S.; YAMANE, H.; PETERS, R. J. Characterization of CYP76M5-8 indicates metabolic plasticity within a plant biosynthetic gene cluster. **J. Biol. Chem.** v. 287, p. 6159–6168, 2012.

- WASICKY, R. Uma modificação do aparelho de Clevenger para extração de OE. **Revista Faculdade de Farmácia e Bioquímica**, v. 1, n. 1, p. 77-81, 1963.
- WESTON, D. J.; PELLETIER, D. A.; MORRELL-FALVEY, J. L.; TSCHAPLINSKI, T. J.; JAWDY, S. S.; LU, T.-Y.; TUSKAN, G. A. *Pseudomonas fluorescens* Induces Strain-Dependent and Strain-Independent Host Plant Responses in Defense Networks, Primary Metabolism, Photosynthesis, and Fitness. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 25, n. 6, p. 765–778, 2012.
- WHEELER, D. A.; ISMAN, M. B. Antifeedant and toxic activity of *Trichilia americana* extract against the larva of *Spodoptera litura*. **Entomology Experimentalis et Applicata**, v. 98, n. 1, p. 9-16, 2001.
- WHITEHEAD, S. R.; BOWERS, M. D. Iridoid and secoiridoid glycosides in a hybrid complex of bush honeysuckles (*Lonicera* spp., Caprifoliaceae): implications for evolutionary ecology and invasion biology. **Phytochemistry**, v. 86, p. 57–63, 2013.
- WHITEHEAD, S. R.; JEFFREY, C. S.; LEONARD, M. D.; DODSON, C. D.; DYER, L. A.; BOWERS, M. D. Patterns of Secondary Metabolite Allocation to Fruits and Seeds in *Piper reticulatum*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 39, n. 11, p. 1373–1384, 2013.
- WIGGINS, N. L.; MCARTHUR, C.; MCLEAN, S.; BOYLE, R. Effects of two plant secondary metabolites, cineole and gallic acid, on nightly feeding patterns of the common brush tail possum. **J chem ecol**, v. 29, p. 1447–1464, 2003.
- WINFREE, R.; AGUILAR, R.; VÁZQUEZ, D. P.; LEBUHN, G.; AIZEN, M. A. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. **Ecology**, v. 90, p. 2068-2076, 2009.
- WISDOM, C. S., & RODRIGUEZ, E. Seasonal age-specific measurements of the sesquiterpene lactones and chromenes of *Encelia farinosa*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 11(4), p. 345–352, 1983.
- WISNIEWSKI, C.; BORNSTEIN, A. J.; WOOD, D. L. Eating Out Or Dining In: Insect-Plant Interactions Among Several Species Of Piper In The Rio Abujó Forest Preserve, Puerto Rico. **Selbyana**, v. 33, n. 1, 2019.
- WRIGHT, S. J.; VAN-SCHAIK, C. P. Light and the phenology of tropical trees. **The American Naturalist**, v. 143, n. 1, p. 192–199, 1994.
- WU, Y.; WANG, Q.; HILLWIG, M. L.; PETERS, R. J. Picking sides: distinct roles for CYP76M6 and CYP76M8 in rice oryzalexin biosynthesis. **Biochem. J.**, v. 454, p. 209–216, 2013.
- XIAO, Y.; WANG, Q.; ERB, M.; TURLINGS, T. C. J.; GE, L.; HU, L.; LI, J.; HAN, X.; ZHANG, T.; LU, J.; ZHANG, G.; LOU, Y. Specific herbivore-induced volatiles defend plants and determine insect community composition in the field. **Ecol. Lett.** v. 15, p. 1130–1139, 2012.

YEARSLEY, J. M.; VILLALBA, J. J.; GORDON, I. J.; KYRIAZAKIS, I.; SPEAKMAN, J. R.; TOLKAMP, B. J.; ILLIUS, A. W.; DUNCAN, A. J. A theory of associating food types with their postingestive consequences. **Nat**, v. 167, p. 705–716, 2006.

YOUNSI, F.; MEHDI, S.; AISSI, O.; RAHALI, N.; JAOUADI, R.; BOUSSAID, M.; MESSAOUD, C. Essential Oil Variability in Natural Populations of *Artemisia campestris* (L.) and *Artemisia herba-alba* (Asso) and Incidence on Antiacetylcholinesterase and Antioxidant Activities. **Chemistry & Biodiversity**, v. 14(7), p. e1700017, 2017.

YUN, J. G.; HAYASHI, T.; YAZAWA, S.; KATOH, T.; YASUDA, Y. Acute morphological changes of palisade cells of *Saint paulia* leaves induced by a rapid temperature drop. **Journal of Plant Research**, v. 109, n. 3, p. 339–342, 1996.

ZHAO, B.; GRANT, G.G.; LANGEVIN, D.; MACDONALD, L. Deterring and inhibiting effects of quinolizidine alkaloids on spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) oviposition. **Environmental of Entomology**, v. 27, n. 4, p. 984-992, 1998.

ZHENG, L.; JINGRUI, L. I.; YAN, D.; WEN, Z.; HONGTONG, B.; SHU, L.; SU, W.; HUI, L.; LEI, S. Gene co-expression modulating terpene metabolism is associated with plant anti-herbivore defence during initial flowering stages. **Authorea**, 2020.

ZHU, J.; PARK, K. C. Methyl Salicylate, a Soybean Aphid-Induced Plant Volatile Attractive to the Predator *Coccinella septempunctata*. **J Chem Ecol**, v. 31, p. 1733–1746, 2005.

ARTIGOS / CAPÍTULO DE LIVRO



^aUniversidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Pós-graduação em Biologia Vegetal, CEP 20550-013, Maracanã, Rio de Janeiro - RJ, Brazil.

^bFundação Oswaldo Cruz, Laboratório de Produtos Naturais para Saúde Pública, Farmanguinhos, CEP 21041-250, Manguinhos, Rio de Janeiro - RJ, Brazil.

^cCentro de Responsabilidade Socioambiental do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, CEP 22460-030, Jardim Botânico, Rio de Janeiro - RJ, Brazil.

*E-mail: davysonmoreira@hotmail.com

Recebido: 22 de Março de 2021

Aceito: 22 de Março de 2021

Article

<https://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20210068>

Study of volatile chemical constituents and insect-plant interaction in *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae) from Tijuca Forest, Rio de Janeiro - RJ, Brazil

Estudo dos constituintes químicos voláteis e interação inseto-planta em Piper mollicomum Kunth (Piperaceae) da Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ, Brasil

Daniel de Brito Machado,^{a,b,c} Ygor Jessé Ramos,^{a,b,c} George Azevedo de Queiroz,^c Anna Carina Antunes e Defaveri,^c Alexandra Aparecida Gobatto,^c Davyson de Lima Moreira^{a,*}

The aim of this work was to investigate the seasonal variation of essential oils (EOs) from leaves, inflorescences and infructescences of *Piper mollicomum* Kunth and to identify which chemical and abiotic factors correlate with the frequency of visitation of their potential pollinators. The EOs were obtained by hydrodistillation in a modified Clevenger apparatus characterized and quantified by Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (GC-MS) and by GC coupled to Flame Ionization Detector (GC-FID). Observations were made weekly, from October 2019 to February 2020, totaling 112.5 h. The main compounds present in the EOs were identified as 1,8-cineole (16.22 to 36.66%) and linalool (1.59 to 20.05%). Eupatoriocromene showed a distinction between leaves (0.81 to 3.66%) and reproductive parts (16.57 to 64.35%). The weekly observations revealed a high frequency of bee visits, and the results related to Spearman's correlation (potential pollinators *versus* major constituents) showed a strong positive correlation between constant insect visits and percentage of

Biochemical Systematics and Ecology 92 (2020) 104116



Contents lists available at ScienceDirect

Biochemical Systematics and Ecology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/biochemsyseco



Chemical composition of the essential oils of circadian rhythm and of different vegetative parts from *Piper mollicomum* Kunth - A medicinal plant from Brazil

Ygor Jessé Ramos^{a,b,c}, Daniel de Brito Machado^{a,b,c}, George Azevedo de Queiroz^c, Elsie Franklin Guimarães^d, Anna Carina Antunes e Defaveri^c, Davyson de Lima Moreira^{a,b,*}

^a Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Pós-graduação em Biologia Vegetal, Rio de Janeiro, RJ, Maracanã, 20550-013, Brazil

^b Departamento de Produtos Naturais, Farmanguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Manguinhos, Rio de Janeiro-RJ, 21041-250, Brazil

^c Centro de Responsabilidade Socioambiental do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, 22460-030, Brazil

^d Diretoria de Pesquisa do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, 22460-030, Brazil

ARTICLE INFO

Keywords:
Piper
Piperaceae
Medicinal plant
Circadian variation
Terpenoids
Arylpropanoids

ABSTRACT

In this study, the chemical composition of essential oils (EOs) from different vegetative parts from *P. mollicomum* was evaluated. In addition, the EOs from leaves collected every 3 h in a period of 24 h, in the dry and rainy seasons were also analyzed to establish the circadian rhythm of *P. mollicomum* from a natural population in the Atlantic Forest. The EOs were obtained by hydrodistillation and the chemical composition and quantification were achieved by GC-MS and GC-FID, respectively. The main compounds identified in the main stems and branches were α -phellandrene, linalool and β -phellandrene. Arylpropanoids myristicin, dillapiolene and apiole were identified as main compounds in the roots. Inflorescences and infructescences showed to be rich in linalool, eupatoriocromene and *E*-nerolidol. In the circadian rhythm study, EOs showed to be rich in 1,8-cineol and/or linalool in accordance with season and phenology. The chemometric analyzes made it possible to register sample variations in the EOs compositions, being linalool as major compound attributed to the rainy and vegetative

CAPÍTULO 6	64
POLÍMEROS DE PAREDE CELULAR E CARBOIDRATOS NÃO ESTRUTURAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS PIONEIRAS E NÃO PIONEIRAS DA FLORESTA ATLÂNTICA DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL	
Bernardo Pretti Becacci Macieira	
DOI 10.22533/at.ed.8512014026	
CAPÍTULO 7	78
PRODUÇÃO E VARIAÇÕES QUÍMICAS DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UMA BREVE REVISÃO SOBRE OS FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE E A QUANTIDADE	
Ygor Jessé Ramos	
Jéssica Regina Sales Felisberto	
Claudete da Costa - Oliveira	
Elsama Duarte de Pontes	
Daniel de Brito Machado	
Irene Candido Fonseca	
Davyson de Lima Moreira	
DOI 10.22533/at.ed.8512014027	
SOBRE O ORGANIZADOR	105
ÍNDICE REMISSIVO	106

CAPÍTULO 7

PRODUÇÃO E VARIAÇÕES QUÍMICAS DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UMA BREVE REVISÃO SOBRE OS FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE E A QUANTIDADE

Data de aceite: 06/02/2020
Data de submissão: 09/11/2019

Mestrando, Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1030945110658186>

Irene Candido Fonseca

Iniciação Tecnológica, Farmanguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro – RJ

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7423354520981285>

Davyson de Lima Moreira

Pesquisador Titular, Departamento de Produtos Naturais, Farmanguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro – RJ

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7863875298510179>

Ygor Jessé Ramos
Doutorando, Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3271824948370332>

Jéssica Regina Sales Felisberto

Mestranda, Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8276429436003589>

Claudete da Costa - Oliveira

Mestranda, Pós-graduação em Pesquisa Translacional em Fármacos e Medicamentos, Farmanguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro – RJ

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2542263326143652>

Elsama Duarte de Pontes

Mestranda, Pós-graduação em Pesquisa Translacional em Fármacos e Medicamentos, Farmanguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro – RJ

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1590026264641174>

Daniel de Brito Machado

RESUMO: A regulação biossintética dos constituintes de óleos essenciais é determinada por expressão gênica, no entanto, sabe-se que a síntese de metabólitos especiais está intimamente relacionada com as respostas ao meio no qual o vegetal está inserido. Portanto, este capítulo tem como objetivo realizar uma breve revisão dos diversos fatores que podem alterar a qualidade, produção e composição química de óleos essenciais. Abordagem centrada, também, nos fatores classificados como bióticos, abióticos e os provenientes de ações de transformações de plantas com potenciais econômicos. Com o levantamento

PRÊMIOS



APÊNDICE A - Médias semanais das variáveis climatológicas e dos eventos fenológicos de *Piper mollicomum* Kunth.

Tabela 16 - Médias semanais das variáveis climatológicas (temperatura, umidade, velocidade do vento e radiação); e dos eventos fenológicos das partes reprodutivas e vegetativas de seis indivíduos de *Piper mollicomum* Kunth, da Floresta da Tijuca do Estado do Rio de Janeiro (outubro de 2019 a abril de 2020 / setembro de 2020 a janeiro de 2021).

<i>Piper mollicomum</i> - 13/10/2019						
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5	Indivíduo 6
Emissão de Rebentos	0	3	2	4	2	3
Lançamento Foliar	2	1	1	2	1	2
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	0	0	0	0	1	1
Inflorescência Imatura	4	4	4	4	4	4
Quantidade de Inflorescência	2	4	4	4	4	3
Frutos	0	0	0	0	0	0
Altitude	108 metros	65 metros	57 metros	68 metros	74 metros	87 metros
Latitude	S 22°,969450	S 22°58'22,4718	S 22°58'5,83896	S 22°58'4,4598"	S 22°,58'22,6048"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,4718	W 43°14'21,78564	W 43°14'22,64388"	W 43°14'18,6468"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação
(Med/dia)	Máx. (Med/dia)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/ 5 dias		(kJ/m ²) Med/dia
25,227	76,417		2,421	0,463		1096,988
<i>Piper mollicomum</i> - 31/10/2019 - dia de coleta						
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5	Indivíduo 6
Emissão de Rebentos	0	3	2	4	2	3
Lançamento Foliar	2	1	1	1	2	2
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	0	2	0	2	1	1
Inflorescência Imatura	4	4	4	4	4	4
Quantidade de Inflorescência	2	4	4	4	4	3
Frutos	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"

Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
Temperatura (°C)	Máx. (Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 5 dias		(kJ/m²) Med/dia	
25,219	82,875		2,879	0,000		986,396	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	Máx. (Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m²) Med/mês	
23,571	79,683		2,947	0,079		1007,000	
Piper mollicomum - 09/11/2019							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5	Indivíduo 6	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	2	4	2	3	4
Lançamento Foliar	2	1	1	1	2	2	2
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	1	4	0	4	4	3	4
Inflorescência Imatura	4	4	4	4	4	4	4
Quantidade de Inflorescência	2	4	1	4	4	3	4
Frutos	0	0	0	1	2	0	3
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
23,067	95,146		2,130	0,077		652,560	
Piper mollicomum - 16/11/2019							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5	Indivíduo 6 (DESTR.)	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	2	4	2	0	4
Lançamento Foliar	2	2	1	2	2	0	2
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	1	4	3	4	4	0	4
Inflorescência Imatura	4	4	4	4	4	0	4
Quantidade de Inflorescência	1	4	3	4	4	0	4
Frutos	0	2	1	2	3	0	3
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	

(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
20,877	80,417		3,038	0,106		1266,273	
Piper mollicomum - 21/11/2019							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5	Indivíduo 6 (DESTR.)	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	2	4	2	0	4
Lançamento Foliar	1	2	1	2	2	0	2
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	2	4	4	4	4	0	4
Inflorescência Imatura	4	4	4	4	4	0	4
Quantidade de Inflorescência	1	4	4	4	4	0	4
Frutos	0	3	2	2	3	0	3
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
20,692	90,375		2,071	0,196		1206,991	
Piper mollicomum - 29/11/2019 - 27/11/2019 foi dia de coleta							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5	Indivíduo 6 (DESTR.)	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	3	4	2	0	3
Lançamento Foliar	2	2	1	2	3	0	3
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	2	4	4	4	4	0	4
Inflorescência Imatura	4	4	4	4	4	0	4
Quantidade de Inflorescência	1	4	4	4	4	0	4
Frutos	0	3	3	3	3	0	2
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
20,479	91,000		3,400	0,123		1351,000	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	(Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m ²) Med/mês	
22,334	85,069		3,011	0,141		1098,769	

Piper mollicomum - 14/12/2019							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5	Indivíduo 6 (DESTR.)	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	3	4	2	0	3
Lançamento Foliar	2	2	2	2	3	0	3
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	2	4	4	4	4	0	4
Inflorescência Imatura	2	4	4	4	4	0	4
Quantidade de Inflorescência	3	4	4	4	4	0	4
Frutos	2	4	3	3	2	0	2
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
24,440	86,646		1,908	0,152		499,000	
Piper mollicomum 18/12/2019 foi dia de coleta							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5	Indivíduo 6 (DESTR.)	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	3	4	2	0	3
Lançamento Foliar	2	2	2	2	3	0	3
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	2	4	4	4	4	0	4
Inflorescência Imatura	2	4	4	4	4	0	2
Quantidade de Inflorescência	3	4	4	4	4	0	4
Frutos	2	4	3	3	2	0	2
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
24,733	85,167		3,408	0,037		1019,000	
Piper mollicomum - 26/12/2019							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	3	4	0	3	3
Lançamento Foliar	3	2	2	3	0	4	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0

Inflorescência Madura	3	4	4	4	0	3	2
Inflorescência Imatura	2	4	4	4	0	4	1
Quantidade de Inflorescência	3	4	4	4	0	4	2
Frutos	1	4	3	3	0	4	4
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	0	0	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	87 metros	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	S 22°,58'6,7232"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
25,215	80,021		1,579	0,448		1140,000	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	(Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m²) Med/dia	
24,209	81,326		2,160	0,113		1067,000	
Piper mollicomum - 07/01/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	3	4	0	3	3
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	4	4
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	2	3	3	2	0	3	1
Inflorescência Imatura	1	3	3	1	0	2	0
Quantidade de Inflorescência	2	4	4	4	0	3	1
Frutos	3	4	4	4	0	4	4
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	0	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
27,240	78,458		1,442	0,033		1275,895	
Piper mollicomum - 18/01/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	3	4	0	3	3
Lançamento Foliar	3	4	1	2	0	4	3
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	2	2	2	2	0	1	1
Inflorescência Imatura	2	2	2	1	0	0	2

Quantidade de Inflorescência	1	2	4	3	0	1	2
Frutos imaturos	4	4	4	4	0	4	4
Infrutescência madura	0	0	1	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
23,060	83,071		1,929	0,397		752,862	
<i>Piper mollicomum</i> - 23/01/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	3	4	0	3	3
Lançamento Foliar	3	4	1	1	0	3	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	1	1	2	1	0	2	2
Inflorescência Imatura	1	1	1	1	0	1	1
Quantidade de Inflorescência	1	2	2	1	0	2	2
Frutos imaturos	4	4	4	4	0	4	4
Infrutescência madura	0	0	1	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
sem medição neste dia							
<i>Piper mollicomum</i> - 30/01/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	3	3	4	0	3	0
Lançamento Foliar	3	1	1	1	0	2	3
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	1
Inflorescência Madura	1	1	2	1	0	1	2
Inflorescência Imatura	0	1	1	1	0	2	1
Quantidade de Inflorescência	1	1	3	1	0	2	2
Frutos imaturos	4	4	4	4	0	4	4
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0

Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
sem medição neste dia							
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	(Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m ²) Med/mês	
26,116	76,965		2,299	0,084		1215,245	
<i>Piper mollicomum - 03/02/2020</i>							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	2	3	4	0	0	0
Lançamento Foliar	3	2	2	1	0	1	1
Queda Foliar	0	1	1	0	0	1	1
Inflorescência Matura	1	1	1	0	0	1	1
Inflorescência Imatura	0	1	1	0	0	0	0
Quantidade de Inflorescência	1	1	1	0	0	1	1
Frutos imaturos	4	4	4	4	0	4	4
Infrutescência madura	0	1	1	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
sem medição neste dia							
<i>Piper mollicomum - 15/02/2020</i>							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	2	2	1	3	0	1	1
Queda Foliar	1	1	2	1	0	1	1
Inflorescência Matura	0	1	1	1	0	1	1
Inflorescência Imatura	0	1	1	1	0	0	0
Quantidade de Inflorescência	0	1	1	1	0	1	1
Frutos imaturos	4	4	4	4	0	4	4

Infrutescência madura	0	1	1	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
24,558	85,396		1,529	0,135		1114,686	
<i>Piper mollicomum</i> - 22/02/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	3	4	1	3	0	2	3
Queda Foliar	2	1	2	1	0	2	1
Inflorescência Madura	1	1	0	1	0	0	2
Inflorescência Imatura	1	0	0	1	0	0	1
Quantidade de Inflorescência	1	1	0	1	0	0	2
Frutos imaturos	4	4	4	2	0	4	4
Infrutescência madura	0	1	1	0	0	0	1
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
23,819	86,438		2,679	0,352		1904,000	
<i>Piper mollicomum</i> - 27/02/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	2	3	0	1	0	3	1
Queda Foliar	2	1	2	1	0	2	1
Inflorescência Madura	0	0	0	1	0	1	0
Inflorescência Imatura	0	0	0	1	0	0	0
Quantidade de Inflorescência	0	0	0	1	0	0	0
Frutos imaturos	2	3	3	1	0	2	3
Infrutescência madura	0	1	1	1	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"

Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
23,633	86,271		4,033	0,863		438,256	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	(Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m ²) Med/mês	
24,704	82,502		2,270	0,341		1046,120	
Piper mollicomum - 26/03/2020 - dia de coleta							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	3	3	1	1	0	2	2
Queda Foliar	0	1	1	0	0	1	1
Inflorescência Madura	0	0	0	0	0	1	0
Inflorescência Imatura	0	0	0	0	0	0	0
Quantidade de Inflorescência	0	0	0	0	0	0	0
Frutos imaturos	1	1	1	0	0	1	1
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
23,842	75,146		2,288	0,017		989,120	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	(Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m ²) Med/mês	
24,477	80,378		2,386	0,154		1012,703	
Piper mollicomum - 04/04/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	2	0	1	0	1	2
Queda Foliar	2	3	2	0	0	2	1
Inflorescência Madura	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Imatura	0	0	0	0	0	0	0
Quantidade de Inflorescência	0	0	0	0	0	0	0
Frutos imaturos	0	0	0	0	0	0	0

Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
22,952	69,938		3,542	0,000		898,306	
<i>Piper mollicomum</i> - 11/04/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	2	1	0	1	0	1	1
Queda Foliar	1	2	3	1	0	1	0
Inflorescência Madura	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Imatura	0	1	0	0	0	0	0
Quantidade de Inflorescência	0	0	0	0	0	0	0
Frutos imaturos	0	0	0	0	0	0	0
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
22,096	79,604		1,433	0,238		580,868	
<i>Piper mollicomum</i> - 25/04/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 8	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	0	1	0	1	1
Queda Foliar	0	0	1	0	0	1	0
Inflorescência Madura	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Imatura	0	2	0	0	0	0	0
Quantidade de Inflorescência	0	2	0	0	0	0	0
Frutos imaturos	0	0	0	0	0	0	0
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"

Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
23,738	72,771		1,504	0,000		826,038	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	(Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m ²) Med/mês	
23,454	78,227		2,010	0,043		741,297	
<i>Piper mollicomum</i> - 12/09/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 6	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	2	1
Queda Foliar	0	0	1	0	0	0	0
Inflorescência Madura	0	1	0	1	0	0	1
Inflorescência Imatura	0	2	0	2	0	1	1
Quantidade de Inflorescência	0	2	0	2	0	1	1
Frutos imaturos	0	0	0	0	0	0	0
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m ²) Med/dia	
33,500	58,357		0,179	0,000		1599,700	
<i>Piper mollicomum</i> - 19/09/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 6	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	2	2	1	1	0	1	1
Queda Foliar	1	0	1	0	0	0	0
Inflorescência Madura	0	1	0	2	0	2	1
Inflorescência Imatura	0	2	0	2	0	1	2
Quantidade de Inflorescência	0	2	0	2	0	2	1
Frutos imaturos	0	0	0	0	0	0	0
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"

Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
28,879	71,643		0,600	0,000		1238,800	
Piper mollicomum - 30/09/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 6	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	3	4	2	1	0	1	2
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	0	2	0	2	0	2	1
Inflorescência Imatura	1	3	1	2	0	2	2
Quantidade de Inflorescência	1	3	1	2	0	2	1
Frutos imaturos	0	0	0	0	0	0	0
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
28,879	71,643		0,600	0,000		1802,600	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	(Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m²) Med/mês	
23,929	80,175		3,500	0,164		1070,188	
Piper mollicomum - 14/10/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 6	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	2	1	0	1	1
Queda Foliar	1	1	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	1	3	2	2	0	2	2
Inflorescência Imatura	2	4	3	2	0	3	3
Quantidade de Inflorescência	2	3	3	2	0	3	3
Frutos imaturos	0	0	0	0	0	0	0
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"

Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
28,879	71,643		0,600	0,000		1299,030	
<i>Piper mollicomum</i> - 20/10/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 6	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	1	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	1	4	3	2	0	2	2
Inflorescência Imatura	2	4	3	2	0	4	3
Quantidade de Inflorescência	2	4	3	2	0	4	3
Frutos imaturos	0	0	0	0	0	0	0
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	
29,056	62,813		0,069	0,000		2052,800	
<i>Piper mollicomum</i> - 28/10/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 6	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	1	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	1	4	4	2	0	3	3
Inflorescência Imatura	2	4	4	2	0	4	3
Quantidade de Inflorescência	2	4	4	2	0	4	3
Frutos imaturos	0	1	1	0	0	1	0
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ 3 dias		(kJ/m²) Med/dia	

33,963	61,125	0,281	0,000	2090,700			
Temperatura (°C)	Umidade (%)	Vento (m/s)	Chuva	Radiação			
(Med/mês)	(Med/mês)	Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês	(kJ/m ²) Med/mês			
23,339	80,340	2,421	0,151	1139,718			
<i>Piper mollicomum - 18/11/2020</i>							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 6	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	2	1	1	1	0	1	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	3	4	4	3	0	4	4
Inflorescência Imatura	3	4	4	3	0	4	4
Quantidade de Inflorescência	3	4	4	3	0	4	4
Frutos imaturos	1	2	2	2	0	1	1
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)	Vento (m/s)	Chuva	Radiação			
(Med/dia)	(Med/dia)	Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ dia	(kJ/m ²) Med/dia			
22,156	99,000	0,000	0,150	649,650			
<i>Piper mollicomum - 28/11/2020</i>							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 8	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 9	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	0	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	4	4	4	4	0	4	4
Inflorescência Imatura	2	2	2	1	0	4	2
Quantidade de Inflorescência	4	4	4	4	0	4	4
Frutos imaturos	2	2	3	3	0	1	3
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)	Vento (m/s)	Chuva	Radiação			
(Med/dia)	(Med/dia)	Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ dia	(kJ/m ²) Med/dia			

30,994	63,875	49,000	0,000	2306,850			
Temperatura (°C)	Umidade (%)	Vento (m/s)	Chuva	Radiação			
(Med/mês)	(Med/mês)	Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês	(kJ/m ²) Med/mês			
23,092	82,338	2,455	0,154	1111,020			
<i>Piper mollicomum - 07/12/2020</i>							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 8	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 9	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	3	2	1	1	0	1	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	3	3	2	4	0	4	3
Inflorescência Imatura	2	1	1	2	0	3	2
Quantidade de Inflorescência	4	4	4	4	0	4	4
Frutos imaturos	1	3	4	3	0	1	3
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)	Vento (m/s)	Chuva	Radiação			
(Med/dia)	(Med/dia)	Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ dia	(kJ/m ²) Med/dia			
24,244	99,000	11,063	0,000	1076,460			
<i>Piper mollicomum - 18/12/2020</i>							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 8	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 9	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	0	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	2	1	1	2	0	1	1
Inflorescência Imatura	2	1	0	1	0	1	1
Quantidade de Inflorescência	2	1	1	2	0	2	2
Frutos imaturos	2	4	4	1	0	1	1
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22° ,58'9,8004"	S 22° ,58'5,80224"	S 22° ,58'6,0484"	S 22° ,58'4,29492"	S 22° ,58'2,52444"	S 22° ,58'6,7232"	S 22° ,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)	Vento (m/s)	Chuva	Radiação			
(Med/dia)	(Med/dia)	Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ dia	(kJ/m ²) Med/dia			

31,613	67,563	148,625	0,000	15,723			
Piper mollicomum - 25/12/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 8	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 9	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	0	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	2	1	0	1	0	1	1
Inflorescência Imatura	2	1	0	1	0	1	1
Quantidade de Inflorescência	1	1	0	1	0	2	1
Frutos imaturos	2	4	4	4	0	4	4
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ dia		(kJ/m²) Med/dia	
23,769	99,000		0,000	0,025		1139,240	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	(Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m²) Med/mês	
25,015	84,309		2,057	0,245		1013,491	
Piper mollicomum - 02/01/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 8	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 9	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	0	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	1	1	0	1	0	1	1
Inflorescência Imatura	1	1	0	1	0	1	1
Quantidade de Inflorescência	1	1	0	1	0	1	1
Frutos imaturos	3	4	4	4	0	4	4
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ dia		(kJ/m²) Med/dia	

24,053	97,625	0,000	3,400	421,075			
Piper mollicomum - 08/01/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 8	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 9	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	0	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	1	1	0	0	0	0	1
Inflorescência Imatura	1	1	0	0	0	0	1
Quantidade de Inflorescência	0	1	0	0	0	0	1
Frutos imaturos	3	4	4	4	0	4	4
Infrutescência madura	0	0	0	0	0	0	0
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ dia		(kJ/m ²) Med/dia	
23,769	63,500		92,125	0,000		1997,540	
Piper mollicomum - 22/01/2020							
Fenofases	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 8	Indivíduo 5 (DESTR.)	Indivíduo 9	Indivíduo 7
Emissão de Rebentos	0	0	0	0	0	0	0
Lançamento Foliar	1	1	1	1	0	0	1
Queda Foliar	0	0	0	0	0	0	0
Inflorescência Madura	1	1	0	0	0	0	1
Inflorescência Imatura	1	1	0	0	0	0	1
Quantidade de Inflorescência	0	1	0	0	0	0	1
Frutos imaturos	3	4	4	4	0	4	4
Infrutescência madura	1	2	1	1	0	1	1
Altitude	127 metros	71 metros	92 metros	68 metros	74 metros	87 metros	87 metros
Latitude	S 22°,58'9,8004"	S 22°,58'5,80224"	S 22°,58'6,0484"	S 22°,58'4,29492"	S 22°,58'2,52444"	S 22°,58'6,7232"	S 22°,58'6,7232"
Longitude	W 43°14'29,63904"	W 43°14'22,40952"	W 43°14'25,10696"	W 43°14'22,66726"	W 43°14'18,70476"	W 43°14'27,6954"	W 43°14'27,6954"
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/dia)	(Med/dia)		Vel. (Med/dia)	(mm) Med/ dia		(kJ/m ²) Med/dia	
29,369	64,875		0,000	0,000		2072,390	
Temperatura (°C)	Umidade (%)		Vento (m/s)	Chuva		Radiação	
(Med/mês)	(Med/mês)		Vel. (Med/mês)	(mm) Med/mês		(kJ/m ²) Med/mês	

25,676	77,013	2,354	0,076	1620,413
--------	--------	-------	-------	----------

Legenda: S = Sul; W = Oeste; Med = média

APÊNDICE B - Constituintes químicos dos óleos essenciais das folhas, inflorescências (fases 1 a 5) e infrutescências de *Piper mollicomum* Kunth

Tabela 17 - Constituintes químicos dos óleos essenciais das folhas, inflorescências (fases 1 a 5) e infrutescências de *Piper mollicomum* Kunth, da Floresta da Tijuca / RJ. Análises do primeiro e segundo períodos da pesquisa - outubro de 2019 a fevereiro de 2020; e setembro de 2020 a janeiro de 2021, respectivamente.

<i>Piper mollicomum</i> - outubro/2019					
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia
Folha					
α -pineno	6,437	934	932	10,73	ADAMS
Canfeno	6,905	950	946	0,26	ADAMS
β -pineno	7,741	980	974	8,84	ADAMS
Mirceno	7,981	988	988	1,76	ADAMS
α -felandreno	8,608	1010	1002	0,3	ADAMS
γ -pineno	8,973	1023	1014	0,17	ADAMS
ocimeno	9,24	1026	1020	0,24	ADAMS
limoneno	9,429	1030	1024	3,16	ADAMS
1,8-cineol	9,568	1034	1026	17,28	ADAMS
γ -terpineno	10,467	1075	1054	0,44	ADAMS
linalol	12,046	1100	1095	3,04	ADAMS
cânfora	14,043	1153	1141	0,2	ADAMS
α -terpineol	15	1165	1166	0,23	ADAMS
terpin-4-eol	15,448	1190	1177	0,24	ADAMS
acetato fenchyl	16,075	1209	1218	2,4	ADAMS
undecanona	20,186	s	s	0,47	ADAMS
presilfiperfol-7-eno	21,929	1322	1334	1,64	ADAMS
δ -elemeno	22,046	1138	1335	0,43	ADAMS

A-copaeno	23,775	1365	1374	0,33	ADAMS
β -elemeno	24,038	1380	1389	0,34	ADAMS
β -elemeno	24,363	1385	1389	4,52	ADAMS
E-cariofileno	25,611	1417	1417	3,79	ADAMS
γ -elemeno	26,006	1427	1434	2,67	ADAMS
α -humuleno	27,061	1454	1452	1,98	ADAMS
aromadendreno	27,254	1469	1458	0,51	ADAMS
E-cadina-1(6),4-dieno	27,741	1473	1461	0,29	ADAMS
α -amorfenos	27,871	1479	1483	0,46	ADAMS
germacreno d	28,142	1482	1484	9,91	ADAMS
β -selineno	28,422	1487	1489	0,4	ADAMS
E- β -guaiano	28,544	1489	1492	0,31	ADAMS
tridecanona	28,609	1493	1495	0,54	ADAMS
biciclogermacreno	28,72	1497	1500	5,43	ADAMS
α -muuroleno	28,818	1499	1500	0,73	ADAMS
β -curcumeno	28,992	1505	1514	0,33	ADAMS
δ -amorfenos	29,381	1512	1511	0,31	ADAMS
cubebol	29,473	1516	1514	0,9	ADAMS
δ -cadineno	29,6	1520	1522	1,47	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	30,524			0,36	ADAMS
E-nerolidol	31,216	1561	1561	4,7	ADAMS
viridiflorol	32,942	1597	1592	0,46	ADAMS
não identificado	33,54	1597	1592	0,31	ADAMS
cadina-4-7-nol	33,801	1624	1635	0,45	ADAMS
α -cadinol	34,33	1635	1638	0,54	ADAMS
α -muurolol	34,397	1636	1649	0,53	ADAMS
não identificado	34,499			0,7	ADAMS
muurolol	34,824	1654	1644	1,13	ADAMS
pogostol	34,921	1659	1651	0,3	ADAMS

eupatoriocromeno	35,388	1669	1761	1,83	ADAMS
benzoato de benzila	38,774	1748	1759	0,25	ADAMS
Somatório				98,61	
Inflorescência					
α -pineno	6,441	932	932	10,1	ADAMS
canfeno	6,906	950	946	0,26	ADAMS
β -pineno	7,747	975	974	8,37	ADAMS
mirreno	7,984	988	988	1,68	ADAMS
α -felandreno	8,609	1010	1002	0,29	ADAMS
γ -pineno	8,975	1023	1014	0,16	ADAMS
ocimeno	9,242	1026	1020	0,23	ADAMS
limoneno	9,433	1030	1024	3,02	ADAMS
1,8-cineol	9,577	1034	1026	16,5	ADAMS
γ -terpineno	10,469	1075	1054	0,42	ADAMS
linalol	12,052	1100	1095	2,94	ADAMS
cânfora	14,045	1153	1141	0,19	ADAMS
α -terpineol	15,001	1165	1166	0,23	ADAMS
terpin-4-eol	15,45	1190	1177	0,23	ADAMS
acetato fenchyl	16,08	1209	1218	2,31	ADAMS
undecanona	20,186	1281	1293	0,47	ADAMS
presilfiperfol-7-eno	21,932	1322	1334	1,64	ADAMS
δ -elemeno	22,048	1138	1335	0,42	ADAMS
A-copaeno	23,776	1365	1374	0,33	ADAMS
β -elemeno	24,038	1380	1389	0,34	ADAMS
elemeno	24,368	1385	1389	4,52	ADAMS
E-cariofileno	25,616	1417	1417	3,82	ADAMS
γ -elemeno	26,011	1427	1434	2,71	ADAMS
α -humuleno	27,066	1454	1452	2,03	ADAMS
aromadendreno	27,257	1469	1458	0,37	ADAMS

E-cadina-1(6),4-dieno	27,741	1473	1461	0,32	ADAMS
α -amorfeno	27,871	1479	1483	0,46	ADAMS
germacreno d	28,153	1482	1480	10,3	ADAMS
β -selineno	28,425	1486	1489	0,44	ADAMS
E- β -guaieno	28,546	1490	1492	0,32	ADAMS
tridecanona	28,613	1494	1495	0,6	ADAMS
biciclogermacreno	28,729	1497	1500	5,67	ADAMS
α -muuroleno	28,822	1500	1500	0,76	ADAMS
β -curcumeno	28,995	1506	1514	0,35	ADAMS
δ -amorfeno	29,383	1513	1511	0,33	ADAMS
cubebol	29,479	1516	1514	0,95	ADAMS
δ -cadineno	29,606	1520	1522	1,55	ADAMS
α -cadineno	30,309	1534	1537	0,36	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	30,527	1540	1545	0,4	ADAMS
E-nerolidol	31,224	1561	1561	5,07	ADAMS
não identificado	31,853			0,39	
globulol	32,226	1585	1590	0,32	ADAMS
viridiflorol	32,942	1597	1592	0,46	ADAMS
cadine-4-7-nol	33,801	1624	1635	0,49	ADAMS
α -cadinol	34,33	1635	1638	0,54	ADAMS
muurolol	34,82	1654	1644	1,24	ADAMS
pogostol	34,92	1659	1651	0,3	ADAMS
eupatoriocromeno	35,39	1669	1761	1,96	ADAMS
benzoato de benzila	38,77	1748	1759	0,25	ADAMS
Somatório				97,41	

<i>Piper mollicomum</i> - novembro/2019					
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia
Folha					

α -pineno	5,369	921	932	5,44	ADAMS
canfeno	5,751	933	946	0,33	ADAMS
β -pineno	6,535	952	974	4,76	ADAMS
mirceno	6,784	959	988	1,39	ADAMS
γ -pineno	7,683	1033	1014	0,1	ADAMS
1,8-cineol	8,329	1000	1026	16,22	ADAMS
γ -terpineno	9,052	1036	1054	0,26	ADAMS
terpinoleno	10,033	1077	1086	0,16	ADAMS
linalol	10,75	1085	1095	7,96	ADAMS
δ -terpineol	13,388	1143	1162	0,54	ADAMS
α -terpineol	14,519	1165	1186	4,01	ADAMS
undecanona	20,186	1281	1293	0,47	ADAMS
δ -elemeno	20,109	1314	1335	0,22	ADAMS
β -elemeno	20,109	1314	1335	1,24	ADAMS
A-copaeno	23,776	1365	1374	0,2	ADAMS
β -elemeno	22,189	1375	1389	0,17	ADAMS
β -elemeno	22,551	1380	1389	2,44	ADAMS
α -gurjuneno	23,181	1407	1409	0,21	ADAMS
E-cariofileno	23,738	1411	1417	3,39	ADAMS
γ -elemeno	24,169	1423	1434	2,03	ADAMS
α -humuleno	25,176	1450	1452	2,3	ADAMS
aromadendreno	25,497	1469	1458	0,49	ADAMS
β -selineno	25,891	1471	1489	0,4	ADAMS
α -amorfenno	26,001	1477	1483	0,43	ADAMS
germacreno d	26,261	1479	1480	4,13	ADAMS
β -selineno	26,472	1484	1489	1,01	ADAMS
biciclogermacreno	26,845	1494	1500	5,03	ADAMS
α -muuroleno	27,042	1500	1500	0,24	ADAMS
E- α -farneseno	27,263	1505	1505	0,44	ADAMS

δ -amorfenol	27,484	1511	1511	0,5	ADAMS
cubebol	27,584	1514	1514	0,42	ADAMS
δ -cadineno	27,725	1517	1522	1,46	ADAMS
epizonareno	27,865	1518	1501	0,4	ADAMS
zonareno	28,21	1531	1528	0,23	ADAMS
α -cadineno	28,386	1535	1537	0,86	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	28,575	1540	1545	0,91	ADAMS
não identificado	28,874			0,4	ADAMS
germacreno b	29,197	1556	1559	0,64	ADAMS
E-nerolidol	29,592	1564	1561	6,72	ADAMS
spatuleno	29,9962	1573	1577	0,43	ADAMS
óxido de cariofileno	30,112	1578	1582	0,44	ADAMS
viridiflorol	30,312	1583	1582	0,54	ADAMS
viridiflorol	30,614	1604	1582	0,17	ADAMS
α -thujopsan-2-ol	30,999	1607	1586	0,84	ADAMS
epóxido de humuleno ii	31,175	1609	1608	0,33	ADAMS
β -biotol	31,403	1616	1612	0,54	ADAMS
não identificado	31,649			0,66	ADAMS
cubenol	31,884	1628	1618	0,71	ADAMS
eudesmol	32,019	1632	1622	0,42	ADAMS
α -muurolol	32,37	1644	1644	0,56	ADAMS
agarospirol	32,437	1645	1646	1,41	ADAMS
não identificado	32,607			0,63	ADAMS
α -muurolol	32,889	1656	1640	2,38	ADAMS
pogostol	33,377	1662	1651	0,36	ADAMS
eupatoriocromeno	33,599	1675	1761	3,66	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,435	1696	1700	0,96	ADAMS
benzoato de benzila	36,994	1765	1759	3,27	ADAMS
Somatório				96,86	

Inflorescência					
α -pineno	5,36	921	932	7,51	ADAMS
sabineno	6,345	953	969	0,19	ADAMS
β -pineno	6,519	952	974	5,75	ADAMS
mirceno	6,779	959	988	1,89	ADAMS
γ -pineno	7,663	1033	1014	0,26	ADAMS
1,8-cineol	8,305	1000	1026	23	ADAMS
z- β -ocimeno	8,629	123	1032	1,03	ADAMS
γ -terpineno	9,05	1036	1054	0,39	ADAMS
óxido de linalol	9,496	1047	1067	0,18	ADAMS
terpinoleno	10,031	1077	1086	0,35	ADAMS
linalol	10,759	1085	1095	14	ADAMS
δ -terpineol	13,384	1143	1162	0,76	ADAMS
terpin-4-eol	13,796	1150	1174	0,58	ADAMS
α -terpineol	14,505	1165	1186	5,66	ADAMS
β -elemeno	22,5	1375	1389	0,16	ADAMS
E-cariofileno	23,688	1411	1417	2,05	ADAMS
γ -elemeno	24,166	1423	1434	2,89	ADAMS
α -humuleno	25,142	1450	1452	1,86	ADAMS
β -selineno	25,864	1471	1489	0,13	ADAMS
α -amorfenos	25,947	1477	1483	0,1	ADAMS
germacreno d	26,164	1479	1480	0,19	ADAMS
α -selineno	26,766	1497	1498	0,47	ADAMS
valenceno	28,386	1537	1496	0,56	ADAMS
α -selineno	26,767	1478	1498	0,39	ADAMS
δ -cadineno	27,677	1518	1522	0,39	ADAMS
valenceno	28,358	1537	1496	0,64	ADAMS
selina-3,7(11)-diene	28,548	1541	1545	0,74	ADAMS
hedicariol	28,876	1545	1546	0,22	ADAMS

germacreno b	29,186	1551	1559	0,99	ADAMS
E-nerolidol	29,513	1568	1561	5,16	ADAMS
eudesmol	32,014	1614	1622	0,55	ADAMS
α -muurolol	32,407	1627	1644	0,2	ADAMS
α -eudesmol	32,886	1634	1652	1,59	ADAMS
pogostol	33,354	1662	1651	0,22	ADAMS
eupatoriocromeno	33,71	1675	1761	16,57	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,452	1696	1700	0,81	ADAMS
benzoato de benzila	36,922	1765	1759	0,43	ADAMS
Somatório				98,86	
Infrutescência					
α -pineno	5,358	921	932	7,26	ADAMS
β -pineno	6,517	952	974	5,36	ADAMS
mirreno	6,78	959	988	2,04	ADAMS
γ -pineno	7,673	1033	1014	0,34	ADAMS
1,8-cineol	8,312	1000	1026	22,69	ADAMS
Z- β -ocimeno	8,643	1023	1032	2,05	ADAMS
γ -terpineno	9,052	1036	1054	0,55	ADAMS
óxido de linalol	9,502	1047	1067	0,12	ADAMS
terpinoleno	10,031	1077	1086	0,27	ADAMS
linalol	10,774	1085	1095	14,59	ADAMS
δ -terpineol	13,388	1143	1162	0,83	ADAMS
terpin-4-eol	13,799	1150	1174	0,66	ADAMS
α -terpineol	14,518	1165	1186	6,16	ADAMS
E-cariofileno	23,678	1411	1417	1,27	ADAMS
γ -elemeno	24,171	1423	1434	3,06	ADAMS
α -humuleno	25,136	1450	1452	1,37	ADAMS
α -selineno	26,469	1497	1498	0,4	ADAMS
α -selineno	26,767	1497	1498	0,39	ADAMS

δ -cadineno	27,676	1518	1522	0,25	ADAMS
valenceno	28,213	1537	1496	0,25	ADAMS
valenceno	28,358	1537	1496	0,56	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	28,548	1541	1545	0,64	ADAMS
hedicariol	28,876	1545	1546	0,2	ADAMS
germacreno b	29,188	1557	1559	1,08	ADAMS
E-nerolidol	29,503	1568	1561	4,43	ADAMS
eudesmol	32,014	1614	1622	0,6	ADAMS
α -eudesmol	32,886	1634	1652	1,91	ADAMS
pogostol	33,354	1662	1651	0,24	ADAMS
eupatoriocromeno	33,713	1675	1761	16,81	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,458	1696	1700	1,03	ADAMS
benzoato de benzila	36,931	1765	1759	0,35	ADAMS
piran-5-ona	39,713	1823	1802	1,21	ADAMS
Somatório				98,97	

<i>Piper mollicomum</i> - dezembro/2019					
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia
Folha					
α -pineno	5,34	895	932	9,56	ADAMS
β -pineno	6,498	936	974	7,12	ADAMS
mirceno	6,769	945	988	1,68	ADAMS
1,8-cineol	8,213	996	1026	26,32	ADAMS
γ -terpineno	9,046	1025	1054	0,5	ADAMS
terpinoleno	10,045	1060	1086	0,14	ADAMS
linalol	10,631	1081	1095	9,11	ADAMS
δ -terpineol	13,375	1177	1162	0,49	ADAMS
terpin-4-eol	13,795	1188	1174	0,48	ADAMS
α -terpineol	14,43	1214	1186	4,34	ADAMS

não identificado	20,081				ADAMS
β -elemeno	22,503	1378	1389	1,8	ADAMS
α -gurjuneno	23,171	1396	1409	0,15	ADAMS
E-cariofileno	23,672	1410	1417	2,71	ADAMS
γ -elemeno	24,127	1422	1434	1,39	ADAMS
α -humuleno	25,12	1448	1452	1,75	ADAMS
aromadendreno	25,293	1453	1458	0,36	ADAMS
α -amorfenos	25,954	1471	1483	0,26	ADAMS
germacreno d	26,179	1491	1480	3,21	ADAMS
β -selineno	26,472	1484	1489	0,64	ADAMS
Z-muurola-4(14),5-dieno	26,586	1487	1493	0,31	ADAMS
biciclogermacreno	26,754	1492	1500	3,63	ADAMS
α -muuroleno	26,996	1500	1500	0,38	ADAMS
E- α -farneseno	27,246	1505	1505	0,32	ADAMS
δ -amorfenos	27,461	1511	1511	0,33	ADAMS
cubebol	27,564	1514	1514	0,18	ADAMS
δ -cadineno	27,681	1517	1522	1,09	ADAMS
zonareno	28,21	1531	1528	0,31	ADAMS
α -cadineno	28,353	1535	1537	0,63	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	28,541	1540	1545	0,61	ADAMS
germacreno b	29,171	1556	1559	0,36	ADAMS
E-nerolidol	29,469	1564	1561	5,63	ADAMS
spatuleno	29,917	1573	1577	0,27	ADAMS
óxido de cariofileno	30,078	1578	1582	0,44	ADAMS
viridiflorol	30,312	1583	1582	0,39	ADAMS
viridiflorol	30,957	1604	1582	0,57	ADAMS
epóxido de humuleno ii	31,143	1609	1608	0,27	ADAMS
β -biotol	31,389	1616	1612	0,34	ADAMS

bisaboladien-4-ol	31,702	1619	1618	0,42	ADAMS
cubenol	31,863	1628	1618	0,59	ADAMS
eudesmol	32,019	1632	1622	0,42	ADAMS
α -muurolol	32,4	1644	1644	0,82	ADAMS
agarospirol	32,476	1645	1646	0,25	ADAMS
não identificado	32,571				ADAMS
α -muurolol	32,889	1656	1640	2,38	ADAMS
pogostol	33,352	1641	1651	0,21	ADAMS
eupatoriocromeno	33,511	1672	1761	2,63	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,4	1696	1700	0,69	ADAMS
benzoato de benzila	36,901	1765	1759	2,24	ADAMS
Somatório				98,72	
Inflorescência					
α -pineno	5,355	895	932	7,22	ADAMS
sabineno	6,345	953	969	0,19	ADAMS
β -pineno	6,516	936	974	5,63	ADAMS
mirceno	6,779	959	988	2,01	ADAMS
γ -pineno	7,672	1033	1014	0,29	ADAMS
1,8-cineol	8,296	996	1026	23,01	ADAMS
Z- β -ocimeno	8,631	1023	1032	1,45	ADAMS
γ -terpineno	9,049	1036	1054	0,49	ADAMS
óxido de linalol	9,503	1047	1067	0,12	ADAMS
terpinoleno	10,031	1077	1086	0,37	ADAMS
linalol	10,761	1085	1095	15,06	ADAMS
δ -terpineol	13,382	1143	1162	0,69	ADAMS
terpin-4-eol	13,796	1150	1174	0,57	ADAMS
α -terpineol	14,497	1165	1186	5,54	ADAMS
β -elemeno	22,5	1375	1389	0,19	ADAMS
E-cariofileno	23,681	1411	1417	1,56	ADAMS

γ -elemeno	24,165	1423	1434	2,97	ADAMS
α -humuleno	25,136	1450	1452	1,5	ADAMS
β -selineno	25,867	1471	1489	0,1	ADAMS
germacreno d	26,165	1479	1480	0,19	ADAMS
α -selineno	26,469	1497	1498	0,36	ADAMS
α -selineno	26,765	1478	1498	0,37	ADAMS
δ -cadineno	28,211	1518	1522	0,21	ADAMS
valenceno	28,355	1537	1496	0,45	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	28,545	1541	1545	0,51	ADAMS
hedicariol	28,877	1545	1546	0,43	ADAMS
germacreno b	29,185	1551	1559	1,04	ADAMS
E-nerolidol	29,506	1568	1561	5,06	ADAMS
α -muurolol	32,409	1627	1644	0,18	ADAMS
α -eudesmol	32,886	1634	1652	1,75	ADAMS
pogostol	33,354	1662	1651	0,2	ADAMS
eupatoriocromeno	33,701	1675	1761	17,35	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,449	1696	1700	0,87	ADAMS
benzoato de benzila	36,915	1765	1759	0,53	ADAMS
Somatório				99,03	
Infrutescência					
α -pineno	5,35	921	932	7,61	ADAMS
β -pineno	6,509	952	974	5,5	ADAMS
mirceno	6,777	959	988	1,93	ADAMS
γ -pineno	7,673	1033	1014	0,31	ADAMS
1,8-cineol	8,292	1000	1026	25,92	ADAMS
Z- β -ocimeno	8,63	1023	1032	1,81	ADAMS
γ -terpineno	9,049	1036	1054	0,51	ADAMS
óxido de linalol	9,505	1047	1067	0,11	ADAMS
terpinoleno	10,034	1077	1086	0,32	ADAMS

linalol	10,745	1085	1095	15,78	ADAMS
δ -terpineol	13,382	1143	1162	0,83	ADAMS
terpin-4-eol	13,795	1150	1174	0,7	ADAMS
α -terpineol	14,494	1165	1186	6,46	ADAMS
E-cariofileno	23,668	1411	1417	0,99	ADAMS
γ -elemeno	24,153	1423	1434	2,57	ADAMS
α -humuleno	25,124	1450	1452	1,12	ADAMS
α -selineno	26,469	1497	1498	0,32	ADAMS
δ -cadineno	27,677	1518	1522	0,18	ADAMS
valenceno	28,352	1537	1496	0,44	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	28,542	1541	1545	0,5	ADAMS
hedicariol	28,877	1545	1546	0,18	ADAMS
germacreno b	29,178	1557	1559	0,87	ADAMS
E-nerolidol	29,478	1568	1561	3,95	ADAMS
eudesmol	32,012	1614	1622	0,5	ADAMS
α -eudesmol	32,876	1634	1652	1,76	ADAMS
pogostol	33,351	1662	1651	0,2	ADAMS
eupatoriocromeno	33,661	1675	1761	15,77	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,435	1696	1700	0,9	ADAMS
benzoato de benzila	36,954	1765	1759	0,33	ADAMS
piran-5-ona	39,703	1823	1802	0,74	ADAMS
Somatório				99,62	

<i>Piper mollicomum</i> - janeiro/2020					
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia
Folha					
α -pineno	5,404	933	932	6,74	ADAMS
β -pineno	6,535	940	974	5,97	ADAMS
mirceno	6,784	942	988	1,13	ADAMS

1,8-cineol	8,333	1033	1026	36,66	ADAMS
γ -terpineno	9,135	1036	1054	0,27	ADAMS
terpinoleno	10,13	1040	1086	0,1	ADAMS
linalol	10,773	1089	1095	15,52	ADAMS
cânfora	12,773	1144	1141	0,13	NIST
menta-1(7),8-dieno	13,48	1146	1003	0,71	NIST/ADAMS
Z- β -terpineol	13,898	1148	1159	0,78	ADAMS
α -terpineol	14,567	1150	1186	6,19	ADAMS
undecanona	18,669	1290	1293	0,38	ADAMS
δ -elemeno	20,199	1346	1335	0,16	ADAMS
β -elemeno	22,614	1378	1389	0,45	ADAMS
E-cariofileno	23,782	1415	1417	0,72	ADAMS
γ -elemeno	24,244	1418	1434	0,64	ADAMS
α -humuleno	25,236	1455	1452	0,68	ADAMS
germacreno d	26,284	1462	1480	0,63	ADAMS
β -selineno	26,591	1464	1478	0,33	ADAMS
biciclogermacreno	26,86	1508	1500	1,01	ADAMS
γ -cadinene	27,684	1511	1513	0,16	ADAMS
δ -cadineno	27,797	1512	1522	0,36	ADAMS
zonareno	28,469	1515	1528	0,21	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	28,659	1515	1545	0,23	ADAMS
germacreno b	29,295	1542	1559	0,34	ADAMS
E-nerolidol	29,595	1544	1561	5,43	ADAMS
Z-dauca-4(11),7-dieno	30,045	1546	1556	0,3	ADAMS
óxido de cariofileno	30,206	1586	1582	0,5	ADAMS
spatuleno	30,388	1587	1577	0,16	ADAMS
valenceno	31,086	1591	1496	0,49	ADAMS
aromadendreno	31,271	1626	1639	0,38	ADAMS
não identificado	31,988	1628			ADAMS

γ -10-eudesmol	32,137	1629	1622	0,47	ADAMS
α -cadinol	32,525	1631	1638	0,62	ADAMS
α -muurolol	32,6	1631	1644	0,2	ADAMS
não identificado	32,695	1631			ADAMS
não identificado	32,958	1632			ADAMS
α -muurolol	33,016	1632	1640	1,38	ADAMS
pogostol	33,08	1633	1651	0,46	ADAMS
α -eudesmol	33,473	1635	1652	0,23	ADAMS
eupatoriocromeno	33,67	1639	1761	5,13	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,534	1696	1700	0,81	ADAMS
benzoato de benzila	37,029	1765	1759	1,25	ADAMS
Somatório				98,31	
Inflorescência					
α -pineno	5,396	933	932	1,92	ADAMS
β -pineno	6,566	940	974	2,06	ADAMS
mirceno	6,843	974	988	0,89	ADAMS
γ -pineno	7,74	983	1014	0,11	ADAMS
limoneno	8,153	1032	1024	2,98	ADAMS
1,8-cineol	8,256	1033	1026	5,75	ADAMS
Z- β -ocimeno	8,333	1034	1032	0,3	ADAMS
E- β -ocimeno	8,696	1037	1044	0,82	ADAMS
γ -terpineno	9,13	1041	1054	0,28	ADAMS
terpinoleno	10,12	1084	1086	0,24	ADAMS
linalol	10,74	1091	1095	7,1	ADAMS
Z- β -terpineol	13,912	1148	1159	0,1	ADAMS
α -terpineol	14,521	1150	1186	1,19	ADAMS
A-copaeno	22,016	1372	1374	0,07	ADAMS
β -elemeno	22,618	1378	1389	0,35	ADAMS
E-cariofileno	23,815	1416	1417	3,28	ADAMS

γ -elemeno	23,294	1414	1434	5,03	ADAMS
α -humuleno	25,275	1455	1452	3,39	ADAMS
β -chamigreno	25,984	1462	1476	0,2	ADAMS
α -amorfenol	26,067	1463	1483	0,17	ADAMS
germacreno d	26,286	1462	1480	0,31	ADAMS
β -selineno	26,597	1464	1489	0,83	ADAMS
epizonareno	26,758	1507	1501	0,13	ADAMS
α -selineno	26,892	1508	1498	0,88	ADAMS
E- α -farneseno	27,368	1507	1505	0,11	ADAMS
γ -cadinene	27,585	1510	1513	0,23	ADAMS
δ -cadineno	27,797	1512	1522	0,65	ADAMS
α -7-selineno	28,341	1514	1520	0,42	ADAMS
zonareno	28,488	1515	1528	1,22	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	28,677	1515	1545	1,39	ADAMS
elemol	29,003	1520	1548	0,53	ADAMS
germacreno b	29,327	1542	1559	2,6	ADAMS
E-nerolidol	29,649	1569	1561	9,06	ADAMS
óxido de cariofileno	30,214	1586	1582	0,12	ADAMS
valenceno	31,097	1591	1496	0,11	ADAMS
aromadendreno	31,277	1626	1639	0,12	ADAMS
δ -selineno	31,58	1629	1492	0,24	ADAMS
hidróxido de valenceno	32,061	1634	1767	0,31	ADAMS
γ -10-eudesmol	32,137	1629	1622	0,76	ADAMS
α -cadinol	32,531	1631	1638	0,23	ADAMS
pogostol	33,03	1633	1651	2,96	ADAMS
eudesmol < γ ->	33,109	1634	1630	0,78	ADAMS
α -eudesmol	33,484	1635	1652	0,42	ADAMS
eupatoriocromeno	33,914	1639	1761	36,26	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,597	1696	1700	0,94	ADAMS

benzoato de benzila	37,035	1765	1759	0,84	ADAMS
Somatório				98,68	
Infrutescência					
α -pineno	5,394	921	932	0,72	ADAMS
β -pineno	6,564	952	974	0,7	ADAMS
limoneno	8,165	1032	1024	0,37	ADAMS
1,8-cineol	8,226	1033	1026	2,57	ADAMS
E-cariofileno	23,784	1415	1417	0,8	ADAMS
γ -elemeno	23,249	1414	1434	3,54	ADAMS
α -humuleno	25,237	1455	1452	1,47	ADAMS
zonareno	28,479	1515	1528	0,81	ADAMS
selina-3,7(11)-dieno	28,667	1515	1545	1,01	ADAMS
germacreno b	29,294	1542	1559	1,81	ADAMS
E-nerolidol	29,554	1568	1561	10,42	ADAMS
γ -10-eudesmol	32,146	1629	1622	1,52	ADAMS
β -panasinseno	32,996	1632	1381	5,13	ADAMS
pogostol	32,996	1632	1651	1,32	ADAMS
α -eudesmol	33,478	1635	1652	0,75	ADAMS
eupatoriocromeno	33,638	1639	1761	64,14	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,529	1696	1700	2,93	ADAMS
Somatório				100,01	

<i>Piper mollicomum</i> - fevereiro/2020					
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia
Folha					
α -pineno	5,399	932	932	7,28	ADAMS
canfeno	5,817	934	946	2,85	ADAMS
β -pineno	6,568	941	974	6,03	ADAMS
mirceno	6,842	943	988	1,5	ADAMS

limoneno	8,152	1032	1024	2,98	ADAMS
1,8-cineol	8,268	1032	1026	19,54	ADAMS
linalol	10,669	1088	1008	1,59	ADAMS
cânfora	12,517	1142	1141	4,26	NIST
borneol	13,513	1147	1165	1,21	NIST/ADAMS
Z- β -terpineol	13,9	1149	1159	0,39	ADAMS
α -terpineol	14,525	1150	1186	3,53	ADAMS
acetato de bornila	18,208	1286	1284	0,46	ADAMS
undecanona	18,66	1290	1293	0,8	ADAMS
undecanol	19,108	1305	1301	0,51	ADAMS
δ -elemeno	20,346	1346	1335	0,18	ADAMS
β -elemeno	22,651	1376	1389	8,96	ADAMS
α -gurjuneno	23,292	1410	1409	0,18	ADAMS
E-cariofileno	23,8	1415	1417	4,51	ADAMS
γ -elemeno	24,247	1418	1434	2,28	ADAMS
1-dodeceno	24,41	1420	1187	0,26	ADAMS
α -humuleno	25,244	1455	1452	2,39	ADAMS
aromadendreno	25,419	1457	1439	0,53	ADAMS
não identificado	25,984	1461			
α -amorfeno	26,091	1462	1483	0,41	ADAMS
germacreno d	26,335	1463	1480	11,06	ADAMS
β -selineno	26,583	1464	1478	1,46	ADAMS
α -selineno	26,883	1467	1498	1,02	ADAMS
2-tridecanona	27,024	1471	1495	1,32	ADAMS
γ -cadinene	27,579	1511	1513	0,37	ADAMS
δ -cadineno	27,795	1511	1522	0,93	ADAMS
acetato de elemol	28,987	1515	1545	0,68	ADAMS
germacreno b	29,295	1542	1559	1	ADAMS
E-nerolidol	29,565	1544	1561	3,77	ADAMS

Z-dauca-4(11),7-dieno	30,042	1546	1556	0,16	ADAMS
óxido de cariofileno	30,2	1586	1582	0,5	ADAMS
valenceno	31,081	1591	1496	0,66	ADAMS
aromadendreno	31,263	1626	1639	0,31	ADAMS
não identificado	31,729	1628			ADAMS
γ -10-eudesmol	32,012	1628	1622	0,48	ADAMS
α -cadinol	32,518	1631	1638	0,61	ADAMS
α -muurolol	32,595	1630	1644	0,2	ADAMS
α -muurolol	33,014	1632	1640	0,71	ADAMS
pogostol	33,079	1633	1651	0,4	ADAMS
eupatoriocromeno	33,667	1639	1761	0,81	ADAMS
benzoato de benzila	37,048	1765	1759	0,34	ADAMS
Somatório				98,74	
Inflorescência					
α -pineno	5,401	934	932	6,13	ADAMS
canfeno	5,816	934	946	1,28	ADAMS
sabineno	6,411	954	969	0,15	ADAMS
β -pineno	6,57	940	974	4,9	ADAMS
mirceno	6,843	974	988	1,55	ADAMS
α -felandreno	7,399	979	1002	0,31	ADAMS
γ -pineno	7,743	983	1014	0,13	ADAMS
limoneno	8,163	1032	1024	5,76	ADAMS
1,8-cineol	8,284	1033	1026	17,69	ADAMS
Z- β -ocimeno	8,334	1034	1032	0,5	ADAMS
E- β -ocimeno	8,697	1037	1044	1,5	ADAMS
γ -terpineno	9,134	1041	1054	0,25	ADAMS
terpinoleno	10,126	1084	1086	0,16	ADAMS
linalol	10,787	1091	1095	20,47	ADAMS
cânfora	12,51	1142	1141	1,57	NIST

borneol	13,521	1147	1165	1,38	NIST/ADAMS
Z- β -terpineol	13,903	1148	1159	0,28	ADAMS
α -terpineol	14,533	1150	1186	3,28	ADAMS
acetato de bornila	18,21	1286	1284	0,13	ADAMS
β -elemeno	22,612	1378	1389	0,41	ADAMS
E-cariofileno	23,798	1416	1417	3,01	ADAMS
γ -elemeno	23,237	1414	1434	0,3	ADAMS
α -humuleno	25,246	1455	1452	2,29	ADAMS
Z-prenil-limoneno	25,436	1457	1439	0,18	ADAMS
α -amorfenol	26,065	1463	1483	0,13	ADAMS
germacreno d	26,282	1462	1480	0,95	ADAMS
β -selineno	26,587	1464	1489	0,23	ADAMS
α -selineno	26,88	1508	1498	0,43	ADAMS
viridifloreol	27,027	1471	1495	0,13	ADAMS
E- α -farneseno	27,355	1507	1505	0,15	ADAMS
δ -cadineno	27,796	1512	1522	0,37	ADAMS
germacreno b	29,293	1541	1559	0,11	ADAMS
E-nerolidol	29,62	1569	1561	9,97	ADAMS
óxido de cariofileno	30,208	1586	1582	0,1	ADAMS
E- β -guaieol	31,977	1629	1492	0,16	ADAMS
α -cadinol	32,525	1631	1638	0,51	ADAMS
cubenol	33,02	1633	1645	0,39	
pogostol	33,079	1633	1651	0,41	ADAMS
eupatoriocromeno	33,709	1639	1761	12,22	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,812	1696	1700	0,12	ADAMS
Somatório				99,99	
Infrutescência imatura					
α -pineno	5,403	921	932	6,72	ADAMS
canfeno	5,833	934	946	8,75	ADAMS

β -pineno	6,567	952	974	3,48	ADAMS
mirreno	6,842	974	988	1,95	ADAMS
α -felandreno	7,409	979	1002	0,12	ADAMS
γ -pineno	7,74	983	1014	0,14	ADAMS
limoneno	8,162	1032	1024	1,87	ADAMS
1,8-cineol	8,29	1033	1026	19,73	ADAMS
E- β -ocimeno	8,696	1037	1044	1,3	ADAMS
γ -terpineno	9,131	1041	1054	0,26	ADAMS
terpinoleno	10,124	1084	1086	0,14	ADAMS
linalol	10,73	1091	1095	8,52	ADAMS
cânfora	12,595	1142	1141	14,44	NIST
hidróxido de canfeno	12,836	1145	1145	0,29	ADAMS
borneol	13,622	1147	1165	12,43	NIST/ADAMS
Z- β -terpineol	13,913	1148	1159	0,43	ADAMS
α -terpineol	14,55	1150	1186	3,97	ADAMS
acetato de bornila	18,212	1286	1284	1,25	ADAMS
β -elemeno	22,612	1378	1389	0,19	ADAMS
E-cariofileno	23,787	1415	1417	1,16	ADAMS
γ -elemeno	23,238	1414	1434	1,17	ADAMS
Z-prenil-limoneno	25,434	1457	1439	0,17	ADAMS
germacreno d	26,277	1462	1480	0,31	ADAMS
α -selineno	26,881	1508	1498	0,12	ADAMS
δ -cadineno	27,797	1512	1522	0,13	ADAMS
2e,6z-farnesol	29,34	1542	1714	0,27	ADAMS
E-nerolidol	29,574	1568	1561	3,34	ADAMS
α -cadinol	32,525	1631	1638	0,06	ADAMS
pogostol	33,08	1632	1651	0,12	ADAMS
eupatoriocromeno	33,679	1639	1761	7,15	ADAMS
Somatório				99,98	

Infrutescência madura					
α -thujeno	5,203	919	924	0,09	ADAMS
α -pineno	5,418	921	932	9,69	ADAMS
canfeno	5,819	931	946	1,5	ADAMS
sabineno	6,415	954	969	0,09	ADAMS
β -pineno	6,584	952	974	6,75	ADAMS
mirceno	6,849	974	988	2,52	ADAMS
γ -pineno	7,743	983	1014	0,3	ADAMS
1,8-cineol	8,026	1033	1026	31,39	ADAMS
E- β -ocimeno	8,707	1037	1044	1,85	ADAMS
γ -terpineno	9,131	1041	1054	0,59	ADAMS
terpinoleno	10,122	1084	1086	0,2	ADAMS
linalol	10,758	1091	1095	9,62	ADAMS
cânfora	12,52	1142	1141	2,01	NIST
menta-1(7),8-dieno	13,526	1146	1003	1,21	NIST/ADAMS
borneol	13,534	1147	1165	0,9	NIST/ADAMS
Z- β -terpineol	13,898	1148	1159	0,78	ADAMS
α -terpineol	14,589	1150	1186	6,97	ADAMS
acetato de bornila	18,208	1286	1284	0,2	ADAMS
E-cariofileno	23,801	1415	1417	2,55	ADAMS
γ -elemeno	23,233	1414	1434	0,1	ADAMS
α -humuleno	25,258	1455	1452	2,72	ADAMS
Z-prenil-limoneno	25,433	1457	1439	0,23	ADAMS
germacreno d	26,279	1462	1480	0,34	ADAMS
β -selineno	26,589	1464	1489	0,18	ADAMS
α -selineno	26,883	1508	1498	0,22	ADAMS
E- α -farneseno	27,351	1507	1505	0,16	ADAMS
δ -cadineno	27,797	1512	1522	0,21	ADAMS
E-nerolidol	29,592	1568	1561	4,14	ADAMS

óxido de cariofileno	30,203	1586	1582	0,22	ADAMS
aromadendreno	31,267	1626	1639	0,2	ADAMS
E- β -guaieno	31,974	1629	1492	0,06	ADAMS
α -cadinol	32,525	1631	1638	0,05	ADAMS
pogostol	33,082	1632	1651	0,34	ADAMS
eupatoriocromeno	33,731	1639	1761	11,35	ADAMS
eudesmen-7(11)-4-ol	34,814	1696	1700	0,17	ADAMS
Somatório				99,81	

<i>Piper mollicomum</i> - setembro/2020							
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia	méd inj	DP inj.
Folha							
3-E-hexenol	3,793	845	844	0,39	ADAMS	0,669	0,008
α -pineno	5,395	932	932	2,13	ADAMS	2,385	0,007
canfeno	5,816	934	946	0,87	ADAMS	0,923	0,004
β -pineno	6,578	941	974	5,43	ADAMS	6,304	0,024
mirreno	6,844	943	988	0,47	ADAMS	0,476	0,009
limoneno	8,142	1032	1024	2,26	ADAMS	3,763	0,016
1,8-cineol	8,233	1032	1026	1,91	ADAMS	0,868	0,004
linalol	10,924	1088	1008	37,16	ADAMS	44,849	0,114
α -fenchocânforaone	10,988	1088	1104	0,62	ADAMS	0,321	0,018
cânfora	12,534	1142	1141	1,78	NIST	1,574	0,003
borneol	13,527	1147	1165	0,11	NIST/ADAMS	0,085	0,002
α -terpineol	14,519	1150	1186	0,43	ADAMS	0,391	0,005
isopulegil acetato	18,083	1285	1283	0,41	ADAMS	0,204	0,078
acetato de bornila	18,21	1286	1284	0,22	ADAMS	0,069	0,003
undecanona	18,653	1290	1293	0,76	ADAMS	0,73	0,006
undecanol	19,104	1305	1301	0,3	ADAMS	0,041	0,002
δ -elemeno	20,199	1346	1335	0,36	ADAMS	0,084	0,001

β -elemeno	22,637	1376	1389	3,13	ADAMS	2,456	0,006
α -gurjuneno	23,291	1410	1409	0,1	ADAMS	0,104	0,001
E-cariofileno	23,796	1415	1417	2,07	ADAMS	2,331	0,004
γ -elemeno	24,247	1418	1434	1,12	ADAMS	1,651	0,004
α -humuleno	25,247	1455	1452	1,66	ADAMS	1,332	0,003
aromadendreno	25,417	1457	1439	0,22	ADAMS	0,278	0,001
α -amorfeneno	26,084	1462	1483	0,23	ADAMS	0,213	0,001
germacreno d	26,322	1463	1480	4,45	ADAMS	2,344	0,01
Z-epoxi-4,10-amorfano	26,585	1464	1481	0,76	ADAMS	0,224	0,07
α -cubebeno	26,705	1491	1348	0,2	ADAMS	0,21	0,002
biciclogermacreno	26,879	1492	1500	2,33	ADAMS	1,531	0,696
2-tridecanona	27,028	1471	1495	0,5	ADAMS	0,315	0,011
E- α -farneseno	27,348	1507	1505	0,39	ADAMS	0,258	0,048
γ -cadinene	27,579	1511	1513	0,19	ADAMS	0,166	0,015
δ -cadineno	27,807	1511	1522	0,9	ADAMS	1	0,109
β -panasinseno	28,476	1510	1381	0,16	ADAMS	0,133	0,02
Z-muurola-3,5-dieno	28,664	1512	1448	0,14	ADAMS	0,274	0,027
E- α -farneseno	28,784	1515	1505	0,18	ADAMS	0,149	0,008
acetato de elemol	28,983	1542	1559	0,36	ADAMS	0,163	0,026
germacreno b	29,292	1544	1561	0,5	ADAMS	0,146	0,001
E-nerolidol	29,579	1546	1556	2,75	ADAMS	2,174	0,013
maaliol	29,771	1548	1566	0,18	ADAMS	0,129	0,026
óxido de cariofileno	29,955	1591	1496	0,11	ADAMS	0,137	0,037
guaiol	30,043	1592	1600	0,33	ADAMS	0,242	0,082
óxido de cariofileno	30,21	1594	1496	0,63	ADAMS	1,508	0,58
spatuleno	30,383	1587	1577	0,25	ADAMS	0,166	0,048
valenceno	31,096	1591	1496	1,56	ADAMS	0,553	0,006
valenceno	31,275	1626	1639	0,59	ADAMS	0,468	0,024
A-copaeno	31,51	1627	1374	0,15	ADAMS	0,066	0,042

α -selineno	31,572	1627	1498	0,15	ADAMS	0,075	0,044
aromadendreno	31,811	1628	1639	5,98	ADAMS	1,216	0,054
Z-cadina-1,4-dieno	31,989	1628	1495	1,06	ADAMS	0,53	0,038
γ -10-eudesmol	32,184	1631	1638	0,46	ADAMS	0,457	0,023
α -muurolol	32,541	1632	1640	1,24	ADAMS	4,27	0,025
pogostol	33,104	1638	1651	0,47	ADAMS	1,419	0,083
α -selin-11-en-4-ol	33,484	1640	1652	0,22	ADAMS	0,364	0,018
β -himachalenol	33,645	1642	1699	2,17	ADAMS	1,506	0,014
eudesmen-7(11)-4-ol	34,537	1696	1700	0,46	ADAMS	0,354	0,003
benzoato de benzila	37,023	1765	1759	0,61	ADAMS	0,774	0,016
Somatório				97,62		97,835	
Inflorescência fase 1							
canfeno	11,224	937	946	12,72	ADAMS	25,41	0,206
limoneno	11,508	1038	1024	41,81	ADAMS	8,394	0,323
1,8-cineol	11,605	1033	1026	5,45	ADAMS	8,222	0,291
Z- β -ocimeno	12,744	1034	1032	10,9	ADAMS	3,293	0,172
E-cariofileno	27,047	1415	1417	5,45	ADAMS	5,363	0,072
eupatoriocromeno	36,632	1639	1761	23,63	ADAMS	8,546	0,115
Somatório				99,96		59,229	
Inflorescência fase 2							
α -pineno	6,725	936	932	15,68	ADAMS	18,22	0,081
limoneno	8,235	1038	1024	21,56	ADAMS	9,175	0,067
linalol	10,727	1088	1008	35,29	ADAMS	29,239	0,029
E-cariofileno	23,79	1415	1417	2,94	ADAMS	4,417	0,016
E-nerolidol	29,569	1546	1556	2,94	ADAMS	2,278	0,02
eupatoriocromeno	33,636	1639	1761	21,56	ADAMS	6,345	0,012
Somatório				99,97		69,673	
Inflorescência fase 3							
limoneno	8,307	1039	1024	12,05	ADAMS	14,578	0,849

Z- β -ocimeno	8,424	1035	1032	0,85	ADAMS	0,732	0,139
E- β -ocimeno	8,79	1037	1044	2,2	ADAMS	2,243	0,105
γ -terpineno	9,217	1037	1054	0,07	ADAMS	0,113	0,027
terpinoleno	10,181	1084	1086	0,28	ADAMS	0,325	0,002
linalol	11,085	1088	1008	47,08	ADAMS	62,023	2,755
ocimeno	11,875	1096	1128	0,07	ADAMS	0,206	0,12
cânfora	12,587	1142	1141	0,24	NIST	0,969	0,014
E-cariofileno	23,834	1416	1417	3,62	ADAMS	2,123	1,511
β -selineno	25,276	1464	1489	2,66	ADAMS	2,391	0,265
E-nerolidol	29,598	1546	1556	3,24	ADAMS	2,041	0,487
eupatoriocromeno	33,759	1639	1761	11,95	ADAMS	5,911	0,027
Somatório				84,3		93,655	
Inflorescência fase 4							
limoneno	8,297	1039	1024	6,82	ADAMS	6,299	0,028
Z- β -ocimeno	8,43	1035	1032	1,5	ADAMS	0,814	0,003
E- β -ocimeno	8,821	1037	1044	3,78	ADAMS	3,205	0,014
Z-óxido de linalol	9,66	1047	1067	0,74	ADAMS	0,15	0,002
terpinoleno	10,18	1084	1086	0,1	ADAMS	0,192	0,002
linalol	11,222	1088	1008	54,1	ADAMS	73,136	0,061
ocimeno	11,917	1096	1128	0,15	ADAMS	0,041	0
γ -terpineno	13,989	1149	1054	0,08	ADAMS	0,058	0,002
α -terpineol	14,595	1150	1186	0,89	ADAMS	0,022	0,006
Z-óxido de limoneno	18,115	1286	1284	0,05	ADAMS	0,037	0,001
A-copaeno	22,033	1365	1374	0,08	ADAMS	0,05	0
β -elemeno	22,632	1376	1389	0,13	ADAMS	0,084	0,002
E-cariofileno	23,864	1416	1417	3,96	ADAMS	2,48	0,003
germacreno d	24,246	1426	1480	0,08	ADAMS	0,033	0
β -selineno	25,3	1464	1489	2,94	ADAMS	1,718	0
germacreno d	26,298	1473	1480	0,36	ADAMS	0,023	0

β -selineno	26,602	1476	1489	0,13	ADAMS	0,289	0,015
α -selineno	26,888	1508	1498	0,3	ADAMS	0,136	0,004
α -muuroleno	27,036	1510	1500	0,1	ADAMS	0,059	0,006
E- α -farneseno	27,376	1513	1505	1,42	ADAMS	0,908	0,003
δ -cadineno	27,815	1517	1522	0,23	ADAMS	0,112	0,001
epizonareno	27,968	1518	1501	0,1	ADAMS	0,008	0,001
acetato de elemol	28,76	1515	1545	0,05	ADAMS	0,063	0,002
E-nerolidol	29,63	1546	1556	3,8	ADAMS	2,249	0,005
óxido de cariofileno	30,217	1593	1496	0,25	ADAMS	0,193	0
valenceno	31,1	1591	1496	0,2	ADAMS	0,124	0,001
α -selineno	31,586	1626	1498	0,1	ADAMS	0,192	0,001
aromadendreno	31,769	1628	1639	1,19	ADAMS	1,057	0,002
eupatoriocromeno	33,813	1639	1761	12,3	ADAMS	4,837	0,009
benzoato de benzila	37,035	1765	1759	0,23	ADAMS	0,081	0
Somatório				96,15		98,649	

<i>Piper mollicomum</i> - outubro/2020							
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia	méd inj	DP inj.
Folha							
3-e-hexenol	3,801	845	844	0,33	ADAMS	0,609	0,008
α -pineno	5,394	932	932	1,7	ADAMS	1,804	0,001
canfeno	5,82	934	946	3,48	ADAMS	3,841	0,001
β -pineno	6,563	941	974	2,13	ADAMS	2,37	0,002
mirceno	6,845	943	988	0,56	ADAMS	0,626	0,001
limoneno	8,149	1032	1024	4,79	ADAMS	5,405	0,005
e- β -ocimeno	8,706	1037	1044	0,27	ADAMS	0,281	0,002
Z-óxido de linalol	9,584	1047	1067	0,19	ADAMS	0,222	0,001
linalol	10,821	1087	1088	22,33	ADAMS	27,205	0,073
α -fenchocânforaone	10,921	1088	1104	0,16	ADAMS	0,082	0,001

cânfora	12,544	1142	1141	4,45	NIST	4,498	0,009
borneol	13,52	1147	1165	0,56	NIST/ADAMS	0,55	0,003
α -terpineol	14,525	1150	1186	0,29	ADAMS	0,309	0,002
acetato de bornila	18,208	1286	1284	0,28	ADAMS	0,093	0
undecanona	18,663	1290	1293	0,41	ADAMS	0,032	0
δ -elemeno	20,199	1346	1335	0,76	ADAMS	0,254	0
δ -elemeno	20,345	1347	1014	0,28	ADAMS	0,397	0,001
A-copaeno	22,013	1365	1374	0,23	ADAMS	0,2	0
β -elemeno	22,3	1376	1389	0,25	ADAMS	0,156	0
β -elemeno	22,614	1376	1389	3,8	ADAMS	1,688	0,006
α -gurjuneno	23,292	1410	1409	0,25	ADAMS	0,247	0,001
E-cariofileno	23,814	1415	1417	4,4	ADAMS	3,542	0,002
γ -elemeno	24,247	1418	1434	1,45	ADAMS	4,875	0,008
β -selineno	25,262	1455	1452	3,26	ADAMS	2,329	0,004
aromadendreno	25,422	1457	1439	0,6	ADAMS	0,111	0
δ -selineno	25,982	1462	1492	0,32	ADAMS	0,258	0,001
α -amorfenol	26,088	1462	1483	0,3	ADAMS	0,333	0
germacreno d	26,335	1463	1480	6,25	ADAMS	2,884	0,001
Z-epoxi-4,10-amorfano	26,596	1464	1481	0,75	ADAMS	0,588	0,003
α -cubebeno	26,712	1491	1348	0,3	ADAMS	0,123	0
biciclogermacreno	26,892	1492	1500	3,96	ADAMS	3,274	0,021
α -muuroleno	27,034	1494	1500	0,6	ADAMS	0,482	0
E- α -farneseno	27,376	1507	1505	3,64	ADAMS	2,272	0,143
δ -cadineno	27,818	1511	1522	1,4	ADAMS	2,814	0,008
epizonareno	27,967	1512	1501	0,29	ADAMS	0,387	0,001
E- α -farneseno	28,788	1515	1505	0,21	ADAMS	0,206	0,002
E-nerolidol	29,599	1546	1556	5,1	ADAMS	1,27	0,003
guaiol	30,045	1592	1600	0,31	ADAMS	0,243	0,001
óxido de cariofileno	30,208	1594	1496	0,37	ADAMS	0,07	0,001

spatuleno	30,391	1587	1577	0,61	ADAMS	0,089	0,001
valenceno	31,095	1591	1496	1,6	ADAMS	0,313	0,021
A-copaeno	31,507	1627	1374	0,31	ADAMS	0,163	0,003
aromadendreno	31,785	1628	1639	4,85	ADAMS	4,536	0,009
Z-cadina-1,4-dieno	31,981	1628	1495	0,68	ADAMS	0,363	0,004
γ -10-eudesmol	32,196	1631	1638	0,18	ADAMS	0,062	0
α -muurolol	32,536	1632	1640	1,83	ADAMS	1,293	0,001
2-(7Z)-bisaboladien-4-ol	33,636	1644	1618	2,25	ADAMS	3,737	0,167
benzoato de benzila	37,023	1765	1759	1,34	ADAMS	0,587	0,001
sclareolida	48,189	2050	2065	0,26	ADAMS	0,24	0,005
Somatório				97,08		88,809	
Inflorescência fase 1							
limoneno	8,262	1038	1024	13,99	ADAMS	17,851	0,265
linalol	10,854	1087	1088	35,32	ADAMS	44,29	0,08
cânfora	12,555	1142	1141	1,73	NIST	2,008	0,008
borneol	13,556	1147	1165	0,6	NIST/ADAMS	0,685	0
α -terpineol	14,546	1150	1186	1,3	ADAMS	1,486	0,004
E-cariofileno	23,793	1415	1417	1,99	ADAMS	2,675	0,028
α -humuleno	25,243	1455	1452	1,47	ADAMS	0,225	0,003
E- α -farneseno	27,354	1507	1505	0,69	ADAMS	0,132	0,002
E-nerolidol	29,599	1546	1556	2,33	ADAMS	2,901	0,079
eupatoriocromeno	33,724	1639	1761	26,25	ADAMS	16,126	0,114
Somatório				85,66		88,38	
Inflorescência fase 2							
limoneno	8,137	1038	1024	21,44	ADAMS	20,074	4,169
linalol	10,695	1088	1008	36,53	ADAMS	46,208	8,756
E-cariofileno	23,785	1415	1417	3,54	ADAMS	2,756	0,211
α -humuleno	25,239	1455	1452	2,42	ADAMS	2,423	0,421
eupatoriocromeno	33,636	1639	1761	20,13	ADAMS	14,988	2,529

Somatório				84,06		86,45	
Inflorescência fase 3							
α -pineno	5,694	936	932	4,29	ADAMS	4,29	
Canfeno	6,062	934	946	7,17	ADAMS	7,17	
β -pineno	6,73	943	974	3,16	ADAMS	3,16	
Mirceno	6,974	945	988	1,13	ADAMS	1,13	
limoneno	8,273	1039	1024	7,44	ADAMS	7,44	
1,8-cineol	8,336	1033	1026	0,16	ADAMS	0,16	
Z- β -ocimeno	8,416	1035	1032	0,74	ADAMS	0,74	
E- β -ocimeno	8,784	1037	1044	2,1	ADAMS	2,1	
Z-óxido de linalol	9,648	1047	1067	0,39	ADAMS	11,45	
terpinoleno	10,179	1084	1086	0,16	ADAMS	1,983	
linalol	10,963	1088	1008	30,27	ADAMS	30,27	
cânfora	12,672	1142	1141	11,45	NIST	11,45	
hidróxido de canfeno	12,898	1144	1145	0,16	ADAMS	0,75	
borneol	13,615	1147	1165	3,39	NIST/ADAMS	0,518	
Z- β -terpineol	13,957	1149	1159	0,12	ADAMS	5,612	
α -terpineol	14,556	1150	1186	0,86	ADAMS	0,86	
acetato de bornila	18,229	1286	1284	0,39	ADAMS	0,086	
β -elemeno	22,623	1376	1389	0,16	ADAMS	0,034	
E-cariofileno	23,825	1416	1417	3,47	ADAMS	3,47	
α -humuleno	25,268	1455	1452	2,49	ADAMS	2,49	
aromadendreno	25,435	1457	1439	0,16	ADAMS	0,086	
germacreno d	26,29	1426	1480	0,47	ADAMS	1,334	
β -selineno	26,596	1464	1489	0,16	ADAMS	0,42	
α -selineno	26,881	1508	1498	0,35	ADAMS	0,074	
α -muuroleno	27,031	1510	1500	0,19	ADAMS	0,266	
E- α -farneseno	27,352	1513	1505	0,78	ADAMS	0,111	
δ -cadineno	27,807	1517	1522	0,35	ADAMS	0,42	

E-nerolidol	29,587	1546	1556	2,92	ADAMS	2,92	
óxido de cariofileno	30,208	1593	1496	0,19	ADAMS	0,259	
E- β -guaieno	31,088	1620	1492	0,31	ADAMS	0,035	
Z- α -bisaboleno	31,271	1622	1506	0,27	ADAMS	0,07	
aromadendreno	31,749	1628	1639	0,86	ADAMS	0,86	
Z-cadina-1,4-dieno	31,981	1628	1495	0,27	ADAMS	0,2	
α -muurolol	32,528	1632	1640	0,31	ADAMS	1,8	
A-copaeno	32,698	1633	1640	0,23	ADAMS	0,07	
α -selineno	33,027	1636	1498	0,35	ADAMS	0,07	
β -selineno	33,087	1636	1489	0,31	ADAMS	0,8	
eupatoriocromeno	33,754	1639	1761	13,21	ADAMS	13,21	
Somatório				101,17		83,2	
Inflorescência fase 4							
canfeno	5,808	934	946	7,4	ADAMS	6,377	0,006
limoneno	8,135	1039	1024	5,71	ADAMS	3,118	0,003
linalol	10,685	1088	1008	54,55	ADAMS	51,961	0,024
cânfora	12,506	1142	1141	12,47	NIST	11,265	0,007
borneol	13,522	1147	1165	6,1	NIST/ADAMS	4,917	0,003
E-cariofileno	23,786	1416	1417	2,08	ADAMS	3,371	0,029
eupatoriocromeno	33,646	1639	1761	9,87	ADAMS	5,632	1,254
Somatório				98,18		86,641	

<i>Piper mollicomum</i> - novembro/2020							
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia	méd inj	DP inj.
Folha							
α -pineno	6,654	928	932	11,33	ADAMS	1,362	0,009
β -pineno	7,937	941	974	9,97	ADAMS	5,027	0,044
1,8-cineol	9,941	1037	1026	14,75	ADAMS	2,701	0,02
γ -terpineno	10,622	1045	1054	0,7	ADAMS	0,115	0,013
Z- β -ocimeno	11,58	1033	1032	0,17	ADAMS	0,113	0,005

terpinoleno	11,636	1071	1086	0,29	ADAMS	0,115	0,001
linalol	12,149	1087	1088	0,76	ADAMS	0,338	0,053
ocimeno	13,267	1119	1128	0,31	ADAMS	0,328	0,017
α -terpineol	16,264	1286	1284	2,81	ADAMS	11,418	0,035
undecanol	20,632	1309	1301	0,25	ADAMS	0,143	0,008
propanato de linalol	21,479	1322	1334	2,22	ADAMS	9,198	0,008
δ -elemeno	22,054	1346	1335	0,58	ADAMS	1,857	0,003
β -elemeno	24,063	1376	1389	5,28	ADAMS	4,453	0,035
α -gurjuneno	25,076	1410	1409	0,11	ADAMS	0,561	0,002
β -gurjuneno	25,796	1415	1433	5,73	ADAMS	5,624	0,013
E-cariofileno	25,842	1415	1417	0,55	ADAMS	0,833	0,021
γ -elemeno	26,201	1418	1434	4,04	ADAMS	15,95	0,064
aromadendreno	26,463	1457	1439	0,13	ADAMS	0,465	0,013
E-cadina-1(6),4-dieno	26,696	1455	1461	1,15	ADAMS	4,392	0,007
Z-muurola-4(14),5-dieno	27	1457	1465	1,57	ADAMS	1,025	0,005
linalol isovalerate	27,235	1461	1466	2,61	ADAMS	2,527	0,004
Z-muurola-4(14),5-dieno	27,945	1492	1493	1,07	ADAMS	1,539	0,014
germacreno d	28,248	1495	1480	2,93	ADAMS	4,434	0,023
β -selineno	28,483	1498	1452	0,8	ADAMS	0,887	0,008
γ -cadineno	28,581	1511	1513	0,75	ADAMS	0,717	0,004
germacreno b	28,804	1516	1559	1,63	ADAMS	1,143	0,012
E- α -farneseno	29,098	1524	1505	1,55	ADAMS	1,364	0,013
δ -cadineno	29,675	1529	1522	1,53	ADAMS	1,295	0,014
E-nerolidol	31,328	1546	1561	2,09	ADAMS	2,096	0,016
α -cadineno	34,921	1793	1652	0,82	ADAMS	0,982	0,002
intermedeol	35,007	1794	1658	0,49	ADAMS	0,146	0,002
eupatoriocromeno	35,477	1798	1761	1,87	ADAMS	2,567	0,015
acetato de cariofileno	36,769	1817	1701	1,21	ADAMS	0,313	0,003

benzoato de benzila	38,805	1765	1759	0,7	ADAMS	0,272	0,004
aromadendreno	31,785	1628	1639	4,85	ADAMS	1,645	0,008
Z-cadina-1,4-dieno	31,981	1628	1495	0,68	ADAMS	0,156	0,003
α -muurolol	32,536	1632	1640	1,83	ADAMS	0,852	0,026
A-copaeno	32,704	1633	1640	0,52	ADAMS	0,018	0,002
2-(7Z)-bisaboladien-4-ol	33,636	1644	1618	2,25	ADAMS	0,043	0,001
benzoato de benzila	37,023	1765	1759	1,34	ADAMS	0,177	0,014
sclareolida	48,189	2050	2065	0,26	ADAMS	0,026	0,004
Somatório				96,38		89,254	
Inflorescência fase 1							
α -pineno	8,93	937	932	1,97	ADAMS	10,545	1,016
β -pineno	9,502	941	974	4,56	ADAMS	17,129	0,356
mirreno	9,561	943	988	1,49	ADAMS	1,672	0,013
α -felandreno	9,963	979	1002	0,14	ADAMS	0,424	0,055
γ -pineno	10,205	1000	1014	0,42	ADAMS	1,154	0,116
1,8-cineol->	10,81	996	1026	17,54	ADAMS	26,078	8,836
dietil-2,3-pirazine	13,397	1088	1081	0,18	ADAMS	0,065	0,015
α -terpineol	15,17	1150	1162	7,68	ADAMS	2,308	0,143
E-nerolidol	31,147	1546	1561	1,02	ADAMS	0,2	0,025
germacreno d-4-ol	33,85	1567	1574	0,17	ADAMS	0,088	0,009
eupatoriocromeno	35,784	1798	1761	33,36	ADAMS	11,848	0,598
acetato de cariofileno	36,769	1817	1701	1,18	ADAMS	2,066	0,473
Somatório				69,71		73,577	
Inflorescência fase 2							
α -pineno	8,869	937	932	3,02	ADAMS	9,347	1,326
sabineno	9,3	954	969	1,12	ADAMS	3,072	0,29
β -pineno	9,546	942	932	6,99	ADAMS	8,151	0,377
mirreno	9,623	943	988	1,46	ADAMS	1,245	0,067
α -felandreno	9,948	979	1002	0,15	ADAMS	0,217	0,024

γ -pineno	10,185	1000	1014	0,61	ADAMS	0,698	0,03
1,8-cineol	10,878	1035	1026	22,83	ADAMS	44,917	0,942
linalol	12,758	1088	1098	4,67	ADAMS	4,146	0,177
E-hidrato de sabineno	12,821	1090	1098	0,17	ADAMS	0,118	0,005
ocimeno	13,469	1120	1128	0,66	ADAMS	0,206	0,005
cânfora	14,295	1142	1141	0,1	ADAMS	0,018	0
α -terpineol	15,31	1177	1186	11,63	ADAMS	3,392	0,347
pinocamfone	15,726	1245	1247	1,4	ADAMS	0,011	0,001
A-copaeno	23,748	1365	1374	0,1	ADAMS	0,69	0,051
β -elemeno	24,322	1376	1389	0,28	ADAMS	0,09	0,001
E-cariofileno	25,664	1415	1417	1,66	ADAMS	0,049	0,013
germacreno d	25,972	1495	1480	0,32	ADAMS	0,086	0,004
γ -himachaleno	26,864	1479	1481	0,14	ADAMS	0,073	0,002
α -humuleno	27,109	1480	1452	1,26	ADAMS	0,013	0,002
β -selineno	28,362	1498	1452	0,14	ADAMS	0,023	#DIV/0!
α -selineno	28,654	1500	1498	0,17	ADAMS	0,012	0
δ -cadineno	29,547	1529	1522	0,31	ADAMS	0,012	0,001
E-nerolidol	31,243	1546	1561	0,96	ADAMS	0,041	0,003
óxido de cariofileno	32,003	1594	1582	0,11	ADAMS	0,113	0,006
α -cadinol	34,273	1789	1638	0,26	ADAMS	0,189	0,017
eupatoriocromeno	36,149	1653	1761	23,74	ADAMS	8,408	0,594
Z-thujopsenal	36,927	1707	1708	0,74	ADAMS	0,12	0,152
benzoato de benzila	38,793	1765	1759	0,2	ADAMS	0,033	0,001
Somatório				85,2		85,479	
Inflorescência fase 3							
α -pineno	8,827	936	932	2,87	ADAMS	2,768	2,215
β -pineno	9,555	943	974	5,24	ADAMS	6,802	0,119
Mirceno	9,629	945	988	1,38	ADAMS	1,269	0,044
α -felandreno	9,939	979	1002	0,11	ADAMS	0,206	0,066

γ -pineno	10,178	1000	1014	0,48	ADAMS	0,289	0,009
1,8-cineol	10,961	1033	1026	22,01	ADAMS	51,276	0,32
γ -terpineno	11,404	1045	1054	1,43	ADAMS	0,625	0,019
tolualdeído	11,869	1054	1062	0,42	ADAMS	0,016	0,001
terpinoleno	12,271	1071	1086	0,47	ADAMS	0,789	0,039
Linalol	12,938	1088	1008	4,37	ADAMS	2,48	0,054
E-hidrato de sabineno	12,994	1090	1098	0,18	ADAMS	0,026	0
ocimeno	13,592	1120	1128	0,9	ADAMS	0,063	0,002
α -terpineol	15,064	1150	1162	1,94	ADAMS	0,75	0,012
terpin-4-eol	15,876	1189	1174	0,9	ADAMS	0,518	0,007
acetato de bornila	16,357	1286	1284	9,43	ADAMS	5,612	0,096
δ -elemeno	22,058	1346	1335	0,21	ADAMS	0,012	0,001
A-copaeno	23,777	1365	1374	0,21	ADAMS	0,086	0,059
β -elemeno	24,413	1376	1389	0,75	ADAMS	0,034	0,007
E-cariofileno	25,734	1416	1417	2,91	ADAMS	1,439	0,052
germacreno d	26,054	1426	1480	1,22	ADAMS	0,262	0,011
E-cadina-1(6),4-dieno	26,609	1465	1475	0,22	ADAMS	0,086	0,01
9-E-cariofileno	27,248	1460	1464	2,16	ADAMS	1,334	0,026
γ -curcumeno	27,945	1480	1481	0,15	ADAMS	0,13	0,013
β -selineno	28,43	1498	1452	0,25	ADAMS	0,074	0,002
γ -cadineno	28,537	1511	1513	0,15	ADAMS	0,266	0,003
α -selineno	28,723	1500	1498	0,38	ADAMS	0,111	0,004
E- α -farneseno	29,051	1524	1505	0,63	ADAMS	0,207	0,003
δ -cadineno	29,61	1529	1522	0,3	ADAMS	0,226	0,002
E-nerolidol	31,308	1546	1561	1,16	ADAMS	0,259	0,015
óxido de cariofileno	32,049	1593	1496	0,19	ADAMS	0,035	0,005
2E-4E-dodecadienal	33,933	1780	1518	0,3	ADAMS	0,07	0,001
α -cadinol	34,308	1789	1638	0,26	ADAMS	0,122	0,002
eupatoriocromeno	36,372	1639	1761	24,25	ADAMS	9,009	0,179

Z-thujopsenal	37,096	1707	1708	0,87	ADAMS	1,008	0,238
benzoato de benzila	38,842	1765	1759	0,15	ADAMS	0,037	0,008
Somatório				88,85		88,297	
Inflorescência fase 4							
α -pineno	8,503	936	932	2,4	ADAMS	6,803	1,37
β -pineno	9,566	943	974	9,87	ADAMS	5,397	0,04
1,8-cineol	10,793	1036	1026	16,19	ADAMS	58,78	1,379
linalol	13,549	1091	1098	8,01	ADAMS	4,066	0,152
ocimeno	14,152	1119	1128	1,53	ADAMS	0,281	0,006
α -terpineol	14,642	1150	1162	0,49	ADAMS	0,013	0,001
cânfora	14,828	1152	1141	0,3	ADAMS	0,018	0,001
δ -terpineol	15,624	1160	1162	1,68	ADAMS	0,311	0,031
acetato de bornila	16,425	1286	1284	3,46	ADAMS	0,611	0,013
α -terpineol	17,588	1287	1186	11,33	ADAMS	6,059	0,22
geraniol	17,917	1288	1249	0,24	ADAMS	0,008	0,003
acetato de neril	23,858	1350	1359	0,4	ADAMS	0,029	0,001
β -elemeno	24,403	1376	1389	0,24	ADAMS	0,085	0,114
E-cariofileno	25,861	1415	1417	3,88	ADAMS	0,606	0,143
β -gurjuneno	26,103	1430	1431	0,36	ADAMS	0,031	0,001
α -humuleno	27,34	1551	1452	3,89	ADAMS	0,357	0,018
γ -curcumeno	27,969	1480	1481	1,2	ADAMS	0,448	0,005
germacreno d	28,134	1482	1480	0,28	ADAMS	0,045	0,011
β -selineno	28,46	1498	1489	0,32	ADAMS	0,029	0,01
Z-cadina-1,4-dieno	28,563	1499	1495	0,37	ADAMS	0,075	0,003
α -selineno	28,751	1500	1498	0,48	ADAMS	0,094	0,005
E- α -farneseno	29,112	1524	1505	1,37	ADAMS	0,053	0,049
γ -cadineno	29,644	1525	1513	0,53	ADAMS	0,061	0,001
E-nerolidol	31,423	1546	1561	1,63	ADAMS	0,206	0,018
óxido de cariofileno	32,121	1593	1496	0,34	ADAMS	0,019	0,001

zerumbone	33,186	1728	1732	0,34	ADAMS	0,039	0,001
A-copaeno	34,528	1757	1374	0,19	ADAMS	0,013	0,002
eupatoriocromeno	36,299	1801	1761	20,04	ADAMS	6,836	0,207
acetato de cariofileno	36,769	1817	1701	1,02	ADAMS	0,35	0,038
benzoato de benzila	39,01	1765	1759	0,17	ADAMS	0,046	0,002
Somatório				92,55		91,77	

<i>Piper mollicomum</i> - dezembro/2020							
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia	méd inj	DP inj.
Folha							
α -pineno	6,607	928	932	16,07	ADAMS	11,307	0,021
β -pineno	7,901	941	974	9,6	ADAMS	6,493	0,011
1,8-cineol	9,755	1037	1026	25,8	ADAMS	8,363	0,009
γ -terpineno	10,569	1045	1054	0,43	ADAMS	4,038	0,003
linalol	12,165	1087	1088	4,16	ADAMS	11,287	0,043
ocimeno	13,249	1119	1128	0,27	ADAMS	0,421	0,004
α -terpineol	15,04	1150	1162	3,41	ADAMS	3,012	0,002
terpin-4-eol	15,479	1189	1174	0,58	ADAMS	0,664	0,006
undecanona	20,163	1307	1293	0,18	ADAMS	0,714	0,004
undecanol	20,607	1309	1301	0,24	ADAMS	0,907	0,006
δ -elemeno	22,005	1346	1335	1,3	ADAMS	2,179	0,001
α -cubebeno	23,468	1347	1348	0,27	ADAMS	0,248	0,001
A-copaeno	23,731	1365	1374	0,23	ADAMS	0,428	0,002
β -elemeno	24,375	1376	1389	7,66	ADAMS	8,626	0,019
germacreno d	28,073	1495	1480	4,08	ADAMS	1,411	0,004
β -selineno	28,368	1498	1452	2,83	ADAMS	2,342	0,009
E- α -farneseno	28,958	1524	1505	1,08	ADAMS	0,977	0,006
δ -cadineno	29,558	1529	1522	1,28	ADAMS	1,944	0,001
elemol	30,697	1541	1548	0,39	ADAMS	0,326	0,001

E-nerolidol	31,242	1546	1561	3,25	ADAMS	1,76	0,004
óxido de cariofileno	32,017	1594	1582	0,62	ADAMS	0,114	0,023
gleenol	32,183	1595	1586	0,2	ADAMS	0,036	0,001
elemenone	32,507	1596	1589	0,23	ADAMS	0,67	0,006
pogostol	32,889	1645	1651	0,32	ADAMS	0,007	0
zerumbone	33,075	1728	1732	0,51	ADAMS	0,054	0,005
acetato de cariofileno	36,658	1804	1417	0,82	ADAMS	0,094	0,002
benzoato de benzila	38,734	1765	1759	0,39	ADAMS	0,106	0,015
Somatório				86,2		68,527	
Inflorescência fase 1							
α -pineno	8,834	937	932	1,19	ADAMS	8,582	0,3
sabineno	9,271	954	969	0,37	ADAMS	0,437	0,007
β -pineno	9,499	941	974	3,53	ADAMS	6,388	0,13
Mirceno	9,568	943	988	0,97	ADAMS	1,153	0,131
α -felandreno	9,918	979	1002	0,17	ADAMS	0,74	0,051
γ -pineno	10,158	1000	1014	1,29	ADAMS	0,474	0,082
1,8-cineol	10,838	996	1026	12,47	ADAMS	32,619	0,236
Linalol	12,667	1087	1095	4	ADAMS	6,112	0,173
ocimeno	13,404	1119	1128	0,42	ADAMS	0,308	0,012
δ -terpineol	15,257	1157	1162	1,9	ADAMS	1,753	0,042
terpin-4-eol	15,45	1189	1174	1,13	ADAMS	0,502	0,012
α -terpineol	15,964	1150	1162	9,44	ADAMS	3,956	0,097
α -copaeno	23,747	1375	1374	0,18	ADAMS	0,072	0,004
β -elemeno	24,335	1376	1389	0,5	ADAMS	1,2	0,035
E-cariofileno	25,795	1415	1417	4,24	ADAMS	1,441	0,013
E- α -farneseno	26,894	1524	1505	1,36	ADAMS	0,173	0,002
β -gurjuneno	27,821	1525	1431	0,34	ADAMS	0,187	0,005
γ -curcumeno	27,897	1528	1515	0,2	ADAMS	0,215	0,018
germacreno d	28,06	1529	1480	0,35	ADAMS	0,112	0,004

β -selineno	28,395	1531	1452	0,46	ADAMS	0,243	0,011
α -cubebeno	28,511	1535	1348	0,21	ADAMS	0,14	0,001
α -selineno	28,691	1537	1498	0,52	ADAMS	0,083	0,003
α -muuroleno	28,776	1538	1500	0,17	ADAMS	0,209	0,002
β -bisaboleno	29,132	1540	1505	0,17	ADAMS	0,138	0,005
α -cedreno	29,197	1541	1410	0,25	ADAMS	0,26	0,002
α -amorfenos	29,346	1543	1483	0,15	ADAMS	0,033	0,002
δ -cadineno	29,582	1544	1522	0,91	ADAMS	0,099	0,001
isoleveno	29,725	1545	1374	0,17	ADAMS	0,263	0,002
E-nerolidol	31,358	1566	1561	3,41	ADAMS	0,768	0,013
Z-cadina-1,4-dieno	33,785	1780	1495	0,26	ADAMS	0,123	0,004
eupatoriocromeno	36,771	1798	1761	28,06	ADAMS	15,264	0,318
acetato de cariofileno	37,098	1804	1417	1,78	ADAMS	0,427	0,008
benzoato de benzila	38,831	1808	1759	0,19	ADAMS	1,997	0,249
Somatório				80,76		86,468	
Inflorescência fase 2							
α -pineno	8,742	937	932	0,97	ADAMS	7,037	0,976
sabineno	9,199	954	969	0,47	ADAMS	0,386	0,117
β -pineno	9,45	942	932	3,22	ADAMS	6,177	0,908
Mirceno	9,52	943	988	0,73	ADAMS	1,653	0,654
α -felandreno	9,864	979	1002	0,16	ADAMS	0,253	0,033
γ -pineno	10,108	1000	1014	0,41	ADAMS	2,395	1,675
1,8-cineol	10,785	1035	1026	10,52	ADAMS	33,015	0,481
γ -terpineno	11,361	1045	1054	0,59	ADAMS	3,572	0,587
tolualdeído	11,669	1054	1062	0,65	ADAMS	1,034	0,375
Ocimeno	13,511	1120	1128	0,55	ADAMS	1,706	0,938
α -terpineol	15,353	1177	1186	9,6	ADAMS	4,842	0,74
terpin-4-eol	15,762	1189	1174	0,91	ADAMS	0,024	0,001
propanato de linalol	22,078	1322	1334	1,22	ADAMS	0,127	0,017

α -copaeno	23,784	1365	1374	0,51	ADAMS	0,106	0,026
β -elemeno	24,52	1376	1389	3,46	ADAMS	0,351	0,022
E-cariofileno	24,909	1415	1417	6,3	ADAMS	2,492	0,232
germacreno d	26,173	1495	1480	7,43	ADAMS	1,42	0,344
α -amorfenos	26,993	1497	1483	1,53	ADAMS	0,798	0,117
α -humuleno	27,287	1498	1452	2,76	ADAMS	0,852	0,476
δ -selineno	27,807	1500	1492	0,39	ADAMS	0,318	0,007
γ -curcumeno	28,028	1528	1515	0,69	ADAMS	0,468	0,025
β -selineno	28,501	1529	1452	0,77	ADAMS	0,746	0,033
2-tridecanona	28,643	1531	1495	0,29	ADAMS	0,428	0,001
α -selineno	28,797	1500	1498	1,1	ADAMS	0,327	0,027
α -muuroleno	28,886	1538	1500	0,71	ADAMS	0,491	0,008
E- α -farneseno	29,138	1524	1505	1,68	ADAMS	0,151	0,018
δ -cadineno	29,436	1529	1522	2,06	ADAMS	0,828	0,007
γ -E-bisaboleno	30,403	1535	1528	0,15	ADAMS	0,113	0,002
elemol	30,748	1541	1548	0,4	ADAMS	0,125	0,001
E-nerolidol	31,586	1546	1561	5,56	ADAMS	1,461	0,121
óxido de cariofileno	32,141	1594	1582	0,61	ADAMS	0,119	0,018
α -copaeno	34,567	1640	1374	0,77	ADAMS	0,009	0,001
α -humuleno	34,852	1643	1452	0,89	ADAMS	0,13	0,003
viridiflorol	35,042	1651	1592	2,15	ADAMS	0,229	0,008
eupatoriocromeno	36,126	1653	1761	14,16	ADAMS	6,547	0,497
acetato de cariofileno	37,007	1661	1417	1,38	ADAMS	0,258	0,04
benzoato de benzila	38,878	1765	1759	0,58	ADAMS	0,085	0,015
Somatório				86,33		81,073	
Inflorescência fase 3							
α -pineno	8,865	936	932	1,05	ADAMS	3,503	0,089
β -pineno	9,488	953	974	2,96	ADAMS	8,131	0,012
Mirceno	9,553	966	988	0,96	ADAMS	0,919	0,062

α -felandreno	9,927	988	1002	0,13	ADAMS	0,121	0,013
γ -pineno	10,169	996	1014	0,26	ADAMS	0,127	0,007
1,8-cineol	10,684	1025	1026	6,83	ADAMS	22,927	0,931
γ -terpineno	11,281	1051	1054	2,08	ADAMS	5,55	0,478
tolualdeído	11,601	1056	1062	0,75	ADAMS	0,554	0,055
terpinoleno	12,066	1080	1086	0,42	ADAMS	0,061	0,03
Linalol	12,587	1083	1008	3,37	ADAMS	8,461	0,192
ocimeno	13,367	1127	1128	1,03	ADAMS	4,352	0,056
α -terpineol	15,827	1163	1162	1,86	ADAMS	1,656	0,034
E- α -farneseno	29,021	1521	1505	1,6	ADAMS	0,113	0,016
γ -E-bisaboleno	29,138	1533	1528	0,67	ADAMS	0,281	0,019
α -cedreno	29,202	1541	1410	0,31	ADAMS	0,196	0,108
α -amorfeno	29,357	1545	1483	0,21	ADAMS	0,261	0,048
δ -cadineno	29,597	1546	1522	1,38	ADAMS	3,31	0,32
E-nerolidol	31,506	1556	1561	7,39	ADAMS	2,659	0,759
óxido de cariofileno	32,08	1595	1496	0,4	ADAMS	0,444	0,015
γ -gurjuneno	32,292	1598	1431	0,57	ADAMS	0,225	0,047
ledol	32,963	1603	1602	0,77	ADAMS	0,516	0,001
δ -selineno	33,418	1609	1492	0,64	ADAMS	0,08	0,01
Z-cadina-1,4-dieno	33,813	1610	1495	0,42	ADAMS	0,08	0,005
2E-4E-dodecadienal	33,955	1628	1518	0,5	ADAMS	0,216	0,112
α -ylangeno	34,023	1630	1373	0,2	ADAMS	0,18	0,013
α -humuleno	34,79	1643	1452	2,01	ADAMS	2,496	0,478
viridiflorol	34,953	1656	1592	1,58	ADAMS	0,163	0,007
eupatoriocromeno	36,104	1657	1761	23,6	ADAMS	15,652	0,567
acetato de cariofileno	36,687	1662	1417	0,46	ADAMS	0,375	0,137
benzoato de benzila	38,822	1763	1759	0,32	ADAMS	0,207	0,203
Somatório				64,73		83,816	
Inflorescência fase 4							

α -pineno	6,635	939	932	14,79	ADAMS	14,703	0,147
β -pineno	7,921	943	974	9,94	ADAMS	3,19	0,051
1,8-cineol	9,868	1036	1026	34,6	ADAMS	23,076	0,008
γ -terpineno	10,599	1051	1054	0,82	ADAMS	0,034	0,002
sabineno	11,044	1060	969	0,16	ADAMS	0,217	0,001
terpinoleno	11,632	1069	1086	0,45	ADAMS	0,263	0,012
linalol	12,187	1075	1098	4,16	ADAMS	4,455	0,007
ocimeno	13,26	1121	1128	1,02	ADAMS	0,769	0,002
α -terpineol	15,063	1134	1162	7,44	ADAMS	5,026	0,005
α -selineno	28,644	1505	1498	0,17	ADAMS	0,271	0,015
E- α -farneseno	28,939	1524	1505	0,46	ADAMS	0,539	0,004
E-nerolidol	31,166	1546	1561	0,97	ADAMS	0,133	0,008
α -humuleno	34,708	1643	1452	0,28	ADAMS	0,247	0,008
viridiflorol	34,882	1656	1592	0,2	ADAMS	1,23	0,251
eupatoriocromeno	35,681	1801	1761	15,95	ADAMS	32,923	0,037
acetato de cariofileno	36,769	1817	1701	1,02	ADAMS	1,131	0,002
Somatório				92,43		88,208	
Inflorescência fase 5							
α -pineno	8,857	945	932	1,85	ADAMS	6,952	0,816
sabineno	9,281	957	969	0,33	ADAMS	0,253	0,022
β -pineno	9,459	946	974	3,01	ADAMS	5,515	0,111
Mirceno	9,529	947	988	1,05	ADAMS	2,244	0,138
α -felandreno	9,929	979	1002	0,14	ADAMS	0,652	0,071
γ -pineno	10,174	983	1014	0,37	ADAMS	0,691	0,008
1,8-cineol	10,82	1019	1026	11,29	ADAMS	26,282	0,185
E- β -ocimeno	10,986	1039	1044	1,45	ADAMS	0,981	0,02
γ -terpineno	11,321	1055	1054	0,47	ADAMS	0,462	0,018
terpinoleno	12,137	1066	1086	0,46	ADAMS	0,142	0,006
linalol	12,934	1096	1098	10,99	ADAMS	10,466	0,328

ocimeno	13,549	1123	1128	0,93	ADAMS	0,278	0,005
Z- β -terpineol	15,046	1147	1159	0,59	ADAMS	0,186	0,003
α -terpineol	16,042	1157	1162	4,25	ADAMS	2,116	0,053
β -elemeno	24,325	1381	1389	0,39	ADAMS	0,148	0,004
E-cariofileno	24,789	1415	1417	5,24	ADAMS	2,445	0,057
germacreno d	25,975	1477	1480	0,65	ADAMS	1,185	0,028
α -humuleno	26,208	1453	1452	6,64	ADAMS	1,78	0,033
α -amorfenos	27,807	1462	1483	0,21	ADAMS	0,173	0,008
γ -curcumeno	27,883	1519	1515	0,21	ADAMS	0,257	0,02
β -selineno	28,375	1557	1498	0,36	ADAMS	0,345	0,007
α -selineno	28,669	1517	1522	0,78	ADAMS	0,04	0,002
E- α -farneseno	28,954	1507	1505	0,39	ADAMS	0,061	0,001
γ -E-bisaboleno	29,099	1535	1528	0,19	ADAMS	0,096	0,003
δ -cadineno	29,552	1520	1522	0,32	ADAMS	0,448	0,042
E-nerolidol	30,3	1554	1561	6,52	ADAMS	2,489	0,01
óxido de cariofileno	30,699	1585	1582	0,65	ADAMS	0,042	0,001
γ -gurjuneno	32,925	1590	1409	0,27	ADAMS	0,064	0,003
valenceno	33,516	1593	1496	0,11	ADAMS	0,367	0,037
Z-cadina-1,4-dieno	33,774	1597	1495	0,57	ADAMS	0,412	0,02
eupatoriocromeno	35,91	1697	1761	21,07	ADAMS	9,651	0,203
acetato de cariofileno	36,861	1700	1701	1,82	ADAMS	0,581	0,007
benzoato de benzila	38,766	1763	1759	0,29	ADAMS	1,028	0,102
Somatório				83,57		78,832	

<i>Piper mollicomum</i> - janeiro/2021							
Substância	tR	IRKc	IRKlit	% EM 1	Metodologia	méd inj	DP inj.
Folha							
α -pineno	6,539	928	932	11,94	ADAMS	3,799	0,002
β -pineno	7,913	941	974	11,08	ADAMS	1,94	0,002

1,8-cineol	9,811	1037	1026	28,19	ADAMS	11,244	0,01
γ -terpineno	10,587	1045	1054	0,6	ADAMS	0,036	0,001
Z-óxido de linalol	11,042	1053	1067	0,23	ADAMS	0,236	0,045
terpinoleno	11,625	1071	1086	0,32	ADAMS	0,484	0,012
linalol	12,127	1087	1088	1,34	ADAMS	2,158	0,007
ocimeno	13,255	1119	1128	0,3	ADAMS	0,118	0
α -terpineol	15,045	1150	1162	4,76	ADAMS	9,013	0,011
terpin-4-eol	15,487	1189	1174	0,81	ADAMS	7,328	0,008
α -copaeno	23,733	1365	1374	0,2	ADAMS	0,586	0,005
β -elemeno	24,382	1376	1389	4,23	ADAMS	11,551	0,024
9-E-cariofileno	25,586	1415	1464	4,51	ADAMS	3,538	0,001
germacreno d	25,998	1495	1480	4,4	ADAMS	1,463	0,002
α -humuleno	27,054	1498	1452	2,13	ADAMS	1,283	0,008
α -amorfenol	27,826	1523	1483	1,48	ADAMS	0,884	0,002
β -cubebeno	28,076	1456	1387	2,95	ADAMS	0,437	0,06
β -selineno	28,368	1531	1452	0,42	ADAMS	0,85	0,031
2-tridecanona	28,557	1526	1495	0,2	ADAMS	0,538	0,051
germacreno b	28,665	1516	1559	1,34	ADAMS	6,082	0,013
E- α -farneseno	28,946	1524	1505	0,57	ADAMS	1,345	0,003
δ -cadineno	29,328	1529	1522	0,98	ADAMS	0,808	0,001
elemol	30,697	1541	1548	0,46	ADAMS	1,88	0,001
E-nerolidol	31,208	1546	1561	2,11	ADAMS	2,448	0,007
spatuleno	31,824	1554	1577	0,25	ADAMS	1,113	0,006
óxido de cariofileno	32,016	1594	1582	0,72	ADAMS	1,889	0,059
γ -gurjuneno	32,174	1600	1475	0,21	ADAMS	0,22	0,057
ledol	32,885	1603	1602	0,29	ADAMS	0,073	0
zerumbone	33,074	1728	1732	0,61	ADAMS	0,739	0,024
Z- α -acetato de santalol	33,304	1765	1777	0,63	ADAMS	0,034	0,007
α -humuleno	34,73	1794	1452	0,64	ADAMS	0,034	0,004

α -muurolol	34,805	1800	1640	0,75	ADAMS	0,077	0,002
viridiflorol	34,899	1651	1592	0,54	ADAMS	0,017	0,003
eupatoriocromeno	35,344	1798	1761	0,59	ADAMS	0,027	0,002
acetato de cariofileno	36,662	1804	1417	0,98	ADAMS	0,146	0,005
benzoato de benzila	38,733	1765	1759	0,39	ADAMS	0,142	0,016
Somatório				92,15		74,564	
Inflorescência fase 1							
α -pineno	8,922	937	932	3,12	ADAMS	12,957	0,017
β -pineno	9,501	941	974	5,09	ADAMS	15,845	0,081
mirceno	9,561	943	988	1,72	ADAMS	3,274	0,117
α -felandreno	9,959	979	1002	0,13	ADAMS	0,129	0,007
γ -pineno	10,201	1000	1014	0,55	ADAMS	1,373	0,005
1,8-cineol	10,809	996	1026	19,38	ADAMS	13,51	0,294
γ -terpineno	11,292	1045	1054	0,86	ADAMS	11,002	0,012
terpinoleno	12,078	1071	1086	0,56	ADAMS	10,541	0,143
linalol	12,507	1087	1095	2,89	ADAMS	2,432	0,059
E-hidrato de sabineno	12,608	1089	1098	0,21	ADAMS	0,363	0,049
ocimeno	13,391	1119	1128	0,29	ADAMS	3,181	0,189
δ -terpineol	15,174	1157	1162	1,38	ADAMS	0,166	0,027
terpin-4-eol	15,599	1189	1174	0,81	ADAMS	0,058	0,031
α -terpineol	15,847	1150	1162	9,35	ADAMS	1,212	0,237
β -elemeno	24,292	1376	1389	0,16	ADAMS	0,061	0,002
E-cariofileno	25,554	1415	1417	1,44	ADAMS	0,191	0,021
α -humuleno	26,841	1498	1452	1,11	ADAMS	0,161	0,006
E-nerolidol	31,154	1566	1561	1,24	ADAMS	0,136	0,002
eupatoriocromeno	35,646	1798	1761	19,81	ADAMS	2,979	0,194
Somatório				70,1		79,57	
Inflorescência fase 2							
α -pineno	8,914	937	932	1,14	ADAMS	13,587	0,003

β -pineno	9,48	942	932	3,95	ADAMS	18,189	0,05
mirreno	9,542	943	988	1,24	ADAMS	2,661	0,04
γ -pineno	10,198	1000	1014	0,33	ADAMS	0,094	0,004
1,8-cineol	10,779	1035	1026	21,04	ADAMS	16,503	0,123
linalol	12,585	1083	1008	7,82	ADAMS	10,342	0,026
ocimeno	13,389	1120	1128	0,23	ADAMS	0,076	0,001
δ -terpineol	15,181	1137	1162	1,94	ADAMS	1,921	0,069
α -terpineol	16,301	1177	1186	12,54	ADAMS	2,243	0,252
E-nerolidol	31,174	1546	1561	1,99	ADAMS	0,124	0,001
E- α -farneseno	33,855	1521	1505	0,19	ADAMS	0,05	0,001
α -humuleno	34,687	1643	1452	0,5	ADAMS	0,033	0,009
eupatoriocromeno	35,411	1653	1761	4,19	ADAMS	0,127	0,003
acetato de cariofileno	36,642	1661	1417	0,91	ADAMS	0,043	0,001
benzoato de benzila	38,702	1765	1759	0,15	ADAMS	0,382	0,027
Somatório				58,16		66,374	
Inflorescência fase 3							
α -pineno	8,846	936	932	2,45	ADAMS	2,252	0,268
sabineno	9,289	950	969	0,6	ADAMS	1,072	0,02
β -pineno	9,561	953	974	5,76	ADAMS	2,421	0,474
mirreno	9,636	966	988	1,56	ADAMS	1,548	0,181
α -felandreno	9,948	988	1002	0,11	ADAMS	1,414	0,39
γ -pineno	10,183	996	1014	0,59	ADAMS	1,539	0,383
1,8-cineol	10,986	1025	1026	23,98	ADAMS	33,752	0,268
linalol	12,908	1083	1008	5,1	ADAMS	21,6	1,435
E-hidrato de sabineno	12,964	1089	1098	0,16	ADAMS	0,713	0,013
ocimeno	13,265	1127	1128	1,04	ADAMS	0,105	0,004
δ -terpineol	15,329	1137	1162	2,06	ADAMS	1,53	0,125
acetato de bornila	15,429	1286	1284	0,82	ADAMS	0,015	0,001
α -terpineol	15,895	1163	1162	9,82	ADAMS	3,316	0,206

β -elemeno	24,349	1381	1389	0,32	ADAMS	0,079	0,009
E-cariofileno	24,997	1419	1417	3,08	ADAMS	0,126	0,009
germacreno d	26	1496	1480	0,43	ADAMS	0,128	0,016
α -humuleno	27,199	1498	1452	2,07	ADAMS	1,141	0,091
γ -curcumeno	27,91	1491	1515	0,17	ADAMS	0,127	0,016
β -selineno	28,397	1500	1489	0,2	ADAMS	0,143	0,055
α -selineno	28,69	1502	1498	0,24	ADAMS	0,058	0,002
E- α -farneseno	29,345	1521	1505	0,29	ADAMS	0,06	0,002
δ -cadineno	29,564	1546	1522	0,17	ADAMS	0,128	0,004
E-nerolidol	31,314	1556	1561	1,52	ADAMS	0,034	0,007
óxido de cariofileno	32,048	1595	1496	0,26	ADAMS	0,012	0
zerumbone	33,105	1728	1732	0,3	ADAMS	0,035	0,004
γ -gurjuneno	33,384	1598	1431	0,69	ADAMS	0,015	0,002
eupatoriocromeno	36,104	1657	1761	20,58	ADAMS	4,574	0,288
α -humuleno	34,779	1643	1452	1,88	ADAMS	0,243	0,015
acetato de cariofileno	37,018	1662	1417	1,41	ADAMS	0,496	0,053
Somatório				87,66		78,675	
Inflorescência fase 4							
β -pineno	7,877	943	974	3,73	ADAMS	2,492	0,464
1,8-cineol	9,779	1036	1026	18,11	ADAMS	49,322	1,38
ocimeno	10,097	1121	1128	2,19	ADAMS	1,366	0,389
γ -terpineno	10,554	1051	1054	0,22	ADAMS	0,029	0,005
terpinoleno	11,597	1080	1086	0,21	ADAMS	2,718	0,866
linalol	12,363	1083	1008	9,21	ADAMS	7,541	0,72
ocimeno	13,252	1127	1128	0,61	ADAMS	0,352	0,033
acetato de bornila	15,474	1286	1284	0,51	ADAMS	0,431	0,049
α -terpineol	16,237	1134	1162	4,71	ADAMS	3,538	0,542
E-cariofileno	25,566	1415	1417	1,24	ADAMS	0,813	0,077
α -humuleno	27,027	1487	1452	1,14	ADAMS	0,331	0,033

β -selineno	28,342	1500	1489	0,4	ADAMS	0,143	0,034
α -selineno	28,633	1505	1498	0,17	ADAMS	0,143	0,031
E- α -farneseno	28,919	1524	1505	0,16	ADAMS	0,265	0,055
δ -cadineno	29,517	1546	1522	0,15	ADAMS	0,262	0,047
E-nerolidol	31,273	1546	1561	4,23	ADAMS	1,703	0,174
óxido de cariofileno	32,001	1595	1496	0,16	ADAMS	0,016	0,002
δ -cadineno	34,255	1546	1522	0,13	ADAMS	0,048	0,006
α -copaeno	34,432	1798	1374	0,14	ADAMS	0,016	0,004
α -muurolol	34,763	1800	1640	0,16	ADAMS	0,062	0,011
viridiflorol	34,865	1656	1592	0,32	ADAMS	0,154	0,021
eupatoriocromeno	35,518	1801	1761	7,78	ADAMS	3,71	0,367
acetato de cariofileno	36,646	1817	1701	0,48	ADAMS	0,202	0,058
Somatório				56,16		75,656	
Inflorescência fase 5							
α -pineno	8,758	935	932	1,66	ADAMS	4,705	2,173
β -pineno	9,518	949	974	4,97	ADAMS	6,011	1,368
γ -pineno	10,142	998	1014	0,16	ADAMS	0,217	0,017
1,8-cineol	10,961	1022	1026	17,37	ADAMS	47,722	3,531
E- β -ocimeno	11,571	1040	1044	0,97	ADAMS	0,887	0,046
γ -terpineno	11,745	1057	1054	0,52	ADAMS	0,026	0,005
terpinoleno	12,359	1071	1086	0,37	ADAMS	0,109	0,14
linalol	13,403	1091	1098	13,03	ADAMS	6,776	1,667
ocimeno	13,977	1129	1128	1,25	ADAMS	0,196	0,015
cânfora	14,61	1149	1141	0,15	NIST	0,157	0,077
Z- β -terpineol	15,392	1155	1159	1	ADAMS	0,385	0,047
α -terpineol	17,002	1168	1162	8,18	ADAMS	4,168	0,603
E-cariofileno	25,134	1415	1417	1,41	ADAMS	0,704	0,056
α -humuleno	25,79	1441	1452	5,29	ADAMS	1,19	0,122
E-nerolidol	30,618	1561	1561	5,98	ADAMS	0,28	0,061

α -selineno	33,567	1601	1498	0,45	ADAMS	0,201	0,056
Z-cadina-1,4-dieno	33,946	1653	1495	0,32	ADAMS	0,788	0,03
eupatoriocromeno	36,109	1757	1761	11,38	ADAMS	2,369	0,486
acetato de cariofileno	37,122	1761	1701	2,5	ADAMS	0,243	0,065
benzoato de benzila	38,88	1766	1759	0,37		0,159	0,063
Somatório				76,96		77,291	

Legenda: tR- tempo de retenção; IRKc = Índice de retenção calculado (coluna HP-5MS); IRKlit = índice de retenção de literatura (Adams, 2007); aTodos as substâncias foram identificadas por EM e IR de acordo com experimental; méd inj = média da triplicata; DP inj = desvio padrão das médias de triplicatas.

Inseto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formigas nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29/11/2019												
Inseto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 2	8	25	18	27	0	28	19	24	13	0	0	162
Inseto 3	3	7	0	0	0	2	5	1	0	0	0	18
Inseto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 6	4	21	14	25	0	0	11	0	0	0	0	75
Inseto 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formigas nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17/12/2019												
Inseto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 2	19	23	15	12	0	28	19	24	0	0	0	140
Inseto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 4	5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
Inseto 5	5	12	0	0	0	13	11	3	2	0	0	46
Inseto 6	5	23	17	29	0	3	11	0	0	0	0	88
Inseto 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formigas nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26/12/2019												

Inseto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 2	11	25	19	23	0	34	16	19	7	0	0	154
Inseto 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 4	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9
Inseto 5	0	11	0	0	0	15	9	2	1	0	0	38
Inseto 6	0	24	17	16	0	12	31	14	15	0	0	129
Inseto 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formigas nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros insetos nas partes vegetativas	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
07/01/2020												
Inseto 1	0	0	descanso	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 2	21	23	descanso	18	0	0	0	0	0	0	0	62
Inseto 3	7	19	descanso	0	0	0	0	0	0	0	0	26
Inseto 4	5	4	descanso	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Inseto 5	5	15	descanso	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Inseto 6	0	1	descanso	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Inseto 7	6	0	descanso	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Formigas nos frutos	0	0	descanso	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besouro nos frutos	0	0	descanso	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros insetos nas partes vegetativas	0	0	descanso	1	0	0	0	0	0	0	0	1
18/01/2020												
Inseto 1	0	0	0	0	0	0	descanso		0	0	0	0
Inseto 2	0	0	0	0	0	18	descanso	31	16	0	0	65

Inseto 3	0	0	0	0	0	10	descanso	5	1	0	16
Inseto 4	0	0	0	0	0	7	descanso	1	0	0	8
Inseto 5	0	0	0	0	0	0	descanso	0	0	0	0
Inseto 6	0	0	0	0	0	0	descanso	1	2	0	3
Inseto 7	0	0	0	0	0	3	descanso	0	0	0	3
Formigas nos frutos	0	0	0	0	0	0	descanso	0	0	0	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	0	0	descanso	0	0	0	0
Outros insetos nas partes vegetativas	0	0	0	0	0	0	descanso	0	2	0	2
30/01/2020											
Inseto 1	0	0	0	0	0	pg	pg	pg	pg	pg	0
Inseto 2	7	21	23	17	0	pg	pg	pg	pg	pg	68
Inseto 3	0	2	0	0	0	pg	pg	pg	pg	pg	2
Inseto 4	1	9	4	0	0	pg	pg	pg	pg	pg	14
Inseto 5	5	15	1	0	0	pg	pg	pg	pg	pg	21
Inseto 6	0	0	1	3	0	pg	pg	pg	pg	pg	4
Inseto 7	0	1	0	0	0	pg	pg	pg	pg	pg	1
Formigas nos frutos	0	0	0	0	0	pg	pg	pg	pg	pg	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	0	pg	pg	pg	pg	pg	0
Outros insetos nas partes vegetativas	0	0	0	0	0	pg	pg	pg	pg	pg	0
03/02/2020											
Inseto 1	0	0	0	0	0	descanso	0	0	0	0	0
Inseto 2	2	15	10	26	0	descanso	0	0	0	0	53
Inseto 3	1	3	1	6	0	descanso	0	0	0	0	11
Inseto 4	0	2	3	4	0	descanso	0	0	0	0	9

Inseto 5	0	2	5	1	0	descanso	0	0	0	0	8
Inseto 6	0	0	0	2	0	descanso	1	0	0	0	3
Inseto 7	0	1	3	3	0	descanso	0	0	0	0	7
Formigas nos frutos	0	0	0	0	0	descanso	37	38	21	0	96
Besouro nos frutos	0	0	0	0	0	descanso	0	1	0	0	1
Outros insetos nas partes vegetativas	0	0	0	0	0	descanso	0	0	0	0	0
15/02/2020											
Inseto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 2	17	25	29	19	0	7	9	9	7	0	122
Inseto 3	0	0	10	12	0	0	0	0	0	0	22
Inseto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formigas nos frutos	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Besouro nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros insetos nas partes vegetativas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22/02/2020											
Inseto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 2	0	0	30	28	0	29	13	0	0	0	100
Inseto 3	0	0	7	13	0	12	1	0	0	0	33
Inseto 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseto 6	0	0			0	0	0	0	0	0	0

Inseto 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formigas nos frutos	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Besouro nos frutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros insetos nas partes vegetativas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/09/2020												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	0
Inseto 2	5	6	7	4	X	1	0	3	0	X	26	26
Inseto 3	1	1	0	0	X	0	0	0	0	X	2	2
Inseto 4	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	0
Inseto 5	1	1	0	0	X	0	0	0	0	X	2	2
Inseto 6	3	3	0	0	X	0	0	1	0	X	7	7
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	0
TOTAL DE INSETOS	X	37	37									
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	0,0	1,1	0,0	X	0,3	0,7	0,1	0,3	X	0,3	0,3
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	0,0	0,6	0,0	X	0,2	0,4	0,1	0,2	X	0,2	0,2
Umidade relativa do ar (%) máx	63,0	63,0	66,0	62,0	X	61,0	52,0	71,0	52,0	X	61,3	61,3
Umidade relativa do ar (%) mín	63,0	63,0	58,0	60,0	X	56,0	50,0	53,0	50,0	X	56,6	56,6
Umidade	63,0	63,0	62,0	61,0	X	58,5	51,0	62,0	51,0	X	58,9	58,9

relativa do ar (%) méd												
Temperatura °C Máx	32,0	32,0	31,4	32,5	X	33,8	37,2	37,6	37,2	X	34,2	
Temperatura °C Mín	32,0	32,0	30,9	31,7	X	32,3	34,6	31,2	34,6	X	32,4	
Temperatura °C Méd	32,0	32,0	31,2	32,1	X	33,1	35,9	34,4	35,9	X	33,3	
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Radiação (kJ/m²)	0,0	0,0	201,8	998,2	X	2499,5	2923,0	3127,3	3047,9	X	1599,7	
Temperatura da Inflorescência °C	40,6	40,6	28,8	31,0	X	31,0	30,6	31,3	30,2	X	33,0	
Temperatura da Folha °C	36,5	36,5	28,4	30,7	X	30,7	30,7	31,5	30,4	X	31,9	
19/09/2020												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 2	16	16	11	17	X	6	4	2	2	X	74	
Inseto 3	1	1	1	0	X	0	0	0	0	X	3	
Inseto 4	3	3	11	3	X	0	1	0	0	X	21	
Inseto 5	2	2	1	0	X	0	0	0	0	X	5	
Inseto 6	11	11	4	11	X	3	3	0	0	X	43	
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	146	
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	0,0	0,2	0,0	X	2,0	2,0	2,7	1,5	X	1,1	
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Velocidade	0,0	0,0	0,1	0,0	X	1,0	1,0	1,4	0,8	X	0,5	

do vento (m/s) méd												
Umidade relativa do ar (%) máx	78,0	78,0	73,0	70,0	X	69,0	73,0	81,0	80,0	X	75,3	
Umidade relativa do ar (%) mín	73,0	73,0	71,0	64,0	X	57,0	67,0	74,0	73,0	X	69,0	
Umidade relativa do ar (%) méd	75,5	75,5	72,0	67,0	X	63,0	70,0	77,5	76,5	X	72,1	
Temperatura °C Máx	28,6	28,6	29,5	32,2	X	33,8	30,4	28,3	27,5	X	29,9	
Temperatura °C Mín	27,2	27,2	28,6	30,1	X	28,9	28,0	25,7	25,5	X	27,7	
Temperatura °C Méd	27,9	27,9	29,1	31,2	X	31,4	29,2	27,0	26,5	X	28,8	
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Radiação (kJ/m ²)	3,1	3,1	192,1	567,9	X	1648,5	2260,3	2656,3	2582,4	X	1239,2	
Temperatura da Inflorescência °C	29,9	29,9	30,4	30,4	X	18,4	30,7	27,7	27,9	X	28,2	
Temperatura da Folha °C	30,1	30,1	30,9	30,3	X	18,6	30,6	27,9	28,1	X	28,3	
30/09/2020												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 2	20	20	20	28	X	12	6	2	0	X	108	
Inseto 3	1	1	0	0	X	0	0	0	0	X	2	
Inseto 4	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 5	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 6	10	10	1	0	X	1	2	0	0	X	24	
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	

TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	134
Velocidade do vento (m/s) máx	1,4	1,4	0,2	1,2	X	0,0	0,0	0,3	0,4	X	X	0,6
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	X	0,0
Velocidade do vento (m/s) méd	0,7	0,7	0,1	0,6	X	0,0	0,0	0,2	0,2	X	X	0,3
Umidade relativa do ar (%) máx	70,0	70,0	74,0	74,0	X	63,0	78,0	76,0	92,0	X	X	74,6
Umidade relativa do ar (%) mín	50,0	50,0	57,0	54,0	X	44,0	68,0	69,0	79,0	X	X	58,9
Umidade relativa do ar (%) méd	60,0	60,0	65,5	64,0	X	53,5	73,0	72,5	85,5	X	X	66,8
Temperatura °C Máx	31,8	31,8	30,2	32,2	X	39,3	32,0	30,4	28,9	X	X	32,1
Temperatura °C Mín	28,9	28,9	28,4	28,5	X	31,5	30,2	29,5	26,9	X	X	29,1
Temperatura °C Méd	30,4	30,4	29,3	30,4	X	35,4	31,1	30,0	27,9	X	X	30,6
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	X	0,0
Radiação (kJ/m ²)	20,9	20,9	314,9	1270,1	X	2814,1	3241,8	3422,3	3336,5	X	X	1805,2
Temperatura da Inflorescência °C	30,4	30,4	29,8	30,8	X	28,9	30,3	29,6	27,0	X	X	29,7
Temperatura da Folha °C	30,8	30,8	29,1	30,2	X	26,4	29,3	29,7	27,3	X	X	29,2
14/10/2020												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	X	0
Inseto 2	4	10	6	10	X	33	42	35	22	X	X	162

Inseto 3	0	0	0	4	X	21	0	0	0	X	25
Inseto 4	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 5	0	0	0	4	X	0	0	0	0	X	4
Inseto 6	17	20	17	13	X	27	27	22	12	X	155
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	347
Velocidade do vento (m/s) máx	1,2	1,0	3,0	4,4	X	3,8	3,4	1,6	1,4	X	2,5
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Velocidade do vento (m/s) méd	0,6	0,5	1,5	2,2	X	1,9	1,7	0,8	0,7	X	1,2
Umidade relativa do ar (%) máx	95,0	91,0	78,0	73,0	X	69,0	79,0	68,0	79,0	X	79,0
Umidade relativa do ar (%) mín	65,0	80,0	68,0	63,0	X	64,0	62,0	61,0	66,0	X	66,1
Umidade relativa do ar (%) méd	80,0	85,5	73,0	68,0	X	66,5	70,5	64,5	72,5	X	72,6
Temperatura °C Máx	29,2	27,6	30,8	31,3	X	29,5	29,8	29,7	28,3	X	29,5
Temperatura °C Mín	26,3	26,2	26,9	27,1	X	27,6	27,9	28,3	25,7	X	27,0
Temperatura °C Méd	27,8	26,9	28,9	29,2	X	28,6	28,9	29,0	27,0	X	28,3
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Radiação (kJ/m ²) Méd	0,0	0,0	58,0	518,9	X	1481,0	1791,1	3264,8	3278,4	X	1299,0
Temperatura da	24,6	31,3	30,0	29,7	X	29,4	28,3	27,3	22,9	X	27,9

Inflorescência °C												
Temperatura da Folha °C	24,3	31,3	29,7	29,9	X	28,9	27,8	28,8	23,3	X	28,0	
20/10/2020												
Inseto 1	0	0	0	1	X	0	0	0	0	X	1	
Inseto 2	12	41	34	87	X	77	43	24	53	X	371	
Inseto 3	0	3	5	16	X	5	0	1	0	X	30	
Inseto 4	0	0	0	1	X	1	0	0	0	X	2	
Inseto 5	0	12	4	15	X	9	0	0	0	X	40	
Inseto 6	13	16	20	41	X	57	9	6	6	X	168	
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
TOTAL DE INSETOS	X	612										
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	0,0	1,1	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,1	
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	0,0	0,6	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,1	
Umidade relativa do ar (%) máx	73,0	74,0	77,0	65,0	X	59,0	61,0	60,0	57,0	X	65,8	
Umidade relativa do ar (%) mín	64,0	66,0	66,0	59,0	X	55,0	57,0	57,0	55,0	X	59,9	
Umidade relativa do ar (%) méd	68,5	70,0	71,5	62,0	X	57,0	59,0	58,5	56,0	X	62,8	
Temperatura °C Máx	27,9	26,7	27,2	29,8	X	31,1	30,2	30,7	33,9	X	29,7	
Temperatura	25,9	25,8	26,7	28,5	X	30,1	29,6	29,5	31,3	X	28,4	

°C Mín												
Temperatura °C Méd	26,9	26,3	27,0	29,2	X	30,6	29,9	30,1	32,6	X	29,1	
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Radiação (kJ/m ²) Méd	0,0	81,2	522,4	1700,3	X	3063,2	3626,7	3787,7	3640,9	X	2052,8	
Lux Máx	922,0	1891,0	7910,0	4390,0	X	15700,0	22800,0	17700,0	16900,0	X	11026,6	
Lux Mín	731,0	1405,0	1405,0	1801,0	X	3700,0	12600,0	10500,0	13200,0	X	5667,8	
Lux Méd	826,5	1648,0	4657,5	3095,5	X	9700,0	17700,0	14100,0	15050,0	X	8347,2	
Temperatura da Inflorescência °C	24,1	28,7	29,6	29,7	X	34,2	30,2	28,7	27,7	X	29,1	
Temperatura da Folha °C	24,4	27,2	29,0	29,9	X	33,6	29,7	33,4	32,4	X	30,0	
28/10/2020												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 2	38	30	63	75	X	116	96	86	106	X	610	
Inseto 3	1	0	6	0	X	0	0	0	0	X	7	
Inseto 4	0	0	2	1	X	3	0	0	0	X	6	
Inseto 5	4	12	62	7	X	0	0	0	0	X	85	
Inseto 6	22	40	67	43	X	35	7	0	0	X	214	
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	922	
Velocidade do vento (m/s) máx	0,6	0,0	0,0	3,9	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,6	
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Velocidade do vento	0,3	0,0	0,0	2,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,3	

(m/s) méd												
Umidade relativa do ar (%) máx	86,0	87,0	78,0	83,0	X	71,0	57,0	40,0	42,0	X	68,0	
Umidade relativa do ar (%) mín	63,0	76,0	67,0	65,0	X	51,0	39,0	37,0	36,0	X	54,3	
Umidade relativa do ar (%) méd	74,5	81,5	72,5	74,0	X	61,0	48,0	38,5	39,0	X	61,1	
Temperatura °C Máx	30,4	29,0	31,5	31,8	X	36,0	40,4	44,0	43,7	X	35,9	
Temperatura °C Mín	27,6	28,4	29,5	30,3	X	32,8	32,1	39,8	36,1	X	32,1	
Temperatura °C Méd	29,0	28,7	30,5	31,1	X	34,4	36,3	41,9	39,9	X	34,0	
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Radiação (kJ/m ²) Méd	8,0	130,8	753,2	1736,2	X	3177,0	3637,6	3683,6	3599,2	X	2090,7	
Lux Máx	900,0	1800,0	14000,0	20800,0	X	46400,0	34100,0	33700,0	25700,0	X	22175,0	
Lux Mín	700,0	1400,0	1400,0	1800,0	X	24300,0	25900,0	14600,0	10300,0	X	10050,0	
Lux Méd	800,0	1600,0	7910,0	1800,0	X	35350,0	30000,0	24150,0	18000,0	X	14951,3	
Temperatura da Inflorescência °C	26,1	28,0	33,1	28,7	X	29,2	39,8	37,2	37,2	X	32,4	
Temperatura da Folha °C	26,0	27,9	32,7	28,3	X	29,1	38,4	38,2	38,2	X	32,4	
18/11/2020												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 2	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 3	0	0	0	0	X	0	1	0	0	X	1	
Inseto 4	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 5	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 6	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Formigas nos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	

frutos												
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Umidade relativa do ar (%) máx	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	
Umidade relativa do ar (%) mín	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	
Umidade relativa do ar (%) méd	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	
Temperatura °C Máx	22,5	22,0	22,6	22,8	X	23,6	22,5	21,5	21,3	X	22,4	
Temperatura °C Mín	21,8	21,9	22,3	22,6	X	22,6	22,0	21,3	21,2	X	22,0	
Temperatura °C Méd	22,2	22,0	22,5	22,7	X	23,1	22,3	21,4	21,3	X	22,2	
Chuva (mm) Méd	0,2	0,2	0,4	0,0	X	0,2	0,2	0,0	0,0	X	0,2	
Radiação (kJ/m ²) Méd	1,0	23,2	148,1	314,4	X	600,2	875,9	1667,0	1567,4	X	649,7	
Lux Máx	1200,0	2200,0	2300,0	3000,0	X	1100,0	700,0	300,0	400,0	X	1400,0	
Lux Mín	200,0	1800,0	1600,0	1300,0	X	1000,0	500,0	200,0	200,0	X	850,0	
Lux Méd	700,0	2000,0	1950,0	1800,0	X	1050,0	600,0	250,0	300,0	X	1081,3	
Temperatura da Inflorescência °C	22,9	20,8	20,5	20,2	X	23,9	21,3	22,2	21,0	X	21,6	

Temperatura da Folha °C	22,8	21,2	20,8	20,6	X	24,1	21,6	22,3	21,3	X	21,8
28/11/2020											
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 2	60	84	116	153	X	274	167	167	121	X	1142
Inseto 3	7	7	6	0	X	0	2	0	0	X	22
Inseto 4	8	6	5	1	X	0	0	0	0	X	20
Inseto 5	13	13	12	3	X	0	0	0	0	X	41
Inseto 6	22	7	15	16	X	11	4	2	0	X	77
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1363
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	0,0	137,0	236,0	X	137,0	255,0	19,0	0,0	X	98,0
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	0,0	68,5	118,0	X	68,5	127,5	9,5	0,0	X	49,0
Umidade relativa do ar (%) máx	82,0	81,0	80,0	73,0	X	56,0	61,0	60,0	56,0	X	68,6
Umidade relativa do ar (%) mín	60,0	74,0	74,0	67,0	X	44,0	55,0	54,0	45,0	X	59,1
Umidade relativa do ar (%) méd	71,0	77,5	77,0	70,0	X	50,0	58,0	57,0	50,5	X	63,9
Temperatura °C Máx	29,2	28,3	27,8	29,8	X	36,9	33,0	35,2	39,4	X	32,5
Temperatura °C Mín	26,9	27,5	27,0	28,7	X	31,6	29,8	30,9	33,9	X	29,5
Temperatura	28,1	27,9	27,4	29,3	X	34,3	31,4	33,1	36,7	X	31,0

°C Méd												
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Radiação (kJ/m ²) Méd	2,0	273,5	1160,1	1933,2	X	3431,9	3797,8	3947,3	3909,0	X	2306,9	
Lux Máx	35600,0	23500,0	3900,0	30000,0	X	40100,0	26100,0	37600,0	32100,0	X	28612,5	
Lux Mín	1800,0	1100,0	1100,0	2200,0	X	23300,0	24200,0	19500,0	7800,0	X	10125,0	
Lux Méd	18700,0	12300,0	2500,0	16100,0	X	31700,0	25150,0	28550,0	19950,0	X	19368,8	
Temperatura da Inflorescência °C	25,5	26,8	24,7	27,9	X	30,1	34,4	32,5	33,7	X	29,5	
Temperatura da Folha °C	25,4	27,0	24,6	27,6	X	31,0	35,4	33,3	37,0	X	30,2	
07/12/2020												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 2	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 3	0	0	0	0	X	0	2	0	0	X	2	
Inseto 4	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 5	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 6	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2	
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	177,0	X	22,1	
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	88,5	X	11,1	
Umidade	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	

relativa do ar (%) máx												
Umidade relativa do ar (%) mín	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	
Umidade relativa do ar (%) méd	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	
Temperatura °C Máx	23,2	23,2	23,2	23,6	X	26,8	26,8	25,1	27,1	X	24,9	
Temperatura °C Mín	23,1	23,0	22,9	23,2	X	24,6	24,4	23,7	24,0	X	23,6	
Temperatura °C Méd	23,2	23,1	23,1	23,4	X	25,7	25,6	24,4	25,6	X	24,2	
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Radiação (kJ/m ²) Méd	0,0	12,7	277,4	356,7	X	1214,4	2412,1	2812,1	1526,3	X	1076,5	
Lux Máx	500,0	1400,0	1400,0	3300,0	X	4000,0	3200,0	5900,0	900,0	X	2575,0	
Lux Mín	300,0	600,0	700,0	2000,0	X	3400,0	1500,0	4100,0	800,0	X	1675,0	
Lux Méd	400,0	1000,0	1050,0	2650,0	X	3700,0	2350,0	5000,0	850,0	X	2125,0	
Temperatura da Inflorescência °C	22,1	22,3	23,0	23,4	X	24,6	23,3	23,9	23,3	X	23,2	
Temperatura da Folha °C	22,3	22,8	23,3	24,0	X	24,6	24,0	24,7	24,0	X	23,7	
18/12/2020												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 2	20	18	33	33	X	35	50	41	43	X	273	
Inseto 3	26	15	12	6	X	0	0	0	0	X	59	
Inseto 4	2	4	1	4	X	0	1	0	0	X	12	
Inseto 5	20	22	3	3	X	3	1	0	0	X	52	
Inseto 6	4	2	7	6	X	7	2	0	0	X	28	
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	

TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	463
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	0,0	413,0	472,0	X	393,0	511,0	255,0	334,0	X	297,3
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	0,0	206,5	236,0	X	196,5	255,5	127,5	167,0	X	148,6
Umidade relativa do ar (%) máx	99,0	97,0	82,0	80,0	X	79,0	58,0	55,0	45,0	X	74,4
Umidade relativa do ar (%) mín	83,0	82,0	75,0	71,0	X	58,0	44,0	42,0	31,0	X	60,8
Umidade relativa do ar (%) méd	91,0	89,5	78,5	75,5	X	68,5	51,0	48,5	38,0	X	67,6
Temperatura °C Máx	27,3	28,2	29,4	30,4	X	34,3	38,9	38,4	42,8	X	33,7
Temperatura °C Mín	24,9	26,8	28,4	29,3	X	29,9	31,1	32,9	32,8	X	29,5
Temperatura °C Méd	26,1	27,5	28,9	29,9	X	32,1	35,0	35,7	37,8	X	31,6
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Radiação (kJ/m ²) Méd	0,0	126,6	738,5	1305,6	X	1831,8	2198,5	2868,6	3508,7	X	1572,3
Lux Máx	3300,0	12600,0	5200,0	6300,0	X	45900,0	36900,0	29600,0	32200,0	X	21500,0
Lux Mín	1600,0	1600,0	1300,0	1200,0	X	3400,0	18600,0	19200,0	18100,0	X	8125,0
Lux Méd	2450,0	7100,0	3250,0	3750,0	X	24650,0	27750,0	24400,0	25150,0	X	14812,5
Temperatura da Inflorescência °C	26,0	26,1	28,3	30,8	X	30,9	31,9	28,4	37,3	X	30,0
Temperatura da Folha °C	26,7	26,2	28,2	30,7	X	30,4	31,8	33,3	37,8	X	30,6
25/12/2020											

Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 2	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 3	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 4	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 5	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 6	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Umidade relativa do ar (%) máx	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0
Umidade relativa do ar (%) mín	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0
Umidade relativa do ar (%) méd	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0
Temperatura °C Máx	23,9	23,9	23,3	24,1	X	25,8	23,8	23,8	23,9	X	24,1
Temperatura °C Mín	23,2	23,4	23,1	23,3	X	24,0	23,7	23,6	23,5	X	23,5
Temperatura °C Méd	23,6	23,7	23,2	23,7	X	24,9	23,8	23,7	23,7	X	23,8
Chuva (mm) Méd	0,2	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0

Radiação (kJ/m ²) Méd	2,7	96,4	481,2	1062,6	X	1620,6	1713,8	2403,1	1733,5	X	1139,2
Lux Máx	500,0	1400,0	1400,0	3300,0	X	4000,0	3200,0	5900,0	900,0	X	2575,0
Lux Mín	300,0	600,0	700,0	2000,0	X	3400,0	1500,0	4100,0	800,0	X	1675,0
Lux Méd	400,0	1000,0	1050,0	2650,0	X	3700,0	2350,0	5000,0	850,0	X	2125,0
Temperatura da Inflorescência °C	24,5	22,7	22,5	24,4	X	23,2	23,2	26,5	26,5	X	24,2
Temperatura da Folha °C	24,7	22,8	22,6	24,6	X	23,4	23,4	26,1	26,3	X	24,2
02/01/2021											
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 2	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 3	1	0	0	0	X	0	0	0	0	X	1
Inseto 4	2	0	0	0	X	0	0	0	0	X	2
Inseto 5	7	0	0	0	X	0	0	0	0	X	7
Inseto 6	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
TOTAL DE INSETOS	X	10									
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Umidade relativa do ar (%) máx	98,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	98,9
Umidade relativa do ar	78,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	96,4

(%) mín												
Umidade relativa do ar (%) méd	88,0	99,0	99,0	99,0	X	99,0	99,0	99,0	99,0	X	97,6	
Temperatura °C Máx	27,9	24,5	23,3	24,1	X	25,8	23,8	23,8	23,9	X	24,6	
Temperatura °C Mín	23,2	23,4	23,1	23,3	X	24,0	23,7	23,6	23,5	X	23,5	
Temperatura °C Méd	25,6	24,0	23,2	23,7	X	24,9	23,8	23,7	23,7	X	24,1	
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	7,4	17,2	2,4	0,2	X	3,4	
Radiação (kJ/m ²) Méd	0,0	82,3	611,7	824,1	X	784,1	224,6	216,6	625,2	X	421,1	
Lux Máx	500,0	1400,0	1400,0	3300,0	X	4000,0	3200,0	5900,0	900,0	X	2575,0	
Lux Mín	300,0	600,0	700,0	2000,0	X	3400,0	1500,0	4100,0	800,0	X	1675,0	
Lux Méd	400,0	1000,0	1050,0	2650,0	X	3700,0	2350,0	5000,0	850,0	X	2125,0	
Temperatura da Inflorescência °C	24,5	22,7	22,5	24,4	X	23,2	23,2	26,5	26,5	X	24,2	
Temperatura da Folha °C	24,7	22,8	22,6	24,6	X	23,4	23,4	26,1	26,3	X	24,2	
08/01/2021												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 2	0	1	0	0	X	0	1	0	0	X	2	
Inseto 3	1	0	0	0	X	0	0	0	0	X	1	
Inseto 4	2	2	0	0	X	0	0	0	0	X	4	
Inseto 5	1	0	0	0	X	0	0	0	0	X	1	
Inseto 6	0	0	0	0	X	2	0	0	0	X	2	
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	
Velocidade	0,0	314,0	295,0	334,0	X	531,0	0,0	0,0	0,0	X	184,3	

do vento (m/s) máx												
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	157,0	147,5	167,0	X	265,5	0,0	0,0	0,0	X	92,1	
Umidade relativa do ar (%) máx	79,0	77,0	76,0	66,0	X	63,0	61,0	57,0	57,0	X	67,0	
Umidade relativa do ar (%) mín	71,0	66,0	60,0	58,0	X	57,0	56,0	56,0	56,0	X	60,0	
Umidade relativa do ar (%) méd	75,0	71,5	68,0	62,0	X	60,0	58,5	56,5	56,5	X	63,5	
Temperatura °C Máx	23,9	23,9	23,3	24,1	X	25,8	23,8	23,8	23,9	X	24,1	
Temperatura °C Mín	23,2	23,4	23,1	23,3	X	24,0	23,7	23,6	23,5	X	23,5	
Temperatura °C Méd	23,6	23,7	23,2	23,7	X	24,9	23,8	23,7	23,7	X	23,8	
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	
Radiação (kJ/m ²) Méd	0,0	84,0	468,2	1558,7	X	2393,3	3722,7	3846,1	3907,3	X	1997,5	
Lux Máx	500,0	1400,0	1400,0	3300,0	X	4000,0	3200,0	5900,0	900,0	X	2575,0	
Lux Mín	300,0	600,0	700,0	2000,0	X	3400,0	1500,0	4100,0	800,0	X	1675,0	
Lux Méd	400,0	1000,0	1050,0	2650,0	X	3700,0	2350,0	5000,0	850,0	X	2125,0	
Temperatura da Inflorescência °C	24,5	22,7	22,5	24,4	X	23,2	23,2	26,5	26,5	X	24,2	
Temperatura da Folha °C	24,7	22,8	22,6	24,6	X	23,4	23,4	26,1	26,3	X	24,2	
22/01/2021												
Inseto 1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	
Inseto 2	36	22	19	52	X	36	53	38	18	X	274	

Inseto 3	5	1	0	3	X	0	0	0	0	X	9
Inseto 4	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Inseto 5	0	1	0	0	X	0	0	0	0	X	1
Inseto 6	28	32	23	14	X	2	2	0	1	X	102
Formigas nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Besouro nos frutos	0	0	0	0	X	0	0	0	0	X	0
TOTAL DE INSETOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	399
Velocidade do vento (m/s) máx	0,0	314,0	295,0	334,0	X	531,0	0,0	0,0	0,0	X	184,3
Velocidade do vento (m/s) mín	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Velocidade do vento (m/s) méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Umidade relativa do ar (%) máx	79,0	77,0	76,0	66,0	X	63,0	61,0	57,0	69,0	X	68,5
Umidade relativa do ar (%) mín	71,0	66,0	60,0	58,0	X	57,0	56,0	56,0	66,0	X	61,3
Umidade relativa do ar (%) méd	75,0	71,5	68,0	62,0	X	60,0	58,5	56,5	67,5	X	64,9
Temperatura °C Máx	28,2	28,9	29,0	29,8	X	35,7	30,5	29,4	30,2	X	30,2
Temperatura °C Mín	27,4	27,8	28,5	29,1	X	30,0	28,5	28,0	28,9	X	28,5
Temperatura °C Méd	27,8	28,4	28,8	29,5	X	32,9	29,5	28,7	29,6	X	29,4
Chuva (mm) Méd	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	0,0
Radiação (kJ/m ²) Méd	0,0	74,1	591,1	1577,9	X	3187,7	3489,7	3914,4	3744,2	X	2072,4
Lux Máx	1300,0	1800,0	2100,0	9600,0	X	9600,0	1000,0	3000,0	72000,0	X	12550,0
Lux Mín	1100,0	1200,0	1100,0	3600,0	X	3600,0	1500,0	7800,0	46000,0	X	8237,5

Lux Méd	1200,0	1500,0	1600,0	6600,0	X	6600,0	1250,0	5400,0	59000,0	X	10393,8
Temperatura da Inflorescência °C	29,3	29,9	32,2	30,8	X	24,2	23,2	24,2	28,4	X	27,8
Temperatura da Folha °C	29,2	30,3	32,1	30,8	X	24,5	23,4	24,5	29,1	X	28,0

Legenda: máx = Máxima; mín = Mínima; méd = Média; Lux = intensidade luminosa.