



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE QUÍMICA

RENAN CAMPOS E SILVA

**VARIABILIDADE QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES DO
GÊNERO *Psidium* (MYRTACEAE) COM OCORRÊNCIA
NA AMAZÔNIA PARAENSE**

BELÉM

2018

RENAN CAMPOS E SILVA

VARIABILIDADE QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES DO
GÊNERO *Psidium* (MYRTACEAE) COM OCORRÊNCIA
NA AMAZÔNIA PARAENSE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito final para
obtenção do título de Bacharel em Química
Industrial, Faculdade de Química, Instituto
de Ciências Exatas e Naturais,
Universidade Federal do Pará.
Orientadora: Prof. Dra. Joyce Kelly do
Rosário da Silva.
Co-orientador: Prof. Msc. Pablo Luis Baia
Figueiredo

BELÉM
2018

RENAN CAMPOS E SILVA

VARIABILIDADE QUÍMICA NOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Psidium* (MYRTACEAE) COM OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA PARAENSE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Química
Industrial, Faculdade de Química, Instituto
de Ciências Exatas e Naturais,
Universidade Federal do Pará.

Orientadora: Prof. Dra. Joyce Kelly do
Rosário da Silva.

Co-orientador: Prof. Msc. Pablo Luis Baia
Figueiredo

Data da Apresentação: 21 de dezembro de 2018

Conceito: Excelente

BANCA EXAMINADORA

Joyce Kelly do R. da Silva
Prof. Dra Joyce Kelly do Rosário da Silva.
Faculdade de biotecnologia-UFGA- Orientadora

Pablo Luis Baia Figueiredo
Prof. Msc Pablo Luis Baia Figueiredo
Departamento de Ciências Naturais-UEPA- Co-orientador

Sebastião Gomes Silva
Prof. Msc Sebastião Gomes Silva
Secretaria de Estado de Educação-SEDUC-PA-Membro

Marivaldo José Costa Corrêa
Prof. Dr. Marivaldo José Costa Corrêa
Programa de pós-graduação em Química- UFGA-Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus** por me conceder a graça de estar vivenciando este momento tão especial em minha vida e por ter me permitido alcançar tantas conquistas.

À Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi, a Embrapa Amazônia Oriental e Universidade Federal do Oeste do Pará pela estrutura física e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro por meio da bolsa de iniciação científica.

Aos meus pais **Rosália Maria da Conceição** e **Roberto José da Rocha** que fizeram todo esforço possível para que eu pudesse realizar este grande sonho. Não posso deixar de agradecer aos meus irmãos **Roger Campos**, **Renata Campos**, **Roberto Campos** e **Ruana Campos** e aos meus sobrinhos **Vinicius Silva**, **Vitória Silva** e **Maria Eduarda Silva** pelo apoio incondicional que me deram durante o período de graduação e na realização das pesquisas de campo.

Aos meus tios **Maria Isabel Souza**, **Hilário Souza** e **Leci Silva** que me acolheram e ajudaram durante os quatro anos de graduação. Também agradeço a meus primos **Leci Silva** e **Marcos Souza** que tiveram papel essencial para esta conquista.

À minha namorada e também parceira de pesquisa **Jamile Silva** por estar sempre ao meu lado ajudando com conselhos e muito carinho e por me ajudar no desenvolvimento deste trabalho e no decorrer do curso, meu muito obrigado, te amo.

Meu eterno agradecimento aos companheiros do Laboratório de Engenharia de Produtos Naturais (LEPRON) **Jair Leão Jr.**, **Léia Meireles**, **Shirley Ferreira**, **Nayara Sabrina**, **Joyce Oliveira**, **Leonardo Maia**, **Rafaela Cabral**, **Rafaela Oliveira**, **Samara Marques**, **Laís Almeida**, **Larissa Silva**, **Henryck Rodrigues**, **Celeste Franco** e **Maycow Leão** pelo companheirismo, ensinamentos e momentos descontraídos que vivemos durante o período de convivência no ambiente científico.

Ao meu co-orientador Prof. Msc. **Pablo Figueiredo**, que muito me ensinou sobre o mundo científico e ajudou a despertar ainda mais o meu amor pela química e pela pesquisa científica, meus sinceros agradecimentos.

Agradeço imensamente à **Prof. Dra. Joyce Kelly do Rosário da Silva** pela paciência e apoio durante todo o tempo de orientação e por ter sido de enorme importância para a realização deste trabalho.

Ao Professor **Dr. José Guilherme Soares Maia** por conceder a oportunidade de participar do projeto de pesquisa no qual foi possível realizar este trabalho, meus sinceros agradecimentos.

A todos que de alguma forma ajudaram a tornar meu sonho uma realidade, meu muito obrigado.

RESUMO

O gênero *Psidium* desperta crescente interesse pela presença de substâncias bioativas com grande potencial farmacológico e elevada produção de óleos essenciais (OE) a partir de vários órgãos da planta. No presente estudo, foram coletados 14 espécimes nas cidades de Belém, Curuçá, Monte Alegre e Santarém, todas situadas no estado do Pará. Dentre as espécies *Psidium guineense* (5), *P. guajava* (5), *P. acutangulum* (2), *P. cattleianum* (1) e *P. riparium* (1). Os OE foram obtidos por hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado (3h) e a composição química foi analisada por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM). Os rendimentos dos óleos essenciais variaram de 0,36% a 1,45% e o maior rendimento foi obtido no espécime de *P. cattleianum*, coletado em Monte Alegre. Os principais compostos identificados dentre as espécies foram os monoterpenos α -Pineno (0,1-34,0%), β -Pineno (0,1-20,7%), Limoneno (0,2-37,2%), 1,8-Cineol (0,1-21,7%); e os sesquiterpenos α -Selineno (0,3-7,3%), β -Selineno (0,5-8,5%) α -Copaeno (0,3-10,6%), β -Cariofileno (0,1-33,3%), α -Humuleno (0,4-8,5%), Germacreno D (11,0%), β -Bisaboleno (0,2-9,2%), Óxido de cariofileno (1,0-21,1%), β -Eudesmol (0,1-7,8%), α -Eudesmol (0,1-7,81%), Selin-11-en-4- α -ol (4,2-9,6%), epi- β -Bisabolol (12,9-15,1%), Isobaেকেol (17,9%) e Isobaেকেolato de metila (15,3%). Métodos de Análise estatística multivariada foram aplicados aos constituintes dos OE's e resultou na formação de oito grupos distintos entre os espécimes, caracterizados por: α -Pineno/ Limoneno (grupo I), β -Cariofileno (grupo II), β -Pineno/ Isobaেকেolato de metila (grupo III), β -Cariofileno/ Limoneno/ Selin-11-en-4- α -ol (grupo IV), Limoneno/ 1,8-Cineol (grupo V), 1,8-Cineol/ epi- β -Bisabolol (grupo VI), β -Cariofileno/ Germacreno D (grupo VII), Isobaেকেol/ β -Cariofileno (grupo VIII). Houve variabilidade química entre os espécimes de *Psidium* estudados, isso foi constatado com a identificação de oito grupos diferentes, sendo um de *P. guineense*, três de *P. guajava*, dois de *P. acutangulum*, um de *P. cattleianum* e um de *P. riparium*, indicando que podem ocorrer diferentes perfis químicos entre plantas de uma mesma espécie e também de mesmo gênero.

Palavras-chave: monoterpenos, sesquiterpenos, quimiotipos, análise multivariada.

ABSTRACT

The genus *Psidium* arouse growing interest due to presence of bioactive substances with great pharmacological potential and higher production of essential oils from various organs of the plant. In the present study, 14 specimens were collected among the species *Psidium guineense* (5), *P. guajava* (5), *P. acutangulum* (2), *P. cattleianum* (1) and *P. riparium* (1) in the cities of Belém, Curuçá, Monte Alegre and Santarém, all localized in the Pará state. The EO were obtained by hydrodistillation using Clevenger apparatus modified (3h), and the chemical composition was analyzed by Gas Chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS). Essential oils yield varied from 0,36% to 1,45%, and the greater yield was obtained to specimen of *P. cattleianum*, collected in Monte Alegre. The main compounds identified among the species were the monoterpenes α -Pinene (0.1-34.0%), β -Pinene (0.1-20.7%), Limonene (0.2-37.2%), 1,8-Cineol (0,1-21,7%); and the sesquiterpenes α -Selinene (0.3-7.3%), β -Selinene (0.5-8.5%) α -Copaene (0.3-10.6%), β -Caryophyllene (0.1-33.3%), α -Humulene (0.4-8.5%), Germacrene D (11.0%), β -Bisabolene (0.2-9.2%), caryophyllene oxide (1.0-21.1%), β -Eudesmol (0.1-7.8%), α -Eudesmol (0.1-7.81%), Selin-11-en-4- α -ol (4.2-9.6%), epi- β -Bisabolol (12.9-15.1%); and the compounds Isobaeckeol (17,9%) and Isobaeckeolato de metila (15.3%). Statistical methods of multivariate analysis were applied to OEs constituents and resulted into formation of eight distinct groups among all samples, which were characterized by α -Pinene/ Limonene (group I), β -Caryophyllene (group II), β -Pinene/ Isobaeckeolato de metila (group III), β -Caryophyllene/ Limonene/ Selin-11-en-4- α -ol (group IV), Limonene/ 1,8-Cineol (group V), 1,8-Cineol/ epi- β -Bisabolol (group VI), β -Caryophyllene/ Germacrene D (group VII), Isobaeckeol/ β -caryophyllene (group VIII). There was chemical variability among the specimens of *Psidium* studied, this was verified with the identification of eight different groups, one of *P. guineense*, three of *P. guajava*, two of *P. acutangulum*, one of *P. cattleianum* and one of *P. riparium*, indicating that they can Different chemical profiles occur between plants of the same species and also of the same genus.

Key-words: monoterpenes, sesquiterpenes, chemotypes, multivariate analysis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Compostos majoritários e atividades biológicas dos óleos essenciais de <i>Psidium</i>	26
Tabela 2. Espécies de <i>Psidium</i> coletadas no estado do Pará	30
Tabela 3. Condições empregadas na cromatografia gasosa	32
Tabela 4. Rendimentos em óleos essenciais das espécies coletadas	34
Tabela 5. Compostos identificados nos óleos essenciais de <i>Psidium</i> (>6%).....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fatores que afetam a composição química dos óleos essenciais.....	13
Figura 2. Tipos de terpenos.....	15
Figura 3. Rota biossintética do mevalonato.....	16
Figura 4. Rota biossintética do fosfato de metileritritol.	17
Figura 5. Formação dos cátions precursores dos terpenos.....	18
Figura 6. Cátions formados a partir do difosfato de geranila (GPP).	19
Figura 7. Formação de alguns monoterpenos.	20
Figura 8. Cátions formados a partir do difosfato de farnesila (FPP).	21
Figura 9. Formação de alguns sesquiterpenos.....	22
Figura 10. Distribuição geográfica de Myrtaceaes no mundo.....	23
Figura 11. Quercetina e Kaempferol isolados de extratos das folhas de <i>P.guajava</i>	24
Figura 12. Espécies de <i>Psidium</i> com ocorrência na Amazônia.....	29
Figura 13. Estruturas dos compostos majoritários do óleos essenciais de <i>Psidium</i> .	36
Figura 14. Análise dos componentes principais dos óleos essenciais	42
Figura 15. Análise hierárquica de agrupamentos dos óleos essenciais	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	GERAL	11
2.2	ESPECÍFICOS	11
3	REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1	ÓLEOS ESSENCIAIS	12
3.2	TERPENOS	13
3.3	BIOSSÍNTESE DE TERPENOS	15
3.4	FAMÍLIA MYRTACEAE	22
3.5	GÊNERO <i>Psidium</i>	23
3.6	ESPÉCIES DE <i>Psidium</i> COM OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA PARAENSE	28
4	MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1	COLETA E PREPARO DO MATERIAL BOTÂNICO	30
4.2	PROCESSAMENTO DO MATERIAL BOTÂNICO E EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL	31
4.3	ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA	31
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	33
4.4.1	Análise Hierárquica de Agrupamento	33
4.4.2	Análise dos Componentes Principais	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1	RENDIMENTOS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	34
5.2	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	35
6	CONCLUSÃO	45
	APÊNDICE A- Cromatogramas dos óleos essenciais de <i>P. guineense</i>	56
	APÊNDICE B- Cromatogramas dos óleos essenciais de <i>P. guajava</i>	57
	APÊNDICE C- Cromatogramas dos óleos essenciais de <i>P. acutangulum</i>	58
	APÊNDICE D- Cromatograma do óleo essencial de <i>P. cattleianum</i>	59
	APÊNDICE E- Cromatograma do óleo essencial de <i>P. riparium</i>	60
	APÊNDICE F- Tabela de compostos identificados nos óleos essenciais das espécies de <i>Psidium</i>	61

1 INTRODUÇÃO

As plantas são utilizadas desde os primórdios da história da humanidade, pois indícios dessa atividade foram encontrados nas mais antigas civilizações onde ervas medicinais serviam, entre outros fins, como fonte de substâncias bioativas. Hoje, os vegetais se constituem em uma fonte quase inesgotável de produtos naturais que encontram emprego principalmente na indústria de perfumaria, cosmética, farmacêutica e alimentícia (FIRMO et al., 2011; FIGUEIREDO, PEDRO e BARROSO, 2014).

Entre as mais diversas substâncias de origem vegetal, os óleos essenciais ganham maior destaque devido às suas inúmeras funcionalidades. Há crescente interesse em estudos acerca de propriedades biológicas atribuídas a estas substâncias que vão desde antioxidantes até o controle de microorganismos patogênicos (LIMA e CARDOSO, 2007a).

No que tange à composição dos óleos essenciais, tornou-se evidente que muitas espécies, apresentam enorme variabilidade, ou seja, plantas da mesma espécie podem apresentar diferenças no tipo ou na proporção dos seus constituintes químicos. A estes grupos quimicamente diferentes dá-se o nome de quimiotipos. O reconhecimento da existência de quimiotipos nos óleos essenciais é de suma importância em diversas áreas da sua aplicação (FIGUEIREDO, PEDRO e BARROSO, 2017).

A existência de quimiotipos pode ter origem em fatores naturais e podem significar alterações em sua qualidade. Tais fatores podem ser intrínsecos ou extrínsecos, relacionados ao ambiente em que a planta está inserida (ZOUARI, 2013). É importante ressaltar que óleos essenciais obtidos de diferentes órgãos de um mesmo indivíduo podem apresentar composição química, caracteres físico-químicos e odores bem distintos, esta variação ocorre de acordo com os fatores ambientais (SIMÕES e SPTIZER, 2004).

Algumas famílias botânicas são conhecidas por possuírem espécies produtoras de óleos essenciais sendo elas Myrtaceae, Asteraceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Poaceae, Zingiberaceae e Piperaceae (LAWRENCET, 2001). As espécies pertencentes à família Myrtaceae merecem atenção especial pois são particularmente ricas nestas substâncias e podem representar uma importante fonte de agentes biológicos (DE CERQUEIRA et al., 2009).

Óleos essenciais de Myrtaceae são estudados principalmente por suas atividades biológicas, a exemplo de óleos extraídos de espécies do gênero *Psidium* que são estudados por suas atividades larvicidas (DIAS et al., 2015), antibacteriana (SOLIMAN et al., 2016), antiinflamatória (HENRIQUES et al., 2006), inseticida (LIMA et al., 2009b), além de outras atividades já descritas na literatura.

Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo investigar a variabilidade na composição química dos óleos essenciais de espécies de *Psidium* com ocorrência na Amazônia paraense e assim contribuir para os estudos acerca da quimiotaxonomia dessas espécies.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Investigar a variabilidade na composição química dos óleos essenciais de espécies do gênero *Psidium* com ocorrência na Amazônia paraense aplicando técnicas de análise estatística multivariada.

2.2 ESPECÍFICOS

Atualizar a ocorrência de espécies do gênero *Psidium* no estado do Pará e ampliar a Base de Dados de Plantas Aromáticas na Amazônia.

Identificar os constituintes químicos presentes nos óleos essenciais das folhas de *Psidium* spp. utilizando cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM).

Aplicar a Análise Hierárquica de agrupamentos e Análise de componentes principais buscando uma classificação inter e intraespecífica para os indivíduos com base na composição química.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais são produtos naturais voláteis oriundos do metabolismo secundário das plantas que são sintetizados em diversos órgãos incluindo folhas, frutos, caules, raízes e brotos, podendo ser armazenados em células secretoras, canais, cavidades ou em glândulas especiais chamadas tricomas (BAKKALI et al., 2008; NAVARRETE et al., 2011).

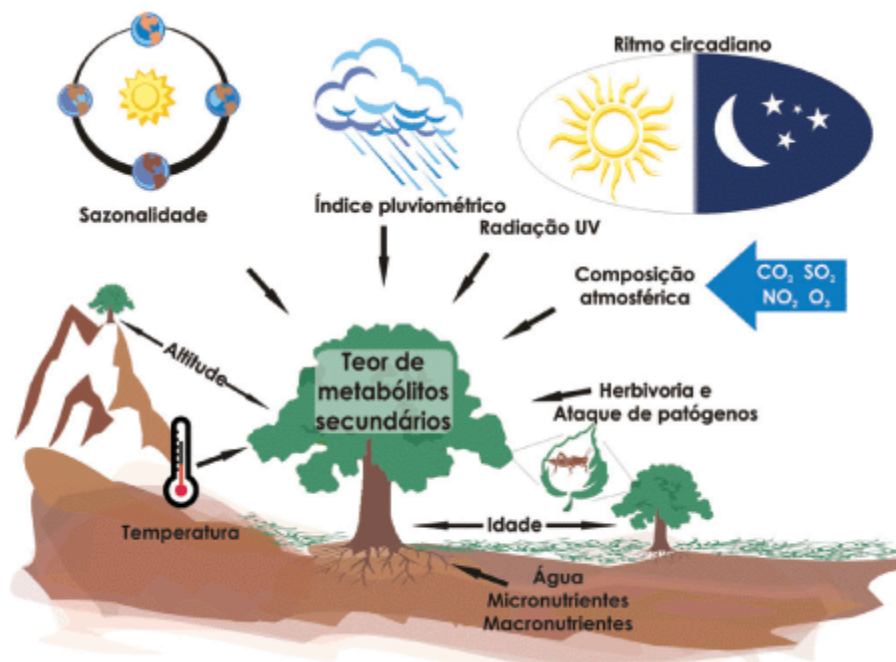
As principais características dos óleos essenciais são a volatilidade, o aroma agradável em sua maioria; alta solubilidade em solventes orgânicos, como etéres; sabor ácido ou picante; são incolores ou ligeiramente amarelados; pouca estabilidade na presença de luz, ar, calor ou umidade (SIMÕES E SPITZER, 2007).

Diversas técnicas são utilizadas para a extração de óleos essenciais, entre as mais utilizadas destacam-se a hidrodestilação, extração por arraste de vapor, extração por solventes orgânicos e extração por fluidos supercríticos (EDRIS, 2007; SILVEIRA et al., 2012).

Muitos óleos essenciais são descritos como produtos com grande potencial de uso terapêutico e farmacológico, além de serem empregados na indústria alimentícia e de perfumaria (ANDREI e COMUNE, 2005; MACHADO e FERNANDES JUNIOR, 2011). Possuem diversas propriedades biológicas como citotoxicidade, mutagenicidade nuclear, mutagenicidade citoplasmática, carcinogenicidade (BAKKALI et al., 2008), antiinflamatória (SIANI et al., 2000), antibacteriana, analgésica, antifúngica e inseticida, por estes motivos os óleos essenciais têm sido empregados em larga escala na área médica para a produção de agente farmacológicos, entre outros (ASBAHANI et al., 2015).

Apresentam composição química complexa, formada por monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides, sendo que os dois primeiro predominam na maioria dos óleos. Esta composição pode variar quando ocorre a influência de fatores bióticos ou abióticos, como a presença de patógenos, temperatura, umidade relativa, entre outros. Logo, acredita-se que estas variações representam vantagens adaptativas no ambiente em que as plantas habitam (SIMÕES e SPITZER, 2007; MIRANDA et al., 2016). A Figura 1 ilustra de forma sucinta os fatores que afetam na composição química dos óleos essenciais.

Figura 1. Fatores que afetam a composição química dos óleos essenciais.



Fonte: GOBBO-NETO E LOPES (2007)

3.2 TERPENOS

O termo terpeno deriva da palavra turpentina (*Balsamun terebinthinae*). A terebintina, conhecida como “resina do pinheiro”, é o balsamo de odor agradável que flui ao cortar ou entalhar a casca ou a madeira nova de várias espécies de pinheiro. A terebintina contém ácidos resínicos e alguns hidrocarbonetos que foram originalmente chamados de terpenos (BREITMAIER, 2006).

Os terpenos constituem a mais diversa classe de produtos naturais e despertam grande interesse, uma vez que estão presentes na maioria dos organismos, onde realizam uma variedade de funções que vão desde as estruturais (colesterol em membranas celulares) até as funcionais como os carotenoides na fotossíntese (OLDFIELD e LIN, 2013).

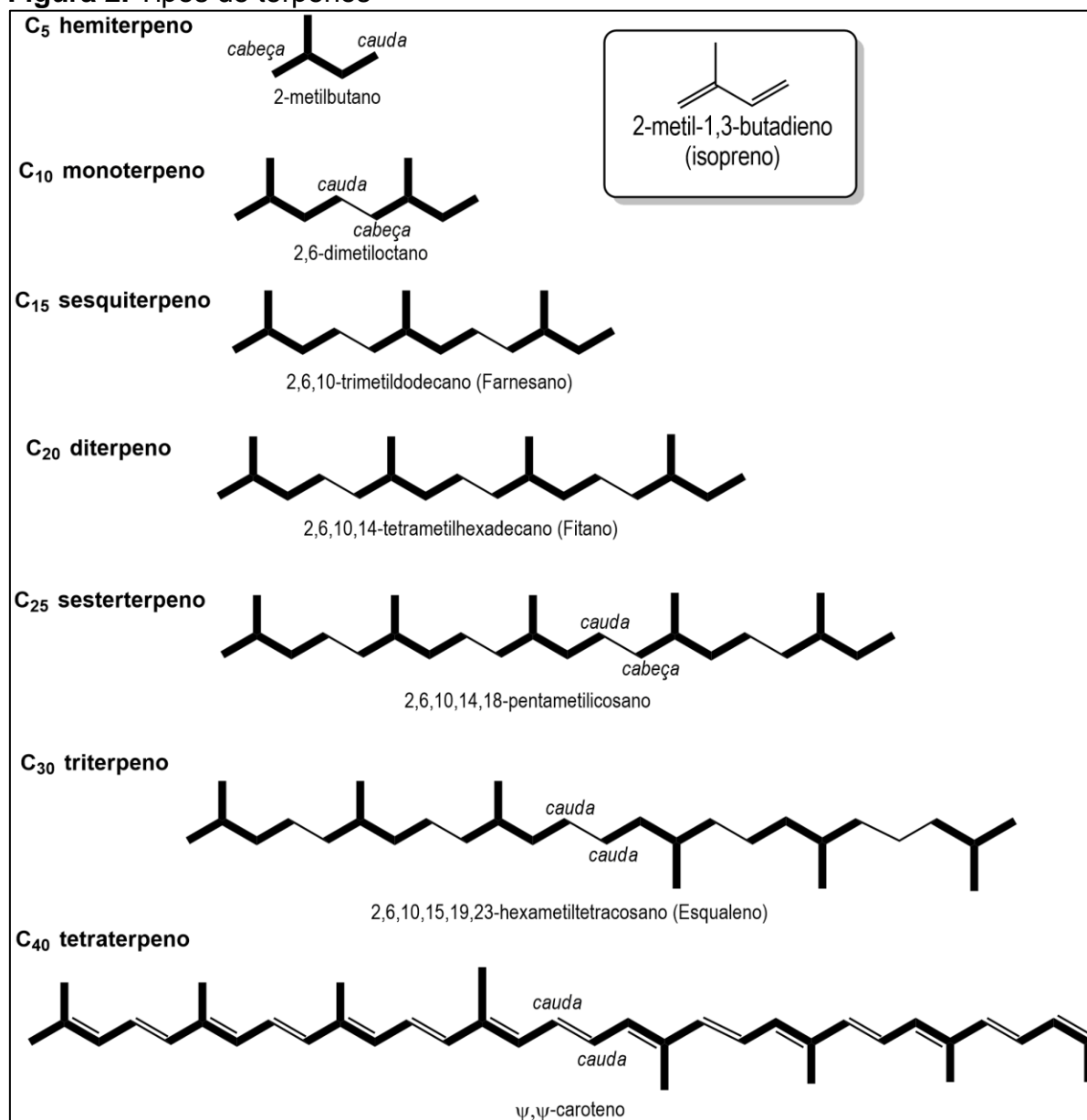
O bloco básico de construção das moléculas dos terpenos é o isopreno. As unidades isoprênicas acoplam-se seguindo a formação cabeça-cauda, porém este acoplamento não é uma regra fixa, pois há exceções a exemplo dos tetraterpenos que cujo acoplamento segue a regra calda-calda (BREITMAIER, 2006). Em geral, os

terpenos são classificados de acordo com o número de unidades isoprênicas contidas em sua cadeia (ZHANG et al., 2011).

Conforme é mostrado na Figura 2, o tipo mais simples são os hemiterpenos, constituídos de cinco carbonos, ou seja, uma unidade isoprênica. Os monoterpenos são formados por duas unidades isoprênicas e podem ser encontrados em sua forma acíclica, monocíclica ou bicíclica. Os sesquiterpenos possuem estrutura composta por 15 carbonos em, sendo assim possuem três unidades isoprênicas. Existem ainda os diterpenos (20 carbonos, 4 unidades isoprênicas), triterpenos (30 carbonos, 6 unidades isoprênicas) e os tetraterpenos ou carotenoides (40 carbonos, 8 unidades isoprênicas). Além destes, existem mais 40 tipos de esqueletos terpênicos (ZHANG et al., 2011).

Para conhecer melhor a formação dos terpenos, desde a formação do isopreno até a formação dos terpenos mais complexos, faz-se necessário conhecer a biossíntese destes compostos.

Figura 2. Tipos de terpenos



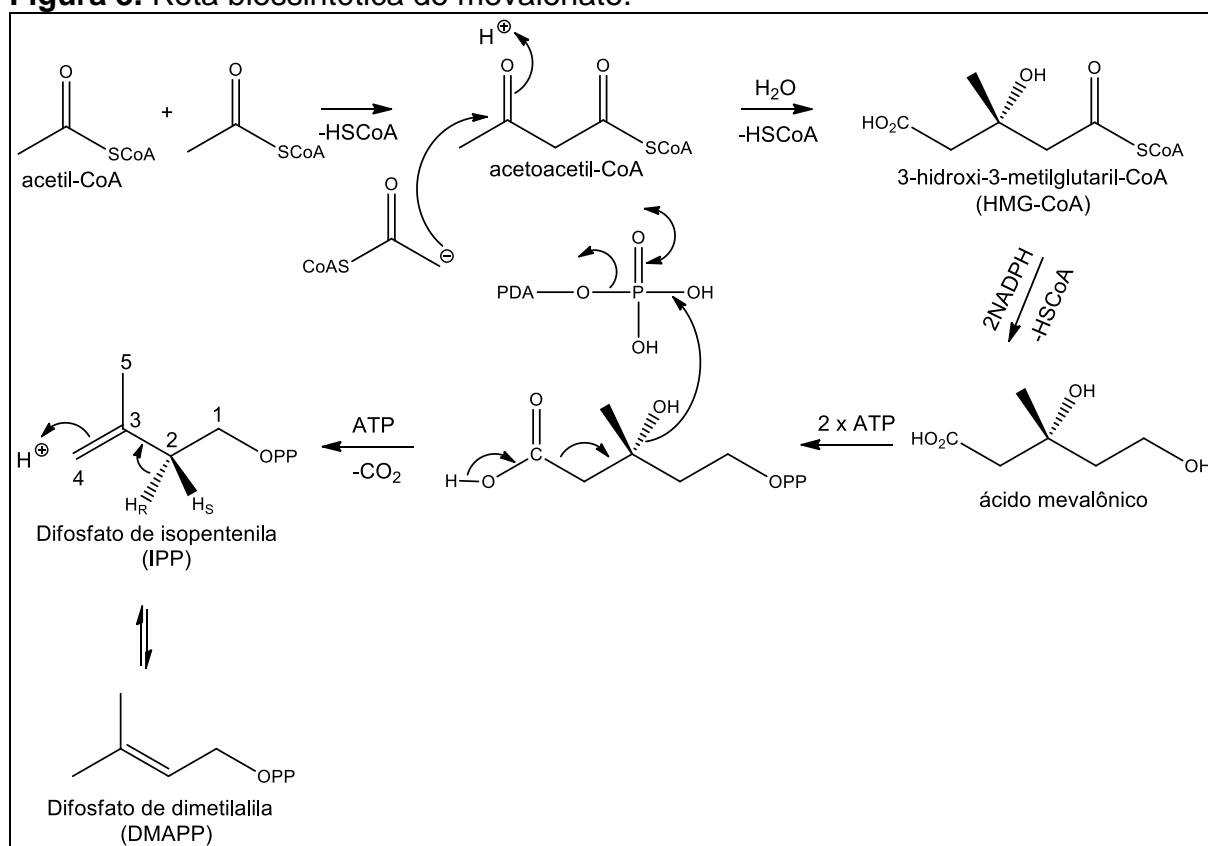
Fonte: BREITMAIER et al., (2006) Adaptado.

3.3 BIOSÍNTESE DE TERPENOS

Apesar de referenciado como bloco fundamental de formação dos terpenos, o isopreno não está envolvido na formação destes compostos. As unidades bioquimicamente ativas do isopreno foram posteriormente identificadas como ésteres difosfato de dimetilalila (DMAPP) e difosfato de isopentila (IPP). Estas duas unidades derivam de vias biossintéticas distintas: A via do ácido mevalônico (MVA) e a via do fosfato de metileritritol (MEP), estima-se que esta última é amplamente mais usada na natureza do que a via do mevalonato (DEWICK, 2009).

Na formação do ácido mevalônico, de acordo com o exposto na Figura 3, são utilizadas inicialmente três moléculas de Acetil-coenzima A, as duas primeiras combinam-se através de uma condensação de Claisen e a terceira é incorporada por meio de uma adição aldólica, formando, assim, o 3-hidroxi-3-metilglutaril-CoA (HMG-CoA). A molécula de HMG-CoA sofre redução a partir da ação da enzima HMG-CoA redutase e é hidrolisada originando o ácido mevalônico (DEWICK, 2009; BUHAESCU e IZZEDINE, 2007). A transformação do ácido mevalônico em difosfato de isopentila (IPP) envolve a fosforilação dos grupos hidroxila e a descarboxilação seguida da eliminação do grupo fosfato. Uma isomerase produz DMAPP a partir de algumas moléculas de IPP por meio da remoção de um próton pro-R ou próton H_R de C-2 (DEWICK, 2009; HUNTER, 2007).

Figura 3. Rota biossintética do mevalonato.

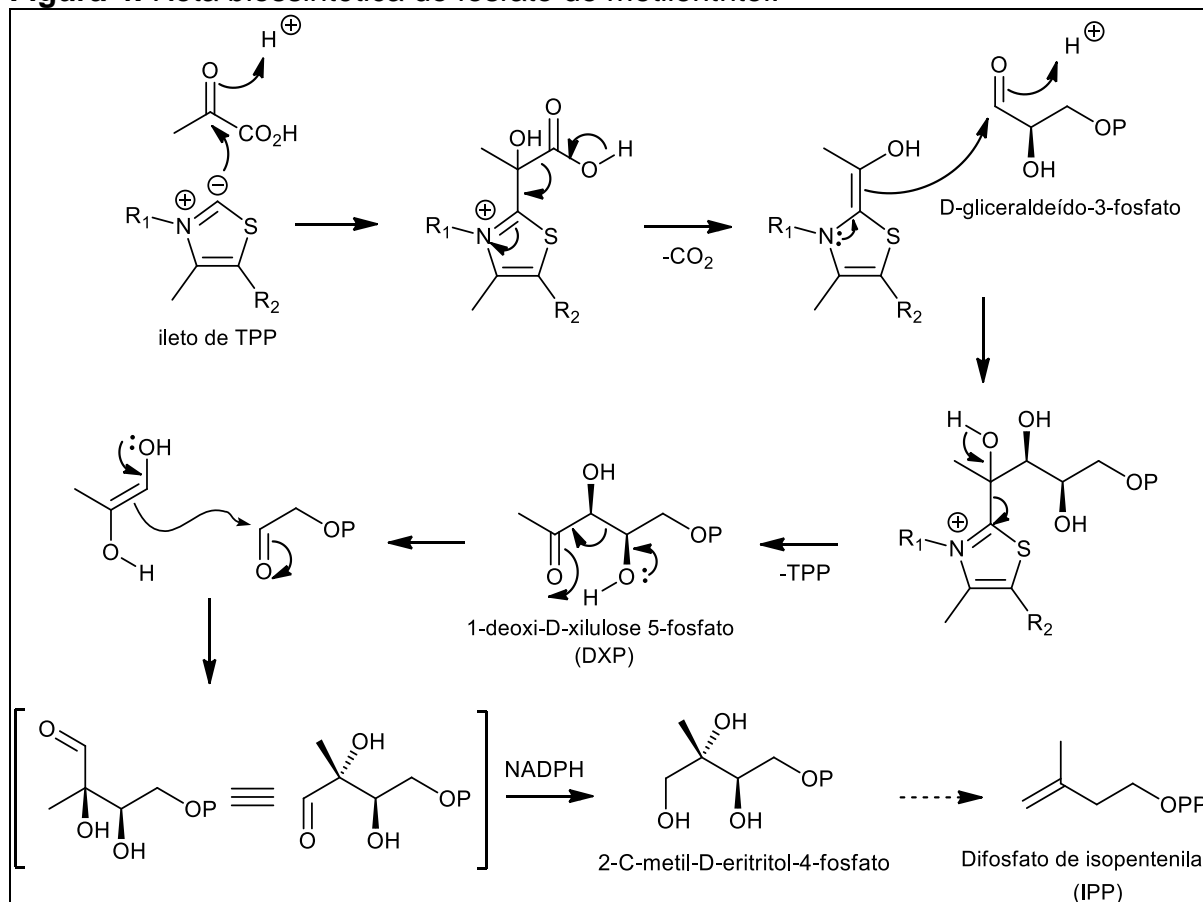


Fonte: DEWICK, 2009 (adaptado)

Durante muito tempo atribuiu-se à via do ácido mevalônico a exclusividade na biossíntese de IPP e DMAPP, entretanto, foi descoberta a chamada via do não-mevalonato ou via do fosfato de metileritritol (MEP). Esta via envolve o ácido pirúvico e o D-gliceraldeído em um processo mediado pelo difosfato de tiamina para a

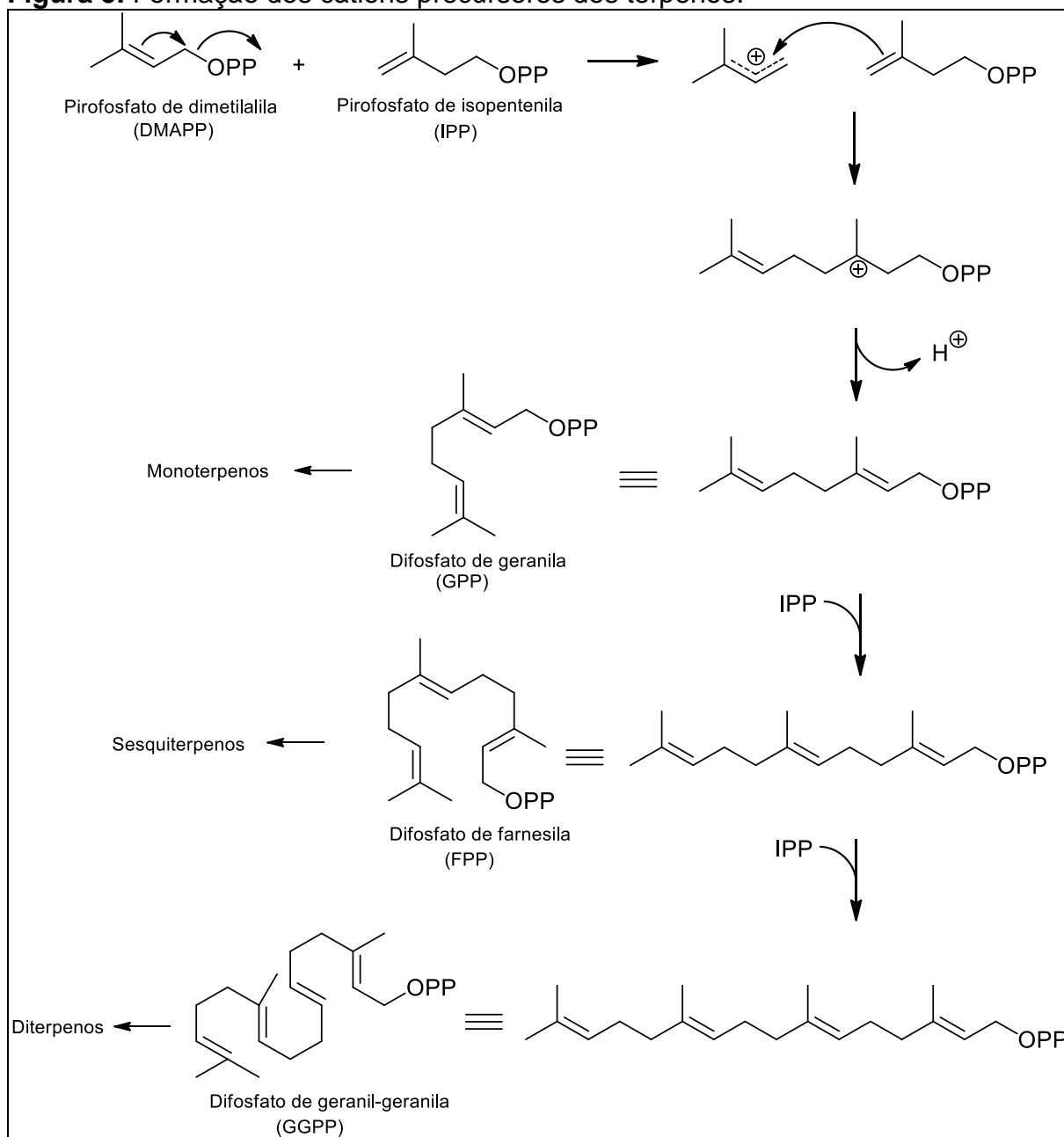
produção do 1-Desoxi-D-xilulose-5-fosfato (DXP). DXP é transformado em 2-C-metil-D-eritritol-4-fosfato através de uma reação aldólica reversa seguida de reação aldólica, juntamente com uma redução. As etapas de formação do IPP e do DMAPP nesta via biossintética ainda não são bem esclarecidas (DEWICK, 2009; HUNTER, 2007). A rota biossintética do fosfato de metileritritol é mostrada na Figura 4.

Figura 4. Rota biossintética do fosfato de metileritritol.



Fonte: DEWICK, 2009. (Adaptado)

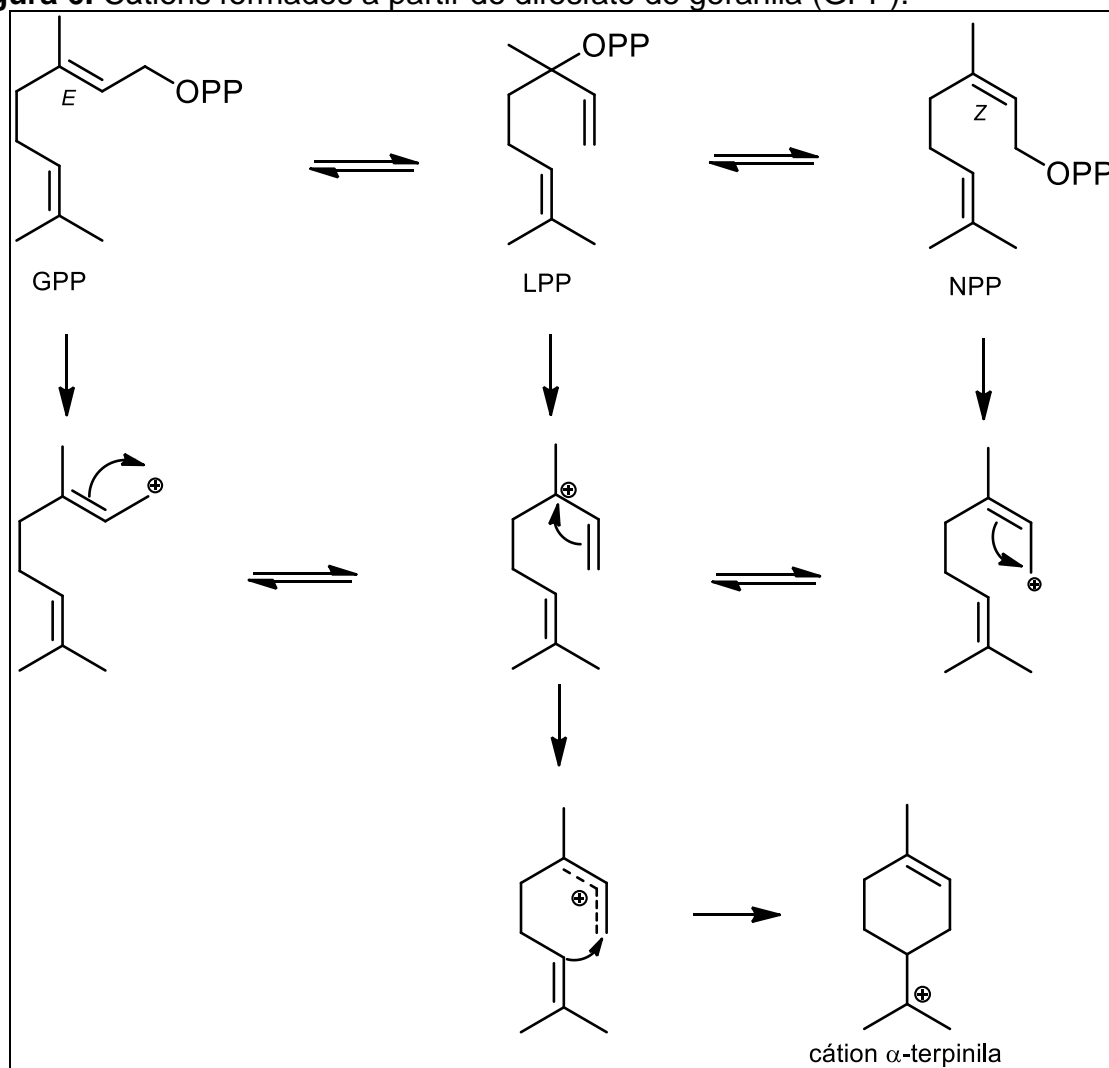
A união entre as cadeias de DMAPP e IPP é promovida pela ação catalítica das preniltransferases (isoprenil difosfato sintases) para formar os prenil difosfatos que são precursores centrais de todos os terpenoides. A primeira reação catalisada é a condensação cabeça-calda do IPP com DMAPP para formar um difosfato alílico chamado difosfato de geranila (GPP) que atua como precursor dos monoterpêneos. A condensação de GPP com outras unidades de IPP levam à formação de difosfato de farnesila (C15), difosfato de geranilgeranila (C20) e difosfato de geranilfarnesila (C25), precursores dos sesquiterpenos, diterpenos e sesterterpenos, respectivamente, conforme é mostrado na Figura 5 (THOLL, 2015).

Figura 5. Formação dos cátions precursores dos terpenos.

Fonte: DAVIS e CROTEAU, 2000 (Adaptado).

O difosfato de geranila (GPP) pode sofrer ionização e subsequente ataque do grupo fosfato ou uma mudança na estereoquímica da ligação dupla gerando seus isômeros difosfato de linalila (LPP) e difosfato de nerila (NPP). Juntos, esses cátions podem dar origem a uma série de monoterpenos lineares encontrados em óleos essenciais (DEWICK, 2009). A formação dos cátions a partir do GPP bem como a formação do cátion α -terpinila são ilustrados na Figura 6.

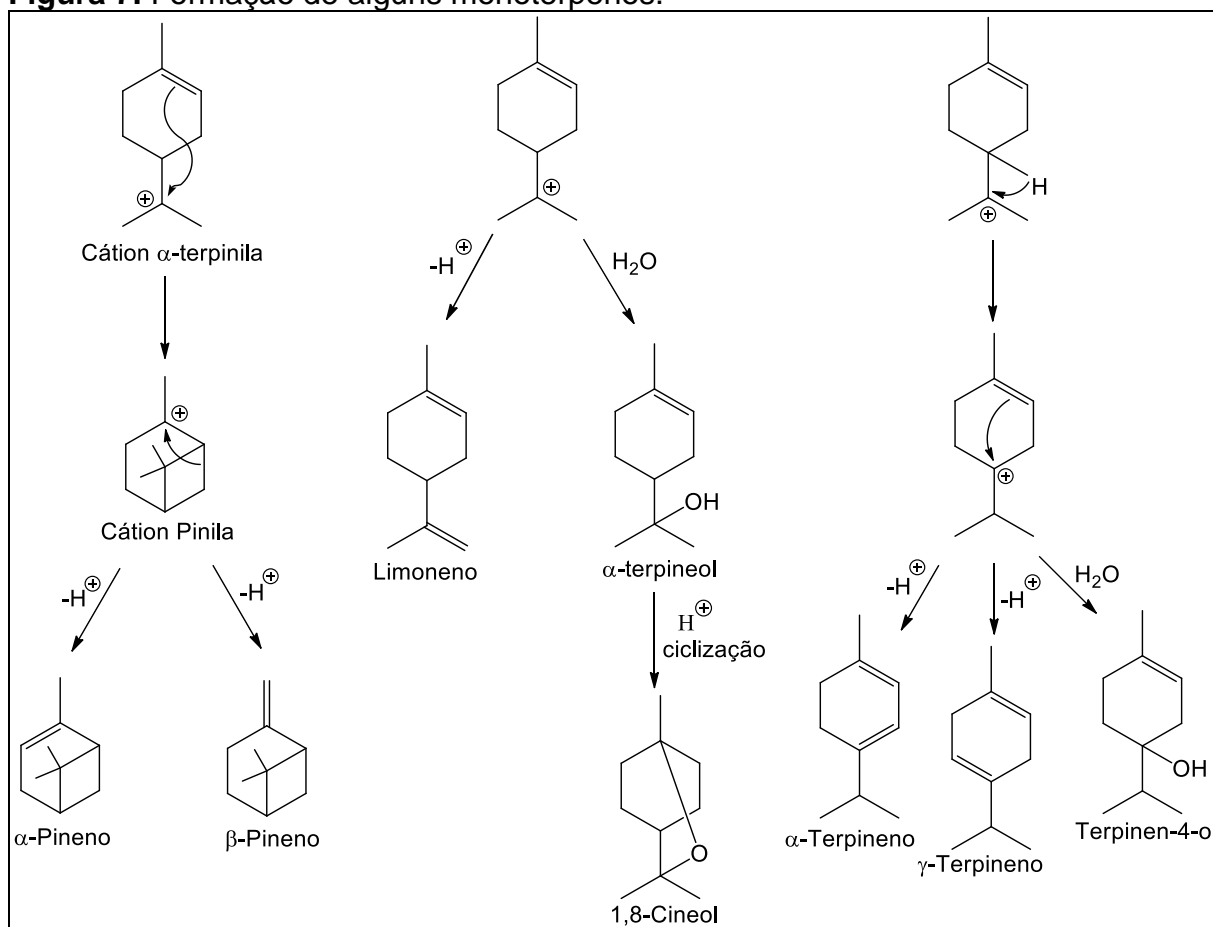
Figura 6. Cátions formados a partir do difosfato de geranila (GPP).



Fonte: DEWICK, 2009. (Adaptado)

A partir do cátion α -terpinila originam-se diversos outros cátions a exemplo dos cátions pinila, bornila, fenchila e isocanfila, que são cátions monocíclicos e bicíclicos que se originam de reações de ciclicização do cátion α -terpinila. O cátion pinila pode perder prótons em diferentes posições gerando duplas ligações cíclicas ou exocíclicas e dessa forma gera os isômeros α - e β -pineno. Outras reações que podem ocorrer com o cátion α -terpinila são a hidratação gerando α -terpineol ou a perda de um próton originando, neste caso, o limoneno. Pode ocorrer a heterociclicização do α -terpineol gerando o 1,8-cineol. Além disso, pode ocorrer um deslocamento de hidreto convertendo o cátion α -terpinila em cátion terpenen-4-ila, a partir deste formam-se α -, γ -terpineno e o terpenen-4-ol (DEWICK, 2009). A formação de alguns monoterpenos é mostrada na Figura 7.

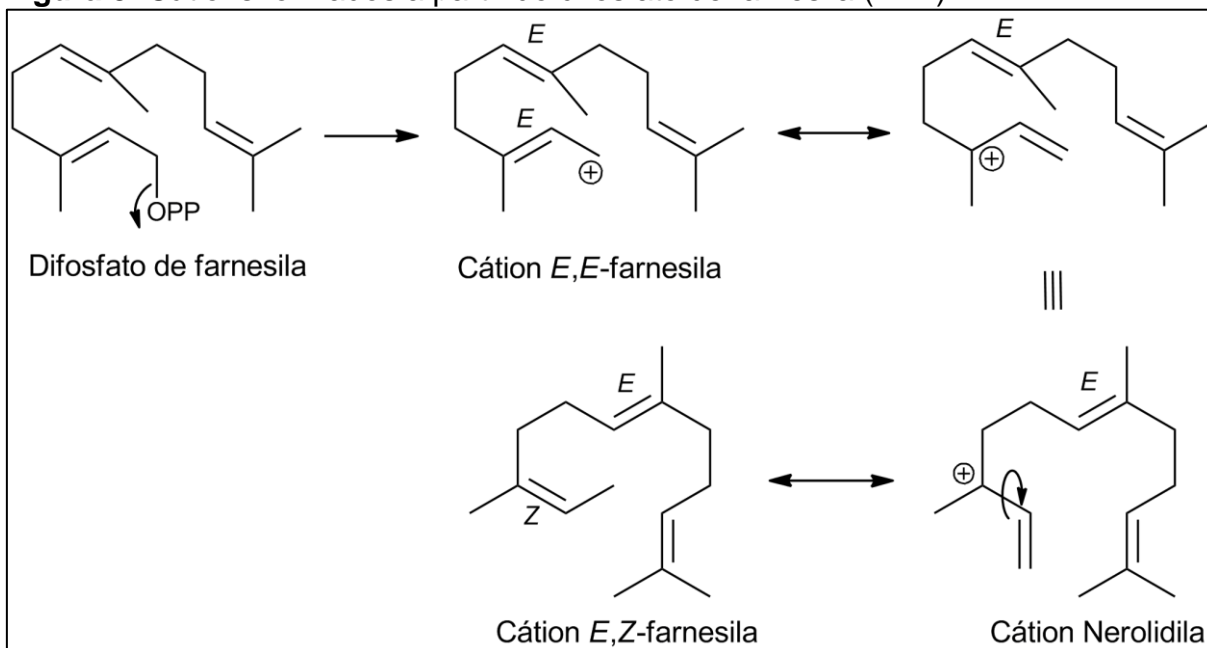
Figura 7. Formação de alguns monoterpênos.



Fonte: DEWICK, 2009. (Adaptado)

Por mecanismos similares aos que ocorrem com o GPP, FPP pode originar diversos cátions que por sua vez, através de ciclizações, dão origem às mais variadas estruturas de sesquiterpenos encontradas na natureza (DEWICK, 2009). A formação de alguns cátions são mostradas na Figura 8.

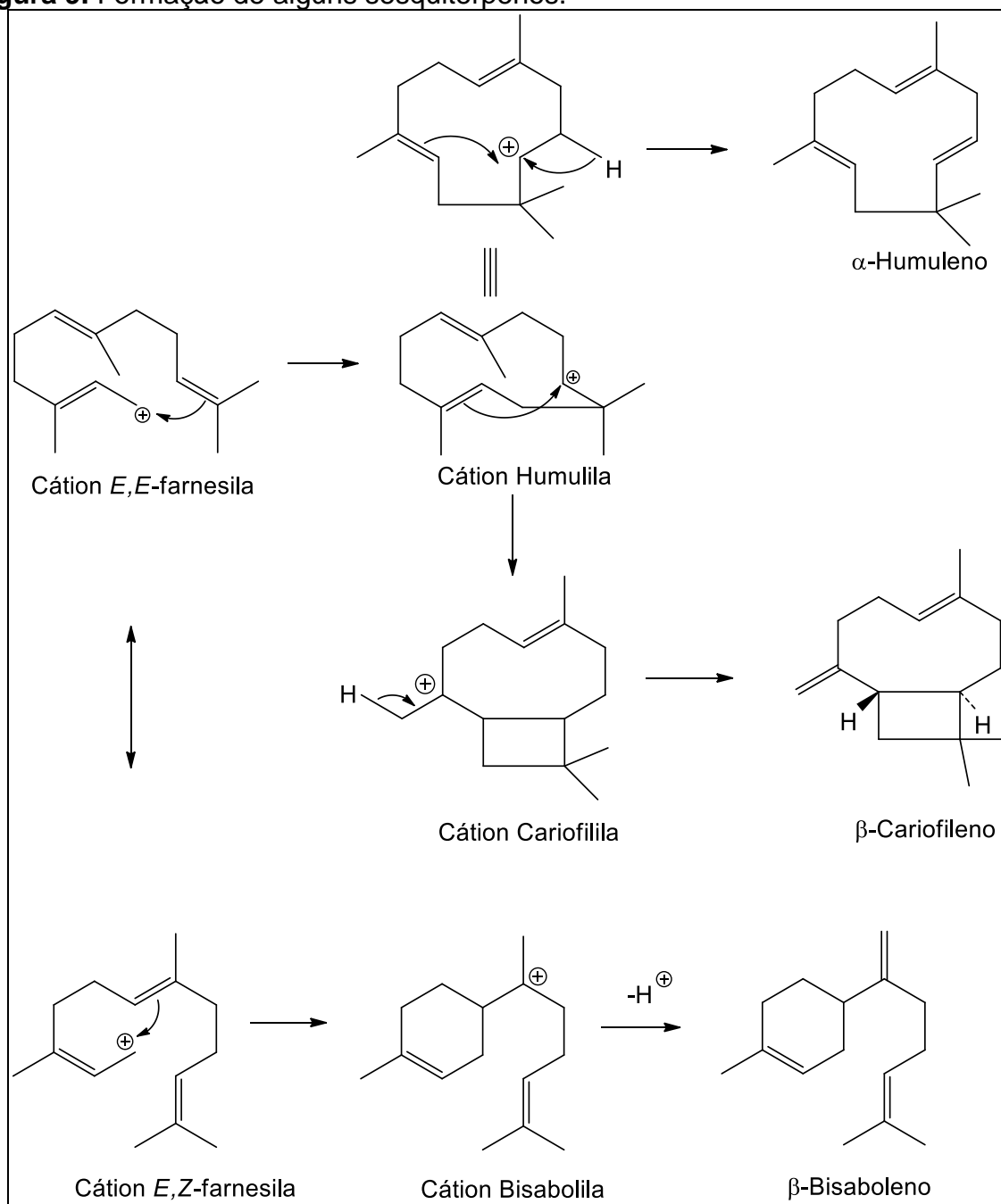
Figura 8. Cátions formados a partir do difosfato de farnesila (FPP).



Fonte: DEWICK, 2009. (Adaptado)

A ciclização do cátion *E,E*-farnesila quando associada a desprotonação do C-9 origina α -humuleno. Quando essa desprotonação ocorre simultaneamente à formação de uma ligação adicional entre C2-C10, além da desprotonação de C15 forma-se o β -cariofileno (BARROS et al., 2009). A formação do β -bisaboleno se dá a partir da desprotonação do cátion bisabolila (DAVIS e CROTEAU, 2000). O mecanismo de formação destes sesquiterpenos é mostrado na Figura 9.

Figura 9. Formação de alguns sesquiterpenos.

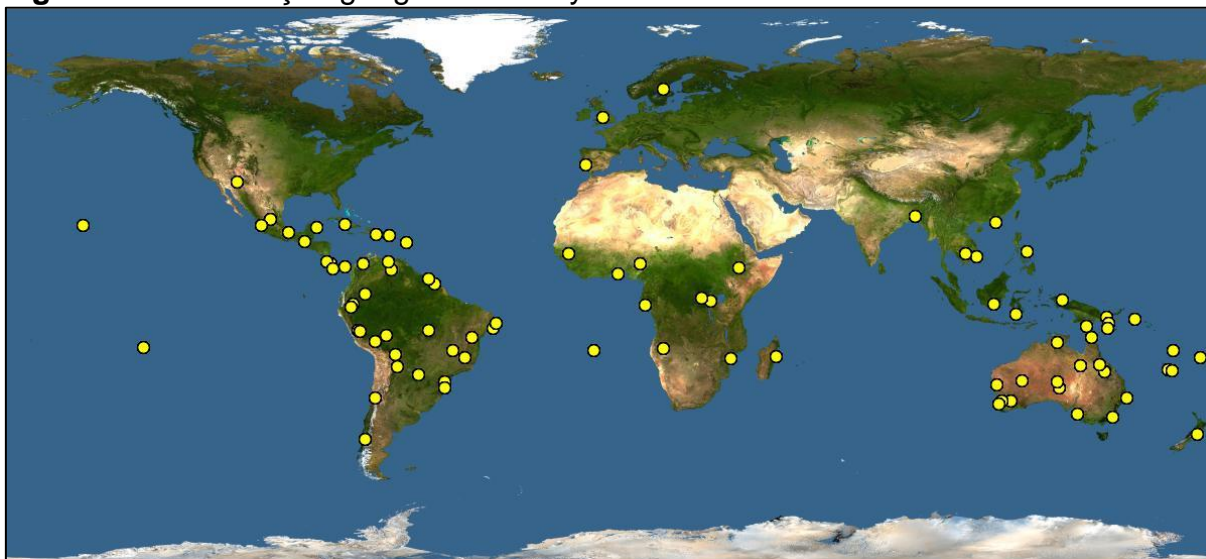


Fonte: DEWICK, 2009. (Adaptado)

3.4 FAMÍLIA MYRTACEAE

A família Myrtaceae está distribuída nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (SOUZA e LORENZI, 2008) e apresenta cerca de 130 gêneros e 5760 espécies arbóreas e arbustivas (GOVAERTS et al., 2015) como pode ser visto na (Figura 10). No Brasil são encontrados 23 gêneros, os quais abrangem cerca de 1030 espécies (SOBRAL et al., 2015).

Figura 10. Distribuição geográfica de Myrtaceae no mundo



Fonte: DISCOVERLIFE (2018)

Myrtaceae é muito conhecida pelo grande potencial de suas espécies, pois várias são usadas na medicina popular, como agentes antimicrobianos, antioxidantes, purificadores, antirreumáticos e anti-inflamatórios, e no tratamento de distúrbios gastrointestinais, para diminuir o colesterol no sangue e para o controle de diabetes (CRUZ e KAPLAN, 2004). Além do uso medicinal, diversas espécies são exploradas para fins comerciais como algumas espécies de eucalipto (*Eucalyptus* spp.), o cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e a goiabeira (*Psidium guajava*) (CASCAES et al., 2015; FRANZON et al., 2009).

Os gêneros considerados mais importantes da família Myrtaceae são *Eucalyptus*, *Melaleuca*, *Eugenia* e *Psidium*. O gênero *Psidium* apresenta inúmeras espécies produtoras de frutos comestíveis e de madeira, e também aquelas utilizadas para fins ornamentais, com grande potencial para exploração comercial (Bezerra et al., 2016a; Siani et al., 2000).

3.5 GÊNERO *Psidium*

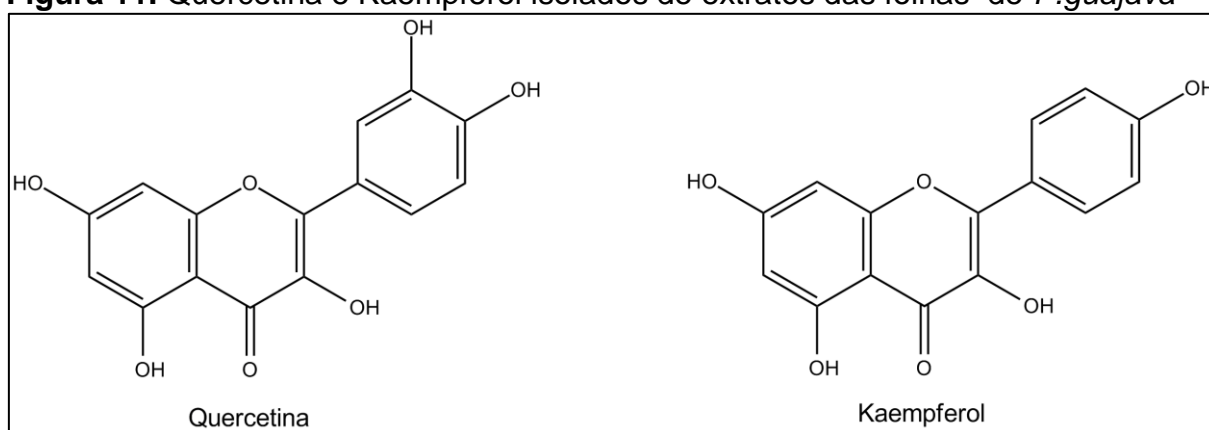
O gênero *Psidium* é originário das regiões Neotropicais do planeta, sendo encontrado com maior diversidade na mata Atlântica e regiões adjacentes (LANDRUM, 2017; SOARES-SILVA e PROENÇA, 2008). Espécies de *Psidium*

ocorrem em muitos locais de constante estresse abiótico, inclusive sob condições adversas de fornecimento de água e temperaturas extremas. A capacidade de adaptar-se a condições adversas confere aos seus indivíduos a possibilidade de sintetizar altas taxas de metabólitos secundários, além de propriedades funcionais de interesse (MEDINA et al., 2011).

Psidium é considerado um dos mais importantes gêneros da família Myrtaceae, abrange aproximadamente 92 espécies. Entre as espécies, destaca-se a *Psidium guajava* popularmente conhecida como goiabeira, a qual desperta interesse econômico utilizados na fabricação de doces e sucos (FRANZON et al., 2009). Atualmente, as espécies mais exploradas comercialmente em razão da produção de frutos comestíveis são o *Psidium cattleianum* (araçá) e *Psidium guineense* (araçá-comum), que produzem frutos com diversas aplicações industriais (BEZERRA et al., 2016a; FRANZON et al., 2009).

Plantas deste gênero despertam crescente interesse pelo fato de produzirem substâncias bioativas com grande potencial farmacológico. Podemos citar como exemplo os flavonoides quercetina e o kaempferol (Figura 11), isolados do extrato de *Psidium guajava*, e possuem elevada atividade citotóxica quando atuam em combinação (BATUBARA, SUPARTO e WULANDARI, 2017).

Figura 11. Quercetina e Kaempferol isolados de extratos das folhas de *P. guajava*



Fonte: BATUBARA, SUPARTO E WULANDARI, 2017.

Além disso, a morina, morin-3-O-lixosídeo, morin-3-O-arabinosídeo, Quercetin-3-O-arabinosídeo presentes nas folhas de *P. guajava* possuem atividade bactericida sobre patógenos de peixes. Desta forma, tais flavonoides representam agentes preventivos contra doenças causadas por microorganismos, em criações destinadas

ao consumo humano (RATTANACHAIKUNSOPON e PHUMKHACHORN, 2007). As folhas de *P. guajava* possuem também elevado conteúdo de saponinas e alcaloides que foram isolados de seus extratos etanólicos (OJEZELE e SHADRACH, 2013). *P. cattleianum* apresentou nas folhas os flavonoides reinoutrina, guajavarina, quercetina, morina, mireticina luteonina e kaempferol que são reportados como potentes antioxidantes (HO et al., 2012).

O gênero *Psidium* possui, ainda, várias espécies produtoras de óleos essenciais que podem ser extraídos de vários órgãos da planta (FRANZON et al., 2009). Alguns compostos identificados em alto teor são listados na Tabela 1, tais substâncias apresentam inúmeras atividades biológicas indicando potencial uso terapêutico.

Tabela 1. Compostos majoritários e atividades biológicas dos óleos essenciais de *Psidium*.

Espécie	Orgão e local de coleta	Compostos majoritários	Atividades biológicas	Referência
<i>Psidium guajava</i>	Fohas (HD) Alshargia, Omã	Z-cariofileno (33,54%) viridifloreno (13,0%) Farneseno (11,65%), d-limoneno (9,85%)	Antimicrobiana testada em bactérias gram-positivas <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Streptococcus aureus</i> , pelo método da difusão em disco com inibição variando entre 6 e 32 mm; o padrão ciprofloxacina apresentou inibição entre 13 e 32 mm	Weli et al., 2018.
<i>Psidium Cattleianum</i>	Folhas (HD) Pelotas, RS, Brasil	Óxido de cariofileno (18,16%), isocariofileno (59,62%), α -cariofileno (6,42%)	Antifúngica testada em 5 diferentes microorganismos (<i>Candida albicans</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida guilhermondii</i> , <i>Candida lipolytica</i> , e <i>Trichosporon asahii</i>) (MIC, 41,67 – 166, 70 μ g/mL)	Castro et al., 2015.
<i>Psidium laruotteanum</i>	Folhas (HD) Brasília, DF, Brasil	α -pineno (9,6-13,4%), ρ -cimeno (19,4-34,8%), 1,8-cineol (6,9-19,2%), Terpinen-4-ol (6,0-14,0%), Limoneno (7,9-10,2%), γ - Terpineno (6,9-14,0%)	-	Medeiros et al., 2018a.
<i>Psidium guineense</i>	Folhas (HD) Dourados, MS, Brasil	Espatuleno (80,71%)	Antimicrobiana contra <i>Mycobacterium tuberculosis</i> virulent tipo (H37Rv) avaliada pelo método de REMA, MIC (126,4 μ g/mL), antioxidante, métodos empregados DPPH (IC ₅₀ =63,8 μ g/mL) e ABTS (IC ₅₀ =780,13 μ g/mL).	Nascimento et al., 2017.
<i>Psidium myrsinites</i>	Folhas e flores (DES) Brasília, DF, Brasil	Óxido de cariofileno (26,1%), Epóxido de humuleno II (8,8%), β -cariofileno (7,4%)	-	Medeiros et al., 2015b.
<i>Psidium caudatum</i>	Folhas (HD) Pamplona, Colômbia	terpinen-4-ol (47,72%), γ -terpineno (11,58%), α -terpineno (6,7%)	-	Yanez et al., 2002

Tabela 2. Continuação

Espécie	Orgão e local de coleta	Compostos majoritários	Atividades biológicas	Referência
<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	Frutos (HD) Havana, Cuba	β -cariofileno (35,81%), α -terpineol (18,28%), α -pineno (15,61%), α -selineno (13,84%), β -selineno (11,21%), α -copaeno (10,69%), 4,11-selinadieno (10,78%), α -cadineno (11%), etil hexanoato (7,49%).	-	Pino, Marbot e Vazquez, 2002
<i>Psidium salutare</i>	Folhas (HD) Pinar Del Rio, Cuba	Óxido de cariofileno (39,8%), ar-tumerona (17,3%), β -gurjuneno (6,7%), β -selineno (6,0%)	-	Pino et al., 2003
<i>Psidium widgrenianum</i>	Folhas (HD) Rio de Janeiro, Brasil	β -cariolineno (21%), α -pineno (14%), 1,8-cineol (8,4%), β -eudesmol (8,5%) α -eudesmol (6,8%), γ -eudesmol (8,2%).	Antiinflamatória inibiu os neutrófilos e eosinófilos acumulados pela pleurisia induzida por LPS.	Henriques et al., 2006.

HD: Hidrodestilação; DES: Destilação e extração simultânea

Fonte: O autor

3.6 ESPÉCIES DE *Psidium* COM OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA PARAENSE

Psidium guineense Sw. (Figura 12A) é conhecida popularmente como araçá-comum, araçá-azedo ou araçá-do-campo ou simplesmente araçá. É uma espécie nativa da América do Sul e distribui-se do norte da Argentina até o Brasil, podendo ser encontrada também no sul do México (CALDEIRA et al., 2004; FRANZON et al., 2009; RODRIGUES et al., 2014). Os frutos desta espécie (Figura 12B) podem ser consumidos *in natura* ou como doces, sorvetes, bebidas (DAMIANI et al., 2012). Na medicina popular, é utilizada no tratamento de infecções intestinais, genitourinárias (FERNANDES et al., 2012), como hipotensiva, vasodilatadora e para a prevenção de câncer (BAILÃO et al., 2015; SILVA JÚNIOR, MEDEIROS e SILVA, 2017). O extrato de suas folhas é rico em taninos com atividade antimicrobiana (RODRIGUES et al., 2014) e a polpa de seus frutos possui características antioxidantes (SCHIASSI et al., 2018, GORDON et al., 2011).

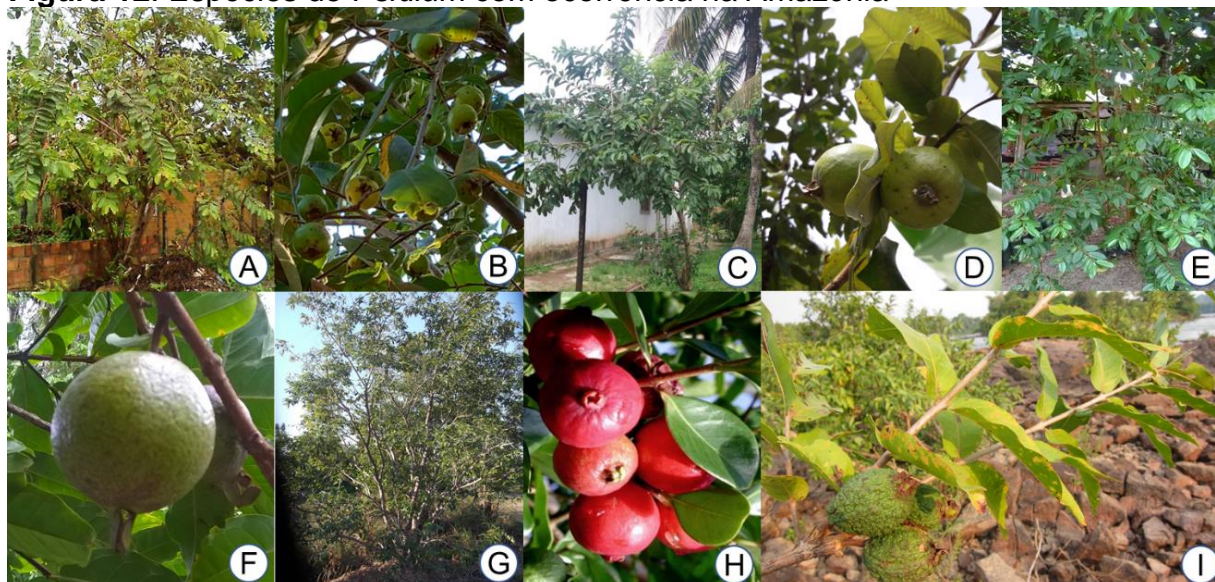
Psidium guajava L. (Figura 12C) é nativa das regiões tropicais e pode ser encontrado do sul do México ao norte da América do Sul, popularmente conhecida como goiabeira. É uma espécie cultivada em muitos países, fato que permite sua produção em larga escala em climas tropicais e subtropicais (DÍAZ-DE-CERIO et al., 2017). Seus frutos (Figura 12D) podem ser consumidos *in natura* ou na forma de doces, sorvetes e sucos, deste modo, esta espécie possui alto valor comercial (FRANZON et al., 2009). Além do uso econômico, *P. guajava* possui ampla gama de aplicações na etnomedicina, com destaque para preparações usadas como antidiarreicos, antirreumáticos e hipoglicemiantes (DÍAZ-DE-CERIO et al., 2017). Os extratos aquosos e metanólicos das folhas de *P. guajava* possuem atividade espasmolítica, antioxidante, antimutagênica, hipoglicêmica, antimicrobiana, entre outras (METWALLY et al., 2011).

Psidium acutangulum D.C. (Figura 12E) é nativa da região amazônica, onde é popularmente conhecida como araçá-pêra. Os frutos (Figura 12F) têm despertado grande interesse de pesquisadores devido à elevada acidez, os quais podem ser consumidos na forma de sucos, sorvetes, refrescos ou geleias (FETTER et al., 2010). O extrato aquoso das folhas de *Psidium acutangulum* apresenta atividade anti-inflamatória Houel et al. (2015) e seus frutos alta atividade antioxidante e elevado teor de compostos fenólicos (FETTER et al., 2010).

Psidium cattleianum Sabine (Figura 12G), é vulgarmente conhecido como araçá, é uma espécie nativa do Brasil que pode ser encontrada de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul e no nordeste do Uruguai, além de ocorrências isoladas na região amazônica (FRANZON et al., 2009). Seus frutos (Figura 12H), são ricos em vitamina C com teor 3 a 4 vezes maior que o de frutas cítricas como laranja e limão (BIEGELMEYER et al., 2011). Além disso, quando incluídos na dieta, podem trazer efeitos benéficos como a redução dos riscos de aterosclerose, câncer, doenças cardiovasculares, diabetes, entre outros (PEREIRA et al., 2018). O extrato hidroalcoólico obtido a partir das folhas de *P. cattleianum* possui forte atividade analgésica (ALVARENGA et al., 2013), antimicrobiana, antioxidante e antiproliferativa, o que mostra o imenso potencial atribuído a esta espécie (MEDINA et al., 2011).

Psidium riparium Mart ex D.C. (Figura 12I), é popularmente conhecido como goiaba-da-praia ou araçá-da-mata (BEZERRA et al., 2006b), e ocorre geralmente em áreas de transição entre as matas da região centro-oeste e a floresta amazônica (BEZERRA et al., 2016a). Não foram encontrados estudos acerca dos usos medicinais ou atividades biológicas desta espécie.

Figura 12. Espécies de *Psidium* com ocorrência na Amazônia



A: *P. guineense* (visão geral); B: *P. guineense* (frutos); C: *P. guajava* (visão geral); D: *P. guajava* (frutos); E: *P. acutangulum* (visão geral); F: *P. acutangulum* (frutos); G: *P. acutangulum* (visão geral); H: *P. acutangulum* (frutos); I: *P. riparium* (frutos).

Fonte: O autor (Figuras A – G); HAI, 2016 (Figura H); HOYER (Figura I)

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 COLETA E PREPARO DO MATERIAL BOTÂNICO

Foram coletados um total de 14 espécimes sendo: 5 de *P. guineense* (PGN-1 a PGN-5), 5 de *P. guajava* (PGU-1 a PGU-5), 2 de *P. acutangulum* (PAC-1 e PAC-2), 1 de *P. cattleianum* (PCA-1) e 1 de *P. riparium* (PRI-1). As plantas foram coletadas em diferentes expedições científicas nos municípios de Curuçá, Belém, Monte Alegre e Santarém, localizadas no estado do Pará. O material vegetal foi separado para a preparação de exsicatas e extração do óleo essencial.

A preparação de exsicatas, registro, incorporação no herbário e identificação da espécie foram feitos segundo técnica tradicional em botânica: com base em material; prensagem, anotação de dados fenológicos, etnobotânicos, do ambiente, tipo de vegetação, coordenadas geográficas (GPS) e registro de fotografias. O registro e depósito das exsicatas foram realizados nos Herbários da Embrapa Amazônia Oriental (IAN), Museu Emílio Goeldi (MG) e Herbário de Santarém (HSTM). Os dados da coletas são mostrados na tabela 2.

Tabela 3. Espécies de *Psidium* coletadas no estado do Pará

Código	Espécie	Nº de registro	Coordenadas geográficas	Local
PGN-01	<i>P. guineense</i>	IAN-195396	0°72'65"S/47°84'7"W	Curuçá-PA
PGN-02		IAN-195397	0°43'40"S/47°50'58"W	Curuçá-PA
PGN-03		IAN-197141	0°72'67"S/47°85'13"W	Curuçá-PA
PGN-04		IAN-197142	0°72'57"S/47°84'84"W	Curuçá-PA
PGN-05		IAN-197143	0°72'57"S/47°84'72"W	Curuçá-PA
PGU-01	<i>P. guajava</i>	IAN-195393	1°26'42"S/48°46'75"W	Belém-PA
PGU-02		IAN-195395	0°72'9"S/47°85'1"W	Curuçá-PA
PGU-03		MG-235601	0°43'37"S 47°50'52"W	Curuçá-PA
PGU-04		MG-235602	0°43'35"S 47°50'47"W	Curuçá-PA
PGU-05		MG-235603	0°43'37"S 47°50'45"W	Curuçá-PA
PAC-01	<i>P. acutangulum</i>	IAN-195394	0°72'85"S/47°85'1"W	Curuçá-PA
PAC-02		MG-227356	1°26'14"S/48°26'30"W	Belém-PA
PCA-01	<i>P. cattleianum</i>	HSTM-006764	1°00'S/54°00'W	Monte-Alegre-PA
PRI-01	<i>P. riparium</i>	HSTM-006772	2°00'S/54°00'W	Santarém-PA

Fonte: O autor

4.2 PROCESSAMENTO DO MATERIAL BOTÂNICO E EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

As folhas foram separadas dos galhos, transferidas para bandejas e secas por ventilação constante em estufa (35°C) durante 48 horas. Após a secagem, o material foi moído em moinho de facas.

Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado acoplado a um sistema de refrigeração para manutenção da água de condensação entre 10-15 °C durante 3 horas de acordo com a metodologia descrita por Maia e Andrade (2009).

O teor de umidade residual das folhas foi determinado por um medidor de umidade GEHAKA, modelo IV 2500 por secagem com infravermelho. Após a extração, os óleos foram centrifugados durante 10 min a 3000 rpm, desidratados com Na₂SO₄ anidro e novamente centrifugados nas mesmas condições. Os óleos foram armazenados em ampolas de vidro âmbar, na ausência de oxigênio, conservados em ambiente refrigerado a 5 - 10 °C. Os rendimentos dos óleos essenciais foram calculados de acordo com a Equação 1.

$$R = \frac{Vo}{M - \left(\frac{M \times U}{100}\right)} \times 100\% \quad \text{Equação 1}$$

Onde R é o rendimento do óleo; Vo é o volume de óleo; M é a massa de folhas usada na extração; U é a umidade da folhas.

4.3 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição química dos óleos essenciais foi analisada por cromatografia de fase gasosa acoplada a espectrometria de massas nas condições utilizando as condições descritas na Tabela 3 (p. 32).

Tabela 4. Condições do CG/EM utilizado na análise da composição química

Equipamento	Shimadzu QP 2010 ultra, auto-injetor: AOC-20i
Coluna	Coluna capilar de sílica Rtx-5MS (30 m x 0,25 mm; 0,25 µm de espessura do filme)
Temperatura da coluna	60°C a 240°C a 3°C/min
Temperatura do injetor	250 °C
Gás de arraste	Hélio
Velocidade de gás de arraste	32 cm/s (medida a 100 °c)
Tipo de injeção	Split 1:20 (solução de 2 µL de óleo em 500 µL de Hexano)
Volume de injeção	1 µL
Impacto eletrônico	70 eV
Temperatura da fonte íons	200 °C

Fonte: O autor

A identificação dos componentes foi baseada na comparação e interpretação dos seus espectros de massas e índices de retenção com aqueles existentes nas bibliotecas Adams (2006) e FFNSC 2 (MONDELLO, 2011). Os índices de retenção foram determinados de acordo com a Equação 2, descrita por Van Den Dool e Cratz (1963), que relaciona o tempo de retenção dos compostos ao tempo de retenção de uma série de hidrocarbonetos homólogos (C8-C40).

$$IR = \left(\frac{100}{T.R(HP) - T.R(HA)} \right) \times T.R(x) - T.R(HA) + IK(HA) \quad \text{Equação 2}$$

Onde,

T.R: Tempo de retenção;

HP: Hidrocarboneto que elui em tempo de retenção posterior ao da substância desconhecida;

HA: Hidrocarboneto que elui em tempo de retenção anterior ao da substância desconhecida;

IK: Índice de Kovats;

X: Substância desconhecida.

A quantificação dos compostos voláteis foi feita por cromatografia gasosa com detector de ionização em chamas (FID) em sistema Shimadzu QP 2010 nas mesmas condições que a CG/EM, exceto que hidrogênio foi utilizado como gás de arraste.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para as análises estatísticas foram aplicadas as técnicas de Análise Hierárquica de Agrupamento e Análise de componentes principais utilizando-se o software Minitab versão 18.1.

4.4.1 Análise Hierárquica de Agrupamento

A composição química dos óleos essenciais foi submetida a Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA, do inglês *Hierarchical Cluster Analysis*) levando em consideração todos os constituintes com percentuais iguais ou maiores que 6%. Foi utilizada ligação completa e distância Euclidiana. Os dados foram do autoescalados onde os autovalores foram centrados na média e divididos cada um pelo desvio padrão. Este procedimento foi adotado para que todas as variáveis (compostos químicos identificados) passam a ter a mesma importância, ou seja, o mesmo peso (CORREIA e FERREIRA, 2007).

4.4.2 Análise dos Componentes Principais

Para a análise dos Componentes Principais (PCA, do inglês *Principal Component Analysis*) os dados multivariados também foram autoescalados e agrupados de acordo com as similaridades encontradas. Os dados multivariados são projetados em dimensões menores, através de combinações lineares das variáveis originais, formando as Componentes Principais (PC). Para isto, a matriz de dados originais é aproximada para duas matrizes menores: as matrizes de escores e de pesos.

Desta forma, como resultados da PCA são obtidos gráficos bi ou tridimensionais de escores ou pesos, isto é, distribuição das amostras e importância das variáveis, respectivamente (SOUSA, BORGES NETO, et al., 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 RENDIMENTOS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

A Tabela 4 apresenta os rendimentos obtidos na extração dos óleos essenciais das folhas livres de umidade dos espécimes de *Psidium*.

Tabela 5. Rendimentos em óleos essenciais das espécies coletadas

Espécimes	Mês/ano de coleta	Massa usada na extração (g)	Rendimento em óleo (%)
PGN-1	Maio/2016	107,5	0,61
PGN-2	Novembro/2016	167,0	0,47
PGN-3	Fevereiro/2017	130,0	0,61
PGN-4	Março/2017	100,0	0,91
PGN-5	Abril/2017	175,0	0,44
PGU-1	Agosto/2016	35,0	0,62
PGU-2	Maio/2016	82,3	0,66
PGU-3	Novembro/2016	100,0	0,57
PGU-4	Maio/2017	135,0	0,57
PGU-5	Maio/2017	80,0	0,69
PAC-1	Maio/2016	46,3	0,48
PAC-2	Outubro/2016	122,9	0,36
PCA-1	Agosto/2014	870,0	1,45
PRI-1	Setembro/2014	153,0	0,51

Fonte: O autor

Os rendimentos dos óleos essenciais variaram de 0,36% a 1,45%. O maior rendimento foi obtido para espécime de *P. cattleianum* (PCA-1) coletada no município de Monte Alegre, oeste paraense. Enquanto o menor rendimento foi obtido no espécime de *P. acutangulum* (PAC-2) coletado em Belém.

O maior rendimento entre os espécimes de *P. guineense* foi de 0,91 (PGN-4) enquanto o menor foi de 0,44% (PGN-5), coletados em Curuçá. Já para os espécimes de *P. guajava*, o maior rendimento foi de 0,69 (PGU-5) e o menor foi de 0,57 (PGU-3 e PGU-4). Levando em consideração tais resultados, notou-se a variação intraespecífica nos rendimentos. Diferenças de rendimento na produção de OE decorrem da influência de diversos aspectos como por exemplo de fatores genéticos e ambientais. Além disso, devem ser considerados parâmetros do processamento

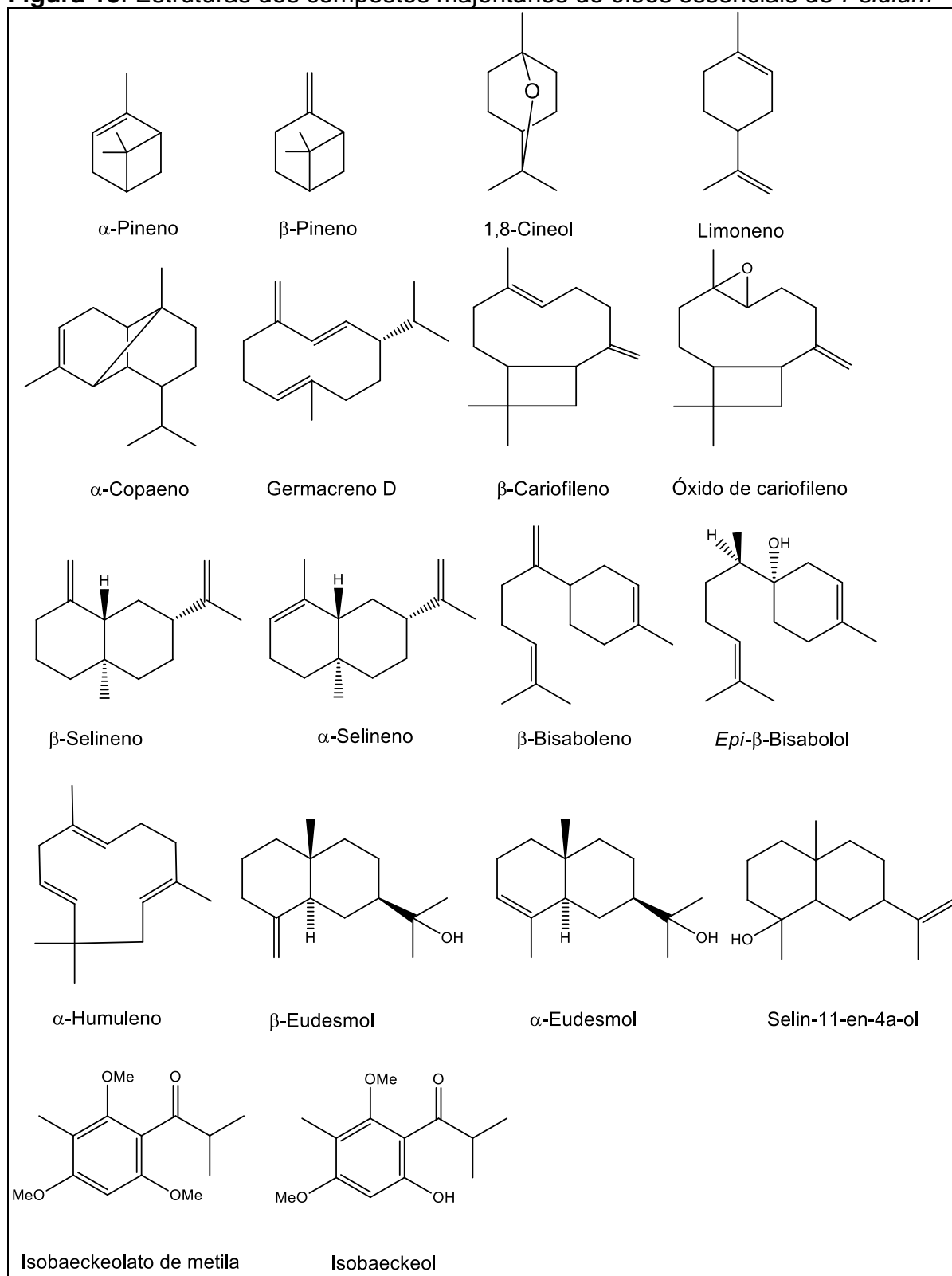
como a secagem e pulverização do material vegetal (COSTA, CARVALHO FILHO e DESCHAMPS, 2013).

Os rendimentos em óleo essencial observados nas espécies de *Psidium* foram semelhantes aos reportados na literatura. Um estudo anterior envolvendo 12 espécimes de *P. guineense* coletadas nos municípios de Curuçá, Monte alegre, Santarém e Ponta de Pedras, Pará, apresentou rendimentos variando de 0,1 a 0,9% (FIGUEIREDO et al., 2018). Para três espécimes de *P. guajava*, coletados na cidade de Lavras, MG, Brasil, os rendimentos variaram entre 0,09% e 0,11% (LIMA et al., 2010c). Tais resultados mostram que os rendimentos do presente estudo estão dentro da média obtida para essas espécies.

5.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

A identificação dos compostos feita por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas identificou, em média, 93,2% dos compostos presentes nos OEs dos espécimes estudados. Ao todo, foram identificados 236 compostos (ver apêndice F), sendo as principais classes mostrados nos apêndice A-E, os hidrocarbonetos Monoterpenos (0,0-77,8%), hidrocarbonetos sesquiterpenos (5,6-72,6%), sesquiterpenos oxigenados (5,2-40,7%), monoterpenos oxigenados (0,3-23,2%) e outros compostos que não pertencem às classes já citadas (0,8-19,2%).

Os compostos majoritários identificados foram os hidrocarboretos monoterpenos α -Pineno (0,1-34,0%), β -Pineno (0,1-20,7%), Limoneno (0,2-37,2%); o monoterpeno oxigenado 1,8-Cineol (0,1-21,7%); os sesquiterpenos hidrocarbonetos α -Selineno (0,3-7,3%), β -Selineno (0,5-8,5%) α -Copaeno (0,3-10,6%), β -Cariofileno (0,1-33,3%), α -Humuleno (0,4-8,5%), Germacreno D (11,0%), β -Bisaboleno (0,2-9,2%); e os sesquiterpenos oxigenados Óxido de cariofileno (1,0-21,1%), β -Eudesmol (0,1-7,8%), α -Eudesmol (0,1-7,81%), Selin-11-en-4- α -ol (4,2-9,6%), *epi*- β -Bisabolol (12,9-15,1%) e os compostos Isobaেকেol (17,9%) e Isobaেকেolato de metila (15,3%). As estruturas químicas dos compostos principais identificados ilustradas na Figura 13 e os compostos identificados com porcentagem acima de 6% estão listados na tabela 5. (p. 39).

Figura 13. Estruturas dos compostos majoritários do óleos essenciais de *Psidium*

Fonte: Nist Library (2015)

Os óleos essenciais de *P. guineense* mostraram-se ricos em α -Pineno (13,6-34,0%), Limoneno (3,7-37,2%), α -Copaeno (3,0-10,6%) e β -Cariofileno (0,8-9,3%).

Comparando estes resultados com a composição dos óleos essenciais da mesma espécie, um espécime coletado no Arizona, EUA, foram identificados β -Bisaboleno (13,2%), α -Pineno (12,9%) e Limoneno (5,1%) como principais compostos (TUCKER, MACIARELLO E LANDRUM, 1995). Além disso, espécimes coletados nos municípios de Curuçá, Santarém, Monte Alegre e Ponta de Pedras, estado do Pará, Brasil, também apresentaram α -pineno (0,1-35,5%) como principal componente, seguido por limoneno (3,7-37,2%) e α -copaeno (0,3-8,1%) (FIGUEIREDO et al., 2018). Entretanto, um espécime oriundo de Mato Grosso do Sul, Brasil, apresentou seu óleo essencial rico em espatulenol (80,7%) (NASCIMENTO et al., 2017). Neste sentido, é possível que ocorra a existência de variação significativa em óleos essenciais de diferentes tipos de araçá.

Nos óleos extraídos dos espécimes de *P. guajava*, o principal composto identificado foi Limoneno (0,3-28,8%), seguido de 1,8-Cineol (0,4-21,7%), β -Cariofileno (4,1-15,2%) e *epi*- β -Bisabolol (12,8-15,1%). A composição química destes espécimes é bem diferenciada em relação aos outros coletados em outras partes do mundo como um espécime de *P. guajava* coletado em Chenchou, Tunísia, apresentou Viridiflorol (36,4%) e β -Cariofileno (5,9%) como principais compostos (KHADHRI et al., 2014). De modo similar ao nosso trabalho, nove espécimes colhidos em diferentes regiões da China apresentaram óleos essenciais caracterizados pela presença de β -Cariofileno (17,2-31,4%), γ -Gurjuneno (9,2-15,2%) e τ -Cadinol (1,4-10,0%) em elevados teores (WANG et al., 2017). Entretanto, outra espécie oriunda de Katmandu, Nepal, apresentou OE rico em *E*-nerolidol (35,6%), seguido de β -Cariofileno (15,8%) e (2*Z*,6*E*)-Farnesol (6,7%) (SATYAL et al., 2015). O Limoneno (42,1%) foi o composto majoritário do óleo essencial de um espécime *P. guajava* coletado em Lagos, Nigéria (OGUNWANDE et al., 2003).

Os OE de *P. acutangulum* apresentaram elevados teores de β -Cariofileno (7,5-33,3%), Óxido de cariofileno (3,0-21,1%) e Germacreno D (11,0%). Estudos acerca dos óleos essenciais desta espécie são escassos na literatura, porém um espécime coletado em Boa Vista, Roraima reporta o OE rico em α -Pineno (14,8%), β -Pineno (10,1%) e 1,8-Cineol (12,9%) como principais compostos (DA SILVA, J. D. et al., 2003).

De maneira distinta das espécies anteriores, o óleo essencial de *P. cattleianum* apresentou Isobaেকেol (17,9%) como principal composto, sucedido por β -Cariofileno (13,3%) e α -Eudesmol (7,8%). Óleos essenciais de outros espécimes *P. cattleianum*

descritos na literatura apresentaram composição química distinta da obtida deste trabalho. Um exemplo disso é um espécime coletado no Paraná que apresentou como compostos primários α -Copaeno (22,0%), 1,8-cineol (15,1%) e δ -Cadineno (9,6%) (SCUR et al., 2016). Além disso, outro espécime de *P. cattleianum*, originário da Mata atlântica, Brasil, apresentou de α -Tujeno (25,2%), 1,8-Cineol (16,4%) e β -Cariofileno (10,2%) como compostos majoritários em seu óleo essencial (MARQUES et al, 2008). Um espécime coletado em KwaZulu-Natal, África do Sul, teve Óxido de cariofileno (29,6%) Óxido de aloaromadrendreno (6,8%) e 12-Oxabiciclo[9.1.0]dodeca-3,7-dieno (5,9%) como compostos majoritários (CHALANNAVAR et al., 2012). Tais resultados demonstram que há variação na composição química dos óleos essenciais desta espécie, ou seja, podem ocorrer diferentes quimiotipos entre indivíduos diferentes de *P. cattleianum*.

De modo semelhante aos espécimes de *P. guineense*, o óleo essencial de *P. riparium* apresentou-se rico em β -Pineno (20,71%), seguido por seu isômero α -Pineno (12,6%) e Isobaeckeolato de metila (15,3%). Há poucos estudos químicos sobre esta espécie e não foram encontrados trabalhos que descrevam aspectos químicos dos seus óleos essenciais.

β -Pineno (10,1%) juntamente com α -Pineno (14,8%) e 1,8-Cineol (12,9%) foi um dos principais compostos identificados nos óleo de *P. acutangulum* (SILVA et al., 2003). Além disso, um espécime de *P. friedrichsthalianum* coletado em Havana, Cuba, apresentou óleo essencial com β -Cariofileno (35,8%), α -Pineno (15,6%) e β -Selineno (13,8%) como principais compostos (PINO et al., 2002). Levando tais resultados em consideração, pode-se inferir que existe a possibilidade de ocorrer diferenças significantes na composição química de diferentes espécimes de *P. riparium*.

Tabela 6. Compostos identificados nos óleos essenciais de *Psidium* (>6%)

IR c	IR L	Composto	PGN-	PGN-	PGN-	PGN-	PGN-	PGU-	PGU-	PGU-	PGU-	PGU-	PAC-	PAC-	PCA-	PRI-
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	1	1
936	932	α -Pineno	30,2	22,5	17,7	13,4	34,0	0,0	0,2	0,1	0,7	0,0	8,4	2,8	1,3	12,6
978	974	β -Pineno	4,6	1,4	1,4	1,3	1,7	0,1	0,0		0,0		6,2	0,3	0,1	20,7
1029	1024	Limoneno	3,7	30,3	30,4	26,5	37,2	8,4	11,3	0,3	28,8		1,2	0,2	2,3	2,8
1031	1026F	1,8-Cineol	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	5,0	2,4	11,1	21,7			2,5	0,0
1382	1374	α -Copaeno	10,6	6,6	8,1	7,2	3,0	0,3	6,1	2,3	0,0	2,1	5,9	2,9	4,0	2,4
1422	1417	β -Cariofileno	9,3	2,1	0,1	0,1	0,8	8,9	15,2	7,9	4,1	7,5	7,5	33,3	13,3	3,3
1454	1452	α -Humuleno	1,4	0,4	0,3	0,5	0,1	3,3	2,8	1,2	8,5	1,4	1,1	4,0	1,4	0,6
1482	1482	Germacreno D														11,0
1488	1489	β -Selineno	1,2	0,8	1,0	3,8	0,5	8,5	5,9		2,8	0,6	1,8		1,5	
1504	1498	α -Selineno	1,0		0,9	3,7	0,3	7,3	5,4		2,3		1,3		1,6	
1510	1505	β -Bisaboleno						0,4	0,2	9,2	0,0	8,8	0,7		0,4	2,9
1583	1582	Óxido de cariofileno	2,3	1,0			0,6	4,9	4,8	1,4	4,2		21,1	3,0	6,8	3,4
1651	1649	β -Eudesmol			0,0	0,1			0,2						7,8	
1651	1652	α -Eudesmol									0,1				7,8	
1659	1658	Selin-11-en-4- α -ol				4,2		9,6	9,6							
1671	1670	<i>epi</i> - β -Bisabolol								15,1		12,8				
1765	1753	Isobaeckeol														17,9
1769	1777	Isobaeckelato de metila														15,3
Total identificado			92,8	94,5	95,7	95,5	96,9	84,6	90,5	94,5	82,3	97,7	90,0	92,7	96,3	95,9
Monoterpenos Hidrocarbonetos			41,4	58,0	54,2	45,4	77,8	8,7	12,5	1,7	30,9	0,0	16,6	3,7	6,7	39,5
Monoterpenos Oxigenados			5,8	6,1	7,3	4,3	6,1	1,5	7,5	3,0	15,2	23,2	3,9	0,3	4,5	3,4

Tabela 7. Continuação

IR c	IR L	Composto	PGN- 1	PGN- 2	PGN- 3	PGN- 4	PGN- 5	PGU- 1	PGU- 2	PGU- 3	PGU- 4	PGU- 5	PAC- 1	PAC- 2	PCA- 1	PRI- 1
		Sesquiterpenos Hidrocarbonetos	28,7	14,0	14,2	21,0	5,6	32,1	40,4	55,2	17,9	37,0	30,3	72,6	30,7	20,2
		Sesquiterpenos Oxigenados	16,4	15,1	17,8	22,2	5,2	40,7	29,3	34,1	17,3	30,5	38,1	16,0	35,3	15,2
		Outros	0,6	1,2	2,3	2,5	2,3	1,6	0,9	0,5	1,1	6,9	1,1	0,1	19,2	17,7

IR c: Índice de retenção calculado; **IR L:** Índice de retenção da literatura; **PGN:** *Psidium guineense*; **PGU:** *Psidium guajava*; **PAC:** *Psidium acutangulum*; **PCA:** *Psidium cattleianum*; **PRI:** *Psidium riparium*.

Fonte: O autor

As Análises multivariadas de HCA (Análise Hierárquica de Agrupamento) e a de PCA (Análise dos Componentes Principais) foram aplicadas aos principais compostos presentes nos óleos essenciais ($\geq 6\%$) para a avaliação da variabilidade química inter e intraespecíficas dos espécimes de *Psidium*.

A análise dos componentes principais mostrou a formação de 8 grupos distintos entre os 14 espécimes coletados e explicou 41% da variância entre eles conforme é mostrado na figura 14. Os grupos formados na PCA foram confirmados com a aplicação da Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA), considerando distâncias euclidianas e ligações completas, que gerou o dendrograma da Figura 15. Os grupos formados são:

O grupo I é caracterizado pela presença de α -Pineno (13,6% a 34,0%), Limoneno (3,7% a 37,2%) e é composto por todos os espécimes de *P. guineense* (PGN-1 a PGN-5), coletados em Curuçá, Pará, com 57,22% de similaridade entre suas amostras. O Grupo II engloba amostras ricas no sesquiterpeno oxigenado Óxido de cariofileno (21,1%) e dos monoterpenos hidrocarbonetos α -Pineno (8,4%) e β -Pineno (6,2%) e consiste no espécime PAC-1, coletado em Curuçá, Pará. Este grupo possui 38,3% de similaridade ao o grupo I.

Grupo III é caracterizado pela presença de conteúdo significativo do β -Pineno (20,7%) bem como do seu isômero α -Pineno (12,6%) além do alto teor de Isobaeckeolato de metila (15,3%), constituído pelo espécime PRI-1 coletado no município de Santarém, Pará, que apresentou 27,4% de similaridade com o grupo II.

Elevados teores do sesquiterpeno hidrocarboneto β -Cariofileno (8,9% a 15,2%), do monoterpeno hidrocarboneto Limoneno (8,4% a 11,3%) e do sesquiterpeno oxigenado Selin-11-en-4- α -ol (9,6% em ambas as amostras) caracterizam o Grupo IV. Este grupo é composto pelos espécimes PGU-1 e PGU-2, coletadas em Curuçá, e apresenta similaridade de 70,3% entre suas amostras.

Grupo V, caracterizado pela presença expressiva do monoterpeno hidrocarboneto Limoneno (28,8%), além do considerável teor do monoterpeno oxigenado 1,8-Cineol (11,1%) é formado pelo espécime PGU-4 coletado em Curuçá, Pará e possui 38,1% de similaridade com o grupo IV.

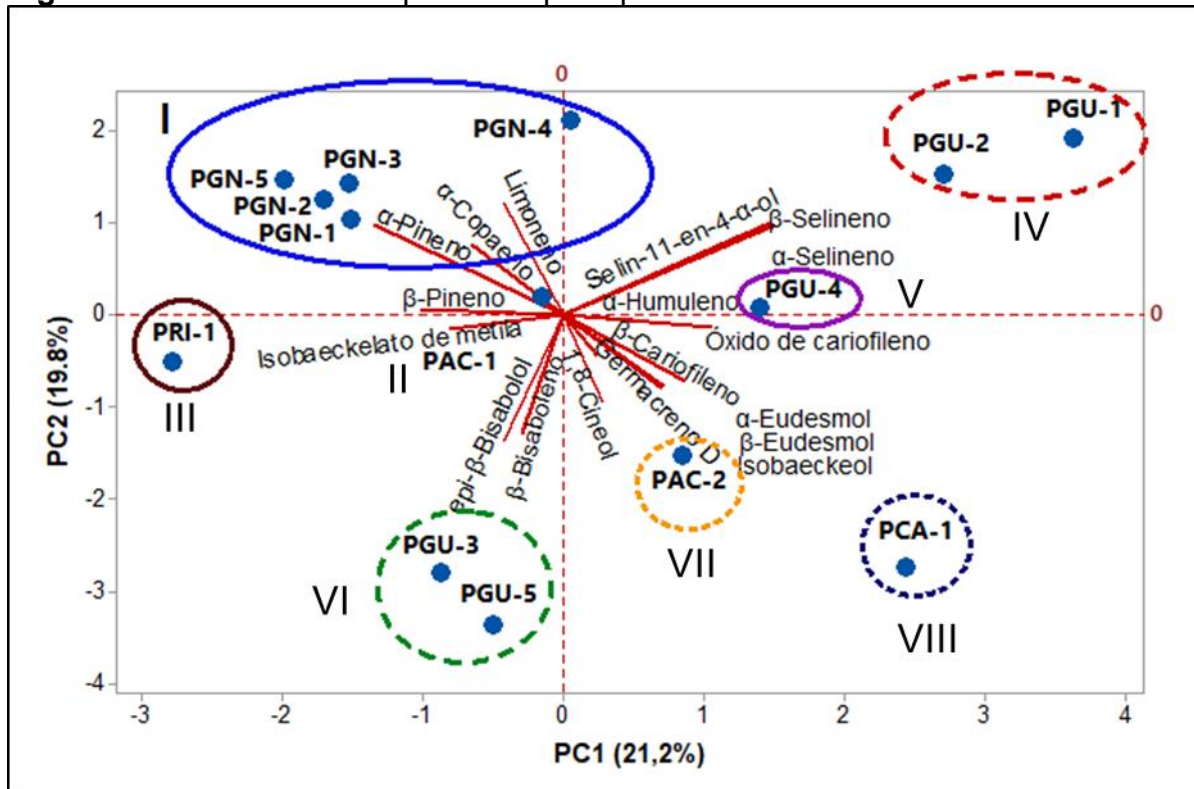
Grupo VI, caracterizado pela presença de 1,8-Cineol (2,4% a 21,7%), do sesquiterpeno oxigenado *epi*- β -Bisabolol (12,8% a 15,1%) e do sesquiterpeno hidrocarboneto β -Bisaboleno (8,8% a 9,2%). É composto pelos espécimes PGU-3 e

PGU-5, ambos coletados no município de Curuçá, nordeste paraense, com similitude de 63,2% entre suas amostras.

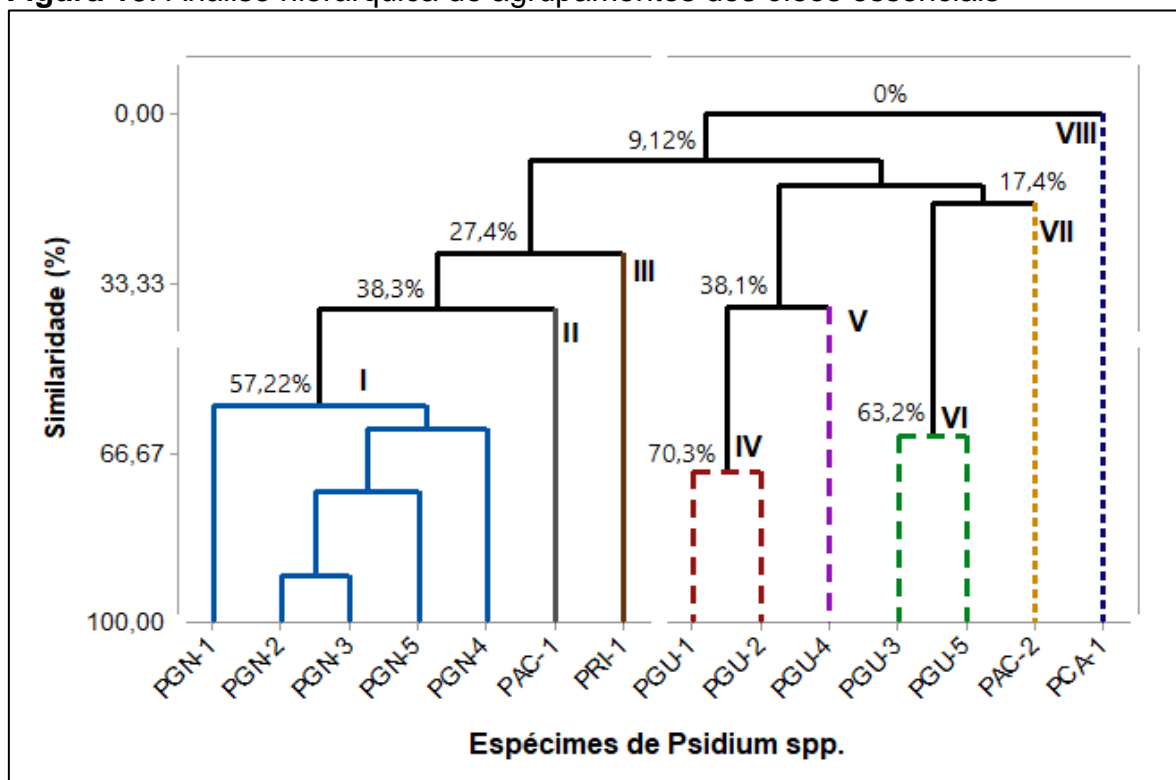
Significativos teores dos sesquiterpenos hidrocarbonetos β -Cariofileno (33,3%) e Germacreno D (11,0%), caracterizam o Grupo VII. Este grupo engloba apenas o espécime PAC-2, coletado em Belém, e possui 17,4% de similitude com o grupo VI. Finalmente, o grupo VIII, é caracterizado pela presença significativa do isobaekelol (17,9%), do β -cariofileno (13,3%) e dos sesquiterpenos oxigenados α -eudesmol (7,8%) e β -eudesmol (7,8%). Este grupo possui 0% de similaridade com os demais grupos e é formado pelo espécime PCA-1, coletado em Santarém.

Com base na análise estatística é possível afirmar que as espécies de *Psidium* estudadas podem ser distinguidas com base na composição química dos seus óleos essenciais. Tal inferência, deve-se ao fato de que formaram grupos distintos com diferenças significativas em seus compostos majoritários, sendo que tais compostos podem ser considerados marcadores quimiotaxonômicos.

Figura 14. Análise dos componentes principais dos óleos essenciais



Fonte: autor

Figura 15. Análise hierárquica de agrupamentos dos óleos essenciais

Fonte: O autor

Desse modo, com base no estudo dos óleos essenciais, a análise multivariada (HCA e PCA) sugeriram a existências de oito grupos distintos entre os espécimes de plantas do gênero *Psidium* estudados. Estes grupos são: α -Pinenos/Limoneno (grupo I), β -Cariofileno (grupo II), β -Pinenos/Isobaecceolato de metila (grupo III), β -Cariofileno/Limoneno/ Selin-11-en-4- α -ol (grupo IV), Limoneno/1,8-Cineol (grupo V), 1,8-Cineol/*epi*- β -Bisabolol (grupo VI), β -Cariofileno/Germacreno D (grupo VII), Isobaecceol/ β -Cariofileno (grupo VIII).

Levando em consideração que três óleos essenciais de *Psidium guineense* com predominância de β -Bisaboleno/ α -Pinenos (TUCKER, MACIARELLO e LANDRUM, 1995), β -Bisabolol/limoneno (DA SILVA, J. D. et al., 2003a) e o quimiotipo rico em Espatuleno (NASCIMENTO et al., 2017), foram descrito previamente, além do quimiotipo rico em Limoneno/ α -Pinenos descrito por Figueiredo et al. (2018), semelhante ao relatado neste trabalho, acredita-se que existam pelo menos quatro quimiotipos conhecidos para o *P. guineense*.

De maneira semelhante, foram relatados óleos essenciais de *Psidium guajava* com composição rica em Viridiflorol (KHADHRI et al., 2014), *E*-Nerolidol (SATYAL et

al. 2015), β -Cariofileno/ α -Humuleno (SILVA et al, 2018), 1,8-Cineol (LIMA et al., 2010c), Limoneno (OGUNWANDE et al., 2003). Com base nestes resultados acredita-se na existência de pelo menos 5 quimiotipos para esta espécie.

Considerando o óleo essencial de *Psidium acutangulum* com composição predominante em α -Pinenos /1,8-Cineol/ β -Pinenos, relatado anteriormente por Da Silva J. D. et al. (2003) somados aos quimiotipos Óxido de cariofileno/ α -Pinenos e β -Cariofileno/Germacreno D, nota-se a existência de ao menos três quimiotipos desta espécie.

Em relação ao óleo essencial de *Psidium cattleianum*, outros quimiotipos foram relatados anteriormente, a exemplo de α -copaeno/eucaliptol (SCUR et al., 2016), α -Pinenos/ β -Cariofileno (SOLIMAN et al., 2016), α -Tujeno (MARQUES et al., 2008), Isocariofileno (CASTRO et al., 2015). Juntamente com o quimiotipo Isobaeckeol/ β -Cariofileno, identificado neste trabalho, somam pelo menos cinco quimiotipos conhecidos desta espécie.

Não foram encontrados relatos acerca do óleo essencial de *Psidium riparium*, deste modo, acredita-se que está seja a primeira descrição da composição química do óleo essencial desta espécie, o que coloca o perfil químico caracterizado por β -Pinenos/Isobaeckeolato de metila como primeiro registro da constituição do óleo essencial desta espécie.

6 CONCLUSÃO

Houve variabilidade química entre os espécimes de *Psidium* estudados, isso foi constatado com a identificação de oito grupos diferentes, sendo um de *P.guineense*, três de *P. guajava*, dois de *P. acutangulum*, um de *P. cattleianum* e um de *P. riparium*, indicando que podem ocorrer diferentes perfis químicos entre plantas de uma mesma espécie e também de mesmo gênero. Acredita-se que esta variação seja consequência da época de coleta das plantas e do ambiente que estas estavam inseridas. O conhecimento desses grupos pode contribuir para a seleção de variedades com atividades biológicas mais significativas bem como para a ampliação dos estudos quimiotaxonômicos das espécies deste gênero.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007. 804 p.
- ALVARENGA, F. Q.; MOTA, B. C. F.; LEITE, M. N.; FONSECA, J. M. S., OLIVEIRA, D. A.; ROYO, V. de A.; SILVA, M. L. A.; ESPERANDIM, V.; BORGES, A., LAURENTIZ, Rosângela S. In vivo analgesic activity, toxicity and phytochemical screening of the hydroalcoholic extract from the leaves of *Psidium cattleianum* Sabine. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 150, p. 280-284, 2013.
- AMANCIO, A. M.; REIS, L. de O.; PEREIRA, J. B. B.; LUCIA, M.; MALAQUIAS, L. C. C.; CHAVASCO, J. K. estudo da ação antimicrobiana de extratos de plantas do gênero *Psidium*. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 13, p. 644-652, 2015.
- ANDREI, P.; DEL COMUNE, A. P. Aromaterapia e suas aplicações. **Cadernos Centro Universitário São Camilo**, v. 11, p. 57-68, 2005.
- ASBAHANI, A. E.; MILADI, K.; BADRI, W.; SALA, M.; AÏT ADDI, E.H.; CASABIANCA, H.; EL MOUSADIK, A.; HARTMANN, D.; JILALE, A.; RENAUD, F.N.R.; ELAISSARI, A. Essential oils: From extraction to encapsulation. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 483, p. 220-243, 2015.
- BAILÃO, E. F. L. C.; DEVILLA, I. A.; CONCEIÇÃO, E. C. Da; BORGES, L. L. Bioactive compounds found in Brazilian cerrado fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 23760-23783, 2015.
- BAKKALI, F; AVERBECK, S; AVERBECK, D; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446-475, 2008.
- BARROS, F. M. C. de; ZAMBARDA, E. de O.; HEINZMANN, B. M.; MALLMANN, C. A. Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenóides presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). **Química Nova**, v. 32, p. 861-867, 2009.
- BATUBARA, I.; SUPARTO, I. H.; WULANDARI, N. S. The Best Extraction Technique for Kaempferol and Quercetin Isolation from Guava Leaves (*Psidium guajava*). **Earth and Environmental Science**, v. 58, p. 1-8, 2017.
- BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; DA SILVA JUNIOR, J. F.; PROENÇA, C. E. B. Araçá. In: VIEIRA, R. F. et al. **Frutas nativas da região Centro-Oeste**. 1 ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Cap 3, p. 42-62, 2006.
- BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; DA SILVA JUNIOR, J. F.; PROENÇA, C. E. B. Alimentícias. In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o Futuro- Região Centro-Oeste**. 1 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Cap. 5, p. 107-351, 2016.

BIEGELMEYER, R.; ANDRADE, J. M. M.; ABOY, A. L.; APEL, M. A.; DRESCH R. R.; MARIN, R.; RASEIRA, M. do C. B.; HENRIQUES, A. T. Comparative analysis of the chemical composition and antioxidant activity of red (*psidium cattleianum*) and yellow (*psidium cattleianum* var. *lucidum*) strawberry guava fruit. **Journal of Food Science**, v. 76, p. 991-996, 2011.

BREITMAIER, E. **Terpenes: Flavors, Fragrances, Pharmaca, Pheromones**. 1 ed., WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006.

BUHAESCU, I.; IZZEDINE, H. Mevalonate pathway: A review of clinical and therapeutical implications. **Clinical Biochemistry**, v. 40, p. 575-584, 2007.

CALDEIRA, S. D.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* SW.) e do tarumã (*vitex cymosa* bert.) do estado de Mato Grosso do Sul. **B. CEPPA**, v. 22, p. 145-154, 2004.

CASCAES, M. M.; GUILHON, G. M. S. P.; ANDRADE, E. H. de A.; ZOGHBI, M. das G. B.; SANTOS, L. da S. Constituents and Pharmacological Activities of Myrcia (Myrtaceae): A Review of an Aromatic and Medicinal Group of Plants. **International Journal Of Molecular Sciences**, v. 16, p.23881-23904, 2015.

CASTRO, M. R.; VICTORIA, F. N.; OLIVEIRA, D. H.; JACOB, R. G.; SAVEGNAGO, L.; ALVES, D. Essential oil of *Psidium cattleianum* leaves: Antioxidant and antifungal activity. **Pharmaceutical Biology**, v. 53, p. 242-250, 2015.

CHALANNAVAR, R. K.; NARAYANASWAMY, V. K.; BAIJNATH, H.; ODHAV, B. Chemical constituents of the essential oil from leaves of *Psidium cattleianum* var. *cattleianum*. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 7, p. 783-789, 2013.

CORREIA, P. R. M.; FERREIRA, M. M. C. Reconhecimento de padrões por métodos não supervisionados: Explorando procedimentos quimiométricos para tratamento de dados analíticos. **Quimica Nova**, v. 30, p. 481-487, 2007.

COSTA, G. A.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; DESCHAMPS, C. Rendimento e composição do óleo essencial de patchouli (*Pogostemon cablin*) conforme o tempo de extração. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, p. 319-324, 2013.

CRUZ, A.V.M.; KAPLAN, M.A.C. Uso medicinal de espécies das Famílias Myrtaceae e Melastomataceae no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v.11, p.47-52, 2004.

DA SILVA, J. D.; LUZ, A. I. R.; SILVA, M, H, L.; ANDRADE E. H. A.; ZOGHBI, M. G. B.; MAIA, J. G. S. Essential oils o the leaves and stems of four *Psidium* spp. **Flavour And fragrance Journal**, v. 18, p.240-243, 2003.

DAMIANI, C.; DA SILVA, F. A.; ASQUIERI, E. R.; LAGE, M. E.; VILAS-BOAS, E. V. de B. Antioxidant potential of *Psidium guinnensis* Sw. jam during storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 90-98, 2012.

DAVIS, E. M.; CROTEAU, R. Cyclization enzymes in the biosynthesis of monoterpenes, sesquiterpenes, and diterpenes. **Topics in Current Chemistry**, v. 209, p. 53-95, 2000.

DE CERQUEIRA, M. D.; MARQUES, E. de J.; MARTINS, D.; ROQUE, N. F.; CRUZ, F. G.; GUEDES, M. L. da S. variação sazonal da composição do óleo essencial de *Myrcia salzmannii* Berg. (Myrtaceae). **Química Nova**, v. 32, p. 1544-1548, 2009.

DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach**. 3 ed., John Wiley and Sons, Chichester, 2009.

DIAS, C. N.; ALVES, L. P. L.; RODRIGUES, K. A. da F.; BRITO, M. C. A.; ROSA, C. dos S.; DO AMARAL, F. M. M.; MONTEIRO, O. dos S.; ANDRADE, E. H. de A.; MAIA, J. G. S.; MORAES, D. F. C. Chemical Composition and Larvicidal Activity of Essential Oils Extracted from Brazilian Legal Amazon Plants against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2015, p. 2-7, 2015.

DÍAZ-DE-CERIO, E.; VERARDO, V.; CARAVACA, A. M. G., GUTIÉRREZ, A. F., CARRETERO, A. S. Health effects of *Psidium guajava* L. leaves: An overview of the last decade. **International journal of molecular sciences**, v. 18, p. 897, 2017.

DISCOVERLIFE. **Global Mapper**. Disponível em: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make_map> Acesso em: 17 de agosto de 2018.

DO NASCIMENTO, K. F.; MOREIRA, F. M. F.; SANTOS, J. A.; KASSUYA, C. A. L.; CRODA, J. H. R.; CARDOSO, C. A. L.; VIEIRA, M. do C.; Ruiz, A. L. T. G., FOGGIO, M. A.; DE CARVALHO, J. E.; FORMAGIO, A. S. N. Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 210, p. 351-358, 2017.

EDRIS, A. E. Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A review. **Phytotherapy Research**, v. 21, p. 308-323, 2007.

FERNANDES, T. G.; MESQUITA, A. R. C. de; RANDAU, K. P.; FRANCHITTI, A. A.; XIMENES, E. A. In Vitro synergistic effect of *Psidium guineense* (Swartz) in Combination with antimicrobial agents against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* strains. **The Scientific World Journal**, v. 2012, p. 7, 2012.

FETTER, M. da R.; VIZZOTTO, M.; CORBELINI, D. D.; GONZALEZ, T. N. Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) e araçá-pera (*P. acutangulum* D.C.) cultivados em Pelotas/RS. **Brazilian Journal of Food Technology**, III SSA, 2010.

FIGUEIREDO, A. C., PEDRO, L. G.; BARROSO, J. G. Plantas aromáticas e medicinais: Óleos essenciais e voláteis. **Revista Aporticultura**, v. 114, p. 29-33, 2014.

FIGUEIREDO, A. C.; PEDRO, L. G.; BARROSO, J. G. voláteis e óleos essenciais. **Agrotec**, v. 24, p. 14-17, 2017.

FIGUEIREDO, P. L. B.; SILVA, R. C.; DA SILVA, J. K. R.; SUEMITSU, C.; MOURÃO, R. H. V.; Maia, J. G. S. Chemical variability in the essential oil of leaves of Araçá (*Psidium guineense* Sw.), with occurrence in the Amazon. **Chemistry Central Journal**, v. 12, p. 52, 2018.

FIRMO, W. da C. A.; MENEZES, V. de J. M. de; PASSOS, C. E. de C.; DIAS, C. N.; ALVES, L. P. L.; DIAS, I. C. L.; NETO, M. S.; OLEA, R. S. G. contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais. **Cadernos de Pesquisa**, v. 18, p. 90-95, 2011.

FRANZON, R. C.; CAMPOS, L. Z. O.; PROENÇA, C. E. B.; SILVA, J. C. S. **Araçás do gênero *Psidium*: Principais espécies, ocorrências, descrição e usos**. 1 ed. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal, 2009.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, p. 374-381, 2007.

GORDON, A.; JUNGFER, E.; SILVA, B. A. Da; MAIA, J. G. S.; MARX, F. Phenolic constituents and antioxidant capacity of four underutilized fruits from the amazon region. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 7688–7699, 2011.

GOVAERTS, R., SOBRAL, M., ASHTON, P., BARRIE, F., HOLST, B.K., LANDRUM, L.R., MATSUMOTO, K., MAZINE, F.F., NIC LUGHADHA, E., PROENÇA, C., SOARES-SILVA, L.H., WILSON P.G. & LUCAS, E. 2015. **World Checklist of Myrtaceae**. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível <em <http://www.kew.org/wcsp/>> acesso em 27 de agosto de 2018.

HAI, H. D. Introduction to the Species *Psidium cattleynum* Sabine - Cherry Guava (2016). Introduction to the Species *Psidium cattleynum* Sabine - Cherry Guava. **The Worldwide Fruits**. Disponível em: <<https://www.worldwidefruits.com/psidium-cattleyanum-cherry-guava.html>> Acesso em: 23 de agosto de 2018.

HENRIQUES, M. G. M.; RAMOS, M. F. S; SIANI, A. C.; SOUZA, M. C.; ROSAS, E. C. O. Avaliação da atividade antiinflamatória dos óleos essenciais de cinco espécies de Myrtaceae. **Revista Fitos**, v. 2, p. 58-66, 2006.

HO, R.; VIOLETTE, A.; CRESSEND, D.; RAHARIVELOMANANA, P.; CARRUPT, P. A.; HOSTETTMANN, K. Antioxidant potential and radical-scavenging effects of flavonoids from the leaves of *Psidium cattleianum* grown in French Polynesia. **Natural Product Research**, v. 26, p. 274–277, 2012.

HOUËL, E.; FLEURY, M.; ODONNE, G.; NARDELLA, F.; BOURDY, G.; VONTHRON-SÉNÉCHEAU, C.; VILLA, P.; OBRECHT, A.; EPARVIER, V.; DEHARO, E.; STIEN, D. Antiplasmodial and anti-inflammatory effects of na antimalarial remedy from the Wayana Amerindians, French Guiana: Takamalaimë (*Psidium acutangulum* Mart. Ex DC., Myrtaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 166, p. 279–285, 2015.

HOYER, R. *Psidium riparium*. Disponível em:<
<https://www.flickr.com/photos/birdernaturalist/7469973498/>> Acesso em: 18 de
setembro de 2018.

HUNTER, W. N. The Non-mevalonate Pathway of Isoprenoid Precursor Biosynthesis. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 282, p. 21573-21577, 2007.

KHADHRI, A.; EL MOKNI, R.; ALMEIDA, C.; NOGUEIRA, J. M. F.; ARAÚJO, M. E. M. Chemical composition of essential oil of *Psidium guajava* L. growing in Tunisia. **Industrial Crops and Products**, v. 52, p. 29-31, 2014.

LANDRUM, L. R. The Genus *Psidium* (Myrtaceae) in the State of Bahia, Brazil. **Canotia**, v. 13. p. 1-101, 2017.

LAWRENCET, B. M. Essential oils: from agriculture to chemistry. **The International Journal of Aromatherapy**, v. 10, p. 82-98, 2001.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. das G.; Dos SANTOS, C. D.; MORAES, J. C.; NÉRI, D. K. P.; Do NASCIMENTO, E. A. Caracterização química do óleo essencial de folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) e seus efeitos no comportamento da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1777 -178, 2009.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G. Família Lamiaceae: Importantes óleos essenciais com ação biológica e antioxidante. **Revista Fitos**, v. 3, p. 14-24, 2007.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; ANDRADE, M. A.; NASCIMENTO, E. A.; MORAIS, S. A. L.; NELSON, D. L. Composition of the essential oil from the leaves of tree domestic varieties and one wild variety of the guava plant (*Psidium guajava* L., Myrtaceae). **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, p. 41-44, 2010.

MACHADO, B. F. M. T.; FERNANDES JUNIOR, A. Óleos essenciais: Aspectos gerais e usos em terapias naturais. **Cadernos Acadêmicos**, v. 3, p. 105-127, 2011.

MAIA, J. G. S. M.; ANDRADE, E. H. A. Database of the Amazon aromatic plants and their essential oils. **Química Nova**, v. 32, p. 595-622, 2009.

MARQUES, F. A.; WENDLER, E. P., MAIA, B. H. L. N. S.; NUNES, J. V. C.; CAMPANA, J.; GUERRERO JUNIOR, P. G. Volatile oil of *Psidium cattleianum* Sabine from the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, p. 519-520, 2008.

MEDEIROS, F. C. M.; DEL MENEZZI, C. H. S.; BIZZO, H. R.; VIEIRA, R. F.; M. C. S. Scents from Brazilian Cerrado: *Psidium myrsinites* DC. (Myrtaceae) leaves and inflorescences essential oil. **Journal of Essential Oil Research**, v. 27, p. 289–292, 2015.

MEDEIROS, F. C. M.; DEL MENEZZI, C. H. S.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, Y. F. M., SANTOS, M. C. S.; BIZZO, H. R. Scents from Brazilian Cerrado: chemical composition of the essential oil from *Psidium laruotteanum* Cambess (Myrtaceae). **Journal of Essential Oil Research**, v. 30, p. 253–257, 2018.

MEDINA, A. L.; HAAS, L. I. R.; CHAVES, F. C.; SALVADOR, M.; ZAMBIAZI, R. C.; DA SILVA, W. P., NORA, L.; ROMBALDI, C. V. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. **Food Chemistry Journal**, v. 128, p. 916-922, 2011.

METWALLY, A. M.; OMAR, A. A.; GHAZY, N. M.; HARRAZ, F. M.; EL SOHAFY, S. M. Monograph of *Psidium guajava* L. leaves. **Pharmacognosy Journal**, v. 3, p. 89-104, 2011.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. das G.; BATISTA, L. R.; RODRIGUES, L. M. A.; FIGUEIREDO, A. C. da S. Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas. **Ciência Agrônômica**, v. 47, p. 213-220 , 2016.

MOITA, G. C. M. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, v. 21, p. 467-469, 1998.

MONDELLO, L. NSC **Library-Mass Spectra of flavors and fragrances of Natural and Synthetic Compounds**. Shimadzu Corporation; 2011.

NAVARRETE, A; WALLRAF, S; MATO, R. B; COCERO, M. J. Improvement of essential oil steam distillation by microwave pretreatment. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 50, p. 4667-4671, 2011.

NIST (National Institute of Standards and Technology). Mass Spectral Library (NIST/EPA/NIH, v. 2.0d); The NIST Mass Spectrometry Data Center: Gaithersburg, MD, USA, 2005.

OGUNWANDE, I. A.; OLAWORE, N. O.; ADELEKE, K. A., EKUNDAYO, O.; KOENIG, W. A. Chemical composition of the leaf volatile oil of *Psidium guajava* L. growing in Nigeria. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 18, p. 136-138, 2003.

OJEZELE, M. O.; AGUNBIADE, S. Phytochemical constituents and medicinal properties of different extracts of *Anacardium Occidentale* and *Psidium Guajava*. **Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences**, v. 3, p. 21-23, 2013.

OLDFIELD, E.; LIN, F. Y. Terpene biosynthesis: Modularity rules. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 51, p. 1124–1137, 2013.

PEREIRA, E. dos S.; VINHOLES, J.; FRANZON, R. C.; DALMAZO, G.; VIZZOTTO, M.; NORA, L. *Psidium cattleianum* fruits: A review on its composition and bioactivity. **Food Chemistry**, v. 258, p. 95-103, 2018.

PINO, J. A.; MARBOT, R.; VAZQUEZ, C. Characterization of Volatiles in Costa Rican Guava [*Psidium friedrichsthalianum* (Berg) Niedenzu] Fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 6023-6026, 2003.

PINO, J. A.; BELLO, A.; URQUIOLA, A.; AGUERO, J. Leaf oil of *Psidium salutare* (HBK) Berg. from Cuba. **Journal of Essential Oil Research**, v. 15, p.19-20, 2003.

RATTANACHAIKUNSOPON, P.; PHUMKHACHORN, P. Bacteriostatic effect of flavonoids isolated from leaves of *Psidium guajava* on fish pathogens. **Fitoterapia**, v. 76, p. 434-436, 2007.

RODRIGUES, C. G.; FERREIRA, P. R. B.; MENDES, C. S. O.; REIS JUNIOR, R.; VALERIO, H. M.; BRANDI, I. V.; DE OLIVEIRA, D. A. Antibacterial activity of tannins from *Psidium guineense* Sw. (Myrtaceae). **Academic Journals**, v. 8, p. 1095-1100, 2014.

SARTO, M. P. M.; ZANUSSO JUNIOR, G. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais. **Revista Uningá**, v.20, p. 98-102, 2014.

SATYAL, P.; PAUDEL, P.; LAMICHHANE, B.; SETZER, W. N. Leaf essential oil composition and bioactivity of *Psidium guajava* from Kathmandu, Nepal. **American Journal of Essential Oils and Natural Products**, v. 3, p. 11-14, 2015.

SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R. De; LAGO, A. M. T.; CAMPOS, L. G.; QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, p. 305-311, 2018.

SCUR, M. C.; PINTO, F. G. S.; PANDINI, J. A.; COSTA, W. F.; LEITE, C. W.; TEMPONI, L. G. Antimicrobial and antioxidant activity of essential oil and different plant extracts of *Psidium cattleianum* Sabine. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, p. 101-108, 2016.

SIANI A. C.; SAMPAIO, A. L. F.; SOUZA, M. C.; HENRIQUES, M. G. M. O.; RAMOS, M. F. S. Óleos essenciais: Potencial antiinflamatório. **Biociência: Ciência e Desenvolvimento**, v. 16, p. 38-43, 2000.

SILVA JÚNIOR, E. V.; MEDEIROS, R. A. B.; SILVA, R. B. Análise de carotenoides da polpa in natura e desidratada dos frutos de três espécies alimentícias e medicinais ocorrentes em Pernambuco. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, p. 373-377, 2017.

SILVA, E. A. J.; SILVA, V. P.; ALVES, C. C. F.; ALVES, J. M.; SOUCHIE, E. L.; BARBOSA, L. C. A. Chemical composition of the essential oil of *Psidium guajava* leaves and its toxicity against *Sclerotinia sclerotiorum*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, p. 865-874, 2018.

SILVEIRA, J. C.; BUSATO, N. V.; Da COSTA, A. O. S.; Da COSTA JUNIOR, E. F. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 38, p. 2038-2045, 2012.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5ª ed. Porto Alegre. Florianópolis: UFSC, Cap. 18, p. 467-495, 2004.

SOARES-SILVA, L. H.; PROENÇA, C. E. B. A new species of *Psidium* L. (Myrtaceae) from southern Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 158, p. 51-54, 2008.

SOBRAL, M., PROENÇA, C., SOUZA, M., MAZINE, F., LUCAS, E. 2015. Myrtaceae in: Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB171>>. Acesso em: 29 de setembro de 2018.

SOLIMAN, F. M.; FATHY, M. M.; SALAMA, M. M.; SABER, F. R. Comparative study of the volatile oil content and antimicrobial activity of *Psidium guajava* L. and *Psidium cattleianum* Sabine leaves. **Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University**, v. 54, p. 219-225, 2016.

SOUSA, R. A.; BORGES NETO, W.; POPPI, R. J.; BACCAN, N.; CADORE, S. Classificação de água de coco processada e natural por meio de HCA, PCA e teores de íons metálicos determinados por ICP OES. **Química Nova**, p. 654-656. 2006.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. 3 ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 2008.

THOLL, D. Biosynthesis and biological functions of terpenoids in plants. **Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology**, v. 148, p. 63-106, 2015.

TUCKER, A. O.; MACIARELLO, M. J.; LANDRUM, L. R. Volatile leaf oils of American myrtaceae. **Journal of Essential Oil Research**, v. 7, p. 187-190, 1995.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, v. 11, p. 463-471, 1963.

WANG, L.; WU, Y.; HUANG, T.; SHIA, K.; WU, Z. Chemical compositions, antioxidant and antimicrobial activities of essential oils of *Psidium guajava* L. leaves from different geographic regions in China. **Chemistry & Biodiversity**, v. 14, e1700114, 2017.

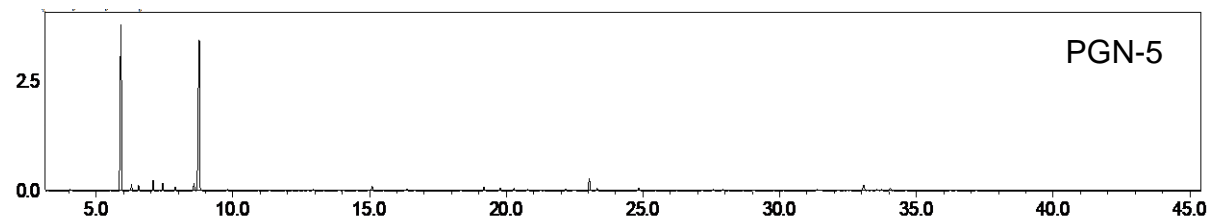
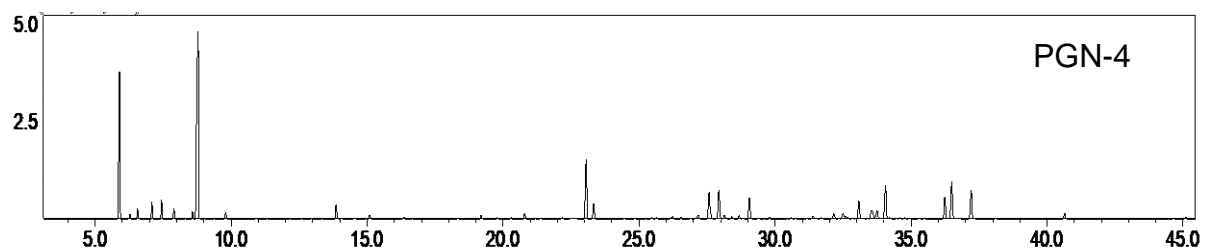
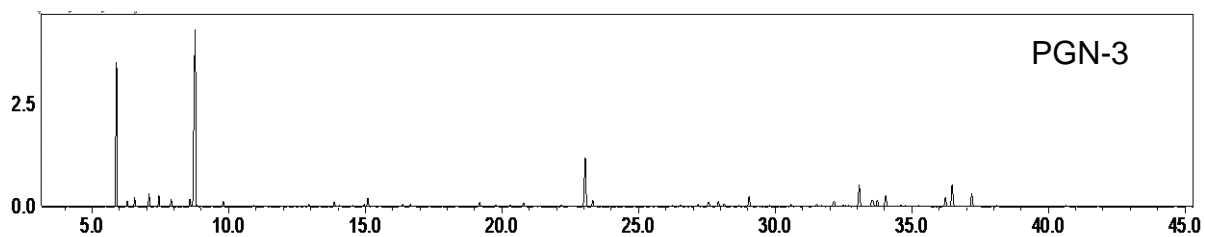
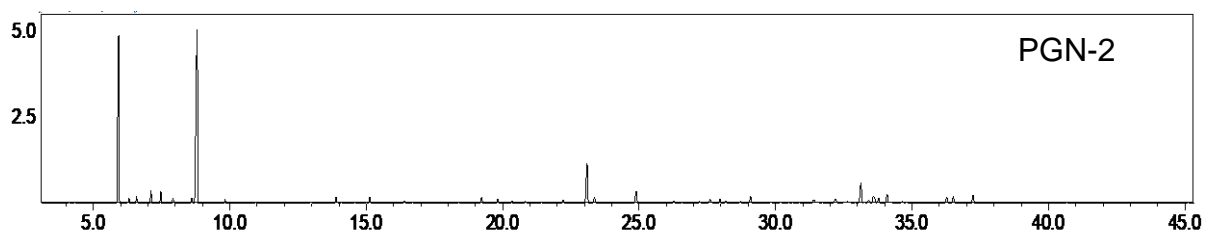
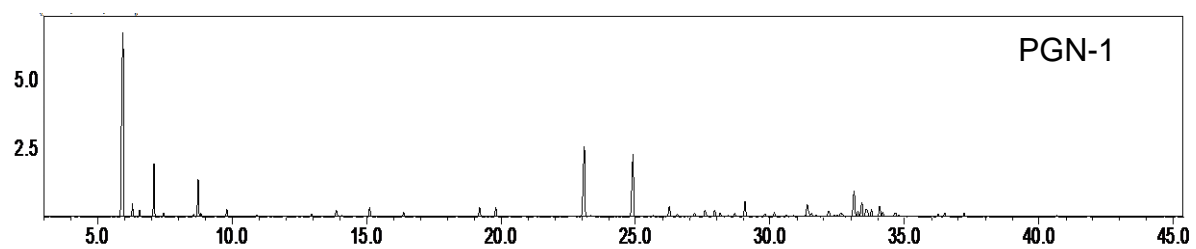
WELI, A.; AL-KAABI, A.; AL-SABAHI, J.; SAID, S.; HOSSAIN, M. A.; AL-RIYAMI, S. Chemical composition and biological activities of the essential oils of *Psidium guajava* leaf. **Journal of King Saud University - Science**, 2018. No prelo.

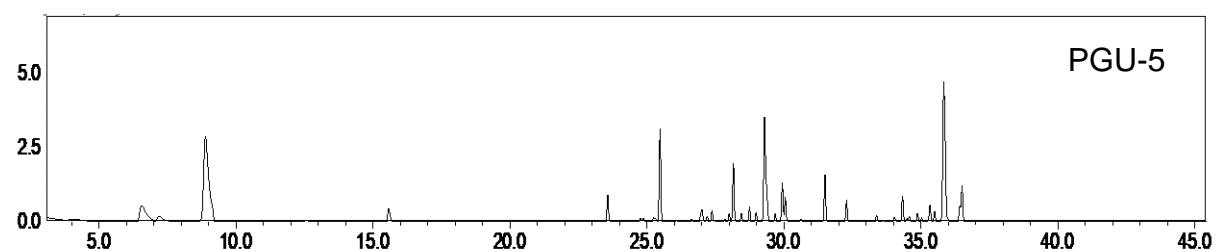
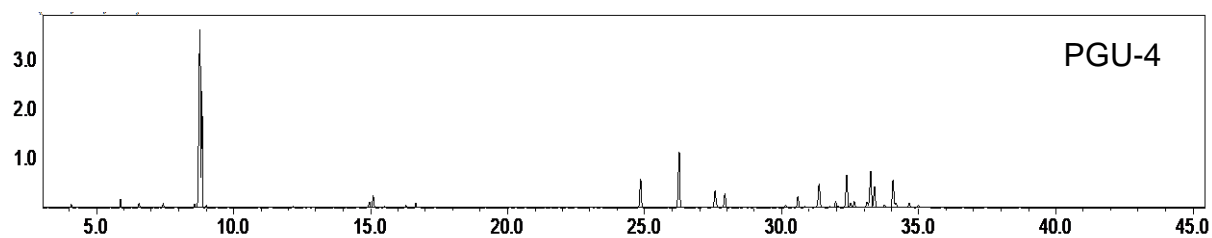
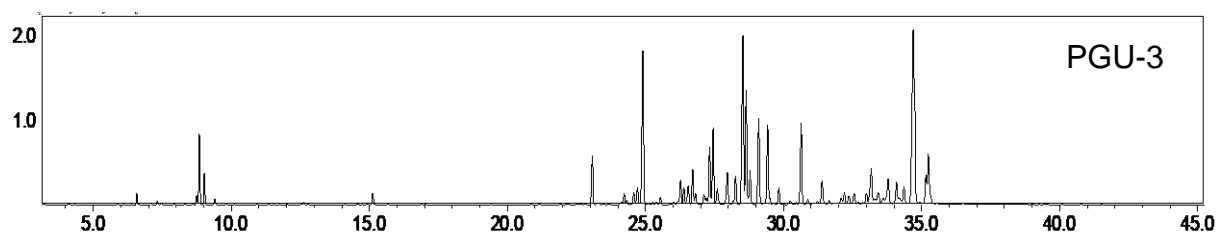
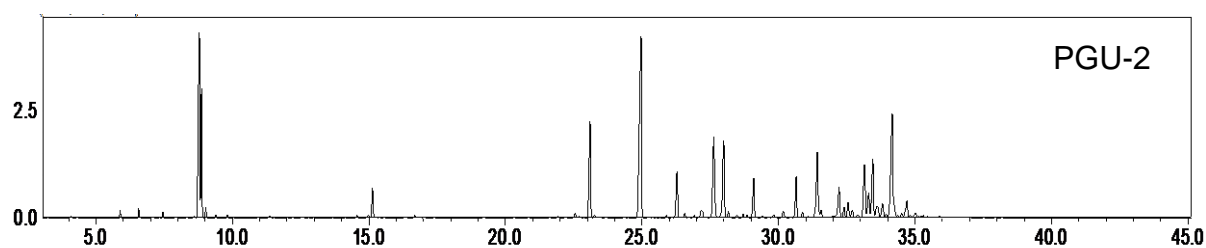
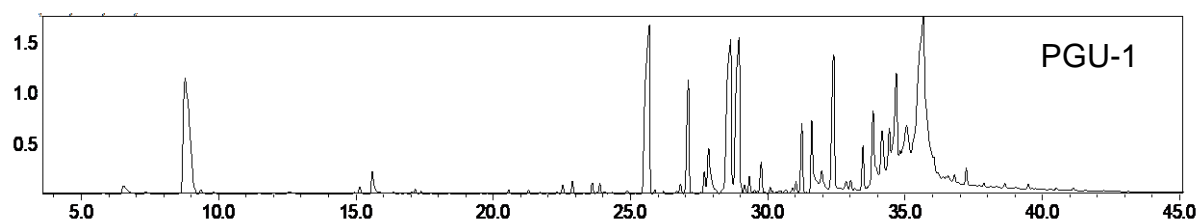
YÁÑEZ, X.; PINZÓN, M. L.; SOLANO, F.; SÁNCHEZ, L. R. Chemical Composition of the Essential Oil of *Psidium caudatum* McVaugh. **Molecules**, v.7, p. 712-716, 2002.

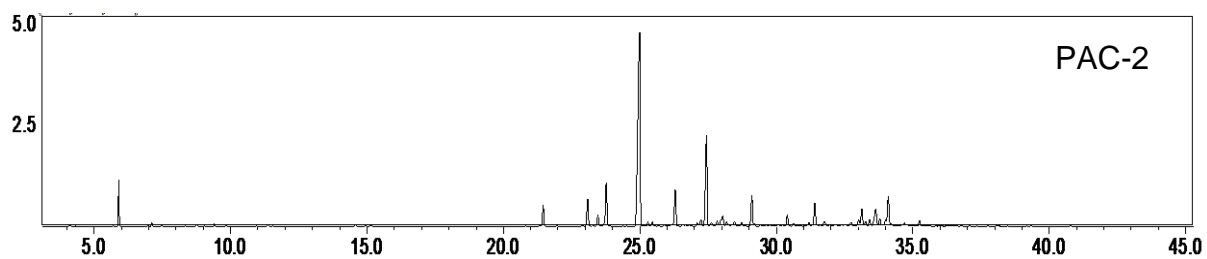
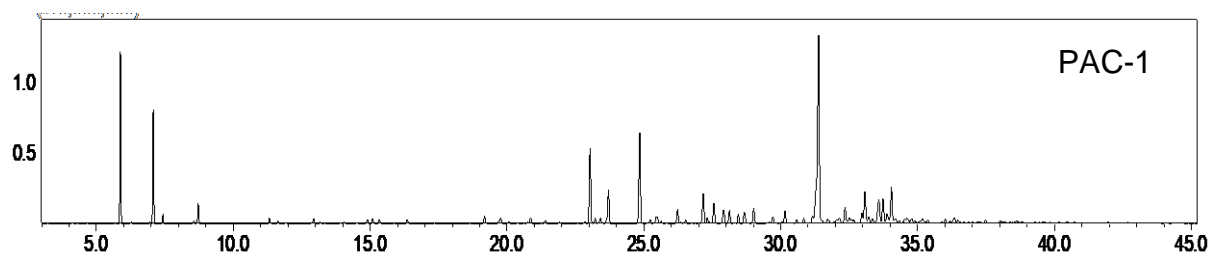
ZHANG, H., QIU, M., CHEN, Y., CHEN, J., SUN, Y., WANG, C., & FONG, H. (2011). Plant Terpenes. In Kato, M. J. & Pezzuto, J. M. **Phytochemistry and pharmacognosy**., edited by, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), UNESCO, Eolss Publishers, Paris, France. Disponível em <<http://www.eolss.net> > Acesso em: 07 de juho de 2018.

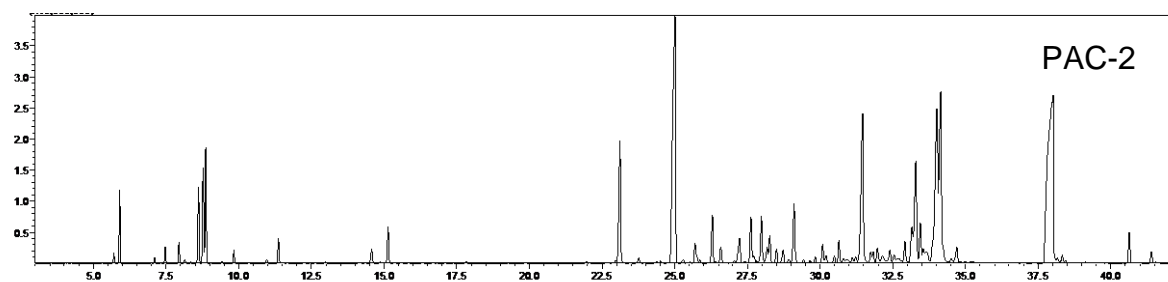
ZOUARI, N. Essential oils chemotypes: A less known side. **Medicinal and Aromatic Plants**, v. 2, p. 1, 2013.

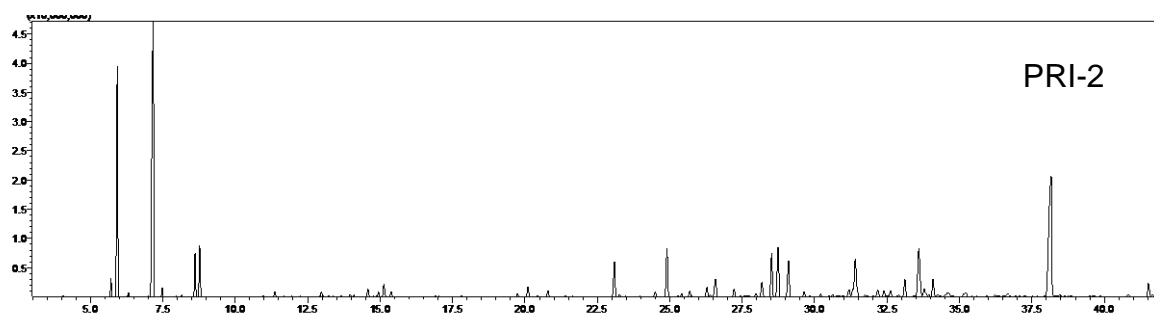
APÊNDICE

APÊNDICE A- Cromatogramas dos óleos essenciais de *P. guineense*

APÊNDICE B- Cromatogramas dos óleos essenciais de *P. guajava*

APÊNDICE C- Cromatogramas dos óleos essenciais de *P. acutangulum*

APÊNDICE D- Cromatograma do óleo essencial de *P. cattleianum*

APÊNDICE E- Cromatograma do óleo essencial de *P. riparium*

APÊNDICE F- Tabela de compostos identificados nos óleos essenciais das espécies de *Psidium*.

IR c	IR L	Composto	PGN	PGN	PGN	PGN	PGN	PGU	PGU	PGU	PGU	PGU	PAC	PAC	PCA	PRI	
			-1	-2	-3	-4	-5	-1	-2	-3	-4	-5	-1	-2	-1	1	
848	846	Hex-(2E)-enal	tr	0,1	tr	tr	0,3					0,1			tr	tr	
851	850	Hex-(3Z)-enol	tr	0,1			0,2		0,1			0,3	tr	tr		tr	
864	863	n-Hexanol	tr	tr			0,1		tr			0,1		tr			
919	921	Triciclono		0,1	tr	tr	0,1					tr					
926	924	α-Tujeno											tr	tr	0,2	0,7	
936	932	α-Pineno	30,2	22,5	17,7	13,4	34,0		0,2	0,1	0,7		8,4	2,8	1,3	12,6	
947	945	α-Fencheno		0,1	0,1	tr	0,1									tr	
949	946	Canfeno	1,2	0,5	0,6	0,4	1,0					tr	0,1			0,2	
959	952	Benzaldeído	0,6	0,7	1,1	0,8	0,9	0,6	0,4	0,4	0,4	5,4					
973	969	Sabineno											0,1	0,1		0,1	
978	974	β-Pineno	4,6	1,4	1,4	1,3	1,7	0,1	tr		tr		6,2	0,3	0,1	20,7	
985	981	6-metil-5-hepten-2-ona		0,1	0,2	tr	0,1		tr	0,1	tr	1,6			tr	tr	
991	988	Mirceno	0,3	1,3	1,2	1,4	1,3		0,2	0,1	0,4		0,5	0,1	0,3	0,4	
1005	1003	ρ-Menta-1(7),8-dieno		0,6	0,9	1,0	0,7		tr			0,1					
1006	1002	α-Felandreno	tr													0,4	
1011	1008	3-δ-careno			tr	tr										0,1	
1011	1007	Isobutirato de isoamila															0,1
1024	1022	ρ-Cimeno	0,2	0,7	1,0	0,7	1,4	tr	0,1	tr	0,5		0,2	tr	1,7	2,1	
1029	1024	Limoneno	3,7	30,3	30,4	26,5	37,2	8,4	11,3	0,3	28,8		1,2	0,2	2,3	2,8	
1031	1026	1,8-Cineol	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	5,0	2,4	11,1	21,7			2,5	tr	
1036	1032	(Z)-β-Ocimeno	0,1	tr	0,1	0,1	tr		0,4	1,1	0,2			tr	tr		
1046	1044	(E)-β-Ocimeno	0,1	0,1	0,2	0,1		0,2	0,1	0,2	0,1			0,2	tr		
1058	1054	γ-Terpineno	0,8	0,5	0,7	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1			0,1	0,3		
1089	1082	m-Cimeneno										0,1					

IR c: Índice de retenção calculado; **IR L:** Índice de retenção da literatura; **PGN:** *Psidium guineense*; **PGU:** *Psidium guajava*; **PAC:** *Psidium acutangulum*; **PCA:** *Psidium cattleianum*; **PRI:** *Psidium riparium*.

APÊNCIDE F- Continuação

1196	1194	Mirtenol	tr		tr		tr			0,3		0,4
1197	1190	Salicilato de metila		0,1	0,1							
1221	1215	<i>trans</i> -Carveol		0,1	0,2		0,1		0,1	0,3		tr
1223	1229	2-metil butanoato de hexe-(3Z)-nila					0,1		tr			0,1
1226	1218	Acetato de <i>endo</i> -fenchila	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4				0,3	
1230	1227	<i>cis</i> - ρ -mentha-1(7),8-dien-2-ol		0,1	0,4	tr	0,2		0,2	0,6		tr
1236	1237	But-(2E)-enoato de hex-(3Z)-enila							0,1			tr
1243	1235	(E)-Ocimenona			0,2							
1253	1249	Piperitona									0,1	0,1
1267	1239	Carvona			0,1		tr	tr		0,1		
1287	1261	<i>cis</i> -Acetato de Crisantenila	0,1		0,1	0,1	0,1					
1301	1287	Acetato de Bornila	1,2	0,9	0,7	0,5	0,9	tr	tr		0,6	
1316	1319	Tiglato de hex-(3Z)-enila						0,1	tr			
1323	1325	ρ -menta-1,4,-dien-7-ol									0,1	0,4
1324	1298	<i>trans</i> -Acetato pinocarvila	1,2	0,7	0,3	0,2	0,8				0,4	
1324	1320	Metanoato de ácido Gerânico					0,4					
1325	1324	Acetato de mirtenila	0,1	tr	tr	tr	tr				0,5	
1326	1322	Geranato de Metila	0,1	0,3	0,6	0,6						
1338	1335	δ -Elemeno		0,1	tr	tr	0,1				0,2	2,3
1350	1345	α -Cubebeno									0,2	0,2
1350	1339	<i>trans</i> -Acetate de Carvila	tr	0,1	0,1	0,1	0,2					
1353	1346	Acetato de α -terpinila	tr					tr	0,1	tr	0,1	
1365	1365	<i>cis</i> -Acetato de carvila			tr	tr	0,1					

IR c: Índice de retenção calculado; **IR L:** Índice de retenção da literatura; **PGN:** *Psidium guineense*; **PGU:** *Psidium guajava*; **PAC:** *Psidium acutangulum*; **PCA:** *Psidium cattleianum*; **PRI:** *Psidium riparium*.

APÊNDICE F- Continuação

1369	1359	Acetato de Nerila	0,1	0,1	0,1			0,3	0,3							
1372	1373	α -Ylangeno										0,1	0,1	0,3		
1374	1374	Isoledeno												0,7		
1378	1369	Ciclosativeno	0,1	0,1	0,1	0,1			0,1	tr				tr		
1380	1380	2- <i>epi</i> - α -funebreno								0,1						
1382	1374	α -Copaeno	10,6	6,6	8,1	7,2	3,0	0,3	6,1	2,3	tr	2,1	5,9	2,9	4,0	2,4
1384	1378	Hexenoato Hex-(3Z)-enila	tr	0,1				0,2	0,1		0,1		0,4	0,1		0,2
1385	1383	Hex-(3Z)-enoato de Hex-(3Z)-enila	tr	0,1			tr	0,1	tr	tr	0,1					
1386	1387	β -Bourboneno										0,5	1,3	tr		
1387	1379	Acetato de geranila	0,2	0,9	1,0	1,7	0,6	tr								
1391	1387	β -Cubebeno										0,2	0,2			
1392	1389	β -Elemeno						tr	0,1			2,6	4,6	0,2		
1397	1400	β -Longipineno						0,1	tr							
1401	1401	<i>iso</i> -Italiceno									0,2					
1403	1405	Italiceno									0,5		0,3			
1406	1405	Sesquithujene									0,2		0,2			
1407	1408	Z-Cariofileno												tr	0,1	
1410	1409	α -Gurjuneno				tr					0,9				0,1	0,4
1415	1411	α - <i>cis</i> -Bergamoteno									0,6		0,3			
1422	1417	β -Cariofileno	9,3	2,1	0,1	0,1	0,8	8,9	15,2	7,9	4,1	7,5	7,5	33,3	13,3	3,3
1430	1430	β -Copaeno	0,1		tr	tr				tr	0,2		0,3	0,4	0,1	tr
1433	1434	γ -Elemeno												0,5		
1433	1431	β -Gurjuneno													tr	0,2
1436	1432	α - <i>trans</i> -Bergamoteno								0,3			0,4			
1440	1339	Aromadendreno	0,2	0,1	tr	0,2	tr						0,2	0,1	0,8	0,4

IR c: Índice de retenção calculado; **IR L:** Índice de retenção da literatura; **PGN:** *Psidium guineense*; **PGU:** *Psidium guajava*; **PAC:** *Psidium acutangulum*; **PCA:** *Psidium cattleianum*; **PRI:** *Psidium riparium*.

APÊNDICE F- Continuação

1443	1452	Propanoato de nerila															0,2
1445	1445	Miltail-4(12)-eno															0,1
1452	1435	Acetato de perilila	tr	0,1	0,1	0,2	0,1										0,5
1451	1449	α -Himachaleno															0,1
1453	1445	<i>epi</i> - β -Santaleno															tr
1445	1447	Isogermacreno D															0,2
1451	1451	<i>trans</i> -Muuro-la-3,5-dieno															0,3
1454	1452	α -Humuleno	1,4	0,4	0,3	0,5	0,1	3,3	2,8	1,2	8,5	1,4	1,1	4,0	1,4	0,6	
1456	1454	<i>E</i> - β -Farneseno									0,7				tr	tr	0,1
1457	1457	Sesquisabineno															0,1
1460	1457	β -Santaleno									1,1		0,4				
1461	1458	<i>allo</i> -Aromadendreno	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1							0,3	0,2	0,5	1,4
1462	1453	Geranil acetona		0,1	0,1												
1463	1461	<i>cis</i> -Cadina-1(6),4-dieno															0,1
1464	1464	α -Acoradieno									1,7		0,8				tr
1467	1465	<i>cis</i> -Muuro-la-4(14),5-dieno															0,2
1467	1469	β -Acoradieno															0,5
1469	1475	γ -Gurjuneno									0,3						0,1
1470	1464	9- <i>epi</i> -(<i>E</i>)-Cariofileno									0,3	0,2					
1474	1475	<i>trans</i> -Cadina-1(6),4-dieno															0,4
1474	1474	10- <i>epi</i> - β -Acoradieno															0,5
1475	1476	Selina-4,11-dieno									1,3	0,4		0,2			
1477	1478	γ -Muuro-leno	0,5	0,3	0,4	0,8	0,1				0,3	0,3		2,7	0,9	1,0	0,5
1479	1481	γ -Curcumeno												2,8	1,6		
1482	1482	Germacreno D															11,0

IR c: Índice de retenção calculado; IR L: Índice de retenção da literatura; PGN: *Psidium guineense*; PGU: *Psidium guajava*; PAC: *Psidium acutangulum*; PCA: *Psidium cattleianum*; PRI: *Psidium riparium*.

APÊNDICE F- Continuação

1482	1479	ar-Curcumeno							3,6		4,4	0,1		0,1	0,1	
1486	1471	4,5-di- <i>epi</i> -Aristolocheno	tr		0,3	0,1		0,5	0,1	tr	tr			tr		
1486	1481	γ -Himachaleno		0,9						0,9			0,4			
1487	1487	<i>E</i> - β -Ionona													0,1	
1488	1489	β-Selineno		1,2	0,8	1,0	3,8	0,5	8,5	5,9		2,8	0,6	1,8	1,5	
1481	1483	α -Amorfeno										0,5	0,1			
1492	1493	<i>trans</i> -Muuroala-4(14),5-dieno											0,6			
1492	1492	δ -Selineno													0,1	
1495	1496	Viridifloreno											0,7		0,2	
1495	1493	α -Zingibereno								1,7						
1497	1500	Biciclogermacreno													1,2	
1504	1498	α-Selineno		1,0		0,9	3,7	0,3	7,3	5,4		2,3		1,3	1,6	
1507	1500	α -Muuroleno	0,6	0,4	0,5	0,5	0,1		0,4	0,2	tr		1,0	0,5	0,6	1,0
1509	1506	<i>Z</i> - α -Bisaboleno	0,1						tr	1,4		0,6		0,1	0,8	
1505	1508	Germacreno A													0,2	
1510	1505	β-Bisaboleno						0,4	0,2	9,2	tr	8,8	0,7		0,4	2,9
1512	1514	β -Curcumeno								5,4		2,6				
1515	1513	γ -Cadineno	0,4	0,3	0,3	0,4	0,1	0,1	0,2	4,3			1,1	0,5	0,5	3,6
1516	1501	Epizonareno		0,1												
1516	1514	(<i>Z</i>)- γ -Bisaboleno								1,7						
1518	1511	δ -Amorfeno	0,3			0,4						0,5				
1524	1521	β -Sesquifelandreno										3,1				
1524	1521	<i>trans</i> -Calameneno						tr					1,4			
1524	1522	δ -Cadineno	2,2	1,2	1,7	2,6	0,3		2,5					3,6	2,0	2,7
1532	1529	<i>E</i> - γ -Bisaboleno						0,1		3,8		1,8				
1534	1520	7- <i>epi</i> - α -Selineno			tr	0,1		0,8	0,2		0,1					

IR c: Índice de retenção calculado; **IR L:** Índice de retenção da literatura; **PGN:** *Psidium guineense*; **PGU:** *Psidium guajava*; **PAC:** *Psidium acutangulum*; **PCA:** *Psidium cattleianum*; **PRI:** *Psidium riparium*.

APÊNDICE F- Continuação

1534	1532	γ-Cupreneno												0,2					
1534	1533	<i>trans</i> -Cadina-1,4-dieno	0,1	0,1	0,1	0,1						0,1	0,1						
1534	1536	Italicene ether												0,2					
1538	1537	α -Cadineno	0,1	tr		tr		tr					0,1	0,2	0,1	0,3			
1541	1543	α -Copaen-11-ol												0,2					
1543	1540	<i>E</i> - α -Bisaboleno												0,8	0,1				
1543	1544	α -Calacoreno	0,4	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2					0,1	0,2	0,1				
1549	1548	Elemol												0,2	0,6				
1549	1546	Hedicariol												0,1					
1557	1559	Germacreno B												1,3					
1563	1561	<i>E</i> -Nerolidol	0,2	0,2	0,4	0,2	2,3	2,4	3,9	1,7	3,5	0,3	0,3	0,7					
1568	1562	<i>epi</i> -Longipinanol												1,5					
1569	1567	Palustrol												0,2	0,2				
1570	1570	Álcool de Cariofilena												0,2	0,4				
1570	1571	Cariolan-8-ol	0,2	0,1												0,4	0,3		
1573	1570	1- α , 10- α -epoxi-amorf-4-eno												0,1					
1578	1577	Espatuleno	tr	0,3												0,6	0,5	0,2	0,6
1579	1578	<i>ar</i> -Tumerol												0,2					
1584	1590	Globulol												0,4					
1583	1582	Óxido de cariofileno	2,3	1,0			0,6	4,9	4,8	1,4	4,2	21,1	3,0	6,8	3,4				
1589	1586	Tujopsan-2- α -ol												0,3					
1593	1586	Gleenol												0,3	0,4				
1593	1592	Viridiflorol	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1					0,6	0,8	0,4	0,2			
1595	1595	Cubeban-11-ol	tr	tr													0,3	0,1	
1596	1590	β -Copaen-4- α -ol	0,5	0,5		0,1	0,2	0,5					0,2						
1598	1600	Guaiol												0,2	0,1	0,5			

IR c: Índice de retenção calculado; **IR L:** Índice de retenção da literatura; **PGN:** *Psidium guineense*; **PGU:** *Psidium guajava*; **PAC:** *Psidium acutangulum*; **PCA:** *Psidium cattleianum*; **PRI:** *Psidium riparium*.

APÊNCIDE F- Continuação

1601	1600	Cedrol															0,4	
1602	1604	Humulol																0,2
1603	1602	Ledol			1,0													0,4
1603	1600	Rosifoliol																0,5
1604	1613	Copaborneol						0,4										0,6
1607	1608	β -Atlantol																0,1
1609	1607	5- <i>epi</i> -7- <i>epi</i> - α -eudesmol								3,2								
1610	1608	Epóxido de Humuleno II	0,3	0,1	0,1	tr	0,1	1,1	0,7			5,2		1,5	0,2	0,5	0,5	
1614	1636	β -Acorenol																0,2
1616	1618	1,10-di- <i>epi</i> -cubenol								0,2				0,3	0,3	0,1		0,5
1618	1618	Junenol																0,6
1618	1621	Epóxido de β -cedreno																1,0
1625	1622	10- <i>epi</i> - γ -Eudesmol																0,6
1633	1632	α -Acorenol																2,8
1629	1627	1- <i>epi</i> -cubenol								0,9	4,0					2,9		1,2
1631	1630	Muurola-4,10(14)-dien-1- β -ol	4,0	3,6	3,6	2,3	1,6											1,5
1634	1630	γ -Eudesmol																4,1
1637	1636	Gossonorol																0,8
1638	1636	Cariofila-4(12),8(13)-dien-5- β -ol	0,9	0,6			0,3	5,2	1,7					3,3		0,4	0,8	1,3
1638	1658	<i>neo</i> -Intermedeol																1,3
1639	1632	Cedr-8(15)-en-9-ona																0,1
1641	1640	Hinesol																0,5
1642	1640	<i>epi</i> - α -murrolol																0,5
1646	1644	α -Muurolol	1,0	1,0	1,2	1,1	0,4	4,9	1,1	1,7	0,5	0,6	2,1	0,9	0,8	0,6		4,6
1648	1642	Cariofila-4(12),8(13)-dien-5- α -ol	2,0															3,8

IR c: Índice de retenção calculado; **IR L:** Índice de retenção da literatura; **PGN:** *Psidium guineense*; **PGU:** *Psidium guajava*; **PAC:** *Psidium acutangulum*; **PCA:** *Psidium cattleianum*; **PRI:** *Psidium riparium*.

APÊNDICE F- Continuação

1650	1642	Selina-3,11-dien-6- α -ol								0,1																										
1650	1674	β -Bisabolol																3,9																		
1651	1638	<i>epi</i> - α -Cadinol	1,8	1,8	1,7	1,7	0,6																													
1651	1649	β-Eudesmol																	7,8																	
1651	1652	α-Eudesmol																	7,8																	
1655	1651	Pogostol																	3,8	1,3																
1655	1652	α -Cadinol	1,5	1,6	1,8															3,2	4,3	1,2														
1658	1661	Alohimachalol																		0,1		0,1														
1659	1658	Selin-11-en-4-α-ol																		4,2	9,6	9,6														
1659	1660	<i>cis</i> -Calamenen-10-ol																				0,5	0,2													
1659	1665	Intermedeol																				0,2	4,2													
1668	1668	<i>trans</i> -Calamenen-10-ol																					0,3	0,3												
1671	1670	<i>epi</i>-β-Bisabolol																						15,1	12,8											
1675	1671	14-hidroxi-9- <i>epi</i> -(<i>E</i>)-cariofileno																						0,1	0,6											
1677	1675	Cadaleno																						0,2	0,4	tr										
1678	1676	Mustakona																								0,1										
1681	1685	Germacra-4(15),5,10(14)-trien-1- α -ol																						0,1	0,4	0,1	0,7									
1683	1683	<i>epi</i> - α -Bisabolol																							0,2	0,1	1,4	1,1	tr	0,2						
1685	1685	α -Bisabolol																							0,4	0,1	3,1	tr	3,0	0,4	0,1	0,3				
1696	1696	Cânfora de junípero																														0,1	tr			
1714	1713	2 <i>E</i> ,6 <i>Z</i> -Farnesal	0,4	1,0	1,5	2,7	0,2																													
1716	1679	Kusinol																																		
1723	1722	2 <i>Z</i> ,6 <i>E</i> -Farnesol	0,5	1,1	3,7	4,6	0,2																													
1726	1726	Tasmanona																																		
1741	1740	2 <i>E</i> ,6 <i>E</i> -Farnesal	0,5	1,4	2,1	3,6	0,4																													

IR c: Índice de retenção calculado; **IR L:** Índice de retenção da literatura; **PGN:** *Psidium guineense*; **PGU:** *Psidium guajava*; **PAC:** *Psidium acutangulum*; **PCA:** *Psidium cattleianum*; **PRI:** *Psidium riparium*.

APÊNDICE F- Continuação

1765	1753	Isobaeckeol													17,9	
1764	1759	Benzoato de benzila				0,1	tr	tr								
1766	1760	Z-Lanceol										0,2				
1767	1768	β -Bisabolenal		0,1	0,2	0,2										
1769	1777	Isobaeckelato de metila													15,3	
1841	1839	Homoisobaeckeol													0,9	
1841	1832	Acetato de farnesila		0,1	0,2											
1841	1845	Acetato de 2E,6E-Farnesila	0,2			0,7										
1847	1844	Dimetil isotorquatona													0,1	
1863	1861	Baেকেol													0,3 1,0	
1871	1871	Homoisobaেকেolato de metila													0,2	
1962	1958	Benzoato de geranila		0,1	0,1	0,2										
2111	2106	Fitol													0,1	
Total identificado			92,8	94,5	95,7	95,5	96,9	84,6	90,5	94,5	82,3	97,7	90,0	92,7	96,3	95,9
Monoterpenos Hidrocarbonetos			41,4	58,0	54,2	45,4	77,8	8,7	12,5	1,7	30,9	0,0	16,6	3,7	6,7	39,5
Monoterpenos Oxigenados			5,8	6,1	7,3	4,3	6,1	1,5	7,5	3,0	15,2	23,2	3,9	0,3	4,5	3,4
Sesquiterpenos Hidrocarbonetos			28,7	14,0	14,2	21,0	5,6	32,1	40,4	55,2	17,9	37,0	30,3	72,6	30,7	20,2
Sesquiterpenos Oxigenados			16,4	15,1	17,8	22,2	5,2	40,7	29,3	34,1	17,3	30,5	38,1	16,0	35,3	15,2
Outros			0,6	1,2	2,3	2,5	2,3	1,6	0,9	0,5	1,1	6,9	1,1	0,1	19,2	17,7

IR c: Índice de retenção calculado; **IR L:** Índice de retenção da literatura; **PGN:** *Psidium guineense*; **PGU:** *Psidium guajava*; **PAC:** *Psidium acutangulum*; **PCA:** *Psidium cattleianum*; **PRI:** *Psidium riparium*.