



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Composição Química de Óleos Essenciais de Espécies de *Piper* que ocorrem na Floresta Amazônica no Brasil

Carolina Alves de Araujo

Recife

Fevereiro/2018

Carolina Alves de Araujo

Composição Química de Óleos Essenciais de Espécies de *Piper* que ocorrem na Floresta Amazônica no Brasil

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientador: Claudio Augusto Gomes da Camara

Co-Orientador: Marcilio Martins de Moraes

***Bolsista CAPES**

Recife

Fevereiro/2018

Carolina Alves de Araujo

Composição Química de Óleos Essenciais de Espécies de *Piper* que ocorrem na Floresta Amazônica no Brasil

DISSERTAÇÃO AVALIADA E APROVADA PELA BANCA EM:
20 / 02 / 2018

Prof. Dr. Claudio Augusto Gomes da Camara (Departamento de Química - UFRPE)
Orientador

Prof. Dr. André Augusto Pimentel Liesen Nascimento (Departamento de Química - UFRPE)
1º Examinador

Dr.^a Telma Maria Guedes da Silva
2º Examinador

Dr. João Paulo Ramos de Melo
Suplente

**Aos meus pais Darciel e Veronica por todo carinho e dedicação,
A minha irmã que sempre me ajudou e nunca deixou de acreditar em mim.**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo Seu infinito amor e misericórdia em minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Claudio Augusto Gomes da Camara e ao meu co-orientador Marcilio Martins de Moraes por sua paciência e disposição em toda sua orientação. Além de todo seu apoio, incentivo e ensinamentos.

Aos professores, funcionários, colegas e amigos do Laboratório de Produtos Naturais e Bioativos do Departamento de Química da UFRPE.

A todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, em especial, aos colegas e amigos: Rodrigo Bastos, Carla Bismark, Patrícia Santana e Cleilton Mendes que muito me apoiaram durante essa jornada.

RESUMO

As espécies de *Piper bellidifolium* Yunk., *Piper duckei* C.DC. *Piper durilignum* C.DC., *Piper acutilimum* C.DC., *Piper consanguineum* (Kunth) Trel. & Yunck. e *Piper hostmannianum* (Miq.) C.DC. que ocorrem no bioma Amazônia são arbustos e se caracterizam pela similaridade morfológica. Com o intuito de analisar o perfil químico dos constituintes voláteis dessas espécies, óleos essenciais das folhas foram obtidos por hidrodestilação e analisados por CG-FID e CG-EM. Os dados de GC-MS obtidos foram submetidos à análise de componente principal (PCA). A Análise química permitiu identificar 115 compostos, representando 96.3 ± 0.6 % para *P. bellidifolium*; $97,1 \pm 1,1$ % para *P. duckei*; 95.5 ± 0.71 % para *P. durilignum*; 98.0 ± 1.0 % para *P. acutilimum*; 96.1 ± 2.1 % para *P. consanguineum* e $96,0 \pm 1,1$ % para *P. hostmannianum*. Apesar dos óleos das seis espécies apresentarem sesquiterpenos como classe química predominante, com ressalva para *P. hostmannianum* que apresentou um alto percentual de fenilpropanoides ($40,5 \pm 0,7$), diferenças qualitativas e quantitativas em sua composição química foram observadas. Os principais componentes encontrados foram: (*E*)-nerolidol (20.3 ± 0.4 %) para *P. bellidifolium*; β -cariofileno ($41,2 \pm 1,0$ %) para *P. duckei*; germacreno D (11.1 ± 0.3 %) para *P. durilignum*; e γ -eudesmol para os óleos de *P. consanguineum* (18.6 ± 0.5 %); *P. acutilimum* (7.5 ± 0.4 %) e dilapiol ($22,4 \pm 0,5$ %) para *P. hostmannianum*. Apesar da similaridade morfológica entre as espécies investigadas, análise de PCA revelou a formação de seis grupos distintos, correspondentes aos óleos de cada espécie que diferem significativamente entre si.

PALAVRAS-CHAVES: Óleo essencial, composição química, *Piper* ssp.

ABSTRACT

The species *Piper bellidifolium* Yunk., *Piper duckei* C.DC. *Piper durilignum* C.DC., *Piper acutilimum* C.DC., *Piper consanguineum* (Kunth) Trel. & Yunck. and *Piper hostmannianum* (Miq.) C.DC. are bushes that occur in the Amazon biome and are characterized by morphological similarities. With the aim of analyzing the chemical profile of the volatile constituents of these species, essential oils from the leaves were obtained through steam distillation and analyzed using GC-FID and GC-MS. The GC-MS data were submitted to principal component analysis. The chemical analysis enabled the identification of 115 compounds representing 96.3 ± 0.6 % of the *P. bellidifolium*; 97.1 ± 1.1 % of the *P. duckei*; 95.5 ± 0.71 % of the *P. durilignum*; 98.0 ± 1.0 % of the *P. acutilimum*; 96.1 ± 2.1 % of the *P. consanguineum* and 96.0 ± 1.1 % of the *P. hostmannianum*. oil. Although the oils of the six species had sesquiterpene as the predominant chemical class, with the exception of *P. hostmannianum* that presented a high percentage of phenylpropanoids (40.5 ± 0.7), differences qualitative and quantitative in their chemical composition were observed. The major constituents were (*E*)-nerolidol (20.3 ± 0.4 %) in the *P. bellidifolium* oil; β -caryophyllene (41.2 ± 1.0 %) in the *P. duckei*; germacrene D (11.1 ± 0.3 %) in the *P. durilignum* oil; γ -eudesmol in both the *P. consanguineum* (18.6 ± 0.5 %) and *P. acutilimum* (7.5 ± 0.4 %) oils and dillapiole (22.4 ± 0.5 %) in the *P. hostmannianum*. Despite the morphological similarity among the species investigated, principal component analysis revealed the formation of four distinct groups corresponding to the oils of each species, which differ significantly from each other.

KEYWORDS: Essential oil, Chemical composition, *Piper* ssp.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1. Bioma Amazônia.....	14
2.2. A família Piperaceae.....	14
2.3. O gênero <i>Piper</i>	15
2.4. Estudo químico e biológico de espécies do gênero <i>Piper</i> encontradas no Brasil com ênfase na composição química do óleo essencial.....	18
2.5. Uso na medicina popular.....	35
2.6. Óleos Essenciais.....	35
2.6.1. Importância do estudo químico de óleos essenciais.....	36
3. OBJETIVOS.....	37
3.1. Geral.....	37
3.2. Específico.....	37
4. MATERIAL E METODOS.....	38
4.1. Coleta do material vegetal.....	38
4.2. Compostos.....	38
4.3. Extração de óleos essenciais	39
4.4. Análises por CG-FID e CG-EM.....	39
4.5. Identificação de componentes.....	40
4.6. Análise do componente principal.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
6. CONCLUSÃO.....	59
7. REFERÊNCIAS.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Número de nomes aceitos por regiões brasileiras de espécies de <i>Piper</i>	11
Figura 2.	Espécies que representam cada gênero da família Piperaceae.....	15
Figura 3.	Distribuição geográfica das espécies do gênero <i>Piper</i>	16
Figura 4.	Porcentagem das classes químicas mais encontradas na fitoquímica de espécies do gênero <i>Piper</i>	16
Figura 5.	Número de nomes de espécies de <i>Piper</i> registradas por estados brasileiro.....	17
Figura 6.	Número de nomes aceitos por biomas brasileiros de espécies de <i>Piper</i>	18
Figura 7.	Mapa dos municípios do estado do Amazonas.....	38
Figura 8.	Fluxograma da metodologia utilizada.....	39
Figura 9.	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. bellidifolium</i>	49
Figura 10.	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. duckei</i>	50
Figura 11.	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. durilignum</i>	51
Figura 12.	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. acutilimum</i>	52
Figura 13.	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. consanguineum</i>	53
Figura 14.	Cromatograma do óleo essencial de <i>P. hostmannianum</i>	54
Figura 15.	Análise de Componente principal de Pbe = <i>P. bellidifolium</i> , Pdu = <i>P. duckei</i> , Pdur = <i>P. durilignum</i> , Pac = <i>P. acutilimum</i> , Pco = <i>P. consanguineum</i> e Pho = <i>P. hostmannianum</i> dos óleos essenciais das folhas, A = Score plot (PC1 vs, PC2) e B = Loading plot data of GC-MS de <i>P. bellidifolium</i> , <i>P. duckei</i> , <i>P. durilignum</i> , <i>P. acutilimum</i> , <i>P. consanguineum</i> e <i>P. hostmannianum</i> dos óleos essenciais das folhas.....	57

LISTA DE TABELAS

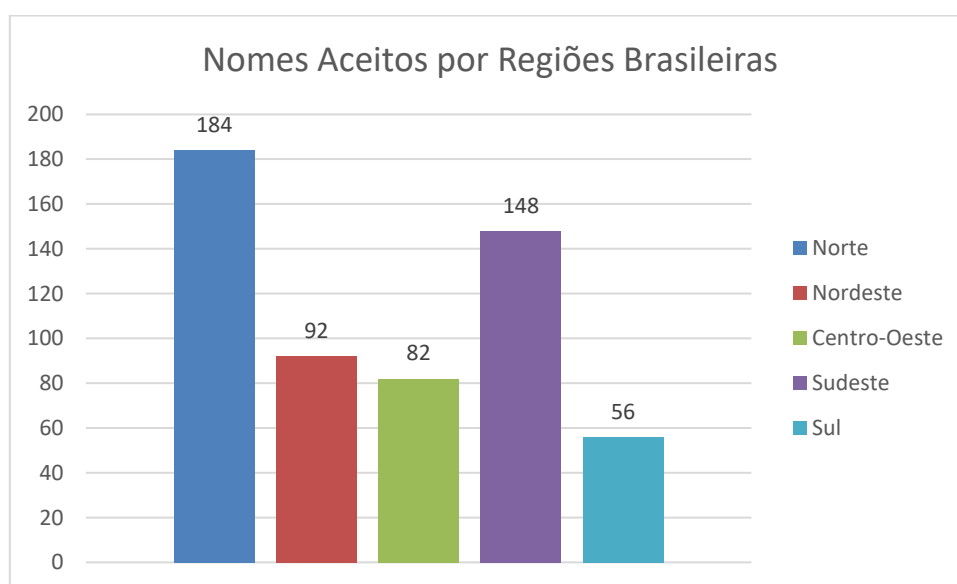
Tabela 1. Percentual dos constituintes químicos de óleos essenciais encontradas como componentes principais em espécies do gênero <i>Piper</i> coletadas em diferentes regiões do Brasil.....	19
Tabela 2. Composição percentual e rendimento de óleos essenciais das folhas de diferentes espécies de <i>Piper</i>	42

1. INTRODUÇÃO

A família Piperaceae é considerada um dos cladogramas (grupo-irmão) mais basais entre as angiospermas encontradas em regiões tropicais e subtropicais (Frodin 2004). Entre os gêneros pertencentes à família, *Piper* é, de longe, o maior com quase 2000 espécies (Machado, 2007; Quijano-Abril et al. 2006). A maioria das espécies de *Piper* cresce em florestas tropicais úmidas, quentes e de planície. O gênero possui aspectos variados que incluem arbustos (a grande maioria), trepadeiras e pequenas árvores. Os demais gêneros da família são pequenos, e seus limites são incertos por isso alguns foram incluídos em *Piper* (Dyer & Palmer, 2004).

No Brasil, existem aproximadamente 290 espécies de *Piper* que ocorrem em todo o país. Dentre as regiões do país, o Norte destaca-se por seu alto número de registros de espécies do gênero, com 184 espécies (Figura 1), com 136 espécies registradas no Estado do Amazonas (Guimarães et al., 2017). Porém, diferentes autores alegam que houve uma multiplicação excessiva e não comprovada de nomes específicos de espécies do gênero *Piper*, tornando subjetivas as avaliações do verdadeiro número de espécies do gênero (Ruschel, 2004).

Figura 1. Número de nomes aceitos por regiões brasileiras de espécies de *Piper*.



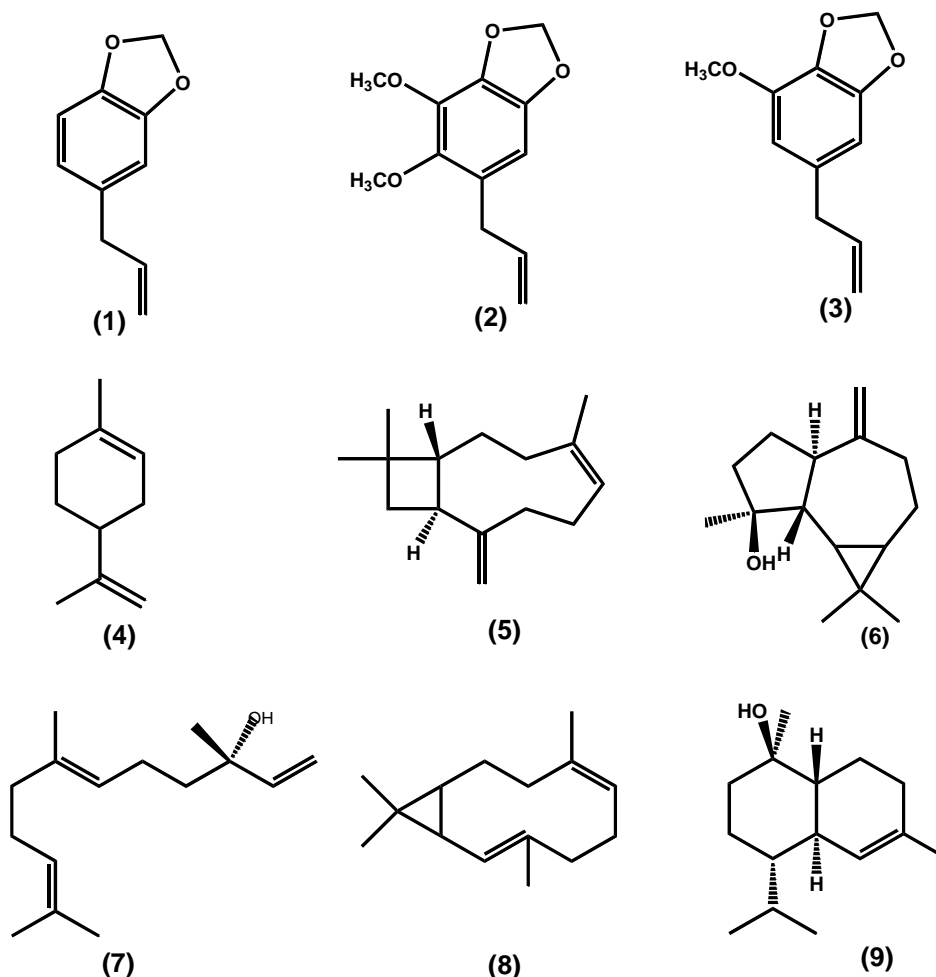
Fonte: Adaptado de Guimarães et al, 2017

As folhas de muitas espécies de *Piper* são usadas em medicina tradicional sob a forma de infusões para o tratamento de doenças. Ainda tem importância econômica por

sua utilização na culinária e produção de óleos essenciais (Pio-Corrêa, 1984; Gogosz et al. 2012).

Estudos fitoquímicos de diferentes espécies de *Piper* revelaram inúmeros componentes bioativos, incluindo alcalóides, flavonóides, lignanas e óleos essenciais (Santana et al. 2015; de Moraes et al. 2007; Parmar et al. 1997). Estes óleos são constituídos basicamente por fenilpropanóides tais como safrol (1), dilapiol (2) e miristicina (3) e / ou terpenos tais como limoneno (4), β -cariofileno (5), espatulenol (6), (*E*)-nerolidol (7), biciclogermacreno (8) e α -cadinol (9) (Guerrini et al. 2009; Santos et al. 2001; Maia & Andrade, 2009).

Investigações sobre as propriedades biológicas dos óleos essenciais de *Piper* revelam atividades antimicrobianas (de Oliveira et al. 2016), antioxidantes (Woguem et al. 2013), acaricida (Araujo et al. 2012) e atividades inseticidas (Santana et al. 2015; Souto et al. 2012).



Piper acutilimum C.DC., *Piper consanguineum* (Kunth) Trel. & Yunck., *Piper durilignum* C.DC. e *Piper bellidifolium* Yunk. são espécies do gênero encontradas no norte do Brasil, e que até o presente momento não foram estudadas quanto a composição

química. Já a *Piper hostmannianum* (Miq.) C. DC. é uma planta endêmica da floresta Amazônica e em investigações fitoquímicas apresenta dihidrochalconas, flavanonas e derivados do ácido benzóico em extratos de folhas (Diaz et al. 1987; Portet et al. 2007; Lago et al. 2009). *Piper duckei* C.DC. é outra planta nativa da região Norte rica em β -cariofileno (do Carmo et al. 2012; Santos et al. 1998).

Com base no número de espécies do gênero *Piper* registrado para o estado do Amazonas, segundo Guimarães et al., (2017), cerca de 80 % das espécies não apresentam estudos referente a composição química de seu óleo essencial. É o caso das espécies, *P. acutilimum*, *P. consanguineum*, *P. durilignum* e *P. bellidifolium* citadas acima. Essas espécies ocorrem no município de Rio Preto da Eva e Manaus, no estado do Amazonas, devido a suas inflorescências são conhecidas popularmente como pimenta de macaco. São espécies arbustivas e morfologicamente essas são muito semelhantes. Apesar da semelhança morfológica entres essas espécies, não há sinonímias descritas para elas (IPNI, 2017).

Como parte da pesquisa da flora aromática da Amazônia, este trabalho descreve pela primeira vez a composição química dos óleos essenciais das folhas das espécies *P. acutilimum*, *P. consanguineum*, *P. durilignum* e *P. bellidifolium*. E faz uma comparação da composição química dos óleos essenciais de *P. duckei* e *P. hostmannianum* com os relatos da literatura.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Bioma Amazônia

O Brasil é um país de dimensões continentais e possui uma grande área coberta por florestas tropicais com uma das maiores biodiversidades do mundo (Lewinsohon & Prado, 2000). Essa biodiversidade resulta no grande número de biomas no território nacional. Segundo Coutinho (2006), bioma pode ser definido como:

[...] uma área do espaço geográfico, com dimensões de até mais de um milhão de quilômetros quadrados, que tem por características a uniformidade de um macroclima definido, de uma determinada fitofisionomia ou formação vegetal, de uma fauna e outros organismos vivos associados, e de outras condições ambientais, como a altitude, o solo, alagamentos, o fogo, a salinidade, entre outros. Estas características todas lhe conferem uma estrutura e uma funcionalidade peculiares, uma ecologia própria (Coutinho, 2006, p. 18)

O bioma amazônico é o mais diversificado do mundo. Suas matas ou florestas são divididas em três tipos principais: terra-firme, igapó e várzea, que diferenciam entre si pelo volume de água recebido. Especialistas acreditam que a região concentra mais de 1/3 de todas as espécies vivas do planeta, das quais, até agora, apenas cerca de 10% da vida vegetal da Amazônia foi estudada. (Penna-Filho 2013)

2.2. A família Piperaceae

A família Piperaceae pertence à ordem Piperales, que representa uma das maiores ordens de angiospermas basais devido ao grande número de espécies basais se comparado a outras ordens. A família Piperaceae é composta por cinco gêneros *Verhuellia*, *Zippelia*, *Manekia*, *Peperomia* e *Piper* (Figura 2), e vêm sendo exaustivamente estudadas como fonte de novos produtos naturais com potenciais biológicos. Dentre os seus gêneros os mais estudados quimicamente são: *Peperomia* e *Piper* (Lago et al. 2004; Wanke et al. 2007; Parmar et al. 1997).

Figura 2. Espécies que representam cada gênero da família Piperaceae.



Piper aduncum



Peperomia pellucida



Manekia obtusa



Zippelia begoniaefolia



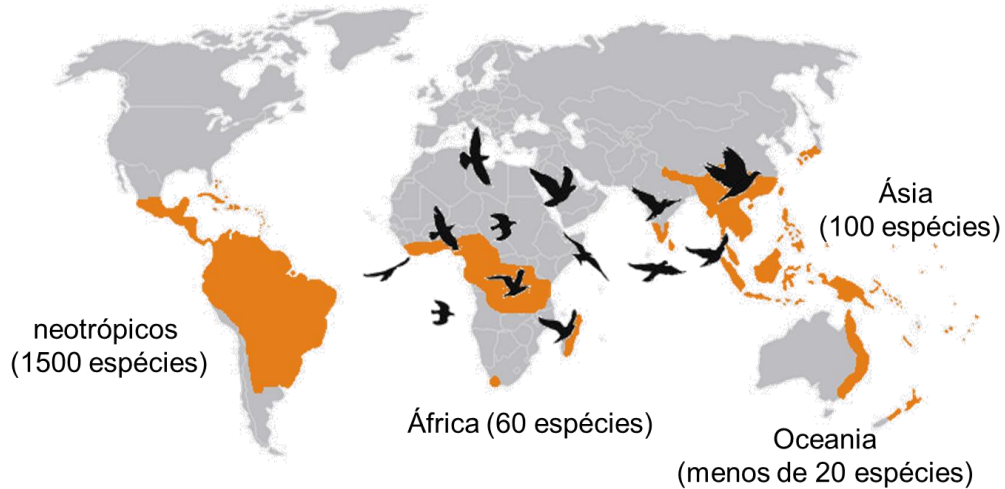
Verhuellia knoblecheriana

2.3. O gênero *Piper*

O gênero *Piper* apresenta a maior diversidade de espécies da família Piperaceae, distribuída principalmente na região Neotropical. A maioria das espécies de *Piper* habitam

fragmentos de mata secundarias em ambientes de clima quente e úmido (Figura 3) (Dyer & Palmer, 2004).

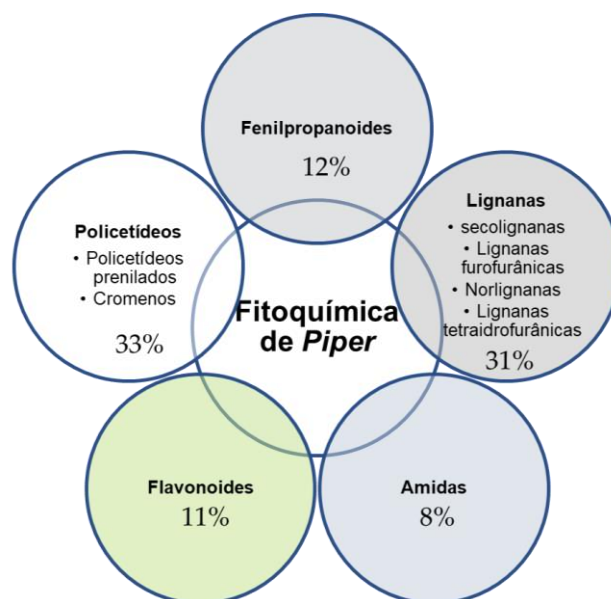
Figura 3. Distribuição geográfica das espécies do gênero *Piper*.



Fonte: (WANKE et al., 2006)

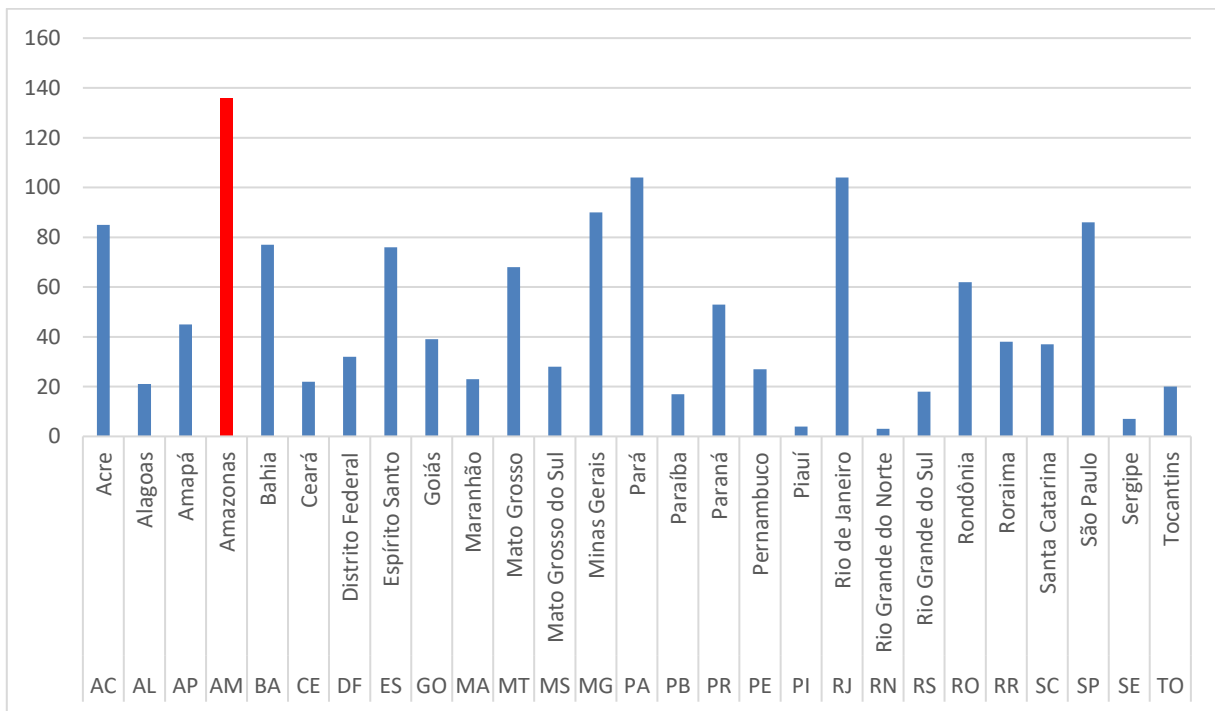
Em análises fitoquímicas de diferentes espécies de *Piper* (Figura 4) revelaram inúmeros componentes bioativos, incluindo amidas, flavonóides, lignanas, fenilpropanoides, policetídeos, além dos voláteis encontrados nos óleos essenciais (Santana et al. 2015; de Moraes et al. 2007; Parmar et al. 1997).

Figura 4. Porcentagem das classes químicas mais encontradas na fitoquímica de espécies do gênero *Piper*.



No Brasil espécies de *Piper* são distribuídas em todos os estados da federação (Figura 5), com destaque para o estado do Amazonas que apresenta o maior número de espécies com 136, seguido pelo Pará e Rio de Janeiro com 104 espécies cada. Por outro lado os estados do Rio grande do Norte com apenas 3 espécies e o Piauí com 4 espécies são os que apresentam os menores registros de espécies de *Piper* (Guimarães et al., 2017).

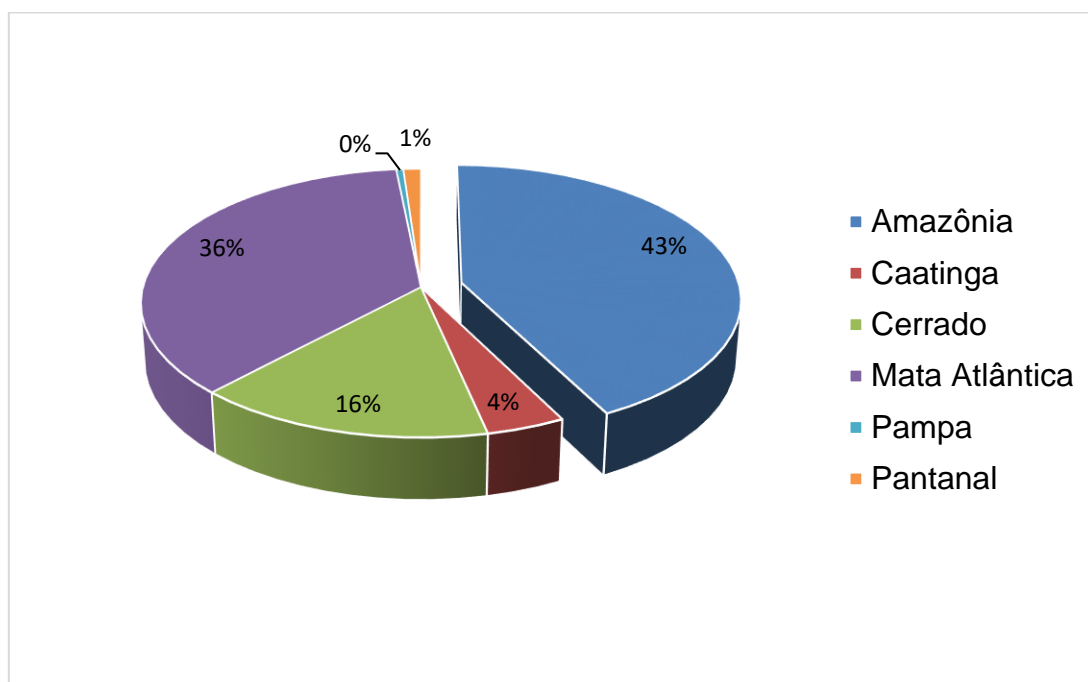
Figura 5. Número de nomes de espécies de *Piper* registradas por estados brasileiro.



Fonte: Adaptado de Guimarães et al, 2017

Quanto aos biomas brasileiros é importante destacar os biomas Amazônicos e da Mata Atlântica por apresentarem os maiores números de registros com 187 e 160, respectivamente. Por outro lado, o bioma dos Pampas apresenta apenas 2 espécies registradas (*Piper aduncum* e *Piper nigum*), espécies essas que também são encontradas em todas as regiões do país (Figura 6) (Guimarães et al., 2017).

Figura 6. Número de nomes aceitos por biomas brasileiros de espécies de *Piper*.



Fonte: Adaptado de Guimarães et al, 2017

2.4. Estudo químico e biológico de espécies do gênero *Piper* encontradas no Brasil com ênfase na composição química do óleo essencial

De acordo com o levantamento bibliográfico feito no banco de dados “SciFinder” no dia 05 de dezembro de 2017, usando a palavra “*Piper*” e em seguida refinando com o termo “essential oil” forneceu 859 artigos referentes aos relatos de composição química de óleos essenciais e atividades biológicas de espécies do gênero *Piper*. Considerando apenas trabalhos realizados com espécies coletadas no Brasil, verifica-se um total de 95 trabalhos. A tabela 1 mostra as espécies do gênero *Piper* estudadas quanto à composição química dos óleos essenciais; os constituintes químicos majoritários desses óleos e tipo de atividade biológica realizada apenas para espécies coletadas no Brasil.

Tabela 1. Percentual dos constituintes químicos de óleos essenciais encontradas como componentes principais em espécies do gênero *Piper* coletadas em diferentes regiões do Brasil.

Espécie	Parte da Planta	Constituintes majoritários	Local de coleta	Atividade	Referência
<i>P. aduncum</i>	Partes aéreas	Dilapiol (86,9%)	Pará - Brasil	Antifúngica	de Almeida et al. 2009
	Folhas	(<i>E</i>)-Nerolidol (14,2%), Linalol (8,7%)	Minas Gerais - Brasil	--	Mesquita et al. 2005
		1,8-cineol (55,8%)		--	Oliveira et al. 2014
	Partes aéreas	Dilapiol (64,4%)	Pará - Brasil	Inseticida	Souto et al. 2012
	Folhas	Dilapiol (79,9 - 85,4%)	Acre - Brasil	--	Volpe et al. 2015
		Dilapiol (49,5%)	Distrito Federal - Brasil	--	Potzernheim et al. 2012
	Caule	β -pineno (14,2%), (<i>E</i>)-nerolidol (10,6%), <i>trans</i> -ocimeno (13,3%)	São Paulo - Brasil	Antifúngica	Navickiene et al. 2006
	Folhas	Linalol (31,7%), biciclogermacreno (11,2%), (<i>E</i>)-nerolidol (10,4%)			
	Frutos	Linalol (41,2%), γ -terpineno (12,0%), <i>trans</i> -ocimeno (11,1%)			
	Folhas	(<i>E</i>)-Nerolidol (81,5-82,5%)	Pernambuco - Brasil	--	de Oliveira et al. 2006
		Miristicina (30,03%), aromadendreno (9,20%), dilapiol (8,43%), α -serina (7,31%), tridecano (6,26%), γ -elemeno (4,58), σ -cimeno (4,20%),	Mato Grosso -Brasil		Turchen et al. 2016
(<i>E</i>)-isocroweacina (29,52%), apiol (28,62%) e elemicina (7,82%)		Rondônia - Brasil	Larvicida (<i>Aedes aegypti</i>)	Santana et al. 2015	
<i>E</i> -nerolidol (14,28–16,65%), linalol		Minas Gerais	--	Pacheco et al. 2016	

		(9,33–13,44%); α -humuleno (8,45–10,62%); <i>cis</i> -cadin-4-en-7-ol (7,48–12,24%) e cariofileno (7,93–12,24%)	- Brasil		
	Raiz	apiol (16,27–29,51%), dilapiol (13,0–18,36%) e 2-methylbutanoate-geranila (8,92–13,6%),		--	
	Folhas	espatulenol (10,6%), valenceno (9,7%), α -pineno (6,4%) asaricina (14,9%), safrol (13,3%)	São Paulo - Brasil	Antibacteriana	Perigo et al. 2016
		asaricina (80,1%), safrol (10,8%)	Minas Gerais - Brasil	--	Oliveira et al. 2013
		<i>trans</i> -ocimene (13,4%), 1,8-cineol (23,3–31,3%),			
		1,8-cineol (53,9%), α -pineno (12,7%), β -pineno (8,5%) e <i>trans</i> -ocimeno (5,7%),		Larvicida	
		Biclogermacreno (20,9%), (<i>E</i>)- β -ocimeno (13,9%), (<i>Z</i>)- β -ocimeno (7,0%), Safrol (6,2%)	Paraná - Brasil	Leishmanicida e Citotóxico	Bernuci et al. 2016
<i>P. aequale</i>	Partes aéreas	δ -elemeno (18,92%), β -pineno (15,56 %), α -pineno (12,57 %),	Pará - Brasil	Citotóxico e antioxidante	da Silva et al. 2016
<i>P. affinis hispidinervum</i>	Folhas	Sarisana (74,3%), Safrol (18,4%)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Bizzo et al. 2001
		β -pineno (14,4%), isocariofileno (17,5%) e β -cariofileno (18,6%),	Rondônia - Brasil	--	Facundo et al. 2007
<i>P. aleyreanum</i>	Partes aéreas	β -elemeno (16,3%), biclogermacreno (9,2%), δ -elemeno (8,2%), germacreno D (6,9%), β -cariofileno (6,2%), e espatulenol (5,2%),	Pará - Brasil	Antioxidante, Antifúngica, anticholinesterase e citotóxico	da Silva et al. 2014
<i>P. aleyreanum</i>		Óxido de cariofileno (11,5%), β -pineno (9%), espatulenol (6,7%),	Rondônia - Brasil	Antinociceptive e anti-inflamatória	Lima et al. 2012

		camfeno (5,2%), β -elemeno (4,7%), Mirtenal (4,2%), verbeneno (3,3%), e pinocarvono (3,1%)			
<i>P. amalago</i>	Folhas	Óxido de cariofileno (18,0%), β -cariofileno (17,4%), biciclogermacreno (16,4%)	Minas Gerais - Brasil	--	Mesquita et al. 2005
	Fruto não maduro e fruto maduro	(<i>E</i>)-nerolidol (14,2% e 19,9%), germacreno-D-4-ol (10,3% e 12,7%), α -cadinol (11,1% e 8,2%) e β -felandreno (8,2% e 7,3%)	Espírito Santo - Brasil	--	Simeone et al. 2011
	Partes aéreas	Limoneno (20,52%), Zingibereno (11,18%)	Rio Grande do Sul - Brasil	Acaricida	Ferraz et al. 2010
	Folhas	β -felandreno (39,3%), α -pineno (14,8%), germacreno D (11,7%)	São Paulo - Brasil	Antibacteriana	Perigo et al. 2016
	Flores	germacreno D (18,5 %), silfiperfol-6-ene (13,5 %), limoneno (10,5 %) e <i>p</i> -cimeno (9,3 %),	Mato Grosso do Sul - Brasil	--	Mota et al. 2013
	Raiz	α -amorpheno (14,4 %), α -muurolol (6,3 %), α -gurjuneno (4,4 %) e espatulenol (3,4 %)		--	
	Caule	α -amorpheno (23,3 %), α -muurolol (9,3 %), longifoleno (6,6 %) e β -pineno (3,6 %),		--	
<i>P. amapense</i>	Partes aéreas	<i>Trans</i> -cariofileno (25,0%), óxido de cariofileno (17,0%) e β -selineno (15,0%),	Amazonas - Brasil	--	Santos et al. 1998
<i>P. amplum</i>	Folhas	α -pineno (18,1%), <i>cis</i> -ocimeno (10,5%), limoneno (8,6%), <i>trans</i> -cariofileno (8,8%), germacrene D (5,5%)	São Paulo - Brasil	Antibacteriana	Perigo et al. 2016
		α -pineno (16,78%), (<i>E</i>)-cariofileno (9,82%), (<i>E</i>)-Nerolidol (8,30%)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Santos et al. 2001

<i>P. anonifolium</i>	Partes aéreas	α -pineno (40,9-53,1%), β -pineno (17,2-22,9%), limoneno (1,7 -8,5%)	Pará - Brasil	--	Andrade et al. 2005a
		selin-11-en-4-ol (20,0%), β -selineno (12,7%), α -selineno (11,9%), e α -pineno (8,8%),		Antioxidante, Antifúngica, anticholinesterase e citotóxico	Da Silva et al. 2014
<i>P. arboreum</i>	Caule	β -cariofileno (26,5%), biciclogermacreno (21,1%), δ -3-careno (18,7%)	São Paulo - Brasil	Antifúngica	Navickiene et al. 2006
	Folhas	β -cariofileno (25,1%), biciclogermacreno (49,5%),			
	Frutos	Germacreno D (49,3%), Linalol (10,4%)			
	Folhas	germacreno D (31,83%), biciclogermacreno (21,40%), (<i>E</i>)-cariofileno (10,88%)	Rondônia - Brasil	Larvicida (<i>Aedes aegypti</i>)	Santana et al. 2015
		biciclogermacreno (25,07%), <i>E</i> -nerolidol (11,12%)	Ceará - Brasil	--	Cysne et al. 2005
		Óxido de cariofileno (15,2%), β -Selineno (8,7%)	Minas Gerais - Brasil	--	Mesquita et al. 2005
		curcumeno (45,06%), <i>cis</i> -cadin-4-en-7-ol (12,07%) e germacreno B (9,73%)	Pernambuco - Brasil	Antimicrobiana	Nascimento et al., 2015
		(<i>E</i>)-cariofileno (12,6%), <i>trans</i> -cadina-1(6),4-diene (9,6%), 1- <i>epi</i> -cubenol (10,4%)	Paraná - Brasil	Leishmanicida e Citotóxico	Bernuci et al., 2016
		germacreno D (72,87%)	Rondônia - Brasil	--	Machado et al., 1994
		biciclogermacreno (12,1%), 10- <i>epi</i> - γ -eudesmol (11,6%), espatulenol (8,4%), óxido de cariofileno (10,1%) e γ -eudesmol (6,7%)	Brasília - Brasil	--	Potzernheim et al., 2006

		γ -eudesmol (14,61%), α -eudesmol (12,21%), Bulnesol (8,13%)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Santos et al., 2001
<i>P. bartlingianum</i>	Partes aéreas	α -cadinol (11,2%), p -elemeno (10,5%), α -muurolol (9,4%), (<i>E</i>)-nerolidol (9,0%),	Amazonas - Brasil	--	Santos et al., 1998
<i>P. callosum</i>	Folhas	safrol (29,3%), α -pineno (19,2%), e β -pineno (14,3%)	Paraná - Brasil	Inseticida	Fanela et al., 2015
	Partes aéreas	safrol (69,2%), metil-eugenol (8,6%), e β -pineno (6,2%)			Souto et al., 2012
<i>P. carniconnectivum</i>	Folhas	Óxido de cariofileno (21,3%)	Rondônia - Brasil	--	Facundo et al., 2006
	Caule	espatulenol (23,7%) e β -pineno (19,0%),		--	Facundo et al., 2006
<i>P. cavalcantei*</i>	n.e.	safrol e metil-eugenol	Brasil	n.e.	De Alencar et al., 1972
<i>P. cernuum</i>	Folhas	β -cariofileno (20,69%), Bicyclergmacreno (21,88%)	São Paulo - Brasil	Antimicrobiana	Costantin et al., 2001
		<i>trans</i> -Dihidroagarofurano (22,4%), 10- <i>epi</i> - γ -eudesmol(16,8%)	Minas Gerais - Brasil	--	Mesquita et al., 2005
		<i>trans</i> -Dihidroagarofurano (30-36,7%), 4- <i>epi</i> - <i>cis</i> -Dihidroagarofurano (11,2-13,4%), γ -eudesmol (7,64-11,65%), β -cariofileno (5,94-8,69%), elemol (5,89-9,15%), α -pineno (2,63-5,43%) e canfeno (2,16-455%)	Santa Catarina - Brasil	Antimicrobiana	Gasparetto et al., 2017
		β -elemeno (11,6%), epicubebol (13,1%), β -cariofileno (8,3%), <i>cis</i> - β -guaiene (8,2%), espatulenol (9,6%), valeranone (9,1%)	Bahia - Brasil	--	Assis et al., 2013
		β -Elemeno (30,0%), Bicyclergmacreno (19,9%), Germacreno D (12,7%)	São Paulo - Brasil	Citotóxico e Leishmanicida	Capello et al., 2015

		β -cariofileno (22,23%), Bicliclogermacreno (25,10%)		Antifúngica	Morandim et al., 2010	
		β -cariofileno (4,4%), germacreno D (2,7%), β -Dihidroagarofurano (31,0%), elemol (12,0%), 10- <i>epi</i> - γ -eudesmol (13,0%) e β -eudesmol (2,6%)	Santa Catarina - Brasil	--	De Abreu et al., 2005	
		α -Pineno (11,4%), β -Elemeno (10,1%), espatulenol (11,5%)	Paraná - Brasil	Leishmanicida e Citotóxico	Bernuci et al., 2016	
		<i>cis</i> -diidroagarofurano (32,3 %), α -pineno (10,2 %), <i>p</i> -pineno (7,4 %), 10- <i>epi</i> - γ -eudesmol (7,1 %) e elemol (6,7 %)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Torquilha et al., 2000	
<i>P. claussonianum</i>		(<i>E</i>)-nerolidol (81,4%, 83,3%, 42,1%), linalol (5,2%, 2,2%, 4,6%), δ -muuroleno (1,1%, 3,2%, 15,9%), (<i>E</i>)-cariofileno (0,6%, 1,4%) e δ -elemeno (0,5%, 0,8%, 5,4%)	Espírito Santo - Brasil	--	Marques et al., 2011	
		(<i>E</i>)-nerolidol (81,4%; 83,3%), linalol (5,2%; 2,1%), γ -muuroleno (1,1%; 3,2%), (<i>E</i>)-cariofileno (0,6%; 1,4%) e γ -elemeno (0,5%; 0,8%)		Leishmanicida	Marques. et al. 2010	
	Inflorescência	linalol (50,2%; 54,5%), (<i>E</i>)-nerolidol (22,7%; 24,3%), α -humuleno (2,6%; 2,6%), (<i>E</i>)-cariofileno (2,0%; 2,0%) e β -selineno (0,6%; 4,0%)		Antibacteriana		Marques. et al., 2017
	Folhas	(<i>E</i>)-nerolidol (82,5%), linalol (4,7%); γ -muuroleno (3,2%); (<i>E</i>)-cariofileno (0,9%), γ -elemeno (0,48%),				
	Inflorescência	linalol (53,5%), (<i>E</i>)-nerolidol (24,3%), α -humuleno (2,48%); (<i>E</i>)-cariofileno (1,87%) e β -selineno (0,67%)				

<i>P. colubrinum*</i>	n.e.	n,e,	n.e.	n.e.	Zachariah et al., 2005
<i>P. corcovadensis</i>		1-butil-3,4-metilenedioxibenzene (30,62%), Terpinoleno (17,44%), β -cariofileno (6,27%), α -pineno (5,92%), δ -cadineno (4,92%), Limoneno (4,46%)	Pernambuco - Brasil	Larvicida (<i>Aedes aegypti</i>)	Da Silva et al., 2016
<i>P. crassinervium</i>	Folhas	α -pineno (11,27%), β -pineno (20,01%), 1,8-cineol (10,81%), linalol (28,61%)	Ceará - Brasil	--	Cysne et al., 2005
		β -pineno (11,6%), α -pineno (11,5%), germacreno D (9,2%), β -cariofileno (7,8%), guaiol (5,5%), biciclogermacreno (5,1%)	São Paulo - Brasil	Antibacteriana	Perigo et al., 2016
	Partes aéreas	β -cariofileno (17,7%), γ -elemeno (14,4%) e β -elemeno (10,9%)	Acre - BR	--	Luz et al., 2003
	Fruto	germacreno D (14,04), β -eudesmol (10,10), espatulenol (9,82)	São Paulo - Brasil	Antifúngica	Morandim et al., 2010
<i>P. cubataonum</i>	Folhas	Dilapiol (65,31%), Apiol (24,11%)		Antimicrobiana	Santos et al., 2014
	Caule	Dilapiol (66,04%), Apiol (23,23%)			
<i>P. cyrtopodon</i>	Partes aéreas	β -cariofileno (34,6%), biciclogermacreno (21,4%), germacreno D (13,6%), e α -pineno (7,5%)	Pará - Brasil	--	Andrade et al., 2006
<i>P. dactylostigmum</i>		α -cadinol (21,7%), β -Selineno (9,0), β -cariofileno (8,9%)	Amazonas - Brasil	--	Luz et al., 2000
<i>P. demeraranum</i>		limoneno (19,3%), β -elemeno (33,1%), germacreno D (5,2%)		Leishmanicida	Do Carmo et al., 2012
<i>P. dilatatum</i>	Folhas	β -cariofileno (10,26%), biciclogermacreno (25,03%),	Ceará - Brasil	--	Cysne et al., 2005
		<i>cis</i> - β -ocimeno (19,6%), β -cariofileno (11,3%), germacreno D (8,8%), biciclogermacreno (8,8%), espatulenol (6,5%) e óxido de	Brasília - Brasil	--	Potzernheim et al., 2006

		cariofileno (5,3%)			
	Partes aéreas	(<i>E</i>)-cariofileno (11,7–15,5%), α -cadinol (7,0–12,2%), germacreno D (6,7–10,2%), δ -cadineno (5,4–8,5%)	Amazonas - Brasil	--	Andrade et al., 2011
		α -Pineno (17,7%), Mirceno (41,77%)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Santos et al., 2001
<i>P. diospyrifolium</i>	Folhas	espatulenol (25,37%), (<i>E</i>)-Nerolidol (18,18%)	São Paulo - Brasil	Antifúngica	Morandim et al., 2010
		Selin-11-en-4- α -ol (17,7%), germacreno B (6,7%), (<i>E</i>)-cariofileno (7,4%)	Paraná - Brasil	Leishmanicida e Citotóxico	Bernuci et al., 2016
		(<i>E</i>)-eudesma-6,11-dieno (21,12%), (<i>E</i>)-cariofileno (16,76%)		Antifúngica	Vieira et al., 2011
<i>P. divaricatum</i>	Partes aéreas	metil-eugenol (63,8%) e eugenol (23,6%)	Pará - Brasil	Antioxidante e Antifúngica	Da Silva et al., 2010
		metil-eugenol (77,1%) eugenol (7,9%) e acetate de eugenol (3,8%), α -pineno (2,1%) e β -pineno (3,2%)		Antifúngica	Da Silva et al., 2014
		metil-eugenol (69,2%) e eugenol (16,2%)		Inseticida	Souto et al., 2012
	Folhas	Safrol (98,0%)	Bahia - Brasil	Antibacteriana	Barbosa et al., 2012
		linalol (23,4–29,7%), β -pineno (19,9–25,3%) e α -pineno (9,0–18,8%), 1,8-cineol (8,9–9,6%) e germacreno D (6,3–6,5%),	Ceará - Brasil	--	De Almeida et al., 2009
	Frutos	β -pineno (12,0–18,0%), α -pineno (6,3–17,6%) e α -felandreno (4,6–10,0%), β -cariofileno (9,0–11,4%) e biciclogermacreno (5,3–6,9%)		--	
<i>P. duckei</i>	Partes aéreas	β -cariofileno (23,5%), óxido de cariofileno (18,4%), β -eudesmol (9,4%) e α -eudesmol (9,1%)	Amazonas - Brasil	--	Santos et al., 1998

		β -cariofileno (27,1%), γ -eudesmol (17,9%), germacreno-D (14,7%), 1,8-cineol (5,8%)		Leishmanicida	Do Carmo et al., 2012
<i>P. dumosum</i>		biciclogermacreno (16,2%), β -cariofileno (15,9%), β -pineno (16,0%) e α -pineno (12,1%)	Rondônia - Brasil	--	Facundo et al., 2007
<i>P. gaudichaudianum</i>	Folhas	α -pineno (12,2%), β -pineno (7,0%), (<i>E</i>)-nerolidol (17,5%), oxido de cariofileno (8,5%), β -cariofileno (8,2%), <i>trans</i> -guaiene (6,9%)	São Paulo - Brasil	Antibacteriana	Perigo et al., 2016
		(<i>E</i>)-nerolidol (22,06%), biciclogermacreno (13,16%), α -humuleno (21,32%)	Rio Grande do Sul - Brasil	Citotóxico	Sperotto et al., 2013
		α -humuleno (23,6%), limoneno (5,3%)	São Paulo - Brasil	--	Ramos et al., 2012
		α -humuleno (37,5%) e β -cariofileno (17,4%)	Rio Grande do Sul - Brasil	--	Von Poser et al., 1994
		Viridiflorol (27,50%), aromadendreno (15,55%), β -selineno (10,50%) e selin-11-en-4- α -ol (8,48%)	Rondônia - Brasil.	Larvicida	De Moraes et al., 2007
		(<i>E</i>)-nerolidol (22,4%), α -humuleno (16,5%), (<i>E</i>)-cariofileno (8,9%) e biciclogermacreno (7,4%)	Rio Grande do Sul - Brasil	Citotóxico, mutagenic e genotóxico	Péres et al., 2009
		α -Humuleno (21,32%), biciclogermacreno (13,16%), (<i>E</i>)-nerolidol (22,06%)		--	Sperotto et al., 2013
		δ -Cadineno (45,3%), γ -Elemeno (5,4%)	Paraná - Brasil	Leishmanicida e Citotóxico	Bernuci et al., 2016
		<i>P. glabratum</i>		eugenol (0,6%), apiol (6,2%), β -cariofileno (14,6%), longiborneol (12,0%), (<i>E</i>)-nerolidol (5,3%)	Bahia - Brasil

<i>P. glandulosissimum</i>	Folhas	β -cariofileno (9,3%), δ -cadineno (7,7%), γ -muuroleno (5,4%)	Pará - Brasil	--	Andrade. et al., 2007
	Caule	óxido de cariofileno (15,3%), β -cariofileno (12,6%), β -pineno (3,8%)			
<i>P. goesii</i>	Folhas	(<i>E</i>)-cariofileno (13,31%), germacreno D (28,87%), (<i>E,E</i>)- α -Farneseno (14,09%)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Santos et al., 2001
<i>P. hispidinervum</i>		safrol (82,0 %), α -terpinoleno (13,5%),	Minas Gerais - Brasil	--	Lima et al., 2009
	Partes aéreas	Safrol (77,7 - 81,3%), terpinoleno (4,6 - 8,8 %)		--	Andres et al., 2017
	Folhas	Safrol (90-78,2%), Bicyclogermacreno (6,7-1,8%)	Acre - BR	--	Machado et al., 2013
		Safrol (85,08%)	Rio Grande do Sul - BR	Citotóxica	Sauter et al., 2012
		Safrol (82,47 - 86,87%)	Minas Gerais - Brasil	--	Pimentel et al., 2006
	safrol (82,5%), α -pineno (0,68%), δ -3-careno (1,31%) e α -terpinoleno (13,38%)	--		Nascimento et al., 2008	
	Partes aéreas	safrol (64,3 %), terpinoleno (10,2 %), (<i>E</i>)- β -ocimeno (5,6 %), δ -3-careno (3,4 %) e pentadecano (3,1 %)	Pará - Brasil.	--	Souza et al., 2010
	Folhas	Safrol (89,93%)	Santa Catarina - Brasil	--	Riva et al., 2011
Partes aéreas	Safrol (86,4%)	Acre - Brasil	--	CreMASCO & Braga, 2010	
<i>P. hispidum</i>	Raíz	dilapiol (57,5%), elemicina (24,5%) e apiol (10,2%)	Rondônia - Brasil	--	Facundo et al., 2008
	Folhas	β -pineno (19,7%), α -pineno (9,0%), δ -3-careno (7,4%), α -cadinol (6,9%) e espatulenol (6,2%)	Brasília - Brasil	--	Potzernheim et al., 2006

		β -pineno (14,0%), espatulenol (7,0%), germacreno D (6,9%)	Minas Gerais - Brasil	--	Mesquita et al., 2005
	Fruto verdes e maduro	α -copaene (28,7% e 36,2%), α -pineno (13,9% e 7,1%), β -pineno (13,3% e 7,5%), (<i>E</i>)-nerolidol (2,9% e 7,0%) e (<i>E</i>)-cariofileno (1,7% e 4,9%)	Espírito Santo - Brasil	--	Simeone et al., 2011
	Folhas	β -pineno (9,76%), α -Pineno (6,90%), (<i>E</i>)-Nerolidol (6,30%)	São Paulo - Brasil	--	Ramos et al., 2012
	Partes aéreas	β -cariofileno (10,5%), α -humuleno (9,5%), δ -3-careno (9,1%), α -copaeno (7,3%), limoneno (6,9%), oxido de cariofileno (5,9%), e β -selineno (5,1%)	Pará - Brasil	Citotóxica, Antifúngica, antioxidante e anti-cholinesterase	Da Silva et al., 2014
		γ -cadineno (25,13%), canfeno (15,61%), α -guaiene (11,47%) e γ -elemeno (10,88%)	Rondônia - Brasil	--	Machado et al., 1994
<i>P. hispidum</i>		α -cariofileno (9,21%), germacreno D (7,11%), óxido de cariofileno (5,03%)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Santos et al., 2001
<i>P. hoffmanseggianum</i>		(<i>E</i>)-cariofileno (10,11%), 10- <i>epi</i> - γ -Eudesmol (15,95%), Hinesol (19,33%)		--	
<i>P. hostmannianum</i>	Folhas	asaricina (27,37%), miristicina (20,26%) e dilapiol (7,66%)	Rondônia - Brasil	Larvicida	De Moraes et al., 2007
<i>P. humaytanum</i>		β -selineno (15,77%), oxido de cariofileno (16,63%), espatulenol (6,33%) e β -oplopenono (6,02%)			
<i>P. ilheusense</i>		(<i>E</i>)-cariofileno (11,8%), Álcool de patchouli (11,1%), γ -cadineno (6,9%), germacreno B (7,2%) e Gleenol (7,5%)	Bahia - Brasil	Antimicrobiana	De Oliveira et al., 2016
<i>P. klotzschianum</i>	Folhas	1-Butil-3,4-metilenedioxibenzene (81,04%)	Espírito Santo - Brasil	Larvicida	Do Nascimento et al., 2013

<i>P. krukoffii</i>		miristicina (40,3% e 26,7%), apiol (25,4% e 34,1%) e elemicina (2,8% e 3,0%),	Pará - Brasil	Antioxidante	Da Silva et al., 2011
<i>P. leptorum</i>		seichellene (34,7%), oxido de cariofileno (12,5%)	São Paulo - Brasil	Antibacteriana	Perigo et al., 2016
<i>P. madeiranum</i>		β -cariofileno (11,2%) germacreno D-4-ol (11,1%), 1,10-di-epi-cubenol (7,0%) e α -bisabolol (7,1%)	Bahia - Brasil	--	Assis et al., 2013
<i>P. malacophyllum</i>		cânfora (32,8%) e canfeno (17,8%), (<i>E</i>)-nerolidol (9,1%), α -pineno (5,0%), muuroleno (4,9%) e β -cariofileno (4,9%)	Santa Catarina - Brasil	Antifúngica e antibacteriana	Santos et al., 2012
<i>P. Manausense</i>	Partes aéreas	biciclogermacreno (32,0% e 34,0%), gleenol (6,8% e 9,4%), β -cariofileno (7,7% e 8,5%), δ -cadineno (5,8% e 7,0%), α -pineno (6,6% e 5,2%) e β -pinene (6,5% e 4,7%)	Pará - Brasil	--	Andrade et al., 2005b
<i>P. marginatum</i>	Folhas	<i>p</i> -cimeno (25,0%), monoterpenos (7,0%), sesquiterpenos (4,7%), alcoois sesquiterpênicos (33,3%), safrol (4,2%), etil-fenilcetona (25,0%)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Da Silva et al., 1973
		(<i>Z</i>)-asarona (30,4%), Álcool de patchouli (16%) e elemol (9,7%)	Pernambuco - Brasil	Larvicida	Autran et al., 2009
	Partes aéreas (quimiotipo A)	<i>p</i> -menta-1(7),8-dieno (39,0%), 3,4-metilenedioxipropiofenone (19,0%), e (<i>E</i>)- β -ocimeno (9,8%)	Pará - Brasil	Inseticida	Souto et al., 2012
	Partes aéreas (quimiotipo B)	(<i>E</i>)-isoosmorhizol (32,2%), (<i>E</i>)-anetol (26,4%), isoosmorhizol (11,2%), e (<i>Z</i>)-anetol (6,0%)			
	Folhas	(<i>Z</i>)-asarona (20,82- 33,80%) (<i>E</i>)-asarona (10,91-18,92%)	Pernambuco - Brasil	--	Moraes et al., 2014

		(<i>E</i>)-metil-isoeugenol (27,08%), (<i>E</i>)-anetol (23,98%) e (<i>Z</i>)- metil-isoeugenol (12,01%)	Rondonia - Brasil.	Larvicida	Santana et al., 2015	
		(<i>Z</i>)-Asarona (30,4%)	Pernambuco - Brasil	--	Coitinho et al., 2011	
		β -cariofileno (4,01%), 3,4-metilenedioxipropiofenone (8,01%)	Amazonas - Brasil	--	Ramos et al., 1986	
<i>P. mikianium</i>		limoneno (14,8%), biciclogermacreno (14,3%), <i>p</i> -cariofileno (10,5%)	Rio Grande do Sul - Brasil	--	Von Poser et al., 1994	
		β -Vetivone (33,0%), (<i>Z</i>)-isoelemicina (21,5%) e (<i>E</i>)-asarona (11,6%)	Paraná - Brasil	--	Leal et al., 2005	
	Partes aéreas	Apiol (64,89%), biciclogermacreno (6,58%)	Rio Grande do Sul - Brasil	Acaricida	Ferraz et al., 2010	
			Safrol (72,4%), α -Thujene (6,0%)	Santa Catarina - Brasil	Leishmanicida e Citotóxico	Bernuci et al., 2016
			safrol (82%)		--	De Abreu et al., 2002
<i>P. mollicomum</i>	Folhas	(<i>E</i>)-ocimeno (14,07%), (<i>Z</i>)-ocimeno (12,14%), germacreno D (10,82%), germacreno B (13,39%)	Rio de Janeiro - Brasil	Antinociceptive	De Souza et al., 2014	
		(<i>E</i>)-Nerolidol (23,20%), (<i>E,E</i>)-Farnesol (10,48%)		--	Santos et al., 2001	
<i>P. mosenii</i>		α -Humuleno (11,3%), óxido de cariofileno (12,1%), Biciclogermacreno (7,4%), (<i>E</i>)-cariofileno (8,6%)	Paraná - Brasil	Leishmanicida e Citotóxico	Bernuci et al., 2016	
<i>P. ovatum</i>		δ -amorpheno (16,5%), <i>cis</i> -muurola-4(14),5-dieno (14,29 %) e γ -muuroleno (13,26%),	Minas Gerais - Brasil	Antimicrobiana	Rodrigues-Silva et al., 2009	
<i>P. permucronatum</i>		γ -cadineno (12,7%), γ -muuroleno (7,4%), α -cadinol (6,9%), β -	Rio de Janeiro -	--	Torquillo et al., 1999	

		cariofileno (6,8%), muurolol (3,2%), α -muuroleno (2,9%) e γ -elemeno (2,7%)	Brasil		
	Folhas	miristicina (25,61%), dilapiol (54,70%), asaricina (8,55%) e elemicina (9,92%)	Rondônia - Brasil	Larvicida	De Moraes et al., 2007
<i>P. piscatorum</i>	Raízes	selin-11-en-4- α -ol (57,63%), benzoato de benzila (15,40%)	Acre - Brasil	--	Pimentel et al., 2012
<i>P. plurinervosum</i>		1,8-cineol (31,6%)	Amazonas - Brasil	--	Luz et al., 2000
<i>P. regnellii</i>	Folhas	Germacreno D (7,3%), β -selineno (7,3%), óxido de cariofileno (3,2%)	Minas Gerais - Brasil	--	Mesquita et al., 2005
		Mirceno (52,60%), Linalol (15,90%)	São Paulo - Brasil	Antimicrobiana	Costantin et al., 2001
	β -pineno (54,9%)	--		Ramos et al., 2012	
	Caule	Mirceno (22%), (<i>E</i>)-anetol (19%) e biciclogermacreno (5%)	Mato Grosso - Brasil	--	Santos et al., 2014
		(<i>E</i>)-anetol (20%), dilapiol (19%) e mircene (16%)		--	
		(<i>E</i>)-anetol (24%), mirceno (18%) e biciclogermacreno (9%)		--	
<i>P. regnellii</i>	Folhas	β -mirceno (70%)	Paraná - Brasil	--	Pessini et al., 2005
<i>P. renitens</i>		Guaiol (13,9%), germacreno D (13,8%), α -pineno (12,5%) e β -pinene (12,3%),	Rondônia - Brasil	--	Soleane et al., 2007
<i>P. reticulatum</i>	Partes aéreas	β -elemeno (24,6%) e β -cariofileno (16,7%)	Acre - BR	--	Luz et al., 2003
<i>P. rivinoides</i>	Folhas	β -pineno (20,74%), α -pineno (32,93%)	Rio de Janeiro - Brasil	Antinociceptive	De Souza et al., 2014

		α -Humuleno (10,0%), (<i>Z</i>)- α -bisaboleno (10,9%), biciclogermacreno (11,8%)	Paraná - Brasil	Leishmanicida e Citotóxico	Bernuci et al., 2016
		α -pineno (73,2%), β -pineno (5,2%)	São Paulo - Brasil	Antibacteriana	Perigo et al., 2016
<i>P. solmsianum</i>		δ -3-careno (23,29%), Sarisana (39,23%)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Moreira et al., 2001
	Fruto	(<i>E</i>)-Isoeemicina (53,45%)	São Paulo - Brasil	Antifúngica	Morandim et al., 2010
	Folhas	δ -3-careno (66,9%), mirceno (26,1%), α -pineno (22,7%), α -selineno (5,5%)		Antibacteriana	Perigo et al., 2016
<i>P. submarginalum</i>	Folhas	α -pineno (28,2%), (<i>E</i>)-nerolidol (19,8%), β -pineno (11,9%), espatulenol (10,9%)	Minas Gerais - Brasil	--	Mesquita et al., 2005
<i>P. truncatum</i>	Inflorescência	germacreno D (56,0%), α -farneseno (10,4%) e canfeno (10,3%)	Rio de Janeiro - Brasil	--	Trindade et al., 2010
	Folhas	(<i>Z</i>)-3-hexenol (35,3%), β -cariofileno (24,2%) e germacreno D (11,1%)		--	
	Caules finos	6(<i>Z</i>),8(<i>E</i>)-N-isobutil-decadienamida (16,2%), germacreno D (5,1%), α -cadinol (9,0%)		--	
	Raíz	6(<i>Z</i>),8(<i>E</i>)-N-isobuti-decadienamida (67,6%), <i>epi</i> -longipinanol (7,6%), (<i>E</i>)-nerolidol (6,3%)		--	
<i>P. tuberculatum</i>	Frutos	óxido de cariofileno (32,1%) e (<i>E</i>)-cariofileno (17,7%)	Rondônia - Brasil	--	Facundo et al., 2008
	Caules finos	óxido de cariofileno (26,6%) e (<i>E</i>)-cariofileno (12,3%)		--	
	Folhas	β -cariofileno (37,78%), germacreno D (11,81%)	Ceará - Brasil	--	Cysne et al., 2005
	Caule	α -pineno (17,3%), β -pineno		Antifúngica	Navickiene et al.,

		(27,0%), <i>trans</i> -ocimeno (14,5%), β -cariofileno (32,1%),	São Paulo - Brasil		2006
	Folhas	α -pineno (10,4%), β -pineno (12,5%), β -cariofileno (40,2%),			
	Frutos	a-pineno (28,7%), b-pineno (38,2%), b- cariofileno (14,0%)			
	Folhas	Copaeno (5,73%), isocariofileno (13,18%), germacreno D (36,32%) e germacreno B (10,16%)	Rio de Janeiro - Brasil.	--	Dos Santos et al., 2015
		β -cariofileno (26,3%) e α -cadinol (13,7%)	Rondônia - Brasil	--	Facundo et al., 2005
<i>P. umbelata</i>	Fruto	δ -cadineno (15,02%), germacreno D (34,19%)	São Paulo - Brasil	Antifúngica	Morandim et al., 2010
<i>P. vicosanum</i>	Folhas	limoneno (45,5%), α -pineno (5,1%)	Minas Gerais - Brasil	--	Mesquita et al., 2005
		limoneno (40,0-45,5%) e 1,8-cineol (10,4-15,0%)		--	Mesquita et al., 2006
		γ -elemeno (14,16%), α -alaskeno (13,44%) e limoneno (9,10%)		Anti-inflamatória	Brait et al., 2015
<i>P. vitaceum</i>		limoneno (33,2%), <i>p</i> -cimeno (12,8%) e (<i>E</i>)-nerolidol (20,6%),	Amazonas - Brasil	--	Luz et al., 2000
<i>P. xylosteoides</i>	Partes aéreas	Safrol (47,83%), Zingibereno (9,25%)	Rio Grande do Sul - Brasil	Acaricida	Ferraz et al., 2010
	Folhas	mirceno (31%) e γ -terpineno (26%),	Distrito Federal - Brasil	--	Potzernheim et al., 2006
		β -felandreno (22,6%), (<i>E</i>)-nerolidol (8,5%), biciclogermacreno (7,2%), α -thujene (7,9%)	Paraná - Brasil	Leishmanicida e Citotóxica	Bernuci et al., 2016

2.5. Uso na medicina popular

As espécies do gênero *Piper* destacam-se por sua utilização na medicina popular como infusões, contra picada de cobras, além do valor econômico devido à produção e acúmulo de substâncias que são amplamente usadas na indústria cosméticas, farmacêuticas e alimentícias (Parmar et al., 1997). Como é o caso da *Piper nigrum* que suas sementes são conhecidas no Brasil por dá origem a pimenta do reino, onde os diferentes estágios de maturação das sementes originam a pimenta-verde, pimenta-branca e pimenta-preta (Variyar et al., 1988). Outro exemplo é a *Piper hispidinervium*, rica fonte de safrol, que é utilizado na fabricação de fixadores, fragrâncias e inseticidas naturais (Maia et al., 1987).

2.6. Óleos Essenciais

Óleos essenciais têm ganhado espaço no cenário mundial devido ao grande leque de aplicações como nas indústrias de perfumaria, cosméticos e terapêuticos, com isso, diversas espécies nativas brasileiras vêm sendo exploradas, ainda que em pequena escala, em diversas regiões.

Os óleos essenciais constituem os elementos voláteis contidos em vários órgãos da planta. Conforme a International Standard Organization (ISO), descrito por Simões e Spitzer (2003), os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas. São constituídos particularmente por monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides, metabólitos que atribuem suas características organolépticas (Bizzo, 2009). Quanto a espécies de *Piper* investigações em óleos essenciais, mostram uma variabilidade em suas composições químicas permitindo classificar em dois grupos, o primeiro referente aos terpenos e o segundo referente aos fenilpropanoides (Dyer & Palmer, 2004).

São vários os métodos para extração dos óleos essenciais, dentre os mais conhecidos e utilizados estão: o arraste a vapor, extração por solventes orgânicos, a extração com fluido supercrítico e a hidrodestilação. A hidrodestilação consiste em o material vegetal permanece em contato com a água em ebulição e o vapor, que consiste na mistura de óleo e água, passa por um condensador e, como os componentes voláteis e a água são imiscíveis, ocorre à formação de duas fases líquidas que podem ser posteriormente separadas (Sartor, 2009).

2.6.1. Importância do estudo químico de óleos essenciais

A literatura tem reportado vários resultados de que óleos essenciais, de diferentes fontes vegetais possuem propriedade antifúngica, antiviral, antioxidantes e inseticidas (Burt, 2004; Kordali *et al.*, 2005). Alguns desses óleos têm sido usados no tratamento de câncer (Sylvestre *et al.*, 2006), na preservação de alimentos (Faid *et al.*, 1995), aromaterapia (Buttner *et al.*, 1996) e na indústria de perfume, cosmético (Van de Braak & Leijten, 1999).

Dessa forma, pode-se concluir que óleos essenciais são fontes de compostos biologicamente ativos (Milhau *et al.*, 1997). Por isso, o grande interesse em conhecer o potencial químico da flora aromática por meio da identificação dos constituintes presentes nos óleos essenciais.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Identificar os constituintes químicos dos óleos essenciais das folhas de seis espécies pertencentes ao gênero *Piper* (*Piperaceae*) que ocorrem no estado do Amazonas.

3.2. Específicos

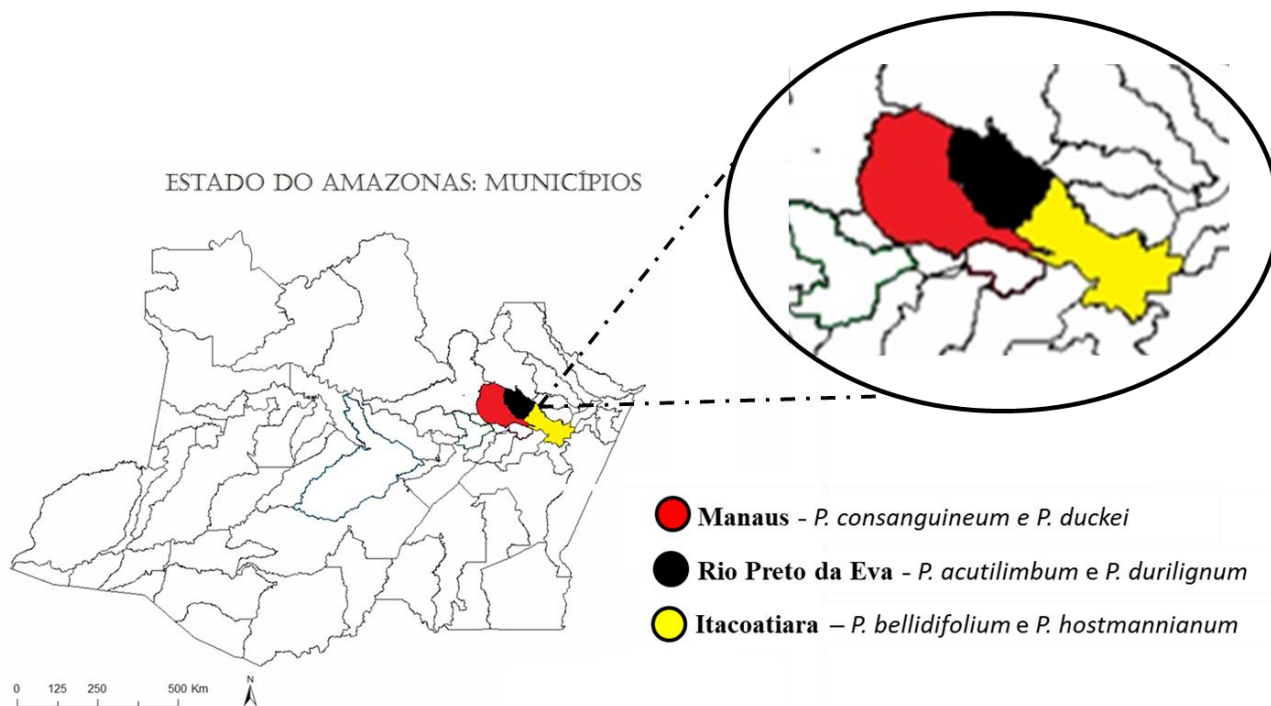
- 3.2.1 Obter os óleos essenciais de *P. bellidifolium*, *P. duckei*, *P. durilignum*, *P. acutilimum*, *P. consanguineum* e *P. hostmannianum* por hidrodestilação.
- 3.2.2 Analisar os óleos das espécies citadas no item 3.2.1 por Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-EM)
- 3.2.3 Identificar os constituintes químicos dos óleos essenciais das folhas das espécies selecionadas.
- 3.2.4 Comparar o perfil químico das espécies estudadas através de técnicas quimiométricas.
- 3.2.5 Comparar a composição química das espécies estudadas com espécies congêneres que ocorrem em outras regiões do Brasil e/ou do mundo.

4. MATERIAL E METODOS

4.1. Coleta do material vegetal

Folhas frescas de *Piper acutilimum* C.DC. (S 02° 44' 00"; W 59° 47' 26") e *Piper durilignum* C.DC. (S 02° 44' 00"; W 59° 47' 26") foram coletadas em Rio Preto da Eva, região metropolitana de Manaus. *Piper bellidifolium* Yunk. (S 03° 01' 42"; W 58° 42' 37") e *Piper hostmannianum* (Miq.) C.DC. (S 03° 01' 40"; W 58° 42' 38") foram coletadas em Itacoatiara, região metropolitana de Manaus. *Piper consanguineum* (Kunth) Trel. & Yunck. (S 02° 57' 18"; W 59° 55' 41") e *Piper duckei* C.DC. (S 03° 53' 60"; W 60° 58' 00) foram coletadas na Reserva Adolpho Ducke em Manaus, Amazonas (Figura 7). As plantas foram identificadas pela botânica Pereira M.R. (National Institute for Amazonian Research). As exsiccatas de todas as espécies foram depositadas no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), com os números: (673) *Piper acutilimum*, (674) *Piper durilignum*, (694) *Piper bellidifolium*, (676) *Piper hostmannianum*, (680) *Piper consanguineum* e (693) *Piper duckei*.

Figura 7. Mapa dos municípios do estado do Amazonas.



4.2. Compostos

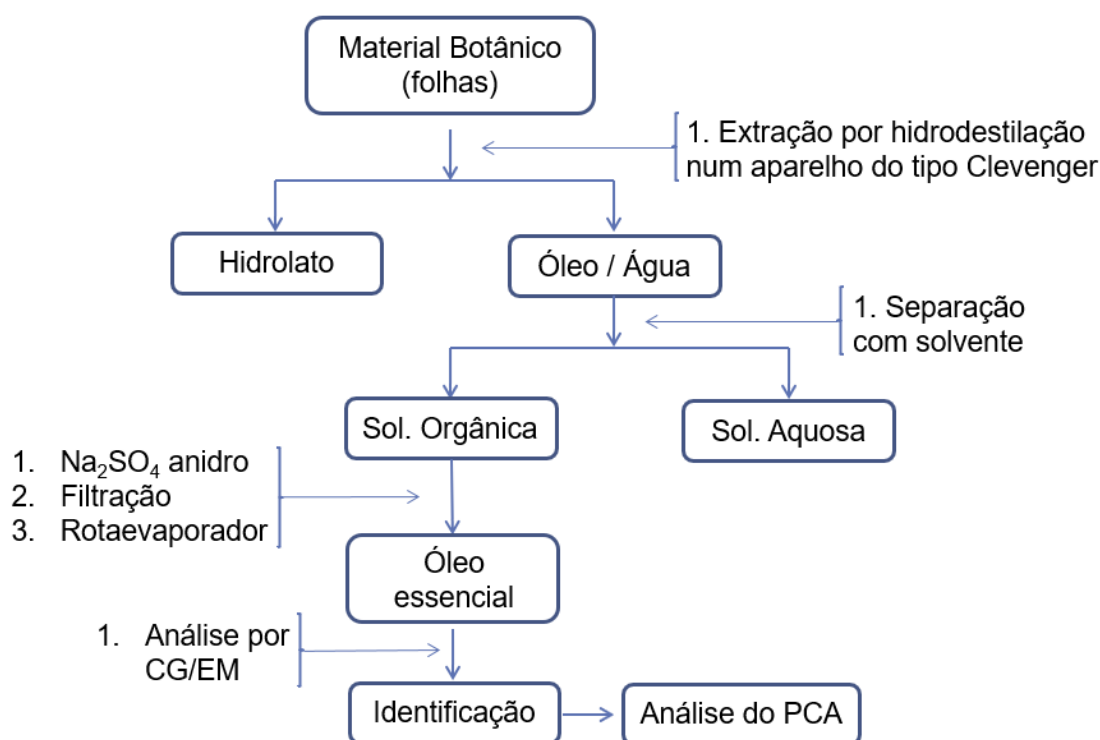
Todos monoterpenos (β -pineno, limoneno, 1,8-cineol, terpinoleno, terpinen-4-ol e α -terpineol), sesquiterpenos (α -copaeno, β -cariofileno, aromadendreno, α -humuleno,

germacreno d, (e)-nerolidol e espatulenol) e fenilpropanoide (dilapiol) foram comprados na Sigma-Aldrich - Brasil.

4.3. Extração de óleos essenciais e análise por CG-FID

Os óleos essenciais de folhas frescas (100 g) foram isolados separadamente usando um aparelho de tipo Clevenger modificado e hidrodestilação durante 2 h. As camadas de óleo foram separadas e secas sobre sulfato de sódio anidro, armazenadas em recipientes de vidro hermeticamente fechados e mantidas a baixa temperatura (-5 °C) até a análise (Figura 8). Os rendimentos dos óleos foram expressos em porcentagens (g / 100 g de material vegetal fresco). Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

Figura 8. Fluxograma da metodologia utilizada.



4.4. Análises por CG-FID e CG-EM

A análise quantitativa do CG foi realizada utilizando um aparelho PerkinElmer Clarus 500 CG equipado com um detector de ionização de chamas (FID) e uma coluna capilar de sílica fundida DB-5 apolar (espessura de película de 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) (J & W Scientific). A temperatura do forno foi programada de 60 a 240 °C a uma velocidade de 3 °C min⁻¹. As temperaturas do injetor e do detector foram de 210 °C. O hidrogênio foi usado como gás portador a uma taxa de fluxo de 1 mL min⁻¹ no modo dividido (1:30). O volume

de injeção foi de 0,5 µL de solução diluída (1/100) de óleo em *n*-hexano. A quantidade de cada composto foi calculada a partir de áreas de pico de GC-FID na ordem da eluição da coluna DB-5 e expressa como uma porcentagem relativa da área total dos cromatogramas. As análises foram realizadas em triplicata.

A análise qualitativa de cromatografia de gás e espectrometria de massa (CG-EM) foi realizada utilizando um sistema Varian 220-MS IT GC com um detector seletivo de massa, espectrômetro de massa em EI 70 eV com intervalo de varredura de 0,5 s e fragmentos de 40 a 550 Da. equipados com o mesmo programa de coluna e temperatura que para os experimentos CG-FID, com os seguintes parâmetros: gás portador = Hélio; taxa de fluxo = 1 mL min⁻¹; modo dividido (1:30); volume injetado = 1 µL de solução diluída (1/100) de óleo em *n*-hexano.

4.5. Identificação de componentes

A identificação dos componentes baseou-se em índices de retenção de GC-MS com referência a uma série homóloga de *n*-alcanos C₈-C₄₀ calculados usando a equação de Van der Dool e Kratz (Van den Dool e Kratz 1963) e por correspondência de computador contra o espectro de massa biblioteca do sistema de dados GC-MS (NIST 14 e WILEY 11) e co-injeção com padrões autênticos, bem como outros espectros de massa publicados (Adams, 2007). As porcentagens de área foram obtidas a partir da resposta GC-FID sem o uso de um padrão interno ou fatores de correção.

4.6. Análise do componente principal

A análise de componentes principais (PCA) com base no conjunto de dados completo foi conduzida para avaliar a variabilidade química do óleo essencial das folhas de *P. bellidifolium*, *P. duckei*, *P. durilignum*, *P. acutilimum*, *P. consanguineum* e *P. hostmannianum* e a relação entre os locais de coleta da planta material. Os dados GC-MS foram exportados em formato ASCII para o Microsoft Excel para produzir uma matriz de dados de amostra versus pico do metabolito com áreas de pico associadas. Todas as análises foram realizadas usando o software Unscrambler® versão 9.5 (CAMO Process AS, Norway, 1996-2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos e a identificação química dos constituintes dos óleos essenciais das folhas de *P. bellidifolium*, *P. duckei*, *P. durilignum*, *P. acutilimum*, *P. consanguineum* e *P. hostmannianum* são apresentados na Tabela 2. Hidrodestilação das folhas das espécies de *Piper* forneceram óleos de colorações amarela e odores cítricos. O óleo de *P. hostmannianum* ($0,31 \pm 0,01$ %) foi o que apresentou o maior rendimento, seguido dos óleos de *P. consanguineum* ($0,30 \pm 0,02$ %), *P. acutilimum* ($0,18 \pm 0,01$ %), *P. durilignum* ($0,12 \pm 0,00$ %), *P. duckei* ($0,01 \pm 0,00$ %) e *P. bellidifolium* ($0,01 \pm 0,00$ %). Estes rendimentos estão de acordo com os reportados na literatura para os óleos das folhas de outras espécies de *Piper*, coletadas para o mesmo bioma (Amazônia). Por exemplo, Morais et al (2007) e Rameshkumar et al (2011) reportam para as espécies *P. gaudichaudianum* (0,01 %) e *P. longum* (0,05 %) rendimentos similares obtidos para espécie *P. bellidifolium*, enquanto que para espécie *P. glandulosissimum* (0,3 %) o rendimento reportado por Andrade and Zoghbi (2007) foi similar para a *P. consanguineum*.

Diferenças encontradas nos rendimentos dos óleos entre as espécies aqui investigadas deve-se provavelmente à variabilidade genética e/ou influência de fatores abióticos, como temperatura, luminosidade, sazonalidade, nutrição e disponibilidade de água (Pacheco et al., 2016).

Análise por GC-MS dos óleos das espécies de *Piper* permitiu a identificação de 115 compostos, representando $96,3 \pm 0,6$ %, $97,1 \pm 1,1$ %, $95,5 \pm 0,71$ %, $98,0 \pm 1,0$ %, $96,1 \pm 2,1$ % e $96,0 \pm 1,1$ % da composição química dos óleos das folhas de *P. bellidifolium*, *P. duckei*, *P. durilignum*, *P. acutilimum*, *P. consanguineum* e *P. hostmannianum* respectivamente. Os óleos de *Piper* mostraram ser constituídos por monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides.

Table 2. Composição percentual e rendimento de óleos essenciais das folhas de diferentes espécies de *Piper*, onde PBEL: *Piper bellidifolium*, PDUC: *Piper duckei*, PDUR: *Piper durilignum*, PACU: *Piper acutilimum*, PCON: *Piper consanguineum* and PHOS: *Piper hostmannianum*.

Compostos	IR ^a	IR ^b	PBEL	PDUC	PDUR	PACU	PCON	PHOS
Rendimento (%) ± SD			0,01±0,00	0,01±0,00	0,12±0,00	0,18±0,01	0,30±0,02	0,31±0,01
α-Tujeno	924	929	--	--	2,0 ± 0,1	--	--	--
β-Pineno*	974	974	--	0,5 ± 0,0	5,0 ± 0,1	--	--	--
δ-3-Careno	1008	1006	0,3 ± 0,0	--	--	--	--	--
Limoneno*	1024	1022	0,5 ± 0,0	--	10,7 ± 0,5	--	--	--
1,8-cineol*	1026	1024		9,8 ± 0,4	--	--	--	--
Terpinoleno	1086	1085		--	--	0,2 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,8 ± 0,0
Linalool	1095	1095	0,3 ± 0,0	--	5,1 ± 0,1	--	--	--
α-Terpineol*	1186	1180	0,2 ± 0,0	--	0,4 ± 0,0	--	--	--
γ-Terpineol	1199	1191	--	--	--	0,6 ± 0,0	--	--
Acetato de neo-3-Tujanol	1273	1270	--	--	0,1 ± 0,0	--	--	--
δ-Elemeno	1335	1331	--	0,5 ± 0,0	--	--	--	--
α-Cubebeno	1345	1339	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,0	--	0,1 ± 0,0	--	0,6 ± 0,0
Ciclosativeno	1369	1358	0,2 ± 0,0	--	--	--	--	--
α-Ilangeno	1373	1370	--	--	4,1 ± 0,1	0,7 ± 0,0	--	--
Isoledeno	1374	1374	--	--	--	0,4 ± 0,0	1,1 ± 0,0	--
α-Copaeno*	1374	1376	10,9 ± 0,2	3,1 ± 0,1	--	--	--	--

Compostos	IR^a	IR^b	PBEL	PDUC	PDUR	PACU	PCON	PHOS
8- <i>epi</i> -dictamnol	1379	1379	--	1,0 ± 0,1	--	--	--	--
β -Panasinseno	1381	1381	--		5,1 ± 0,1	0,4 ± 0,0	1,3 ± 0,0	--
β -Cubebeno	1387	1386	--	1,9 ± 0,1	--	0,6 ± 0,0	--	--
β -elemeno	1389	1390	0,4 ± 0,0	4,1 ± 0,2	--	--	--	--
Sibereno	1400	1396	--	0,9±0,1	--	--	--	--
β -Longipineno	1400	1399	--	1,6 ± 0,1	--	6,2 ± 0,1	--	--
α -funebreno	1402	1400	--	1,8 ± 0,1	--	--	--	--
Longifolieno	1407	1405	--	1,4 ± 0,1	--	--	--	--
α -Gurjuneno	1409	1411	--	0,8 ± 0,1	--	--	--	--
α -Cedreno	1410	1411	--	0,5 ± 0,0	--	--	--	--
2- <i>epi</i> - β -funebreno	1411	1412	--	2,5 ± 0,1	--	--	--	--
β -Funebreno	1413	1413	--	1,3 ± 0,1	--	0,2 ± 0,0	1,0 ± 0,0	0,3 ± 0,0
β -Cariofileno*	1417	1417	--	41,2 ± 1,0	9,1±0,2	--	0,5 ± 0,0	--
β -Cedreno	1419	1421	0,7 ± 0,1	--	0,7 ± 0,0	0,4 ± 0,1	--	--
β -Copaeno	1430	1426	--	1,0 ± 0,0	0,7 ± 0,0	--	--	--
α - <i>Trans</i> -bergamoteno	1432	1430	--	--	--	2,7 ± 0,0	--	--
γ -Elemeno	1434	1435	--	--	2,9 ± 0,0	--	--	--
α -Guaieno	1437	1438	--	--	--	0,3 ± 0,0	2,0 ± 0,0	--
Aromadendreno*	1439	1440	13,3 ± 0,3	--	1,6 ± 0,1	--	0,6 ± 0,0	--
<i>Cis</i> -Muurola 3,5-diene	1448	1444	0,8 ± 0,0	--	--	--	3,8 ± 0,1	1,7 ± 0,5

Compostos	IR^a	IR^b	PBEL	PDUC	PDUR	PACU	PCON	PHOS
<i>α</i> -Humuleno*	1452	1447	--	0,7 ± 0,1	--	0,3 ± 0,0	--	--
<i>α</i> -Patchouleno	1454	1449	5,4 ± 0,1	--	--	0,7 ± 0,0	1,3 ± 0,0	--
<i>allo</i> -Aromadendreno	1458	1460	1,1 ± 0,1	--	--	--	1,1 ± 0,0	--
Dehydro-Aromadendrano	1460	1462	0,5 ± 0,0	--	--	--	--	3,8 ± 0,1
9- <i>epi</i> -(<i>E</i>)- Cariofileno	1464	1464	0,3 ± 0,0	--	1,2 ± 0,0	3,3 ± 0,0	1,0 ± 0,0	--
<i>β</i> -Acoradieno	1469	1476	5,0 ± 0,1	--	--	--	--	--
<i>γ</i> -Gurjuneno	1475	1480	--	--	--	--	--	1,0 ± 0,0
<i>γ</i> -Muuroleno	1478	1480	--	--	--	--	1,4 ± 0,0	--
<i>γ</i> -Himachaleno	1481	1482	3,7 ± 0,0	0,5 ± 0,0	--	2,3 ± 0,0	1,1 ± 0,0	--
Germacreno D*	1484	1484	1,7 ± 0,1	3,4 ± 0,1	11,1 ± 0,3	0,5 ± 0,0	3,2 ± 0,1	0,9 ± 0,0
<i>β</i> -selineno	1489	1485	3,6 ± 0,1	--	3,3 ± 0,1	--	--	--
<i>Epi</i> -Cubebol	1493	1498	0,4 ± 0,0	--	--	3,8 ± 0,0	0,9 ± 0,0	--
<i>Trans-β</i> -Guaieno	1502	1504	1,1 ± 0,0	--	1,6 ± 0,1	--	--	--
<i>α</i> -Bulneseno	1509	1506	--	--	--	0,6 ± 0,0	--	0,3 ± 0,1
<i>γ</i> -Cadineno	1513	1515	--	0,5 ± 0,0	--	0,6 ± 0,0	11,3 ± 0,1	--
(<i>Z</i>)- <i>γ</i> -Bisaboleno	1514	1515	--	--	--	--	0,8 ± 0,1	--
Cubebol	1514	1516	--	--	--	1,0 ± 0,0	--	--
<i>α</i> -Deidro ar-Himachaleno	1516	1518	--	--	--	1,4 ± 0,6	--	--
Miristicina	1517	1519	--	--	--	--	--	18,1 ± 0,6
7- <i>epi-α</i> -Selinene	1520	1520	--	--	--	1,0 ± 0,1	--	--

Compostos	IR^a	IR^b	PBEL	PDUC	PDUR	PACU	PCON	PHOS
<i>Trans</i> -Calameneno	1521	1523	0,4 ± 0,1	--	--	1,2 ± 0,2	--	--
δ-Cadineno	1522	1523	0,6 ± 0,1	--	--	4,4 ± 1,5	--	0,9 ± 0,0
(<i>E</i>)- <i>iso</i> -γ-Bisaboleno	1528	1525	--	--	--	--	--	0,3 ± 0,0
γ-Cupreneno	1532	1534	--	--	0,8 ± 0,0	--	--	0,5 ± 0,0
10- <i>epi</i> -Cubebol	1533	1534	0,4 ± 0,0	--	--	3,0 ± 0,0	1,5 ± 0,0	0,7 ± 0,0
α-Cadineno	1537	1538	--	--	--	--	--	0,6 ± 0,0
Selina-3-7(11)-dieno	1545	1540	--	--	--	0,3 ± 2,4	--	--
Epoxido de Italiceno	1547	1545	--	--	0,6 ± 0,1	3,0 ± 1,3	--	--
Elemol	1548	1550	--	0,5 ± 0,0	2,4 ± 0,0	4,1 ± 2,4	--	--
Germacreno B	1559	1554	--	1,0 ± 0,1	2,7 ± 0,0	6,9 ± 1,7	1,2 ± 0,1	1,7 ± 0,3
(<i>E</i>)-Nerolidol*	1561	1561	20,3 ± 0,4	2,4 ± 0,0	6,2 ± 0,2	--	6,2 ± 0,0	1,8 ± 0,1
Dimetil-Ionono	1565	1564	--	--	--	--	--	1,0 ± 0,0
Maaliol	1566	1565	--	--	0,9 ± 0,0	1,6 ± 0,4	0,7 ± 0,1	--
Palustrol	1567	1570	--	--	--	--	3,4 ± 0,2	--
Longipinanol	1567	1571	1,9 ± 0,1	--	--	--	1,2 ± 0,2	0,9 ± 0,1
Epóxido de α-cedreno	1574	1573	3,6 ± 0,2	--	--	0,7 ± 0,0	--	--
EspatulenoI*	1577	1576	--	3,3 ± 0,1	--	1,4 ± 0,0	--	5,4 ± 0,2
<i>Trans</i> - hidrato	1577	1577	--	--	--	1,6 ± 0,0	--	--
Sesquisabineno								
Epóxido de himachaleno	1578	1580	--	--	--	0,7 ± 0,1	--	--

Compostos	IR^a	IR^b	PBEL	PDUC	PDUR	PACU	PCON	PHOS
Óxido de cariofileno	1582	1586	--	4,2 ± 0,1	--	4,2 ± 0,1	--	--
Tujopsan-2- α -ol	1586	1587	--	0,6 ± 0,0	--	--	--	--
Tujopsan-2- β -ol	1588	1589	--	2,1 ± 0,1	--	--	--	1,2 ± 0,0
<i>Allo</i> -cedrol	1589	1594	--	--	--	--	--	4,0 ± 0,7
Globulol	1590	1595	--	--	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,2	3,7 ± 0,1	1,0 ± 0,0
Viridiflorol	1592	1597	--	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	1,4 ± 0,3	1,0 ± 0,1	--
Carotol	1594	1599	--	0,5 ± 0,0	--	4,6 ± 0,8	4,2 ± 0,1	--
Longiborneol	1599	1600	0,8 ± 0,0	--	--	2,9 ± 0,1	--	--
Guaiol	1600	1600	--	0,8 ± 0,0	--	4,1 ± 0,1	1,1 ± 0,0	3,5 ± 0,1
Rosifoliol	1600	1602	--	0,5 ± 0,0	--	--	--	--
Guaiol	1600	1603	--	0,5 ± 0,0	1,1 ± 0,1	--	1,8 ± 0,0	1,1 ± 0,1
Ledol	1602	1604	--	--	0,6 ± 0,0	--	--	--
Óxido de β -himachaleno	1615	1610	--	1,0 ± 0,0	--	--	--	--
1,10-di- <i>epi</i> -Cubenol	1618	1612	1,1 ± 0,1	--	1,5 ± 0,1	--	1,2 ± 0,0	1,3 ± 0,1
Dilapiol*	1620	1623	--	--	--	--	--	22,4 ± 0,5
Epoxido de β -cedreno	1621	1625	--	--	0,8 ± 0,0	--	--	0,4 ± 0,0
10- <i>epi</i> - γ -Eudesmol	1622	1629	--	--	--	--	--	2,9 ± 0,1
1- <i>epi</i> -Cubenol	1627	1631	1,2 ± 0,0	--	0,8 ± 0,0	5,6 ± 0,2	--	2,6 ± 0,0
γ -Eudesmol	1630	1635	2,3 ± 0,0	--	0,9 ± 0,0	7,5 ± 0,4	18,6 ± 0,5	4,1 ± 0,0
<i>epi</i> - α -Cadinol	1638	1638	--	--	5,2 ± 0,1	--	--	--

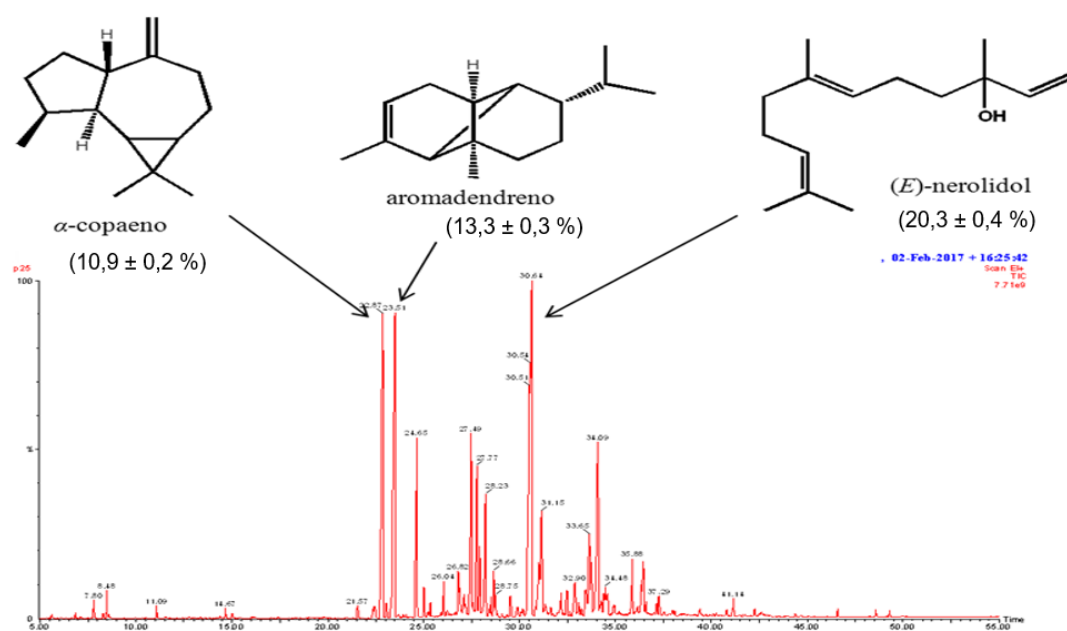
Compostos	IR^a	IR^b	PBEL	PDUC	PDUR	PACU	PCON	PHOS
Epoxide de allo-aromadendreno	1639	1640	1,3 ± 0,1	--	0,9 ± 0,0	0,6 ± 0,0	1,2 ± 0,1	0,6 ± 0,1
Hinesol	1640	1640	5,7 ± 0,1	--	--	--	--	--
α-Muurolol	1644	1650	--	--	1,0 ± 0,1	6,4 ± 0,1	5,0 ± 0,2	--
Cubenol	1645	1652	--	--	--	--	1,7 ± 0,0	--
Pogostol	1651	1656	--	--	--	--	1,5 ± 0,4	--
Valerianol	1656	1665	--	--	--	--	1,2 ± 0,1	--
<i>Cis</i> -Calamenen-10-ol	1660	1668	0,4 ± 0,0	--	0,6 ± 0,0	0,3 ± 0,1	--	--
Intermedeol	1665	1648	0,5 ± 0,0	--	--	--	--	--
14-hidroxi (<i>Z</i>)-Cariofileno	1666	1671	--	--	0,7 ± 0,0	0,6 ± 0,3	4,6 ± 0,2	--
(<i>E</i>)-Bisabol-11-ol	1667	1650	0,7 ± 0,0	--	--	--	--	--
14-hidroxi-9- <i>epi</i> -(<i>E</i>)-Caryophyllene	1668	1652	0,7 ± 0,0	--	--	--	--	--
Kusinol	1679	1683	--	--	0,6 ± 0,0	--	--	--
Germacra-4(15),5,10(14)-trien-1-α-ol	1685	1689	--	--	0,6 ± 0,0	--	--	--
(<i>Z</i>)-α-trans-Bergamotol	1690	1686	1,4 ± 0,1	--	--	--	--	--
Eudesm-7(11)-en-4-ol	1700	1699	0,7 ± 0,1	--	--	--	--	--
Amorpha-4,9-dien-2-ol	1700	1701	1,2 ± 0,1	--	--	--	--	--
<i>Cis</i> -Tusopsenal	1708	1712	0,2 ± 0,0	--	--	--	0,1 ± 0,0	--

Compostos	IR^a	IR^b	PBEL	PDUC	PDUR	PACU	PCON	PHOS
14-hidroxi- α -humuleno	1713	1719	--	--	--	--	0,3 \pm 0,0	--
Vetiselinenol	1730	1734	--	--	--	--	0,5 \pm 0,1	--
<i>Epi</i> -Ciclocoloreno	1774	1868	--	--	--	--	0,9 \pm 0,1	--
Monoterpenos			1,2 \pm 0,0	10,3 \pm 0,4	23,3 \pm 0,5	0,7 \pm 0,0	0,6 \pm 0,0	0,8 \pm 0,0
Sesquiterpenos			95,1 \pm 0,5	86,8 \pm 0,9	72,2 \pm 0,3	97,3 \pm 1,1	95,5 \pm 0,4	55,5 \pm 0,6
Fenilpropanoides			--	--	--	--	--	40,5 \pm 0,7
Total			96,3 \pm 0,6	97,1 \pm 1,1	95,5 \pm 0,7	98,0 \pm 1,0	96,1 \pm 0,4	96,0 \pm 1,1

^aÍndices de retenção linear da literatura. ^bRetenção de índices calculados a partir dos tempos de retenção em relação aos de uma série de n-alcenos C6-C24 em uma coluna capilar DB-5 de 30 m. IR: índice de retenção; EM: espectroscopia de massa; CI: co-injeção com compostos autênticos. Método de identificação: IR, EM e * IR, EM, CI.

Quarenta e um constituintes foram identificados no óleo de *P. bellidifolium* (Figura 9). O óleo apresentou predominância de sesquiterpenos (95,1 ± 0,5 %). O (*E*)-nerolidol (20,3 ± 0,4 %) foi encontrado como constituinte principal no óleo, seguido pelo aromadendreno (13,3 ± 0,3 %) e α -copaeno (10,9 ± 0,2 %). Hinesol (5,7 ± 0,1 %); α -Patchouleno (5,4 ± 0,1 %); β -acoradieno (5,0 ± 0,1 %) foram outros constituintes identificados em quantidades significativas nesse óleo. Sendo este o primeiro relato da composição química do óleo essencial das folhas de *P. bellidifolium*.

Figura 9. Cromatograma do óleo essencial de *P. bellidifolium*.



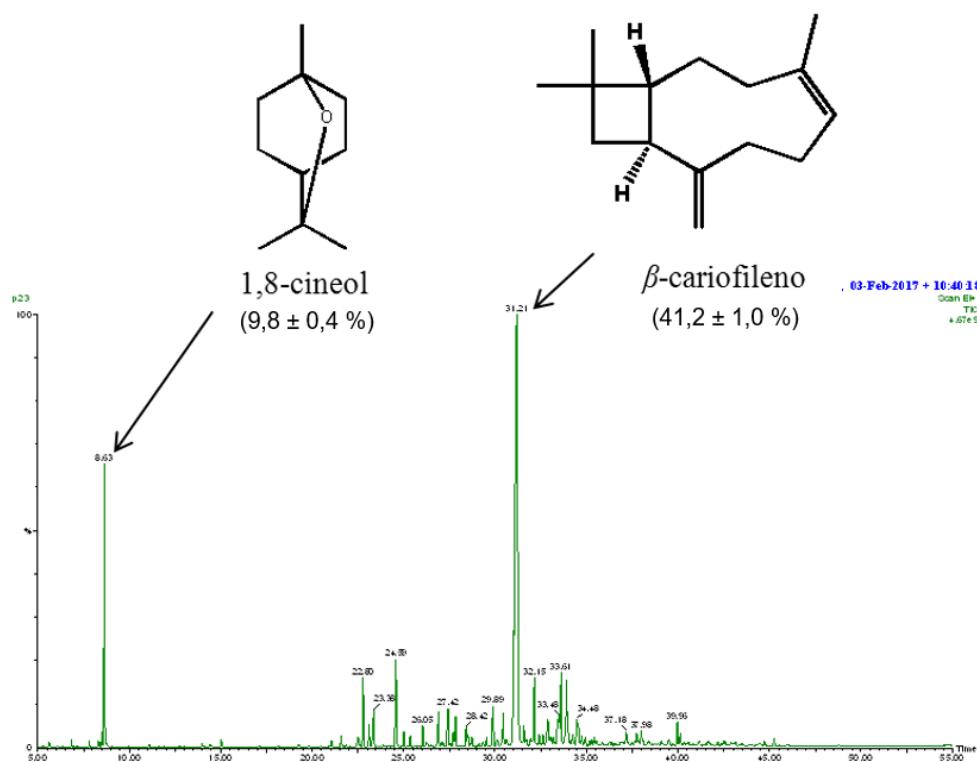
Já o óleo de *P. duckei* com trinta e cinco constituintes representando um percentual total de 97,1 ± 1,1 % do óleo, sendo sua maioria composto de sesquiterpenos (86,8 ± 0,9 %) (Figura 10). O constituinte principal identificado no óleo foi o β -cariofileno (41,2 ± 1,0 %) seguido por 1,8-cineol (9,8 ± 0,4 %). Outros constituintes identificados em percentuais significativos foram o óxido de cariofileno (4,2 ± 0,1 %), β -elemeno (4,1 ± 0,2 %) e germacreno D (3,4 ± 0,1 %).

Estes dados estão de acordo com os dados da literatura para composição química da espécie. Do Carmo et al. (2012), relata o composto β -cariofileno como majoritário (27.1%) para o óleo das folhas de *P. duckei* coletada em Manaus. Já no óleo essencial das partes aéreas de *P. duckei* de uma espécie coletada também em Manaus o β -cariofileno (23.5%) é reportado como o composto com o maior percentual no óleo (Santos et al., 1998).

Outros compostos como germacrene D (14.7%) e o 1,8-cineol (5.8%), identificados no óleo das folhas de *P. duckei* em trabalho realizado por Carmo et al. (2012) também foram encontrados em nossa análise com percentuais de $3.4 \pm 0.1\%$ e $9.8 \pm 0.4\%$, respectivamente. Por outro lado, o γ -eudesmol (17.9%) identificado como segundo majoritário na análise realizada por Do Carmo et al. (2012) não foi identificado em nosso estudo.

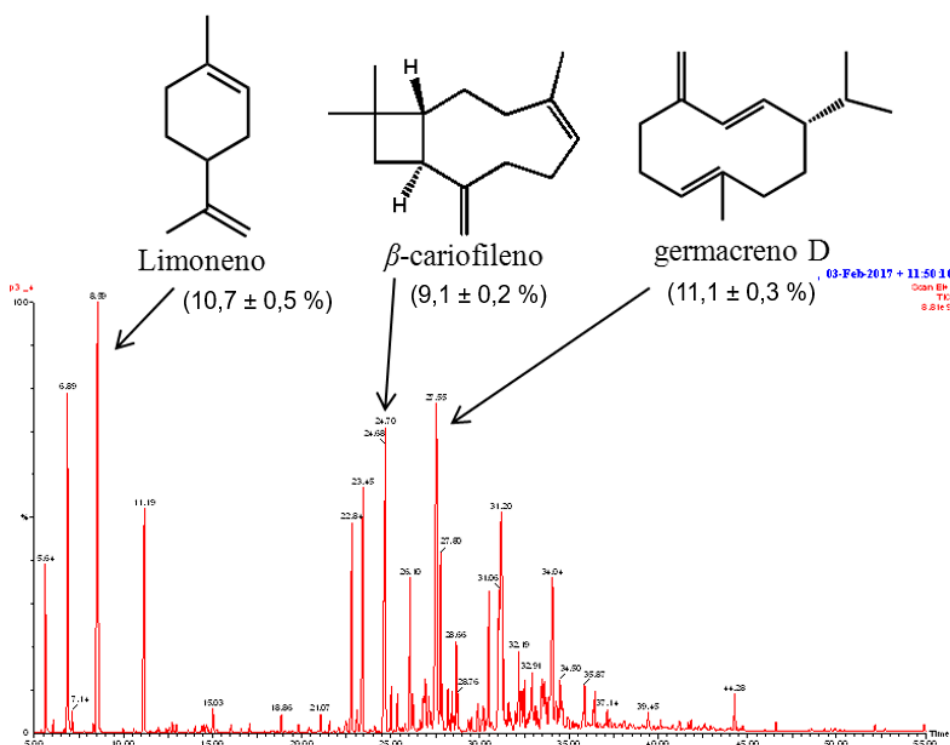
Em trabalho com as partes aéreas de *P. duckei*, além do β -cariofileno outros compostos foram identificados com percentuais significativos como óxido de cariofileno (18.4%), α -eudesmol (9.1%) e β -eudesmol (9.4%) (Santos et al., 1998). Entre esses compostos apenas o óxido de cariofileno foi encontrado em nossa análise com um percentual de $4.2 \pm 0.1\%$.

Figura 10. Cromatograma do óleo essencial de *P. duckei*.



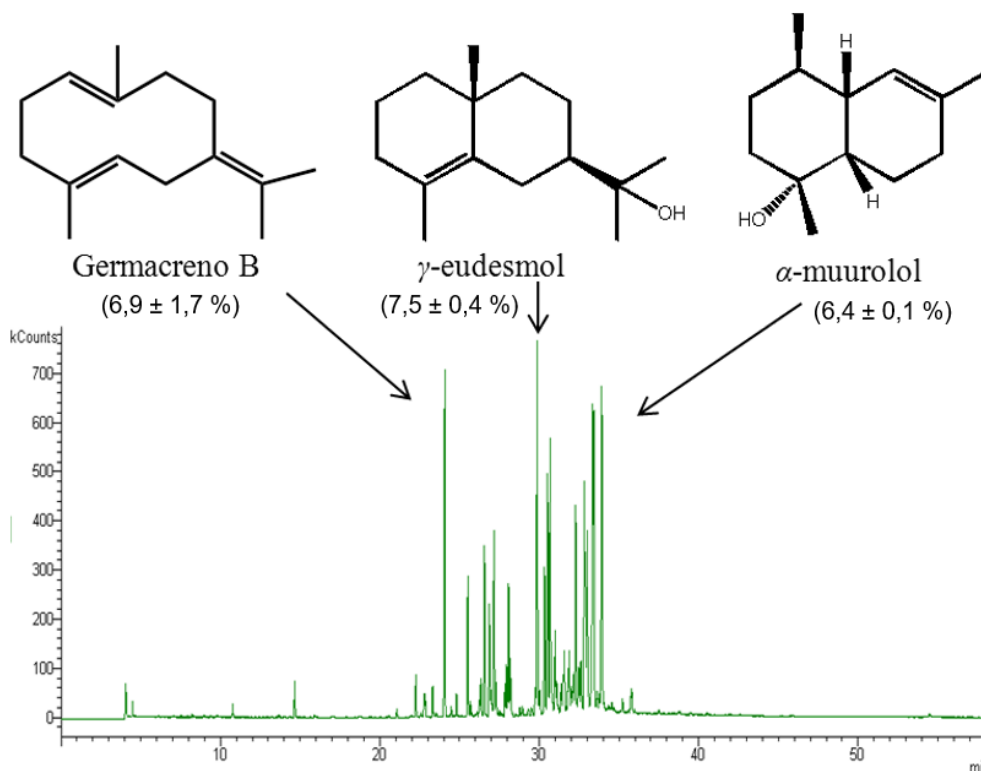
Para o óleo de *P. durilignum*, foram identificados trinta e oito compostos (Figura 11). Germacreno D ($11,1 \pm 0,3 \%$); limoneno ($10,7 \pm 0,5 \%$) e β -cariofileno ($9,1 \pm 0,2 \%$) foram os componentes principais identificados no óleo. O óleo apresentou o maior percentual de monoterpenos entre os óleos de *Piper* aqui analisados ($23,3 \pm 0,5 \%$). Outros constituintes também identificados no óleo em quantidades superior a 5 % foram: (*E*)-nerolidol ($6,2 \pm 0,2 \%$); *epi*- α -cadinol ($5,2 \pm 0,1 \%$); linalol ($5,1 \pm 0,1 \%$). Sendo este o primeiro relato da composição química do óleo essencial das folhas de *P. durilignum*.

Figura 11. Cromatograma do óleo essencial de *P. durilignum*.



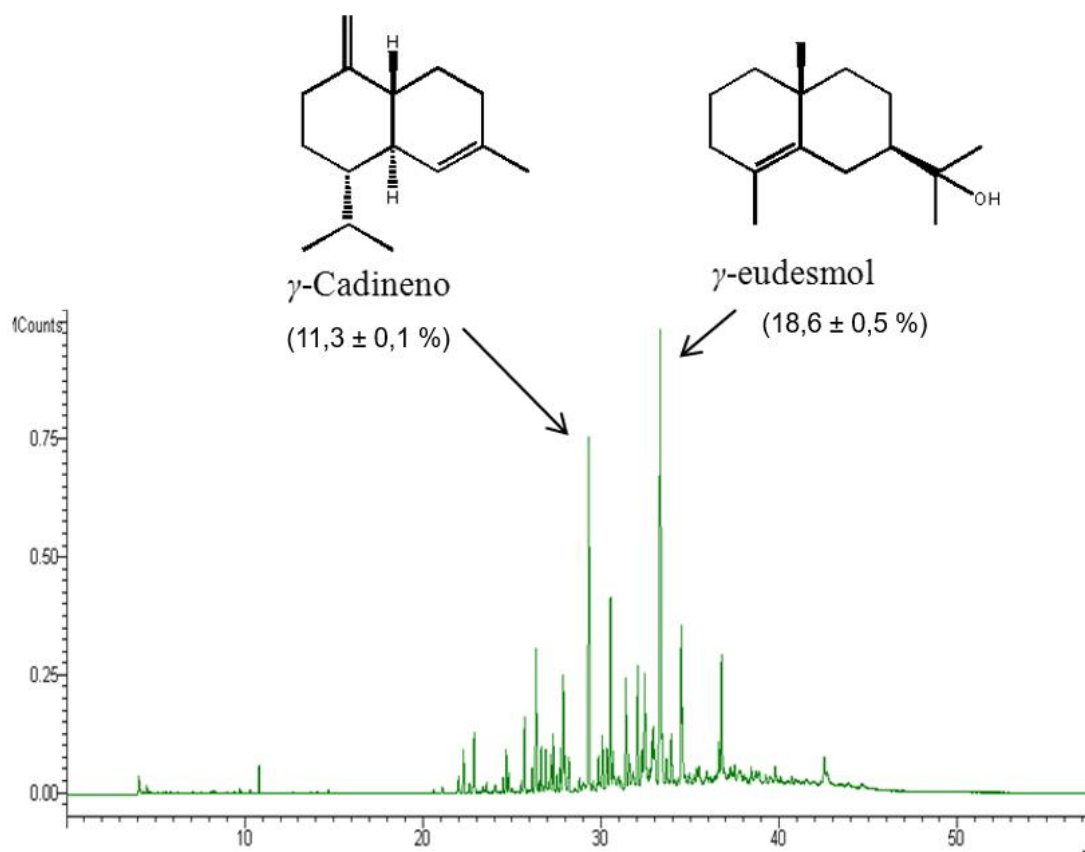
Com quarenta e sete constituintes identificados, o óleo de *P. acutilimum* ($98,0 \pm 1,0$ %) foi o que apresentou maior percentual de sesquiterpeno ($97,3 \pm 1,1$ %), onde o γ -eudesmol ($7,5 \pm 0,4$ %); germacreno B ($6,9 \pm 1,7$ %); α -muurolol ($6,4 \pm 0,1$ %); β -longipineno ($6,2 \pm 0,1$ %) foram identificados como constituintes principais. 1-*Epi*-cubenol ($5,6 \pm 0,2$ %) e guaiol ($4,1 \pm 0,1$ %) também foram identificados com percentuais significativos (Figura 12). Sendo este o primeiro relato da composição química do óleo essencial das folhas de *P. acutilimum*.

Figura 12. Cromatograma do óleo essencial de *P. acutilimum*.



Para o óleo de *P. consanguineum*, 40 compostos foram identificados representando $96,1 \pm 2,1$ % do total do óleo (Figura 13). Entre os compostos identificados no óleo γ -eudesmol ($18,6 \pm 0,5$ %), seguidos do γ -cadineno ($11,3 \pm 0,1$ %); (*E*)-nerolidol ($6,2 \pm 0,0$ %); α -muurolol ($5,0 \pm 0,2$ %) foram os mais abundantes. Sendo este o primeiro relato da composição química do óleo essencial das folhas de *P. consanguineum*.

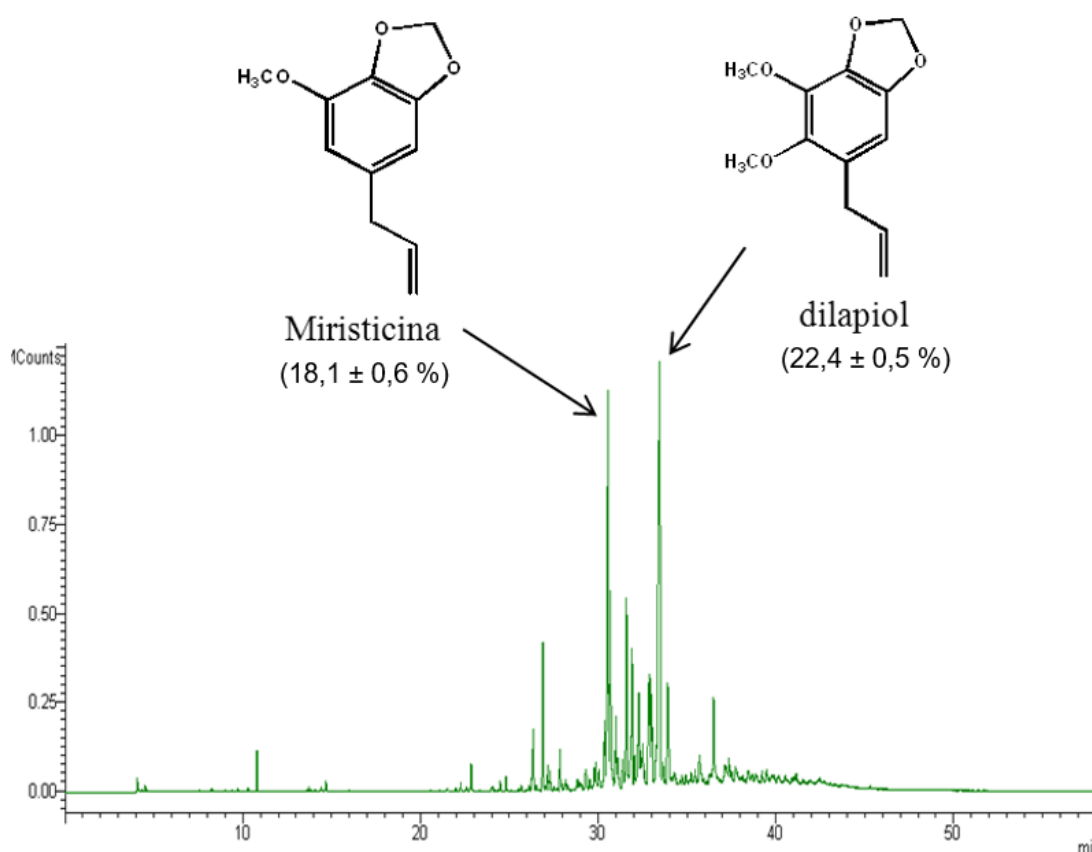
Figura 13. Cromatograma do óleo essencial de *P. consanguineum*.



Com trinta e um compostos identificados representando um total de $96,0 \pm 1,1$ % do óleo, o óleo de *P. hostmannianum* apresentou compostos da classe dos fenilpropanoides ($40,5 \pm 0,7$ %) em sua composição, sendo o dilapiol ($22,4 \pm 0,5$ %) um de seus constituintes majoritários, seguido pelo miristicina ($18,1 \pm 0,6$ %) (Figura 14).

Assim como em nossa análise, a presença de compostos da classe dos fenilpropanoides como constituinte majoritário no óleo essencial de *P. hostmannianum* também foi observado na análise dos óleos de folhas da mesma espécie coletada em Rondônia (De Moraes et al., 2007). Dilapiol e miristicina encontrados em nosso estudo como constituintes majoritários do óleo, também foram identificados no estudo realizado por De Moraes et al. (2007) com percentuais de 7.66% e 20.37%, respectivamente. Por outro lado, o fenilpropanoide asaricina (27.37%) identificado como constituinte majoritário da espécime coletada em Rondônia não foi detectado em nossas análises.

Figura 14. Cromatograma do óleo essencial de *P. hostmannianum*.



Comparação entre os perfis químicos dos óleos aqui investigados demonstraram diferenças qualitativas significativas em suas composições químicas. Dos 115 compostos identificados, o germacreno D foi encontrado em todos os óleos analisados. O germacrene

D foi encontrado em maior percentual no óleo de *P. durilignum* ($11,1 \pm 0,3$ %), enquanto que, nas demais espécies foram identificadas apenas em percentuais inferiores a 4 %.

Por outro lado, de acordo com dados descritos na literatura para a composição química do óleo essencial de espécies de *Piper*, os compostos identificados como principais, nesse estudo, também foram encontrados em outras congêneres que ocorrem em diferentes regiões do Brasil e do mundo. Por exemplo, germacreno D foi encontrado em grande quantidade no óleo das folhas de e *P. magnibaccum* (40,8 %) coletada na Malásia (Hashim et al., 2017) e *P. pedicellatum* (40,80 %) na Índia (Saikia et al., 2015). Já no Brasil, este sesquiterpeno foi identificado como majoritário na espécie *P. regnellii* (45,6-51,4 %) e *P. umbellatum* (55,8 %) que ocorrem nos estados de São Paulo (Anderson et al., 2017; Perigo et al., 2016) e *P. arboreum* (72,87 %) coletada em Rondônia (Machado et al., 1994).

(E)-nerolidol, constituinte majoritário em *P. bellidifolium*, também foi o principal componente do óleo das folhas de *P. claussonianum* (80 %) coletada no Espírito Santo (Marques et al., 2017); *P. gaudichaudianum* (22,06 %) no Rio Grande do Sul-Brasil (Sperotto et al., 2013) e *P. flaviflorum* (40,5 %) na China (Li et al., 2014).

Já o γ -eudesmol encontrado como constituinte majoritário em *P. acutilimum* e *P. consanguineum* foi o componente principal também no óleo das folhas de *P. duckei* (17,9 %) coletada no Amazonas (do Carmo et al., 2012), *P. arboreum* (14,61 %) no Rio de Janeiro (Santos et al., 2001); *P. cernuum* (11,65 %) em Santa Catarina-Brasil (Gasparetto et al., 2016).

β -Cariofileno constituinte majoritário na *P. duckei* ($41,2 \pm 1,0$) também encontrado no óleo das folhas de espécies coletadas em diferentes regiões do Brasil. Por exemplo, Norte: *P. cyrtopodon* (34,6 %) (Andrade et al., 2006); Nordeste: *P. dilatatum* (25,03 %) (Cysne et al., 2005); Sul: *P. gaudichaudianum* (17,4 %) (Von Poser et al., 1994) e Sudeste: *P. arboreum* (25,1 %) (Navickiene et al., 2006), *P. cernuum* (20,69 %) (Costantin et al., 2001); *P. truncatum* (24,2 %) (Trindade et al., 2010). Espécies que ocorrem em outros países, também revelam a presença de β -cariofileno como componente principal, por exemplo, na República do Panamá: *P. longispicum* (45,2 %) (Santana et al., 2015); na Colômbia: *P. hispidum* (23,6 %) (Benitez et al., 2009); em Camarões: *P. umbellatum* (28,2 %) (François et al., 2009); na Índia: *P. chaba* (28,6 %) (Rameshkumar et al., 2011) e Malásia: *P. nigrum* (24,34 %) (Bagheri et al., 2014).

O dilapiol identificada na *P. hostmannianum* com $22,4 \pm 0,5$ % também é encontrada em outras espécies do gênero coletadas no Brasil e no Mundo como, por exemplo: *P. aduncum* (79,9%) coletada no Acre (Volpe et al., 2015); *P. cubataonum* (65,31%) coletada em São Paulo (Santos et al., 2014); *P. hispidum* (57,5%) coletada em Rondônia (Facundo

et al., 2008); *P. aduncum* (82,2%) coletada em Cuba (Pino et al 2004); *P. hispidum* (57,7%) coletada na República do Panamá (Santana et al., 2016).

Outro composto também encontrado na *P. hostmannianum* em percentual significativo foi a misriticina ($18,1 \pm 0,6\%$) também é encontrada em outras espécies do gênero coletadas no Brasil e no Mundo como em *P. aduncum* (30,3%) coletada no Mato Grosso (Turchen et al., 2016); *P. krukoffii* (40,3%) coletada no Pará (Da Silva et al., 2011) e na *P. sarmentosum* (65,22%) coletada na China (Qin et al., 2010).

Outros constituintes encontrados em percentuais significativos nos óleos de *Piper*, aqui investigados [limoneno ($10,7 \pm 0,5$) em *P. durilignum*, α -copaeno ($10,9 \pm 0,2$) e aromadendreno ($13,3 \pm 0,3$) em *P. bellidifolium* e γ -cadineno ($11,3 \pm 0,1$) em *P. consanguineum*] também foram encontrados como constituintes principais em óleos de outras espécies de *Piper*.

O limoneno foi reportado como composto majoritário nos óleo das folhas de *P. vitaceum* (33,2 %) (Luz et al., 2000), *P. demeraranum* (40,3 %) e *P. tuberculatum* (42,2 %) coletadas no Amazonas (Andrade et al., 2008); também foi encontrado em outras regiões do mundo, como por exemplo: *P. confertinodum* (18,3 %) coletada na Colômbia (Caballero-Gallardo et al., 2014) e *P. jacquemontianum* (12,2 %) coletada na República do Panamá (Santana et al., 2016).

γ -Cadineno é encontrado com percentuais elevados no óleo das folhas de espécies congêneres coletadas no Brasil, como: *P. permucrunatum* (12,7 %) coletada no Rio de Janeiro (Torquillo et al., 1999) e *P. hispidum* (25,13 %) coletada em Rondônia (Machado et al., 1994); e no mundo, como: *P. cubeba* (16,6 %) coletada na Indonésia (Bos et al., 2007) e *P. muricatum* (7,9 %) coletada na Malásia (Salleh et al., 2014).

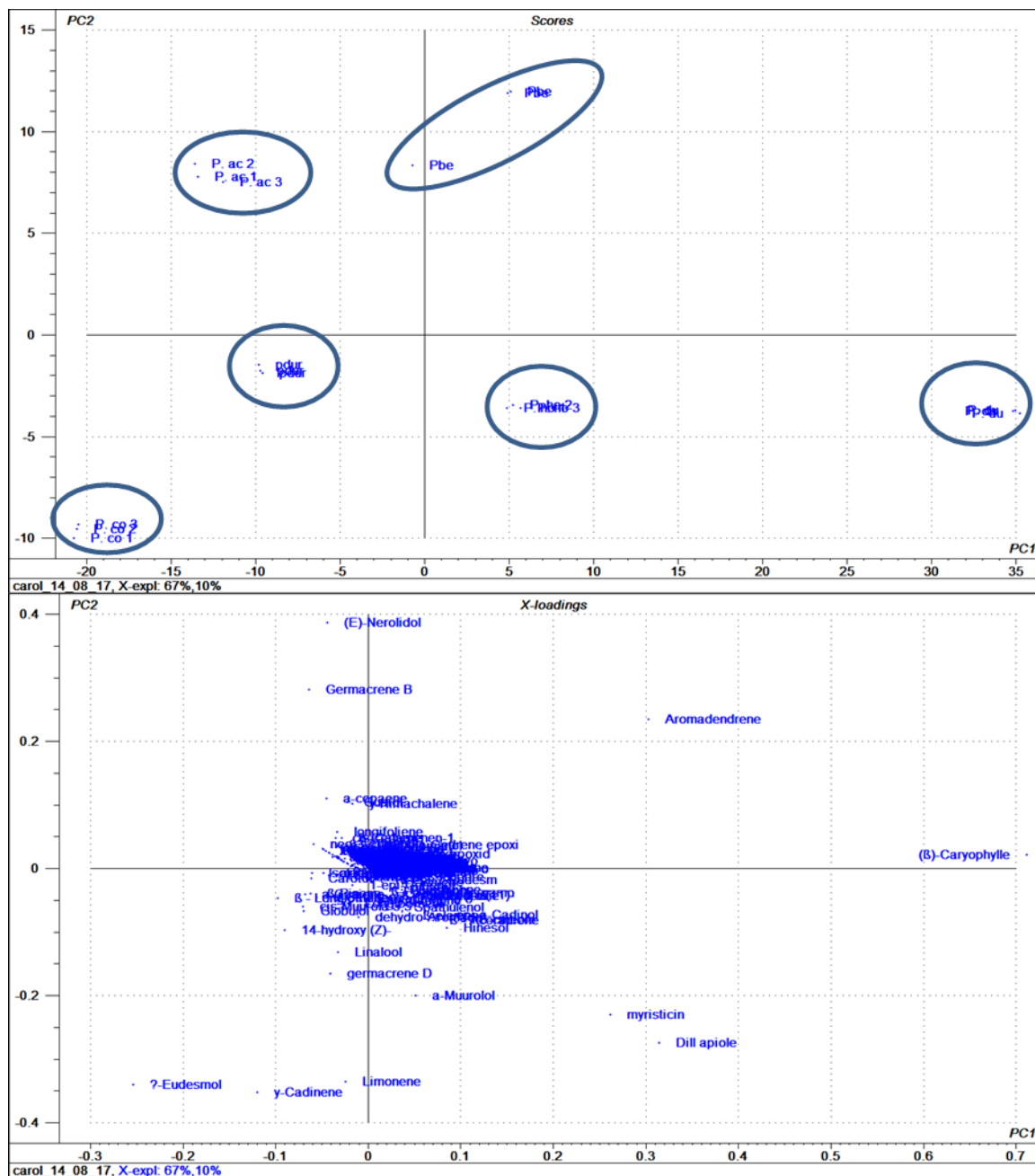
Já o α -copaeno é reportado em quantidades significativas nos óleos das folhas de *P. schwackei* (21,1 %) coletada no Amazonas (Andrade et al., 2008); *P. boehmeriaefolium* (28,3 %) coletada no Vietnã (Hieu et al., 2014) e *P. porphyrophyllum* (13,2 %) na Malásia (Salleh et al., 2012).

Por fim, aromadendreno é encontrado em percentuais acima de 10 % nos óleos das folhas de *P. gaudichaudianum* (15,55 %) coletada em Rondônia (de Moraes et al., 2007); *P. aduncum* (13,4 %) coletada na República do Panamá (Vila et al., 2005) e *P. muricatum* (16,2 %) na Malásia (Salleh et al., 2014).

A variabilidade no perfil químico dos óleos das folhas, observada para as espécies de *Piper* foi confirmada pela Análise de Componentes principais (PCA). A análise, gerou a formação de 6 grupos diferentes, correspondentes aos óleos de cada espécie (Figura 15). As diferenças obtidas entre os grupos na PCA são explicadas por duas componentes (PC1

vs PC2), com 72 % da variabilidade dos dados, onde 67 % é explicada por PC1 e 10 % por PC2.

Figura 15. Análise de Componente principal de Pbe = *P. bellidifolium*, Pdu = *P. duckei*, Pdur = *P. durilignum*, Pac = *P. acutilimum*, Pco = *P. consanguineum* e Pho = *P. hostmannianum* dos óleos essenciais das folhas, A = Score plot (PC1 vs, PC2) e B = Loading plot dos dados de CG-EM de *P. bellidifolium*, *P. duckei*, *P. durilignum*, *P. acutilimum*, *P. consanguineum* e *P. hostmannianum* dos óleos essenciais das folhas.



A abundância de sesquiterpenos nos óleos das folhas dessas espécies está de acordo com a classe predominante reportado na literatura para espécies de *Piper*. No

entanto, foi observado, diferenças qualitativas significativas em suas composições químicas, tendo apenas o germacreno D identificado concomitantemente nas espécies estudadas.

Portanto, os dados descritos para a composição química do óleo essencial de espécies de *Piper*, nesse estudo, também foram encontrados em outras congêneres que ocorrem em diferentes regiões do Brasil e do mundo, de acordo com a literatura. A variabilidade, no entanto, pode ser justificadas pela variabilidade genética, sugerindo uma rápida evolução das espécies desse gênero.

6. Conclusão

- Este é o primeiro relato da composição química do óleo essencial de *P. bellidifolium*, *P. durilignum*, *P. acutilimum* e *P. consanguineum* que ocorrem no Bioma Amazônia.
- Embora as 6 espécies de Piper apresentem similaridades morfológicas, aplicação da análise de componentes principais (PCA) para os dados obtidos pela análise de GC-MS dos óleos essenciais mostrou uma clara discriminação entre as seis espécies analisada.
- Comparação direta do perfil químico do óleo essencial das espécies investigadas nesse estudo, não é possível, com base no método GC-MS, elencar um constituinte químico comum para espécies do gênero Piper, que sirva de marcador taxonômico.

7. Referências

- ADAMS RP (2007) Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Publishing Corporation: Carol Stream 4, 804.
- ANDERSON RR, GIROLA N, FIGUEIREDO CR, *et al.* (2017) Circadian variation and *in vitro* cytotoxic activity evaluation of volatile compounds from leaves of *Piper regnellii* (Miq) C. DC. var. *regnellii* (C. DC.) Yunck (Piperaceae). Natural Product Research. 3, 1-4.
- ANDRADE EHA, RIBEIRO AF, GUIMARÃES EF, *et al.* (2005a) Essential Oil Composition of *Piper Anonofolium* (Kunth) C. DC. Journal of Essential Oil Bearing Plants 8, 289-294.
- ANDRADE EHA, RIBEIRO AF, GUIMARÃES EF, *et al.* (2005b) Essential Oil Composition of *Piper Manausense* Yuncker. Journal of Essential Oil Bearing Plants 8, 295-299.
- ANDRADE EHA, GUIMARÃES EF, DA SILVA MHL, *et al.* (2006) Essential Oil Composition of *Piper cyrtopodon* (Miq.) C. DC. . Journal of Essential Oil Bearing Plants 9, 53-59.
- ANDRADE EHA, ALVES CN, GUIMARAES EF, *et al.* (2011) Variability in essential oil composition of *Piper dilatatum* LC Rich. Biochemical Systematics and Ecology 39, 669-675.
- ANDRADE EHA & ZOGHBI MDB (2007) Volatile constituents of the leaves and stems of *Piper glandulosissimum* Yunck. Journal of Essential Oil Research 19, 401-402.
- ANDRES MF, ROSSA GE, CASSEL E, *et al.* (2017) Biocidal effects of *Piper hispidinervum* (Piperaceae) essential oil and synergism among its main components. Food and Chemical Toxicology 109, 1086-1092.
- ARAUJO MJC, CAMARA CAG, BORN FS, *et al.* (2012) Acaricidal activity and repellency of essential oil from *Piper aduncum* and its components against *Tetranychus urticae*. Experimental and Applied Acarology 57, 139-155.
- ASSIS A, BRITO V, BITTENCOURT M, *et al.* (2013) Essential oils composition of four *Piper* species from Brazil. Journal of Essential Oil Research 25, 203-209.
- AUTRAN ES, NEVES IA, DA SILVA CSB, *et al.* (2009) Chemical composition, oviposition deterrent and larvicidal activities against *Aedes aegypti* of essential oils from *Piper marginatum* Jacq. (Piperaceae). Bioresource Technology 100, 2284-2288.
- BARBOSA QPS, DA CAMARA CAG, RAMOS CS, *et al.* (2012) Chemical Composition, Circadian Rhythm and antibacterial activity of essential oils of *Piper divaricatum*: a new source of safrole. Quimica Nova 35, 1806-1808.
- BAGHERI H, MANAP MYB & SOLATI Z (2014) Response surface methodology applied to supercritical carbon dioxide extraction of *Piper nigrum* L. essential oil. Lwt-Food Science and Technology 57, 149-155.

- BENÍTEZ NP, MELENDEZ E & STASHENKO EE (2009) Composição química y actividad antibacteriana del aceite esencial de hojas de *Piper lanceaefolium*, planta usada tradicionalmente en Colombia. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de hojas de *Piper lanceaefolium*, planta usada tradicionalmente en Colombia. 8, 301-304.
- BERNUCI KZ, IWANAGA CC, FERNANDEZ-ANDRADE CMM, et al. (2016) Evaluation of Chemical Composition and Antileishmanial and Antituberculosis Activities of Essential Oils of *Piper* Species. *Molecules* 21.
- BIZZO HR, HOVELL AMC & REZENDE CM (2009) Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova* 32, 588-594.
- BIZZO HR, LOPES D, ABDALA RV, et al. (2001) Sarisan from leaves of *Piper affinis hispidinervum* C. DC (long pepper). *Flavour and Fragrance Journal* 16, 113-115.
- BOS R, WOERDENBAG HJ, KAYSER O, et al. (2007) Essential oil constituents of *Piper cubeba* L. f. from Indonesia. *Journal of Essential Oil Research* 19, 14-17.
- BRAIT DRH, VAZ MSM, ARRIGO JD, et al. (2015) Toxicological analysis and anti-inflammatory effects of essential oil from *Piper vicosanum* leaves. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 73, 699-705.
- BURT S (2004) Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223– 253.
- BUTTNER M, WILLEKE K, GRINSHPUN S (1996) Sampling and analysis of airborne microorganisms. In: Hurst C.J., *Manual of Environmental Microbiology*. Washington: ASM Press, 629–640.
- CABALLERO-GALLARDO K, PINO-BENITEZ N, PAJARO-CASTRO N, et al. (2014) Plants cultivated in Choco, Colombia, as source of repellents against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 17, 753-759.
- CAPELLO TM, MARTINS EGA, DE FARIAS CF, et al. (2015) Chemical Composition and in vitro Cytotoxic and Antileishmanial Activities of Extract and Essential Oil from Leaves of *Piper cernuum*. *Natural Product Communications* 10, 285-288.
- CREMASCO MA & BRAGA NDP (2010) Isomerização do óleo essencial de pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C. DC) para a obtenção de isosafrol. *Acta Amazonica* 40, 737-740.
- COITINHO RLBDC, OLIVEIRA JVD, GONDIM JUNIOR MGC, et al. (2011) Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). *Ciência e Agrotecnologia* 35, 172-178.
- COUTINHO LM (2006) O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica* 20, 13-23.
- COSTANTIN MB, SARTORELLI P, LIMBERGER R, et al. (2001) Os óleos essenciais a partir de *Piper cernuum* e *Piper regnellii* : actividades antimicrobianas e análise por GC / MS e 13 C-RMN. *Planta Med.* 67, 771-773.

- CYSNE JB, CANUTO KM, PESSOA ODL, *et al.* (2005) Leaf Essential Oils of Four *Piper* Species from the State of Ceará - Northeast of Brasil. . J. Brasil Chem. Soc. 16, 1378-1381.
- DA SILVA JKR, PINTO LC, BURBANO RMR, *et al.* (2014) Essential oils of Amazon *Piper* species and their cytotoxic, antifungal, antioxidant and anti-cholinesterase activities. Industrial Crops and Products 58, 55-60.
- DA SILVA MFR, BEZERRA-SILVA PC, DE LIRA CS, *et al.* (2016) Composition and biological activities of the essential oil of *Piper corcovadensis* (Miq.) C. DC (Piperaceae). Experimental Parasitology 165, 64-70.
- DA SILVA JKR, PINTO LC, BURBANO RMR, MONTENEGRO RC, *et al.* (2016) Composition and cytotoxic and antioxidant activities of the oil of *Piper aequale* Vahl. Lipids in Health and Disease 15.
- DA SILVA JKR, ANDRADE EHA, KATO MJ, *et al.* (2011) Antioxidant Capacity and Larvicidal and Antifungal Activities of Essential Oils and Extracts from *Piper krukoffii*. Natural Product Communications 6, 1361-1366.
- DA SILVA JKR, ANDRADE EHA, GUIMARAES EF, *et al.* (2010) Essential Oil Composition, Antioxidant Capacity and Antifungal Activity of *Piper divaricatum*. Natural Product Communications 5, 477-480.
- DA SILVA ML, MAIA JGS, MOURAO JC, *et al.* (1973) Essential oils from Amazonia. VI. Acta Amazonica 3, 41-42.
- DE ABREU AM, BRIGHENTE IMC, DE AGUIAR EM, *et al.* (2005) Volatile constituents of Piperaceae from Santa Catarina, Brazil - Essential oil composition of *Piper cemuum* Vell. and *Peperomia emarginella* (Sw.) c. DC. Journal of Essential Oil Research 17, 286-288.
- DE ABREU AM, SEVEGNANI L, MACHICADO AR, *et al.* (2002) *Piper mikanianum* (Kunth) Steudel from Santa Catarina, Brazil - A new source of safrole. Journal of Essential Oil Research 14, 361-363.
- DE ALENCAR R, ALVES DE LIMA R, CORREA RGC, *et al.* (1972) Essential oils of Brazilian plants. Anais da Academia Brasileira de Ciencias 44, 312-314.
- DE ALMEIDA RRP, SOUTO RNP, BASTOS CN, *et al.* (2009a) Chemical Variation in *Piper aduncum* and Biological Properties of Its Dillapiole-Rich Essential Oil. Chemistry & Biodiversity 6, 1427-1434.
- DE ALMEIDA JGL, SILVEIRA ER, PESSOA ODL, *et al.* (2009b) Essential Oil Composition From Leaves and Fruits of *Piper divaricatum* G. Mey. Journal of Essential Oil Research 21, 228-230.
- DE MORAIS SM, FACUNDO VA, BERTINI LM, *et al.* (2007) Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from *Piper* species. Biochemical Systematics and Ecology 35, 670-675.
- DE OLIVEIRA JCS, DIAS IJM, DA CAMARA CAG, *et al.* (2006) Volatile constituents of the leaf oils of *Piper aduncum* L. from different regions of Pernambuco (northeast of Brazil). Journal of Essential Oil Research 18, 557-559.

- DE OLIVEIRA RA, DE ASSIS A, DA SILVA LAM, *et al.* (2016) Chemical Profile and Antimicrobial Activity of Essential Oil of *Piper ilheusense*. *Chemistry of Natural Compounds* 52, 331-333.
- DE SOUZA SP, VALVERDE SS, COSTA NF, *et al.* (2014) Chemical composition and antinociceptive activity of the essential oil of *Piper mollicomum* and *Piper rivinoides*.
- DO NASCIMENTO JC, DAVID JM, BARBOSA LCA, *et al.* (2013) Larvicidal activities and chemical composition of essential oils from *Piper klotzschianum* (Kunth) C. DC. (Piperaceae). *Pest Management Science* 69, 1267-1271.
- DOS SANTOS PRD, PEREIRA FG, FREITAS JCM, *et al.* (2015) Effect of Essential Oil of *Piper tuberculatum* var. minus C. DC. Leaves on the Hepatic Microsomal 7-Ethoxyresorufin O-Deethylase (EROD) and 7-Ethoxycoumarin O-Deethylase (ECOD) Activity in Rats. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 18, 329-334.
- DIAZ PP, ARIAS T & JOSEPHNATHAN P (1987) A chromene, an isoprenylated methyl hydroxybenzoate and a c-methyl flavanone from the bark of *Piper hostmannianum*. *Phytochemistry* 26, 809-811.
- DYER LA, PALMER APDN 2004. *Piper: A Model Genus for Studies of Phytochemistry, Ecology, and Evolution*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 214p.
- DO CARMO DFM, AMARAL ACF, MACHADO GMC, *et al.* (2012) Chemical and Biological Analyses of the Essential Oils and Main Constituents of *Piper* Species. *Molecules* 17, 1819-1829.
- FACUNDO VA, POLLLI AR, RODRIGUES RV, *et al.* (2008) Constituintes químicos fixos e voláteis dos talos e frutos de *Piper tuberculatum* Jacq. e das raízes de *P. hispidum* H. B. K. *Acta Amazonica* 38, 743-748.
- FACUNDO VA, FERREIRA SA & DE MORAIS SM (2007) Essential oils of *Piper dumosum* Rudge and *Piper aleyreanum* C.DC (Piperaceae) from Brazilian Amazonian forest. *Journal of Essential Oil Research* 19, 165-166.
- FACUNDO VA, REZENDE CM & PINTO AC (2006) Essential oil of *Piper carniconectivum* C.CD. leaves and stems. *Journal of Essential Oil Research* 18, 296-297.
- FACUNDO VA & DE MORAIS SM (2005) Essential Oil of *Piper tuberculatum* var. *tuberculatum* pip (Micq.) CDC leaves. *Journal of Essential Oil Research* 17, 304-305.
- FAID M, ANCHAD M, BAKHY K, *et al.* (1995) Physicochemical and microbiological characterizations and preservation with sorbic acid and cinnamon. *Journal of Food Products*, v. 58, n. 5, p. 547-550.
- FANELA TLM, BALDIN ELL, PANNUTI LER, *et al.* (2015) Lethal and Inhibitory Activities of Plant-Derived Essential Oils Against *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotype B in Tomato. *Neotropical Entomology* 45, 201-210.
- FERRAZ ADF, BALBINO JM, ZINI CA, *et al.* (2010) Acaricidal activity and chemical composition of the essential oil from three *Piper* species. *Parasitology Research* 107, 243-248.

- FRANCOIS T, MICHEL JDP, LAMBERT SM, et al. (2009) Comparative essential oils composition and insecticidal effect of different tissues of *Piper capense* L., *Piper guineense* Schum. et Thonn., *Piper nigrum* L. and *Piper umbellatum* L. grown in Cameroon. *African Journal of Biotechnology* 8, 424-431.
- FRODIN DG (2004) History and concepts of big plant genera. *Taxon* 53, 753-776.
- GASPARETTO A, CRUZ AB, WAGNER TM, et al. (2017) Seasonal variation in the chemical composition, antimicrobial and mutagenic potential of essential oils from *Piper cernuum*. *Industrial Crops and Products* 95, 256-263.
- GASPARETTO A, CRUZ AB, WAGNER TM, et al. (2016) Seasonal variation in the chemical composition, antimicrobial and mutagenic potential of essential oils from *Piper cernuum*. *Industrial Crops and Products* 95, 256-263.
- GUERRINI A, SACCHETTI G, ROSSI D, et al. (2009) Bioactivities of *Piper aduncum* L. and *Piper obliquum* Ruiz & Pavon (Piperaceae) essential oils from Eastern Ecuador. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 27, 39-48.
- GOGOSZ AM, BOEGER MRT, NEGRELLE RRB, et al. (2012) Anatomia foliar comparativa de nove espécies do gênero *Piper* (Piperaceae). *Rodriguésia* 63, 405-417.
- GUIMARÃES EF, CARVALHO-SILVA M, MONTEIRO D, et al. (2017) Piperaceae. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB12735> (Acessado em: 19 December 2017).
- KORDALI S, KOTAN R, MAVI A, et al. (2005) Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities of Turkish *Artemisia absinthium*, *A. dracunculus*, *A. santonicum*, and *A. spicigera* essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 3(24), 9452-9458.
- HASHIM NA, AHMAD F, JANI NA, et al. (2017) In vitro Antioxidant, Antityrosinase, Antibacterial and Cytotoxicity Activities of the Leaf and Stem Essential Oil from *Piper magnibaccum* C. DC. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 20, 223-232.
- HIEU LD, THANG TD, HOI TM, et al. (2014) Chemical Composition of Essential Oils from Four Vietnamese Species of *Piper* (Piperaceae). *Journal of Oleo Science* 63, 211-217.
- IPNI (2017) The International Plant Names Index. <http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do> (Acessado em: 19 December 2017).
- LAGO JHG, CHEN A, YOUNG MCM, et al. (2009) Prenylated benzoic acid derivatives from *Piper aduncum* L. and *P. hostmannianum* C. DC. (Piperaceae). *Phytochemistry Letters* 2, 96-98.
- LAGO JHG, RAMOS CS, CASANOVA DCC, et al. (2004) Benzoic acid derivatives from piper species and their fungitoxic activity against *Cladosporium cladosporioides* and *C-sphaerospermum*. *Journal of Natural Products* 67, 1783-1788.

- LEAL LF, MIGUEL OG, SILVA RZ, *et al.* (2005) Chemical composition of *Piper mikanianum* essential oil. *Journal of Essential Oil Research* 17, 316-317.
- LEWINSOHON T M, PRADO PI (2018) Biodiversidade Brasileira: Síntese do Estado Atual do Conhecimento. <http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/doc/estarte.doc> Acessado em: 05 de janeiro de 2018.
- LI R, YANG JJ, WANG YF, *et al.* (2014) Chemical Composition, Antioxidant, Antimicrobial and Anti-inflammatory Activities of the Stem and Leaf Essential Oils from *Piper flaviflorum* from Xishuangbanna, SW China. *Natural Product Communications* 9, 1011-1014.
- LIMA DKS, BALLICO LJ, LAPA FR, *et al.* (2012) Evaluation of the antinociceptive, anti-inflammatory and gastric antiulcer activities of the essential oil from *Piper aleyreanum* C.DC in rodents. *Journal of Ethnopharmacology* 142, 274-282.
- LIMA RK, CARDOSO MGA, MORAES JC, *et al.* (2009) Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Amazonica* 39, 377-382.
- LUZ AIR, ZOGHBI MGB & MAIA JGS (2003) the essential oils of *Piper reticulatum* L. and *P. crassinervium* H. B. K. *ACTA AMAZONICA* 33, 341-344.
- LUZ AIR, DA SILVA JD, ZOGHBI MGB, *et al.* (2000) Volatile constituents of Brazilian Piperaceae. Part 4. Essential oil composition of *Piper dactylostigmum*, *P. plurinervosum* and *P. vitaceum*. *Journal of Essential Oil Research* 12, 94-96.
- MACHADO MP, BERGO CL, DESCHAMPS C, *et al.* (2013) Effect of the natural and artificial drying of leaf biomass *Piper hispidinervum* on the chemical composition of the essential oil. *Semina-Ciencias Agrarias* 34, 265-270.
- MACHADO, N.S.O., (2007) Estudo da anatomia foliar de espécies do gênero *Piper* L. (Piperaceae) no estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 103p.
- MACHADO SMF, MILITAO JSLT, FACUNDO VA, *et al.* (1994) Leaf oils of two Brazilian Piper species: *Piper arboreum* Aublet var. *latifolium* (C.DC) Yuncker and *Piper hispidum* Sw. *Journal of Essential Oil Research*, 6(6), 643-4.
- MAIA, JGS; ANDRADE, EH (2009) Database of the amazon aromatic plants and their essential oils. *Química Nova*, 32(3): 595-622.
- MAIA JGS, DA SILVA ML, LUZ AIR, *et al.* (1987) Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. *Química Nova* 10, 200-204.
- MARQUES AM, FINGOLO CE & KAPLAN MAC (2017) HSCCC separation and enantiomeric distribution of key volatile constituents of *Piper claussonianum* (Miq.) C. DC. (Piperaceae). *Food and Chemical Toxicology* 109, 1111-1117.
- MARQUES AM & KAPLAN MAC (2011) Seasonal Evaluation and Chemical Composition of Volatile Fractions from *Piper claussonianum* by Hydrodistillation and SPME. *Journal of Essential Oil Research* 23, 15-19.

- MARQUES AM, BARRETO ALS, BATISTA EM, *et al.* (2010) Chemistry and Biological Activity of Essential Oils from *Piper claussonianum* (Piperaceae). Natural Product Communications 5, 1837-1840.
- MESQUITA JMO, CAVALEIRO C, CUNHA AP, *et al.* (2005) Estudo comparativo dos óleos voláteis de algumas espécies de Piperaceae. Revista Brasileira de Farmacognosia 15, 6-12.
- MESQUITA JMO, OLIVEIRA AB, BRAGA FC, *et al.* (2006) Essential oil constituents of *Piper vicosanum* Yunker from the Brazilian Atlantic Forest. Journal of Essential Oil Research 18, 392-395.
- MILHAU G, VALENTIN A, BENOIT F, *et al.* (1997) In vitro antimalarial activity of eight essential oils. Journal of Essential Oil Reserch, 9, 329-333
- MORANDIM AD, PIN AR, PIETRO NAS, *et al.* (2010) Composition and screening of antifungal activity against *Cladosporium sphaerospermum* and *Cladosporium cladosporioides* of essential oils of leaves and fruits of *Piper* species. African Journal of Biotechnology 9, 6135-6139.
- MORAES MM, DA SILVA TMG, DA SILVA RR, *et al.* (2014) Circadian variation of essential oil from *Piper marginatum* Jacq. Boletim Latinoamericano Y Del Caribe De Plantas Medicinales Y Aromaticas 13, 270-277.
- MOREIRA DL, SOUZA PO, KAPLAN MAC, *et al.* (2001) Effect of leaf essential oil from *Piper solmsianum* C.DC. in mice behaviour. Anais Da Academia Brasileira De Ciencias 73, 33-37.
- MOTA JD, DE SOUZA DS, BOONE CV, *et al.* (2013) Identification of the Volatile Compounds of Leaf, Flower, Root and Stem Oils of *Piper amalago* (Piperaceae). Journal of Essential Oil Bearing Plants 16, 11-16.
- NASCIMENTO SA, ARAUJO EA, DA SILVA JM, *et al.* (2015) Chemical study and antimicrobial activities of *Piper arboreum* (piperaceae). Journal of the Chilean Chemical Society, 60(1), 2837-2839.
- NASCIMENTO FR, CARDOSO MG, SOUZA PE, *et al.* (2008) Efeito do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) e do emulsificante Tween® 80 sobre o crescimento micelial de *Alternaria alternata* (Fungi: Hyphomycetes). Acta Amazonica 38, 503-508.
- NAVICKIENE HMD, MORANDIM ADA, ALECIO AC, *et al.* (2006) Composition and antifungal activity of essential oils from *Piper aduncum*, *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum*. Quimica Nova 29, 467-470.
- OLIVEIRA GL, MOREIRA DD, MENDES ADR, *et al.* (2013) Growth study and essential oil analysis of *Piper aduncum* from two sites of Cerrado biome of Minas Gerais State, Brazil. Revista Brasileira De Farmacognosia-Brazilian Journal of Pharmacognosy 23, 743-753.
- OLIVEIRA GL, VIEIRA TM, NUNES VF, *et al.* (2014) Chemical composition and efficacy in the egg-hatching inhibition of essential oil of *Piper aduncum* against *Haemonchus*

- contortus* from sheep. Revista Brasileira De Farmacognosia-Brazilian Journal of Pharmacognosy 24, 288-292.
- PACHECO FV, AVELAR RD, ALVARENGA ICA, *et al.* (2016) Essential oil of monkey-pepper (*Piper aduncum* L.) cultivated under different light environments. Industrial Crops and Products 85, 251-257.
- PARMAR VS, JAIN SC, BISHT KS, *et al.* (1997) Phytochemistry of the genus *Piper*. Phytochemistry 46, 597-673.
- PENNA-FILHO P (2013) Reflexões sobre o Brasil e os desafios Pan-Amazônicos. Revista Brasileira de Política Internacional 56, 94-111.
- PERES VF, MOURA DJ, SPEROTTO ARM, *et al.* (2009) Chemical composition and cytotoxic, mutagenic and genotoxic activities of the essential oil from *Piper gaudichaudianum* Kunth leaves. Food and Chemical Toxicology 47, 2389-2395.
- PERIGO CV, TORRES RB, BERNACCI LC, *et al.* (2016a) The chemical composition and antibacterial activity of eleven *Piper* species from distinct rainforest areas in Southeastern Brazil. Industrial Crops and Products 94, 528-539.
- PESSINI GL, DIAS FILHO BP, NAKAMURA CV, *et al.* (2005) Neolignanas e análise do óleo essencial das folhas de *Piper regnellii* (Miq.) C. DC. var. *pallescens* (C. DC.) Yunck. Revista Brasileira de Farmacognosia 15, 199-204.
- PIMENTEL FA, CARDOSO MD, ANDRADE MA, *et al.* (2012) Influence of drying on the yield and chemical composition of volatile compounds from roots of *Piper piscatorum* Trel. & Yunck. (PIPERACEAE). Quimica Nova 35, 715-718.
- PIMENTEL FA, CARDOSO MDG, SALGADO APSP, *et al.* (2006) Phytochemistry of *Piper hispidinervum* cultivated under the edafoclimatic conditions of Lavras, MG, Brazil. Natural Products: An Indian Journal 2, 89-94.
- PINO JA, MARBOT R, BELLO A, *et al.* (2004) Composition of the essential oil of *Piper hispidum* Sw. from Cuba. Journal of Essential Oil Research 16, 459-460.
- PIO-CORRÊA, M. (1984) Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional 3, 238-239.
- PORTET B, FABRE N, ROUMY V, *et al.* (2007) Activity-guided isolation of antiplasmodial dihydrochalcones and flavanones from *Piper hostmannianum* var. *berbicense*. Phytochemistry 68, 1312-1320.
- POTZERNHEIM MCL, BIZZO HR, SILVA JP, *et al.* (2012) Chemical characterization of essential oil constituents of four populations of *Piper aduncum* L. from Distrito Federal, Brazil. Biochemical Systematics and Ecology 42, 25-31.
- POTZERNHEIM MCL, BIZZO HR, VIEIRA RF (2006) Analysis of essential oils from three species of *Piper* collected in the region of the Distrito Federal (Cerrado) and comparison with oils of plants from the region of Paraty, State of Rio de Janeiro (Atlantic Rain Forest). Revista Brasileira de Farmacognosia, 16(2), 246-251.
- QIN WQ, HUANG SC, LI CX, *et al.* (2010) Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on

- Brontispa longissima (Gestro) (Coleoptera: Hispididae). Pesticide Biochemistry and Physiology 96, 132-139.
- QUIJANO-ABRIL MA, CALLEJAS-POSADA R & MIRANDA-ESQUIVEL DR (2006) Areas of endemism and distribution patterns for Neotropical *Piper* species (Piperaceae). Journal of Biogeography 33, 1266-1278.
- RAMOS CS, SOARES MG, DA SILVA AM, *et al.* (2012) Electrophysiological Responses of the Naupactus bipes Beetle to Essential Oils from Piperaceae Species. Natural Product Communications 7, 1103-1106.
- RAMOS LS, DA SILVA ML, LUZ AIR, *et al.* (1986) Essential oil of *Piper marginatum*. Journal of Natural Products 49, 712-713.
- RAMESHKUMAR KB, ARAVIND APA & MATHEW PJ (2011) Comparative Phytochemical Evaluation and Antioxidant Assay of *Piper longum* L. and *Piper chaba* Hunter Used in Indian Traditional Systems of Medicine. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants 17, 351-360.
- RIVA D, SIMIONATTO EL, WISNIEWSKI JR A, *et al.* (2011) Estudo da adaptação da espécie *Piper hispidinervum* C. DC. (pimenta longa) da região do Vale do Itajaí - SC, através da composição química do óleo essencial obtido por hidrodestilação por micro-ondas e convencional. Acta Amazonica 41, 297-302.
- RODRIGUES-SILVA D, NAKAMURA CV, DIAS BP, *et al.* (2009) In vitro Antileishmanial Activity of Hydroalcoholic Extract, Fractions, and Compounds Isolated from Leaves of *Piper ovatum* Vahl against Leishmania amazonensis. Acta Protozoologica 48, 73-81.
- RUSCHEL, D. (2004) O Gênero *Piper* (Piperaceae) no Rio Grande do Sul / Orientador: Jorge Luiz Waechter . 140p Dissertação (Mestrado em Botânica) - Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SAIKIA AK, SARMA SK, STRANO T, *et al.* (2015) Essential Oil from *Piper pedicellatum* C. DC. Collected in North-East India. Journal of Essential Oil Bearing Plants 18, 314-319.
- SALLEH W, AHMAD F, SIRAT HM, *et al.* (2012) Chemical compositions and antibacterial activity of the leaf and stem oils of *Piper porphyrophyllum* (lindl.) NE BR. Excli Journal 11, 399-406.
- SALLEH W, AHMAD F & YEN KH (2014) Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil of *Piper muricatum* Blume (Piperaceae). Journal of Essential Oil Bearing Plants 17, 1329-1334.
- SALLEH WMNH, KAMMIL MF, AHMAD F, *et al.* (2015) Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Essential Oil and Extracts of *Piper miniatum*. Natural Product Communications 10, 2005-2008.
- SANTANA AI, VILA R, CANIGUERAS S, *et al.* (2016) Chemical Composition and Biological Activity of Essential Oils from Different Species of *Piper* from Panama. Planta Medica 82, 986-991.

- SANTANA H, TRINDADE F, STABELI RG, *et al.* (2015) Essential oils of leaves of *Piper* species display larvicidal activity against the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 17, 105-111.
- SANTOS TG, FUKUDA K, KATO MJ, *et al.* (2014) Characterization of the essential oils of two species of Piperaceae by one- and two-dimensional chromatographic techniques with quadrupole mass spectrometric detection. *Microchemical Journal* 115, 113-120.
- SANTOS TG, REBELO RA, DALMARCO EM, *et al.* (2012) Chemical composition and antimicrobial activity of leaf essential oil from *Piper malacophyllum* (C. Presl.) C. DC. *Quimica Nova* 35, 477-481.
- SANTOS AS, ANDRADE EHA, ZOGHBI MDGAB, *et al.* (1998) Sesquiterpenes of Amazonian *Piper* species*. *Acta Amazonica* 28, 127-127.
- SANTOS PRD, MOREIRA DL, GUIMARÃES EF, *et al.* (2001) Análise de óleo essencial de 10 espécies de Piperaceae da Mata atlântica brasileira. *Phytochemistry* 58, 547-551.
- SARTOR, RB (2009) Modelagem, Simulação e Otimização de uma Unidade Industrial de Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento de Processos). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- SAUTER IP, ROSSA GE, LUCAS AM, *et al.* (2012) Chemical composition and amoebicidal activity of *Piper hispidinervum* (Piperaceae) essential oil. *Industrial Crops and Products* 40, 292-295.
- SIMEONE MLF, MIKICH SB, COCCO LC, *et al.* (2011) Chemical Composition of Essential Oils from Ripe and Unripe Fruits of *Piper amalago* L. var. medium (Jacq.) Yunck and *Piper hispidum* Sw. *Journal of Essential Oil Research* 23, 54-58.
- SIMÕES CMO, SPITZER V (2003) Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O *et al.* *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5. ed. Porto Alegre / Florianópolis: Editora UFRGS/ Editora UFSC, p. 467-495.
- SOLEANE H, DE AZEVEDO MS, FACUNDO VA, *et al.* (2007) Essential oil of *Piper renitens* (Miq.) Yunck leaves and stems (Piperaceae) from Brazilian amazonian forest. *Journal of Essential Oil Research* 19, 557-558.
- SOUTO RNP, HARADA AY, ANDRADE EHA, *et al.* (2012) Insecticidal Activity of *Piper* Essential Oils from the Amazon Against the Fire Ant *Solenopsis saevissima* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae). *Neotropical Entomology* 41, 510-517.
- SOUZA APD, CUNHA RL, DE VASCONCELOS MAM, *et al.* (2010) Essential Oil Components of *Pogostemon heyneanus* Benth, *Piper hispidinervum* C. DC. and *Ocimum americanum* L. Obtained in the Amazon. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 13, 347-352.
- SYLVESTRE M, PICHETTE A, LONGTIN A, *et al.* (2006) Essential oil analysis and anticancer activity of leaf essential oil of *Croton flavens* L. from Guadeloupe. *Journal of Ethnopharmacology*, 103, 99-102.

- SPEROTTO ARM, MOURA DJ, PERES VF, *et al.* (2013) Cytotoxic mechanism of *Piper gaudichaudianum* Kunth essential oil and its major compound nerolidol. *Food and Chemical Toxicology* 57, 57-68.
- TRINDADE APF, VELOZO LSM, GUIMARAES EF, *et al.* (2010) Essential Oil From Organs of *Piper truncatum* Vell. *Journal of Essential Oil Research* 22, 200-202.
- TORQUILHO HS, PINTO AC, GODOY RLD, *et al.* (2000) Essential oil of *Piper cernum* Vell. var. *cernum* Yuncker from Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Essential Oil Research* 12, 443-444.
- TORQUILHO HS, PINTO AC, GODOY RLO, *et al.* (1999) Essential Oil of *Piper permucronatum* Yuncker (Piperaceae) from Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Essential Oil Research* 11, 429-430.
- TURCHEN LM, PITON LP, DALL'OGGIO EL, *et al.* (2016) Toxicity of *Piper aduncum* (Piperaceae) Essential Oil Against *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) and Non-Effect on Egg Parasitoids. *Neotropical Entomology* 45, 604-611.
- VAN DEN DOOL H & KRATZ PD (1963) Uma generalização do sistema do índice de retenção incluindo a cromatografia de partição gás-líquido programada pela temperatura do revestimento. *J. Cromatografia* 11, 463-467.
- VAN DE BRAAK S, LEIJTEN G (1999) Essential Oils and Oleoresins: A Survey in the Netherlands and other Major Markets in the European Union. CBI, Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries, Rotterdam, p. 116.
- VARIYAR PS, PENDHARKAR MB, BANERJEE A, *et al.* (1988) Blackening in green pepper berries. *Phytochemistry* 27, 715-717.
- VIEIRA SCH, DE PAULO LF, SVIDZINSKI TIE, *et al.* (2011) Antifungal activity of *Piper diospyrifolium* Kunth (PIPERACEAE) essential oil. *Brazilian Journal of Microbiology* 42, 1001-1005.
- VILA R, TOMI M, MUNDINA M, *et al.* (2005) Unusual composition of the essential oils from the leaves of *Piper aduncum*. *Flavour and Fragrance Journal* 20, 67-69.
- VOLPE HXL, FAZOLIN M, GARCIA RB, *et al.* (2015) Efficacy of essential oil of *Piper aduncum* against nymphs and adults of *Diaphorina citri*. *Pest Management Science* 72, 1242-1249.
- VON POSER GL, RÄRIG LR, HENRIQUES AT, *et al.* (1994) Aromatic Plants from Brazil. III. The Chemical Composition of *Piper gaudichaudianum* Kunth and *P. mikanianum* (Kunth) Steudel Essential Oils. *Journal of Essential Oil Research* 6, 337-340.
- WANKE S, JARAMILLO MA, BORSCH T, *et al.* (2007) Evolution of Piperales - matK gene and trnK intron sequence data reveal lineage specific resolution contrast. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42, 477-497.
- WOGUEM V, MAGGI F, FOGANG HPD, *et al.* (2013) Antioxidant, Antiproliferative and Antimicrobial Activities of the Volatile Oil from the Wild Pepper, *Piper capense*, Used in Cameroon as a Culinary Spice. *Natural Product Communications* 8, 1791-1796.

ZACHARIAH TJ, MATHEW PA & GOBINATH P (2005) Chemical quality of berries from black pepper varieties grafted on *Piper colubrinum*. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 27, 39-42.