

**Composição química de *Ocimum gratissimum* L.: uma revisão de literatura**Crisálida Machado Vilanova¹, Emanuel Gomes de Moura², Denise Fernandes Coutinho Moraes³**Resumo**

Ocimum gratissimum L. (alfavaca) é uma herbácea distribuída em todo o Brasil e muito utilizada na fitoterapia por suas diversas propriedades farmacológicas. O objetivo deste trabalho foi compilar o conhecimento sobre a composição química da alfavaca. Os compostos fenólicos predominam nessa espécie vegetal e em seu óleo essencial destacam-se monoterpenos e sesquiterpenos como constituintes mais isolados. Ainda são escassas informações sobre o efeito de fatores intrínsecos e extrínsecos sobre seus metabólitos.

Palavras-Chave: *Ocimum gratissimum*, constituintes químicos, alfavaca, óleo essencial.

Chemical composition of *Ocimum gratissimum* L.: A literature review. *Ocimum gratissimum* L. (alfavaca) is an herbaceous plant distributed in the Brazil and widely used in phytotherapy due to its various pharmacological properties. The objective of this work was compiled on chemical composition and biological activities of alfavaca. Phenolic compounds predominate in this plant species and in their essential oil monoterpenes and sesquiterpenes stand out as more isolated constituents. There is still scarce information on the effect of intrinsic and extrinsic factors on its metabolites.

Key-words: *Ocimum gratissimum*, chemical constituents, alfavaca, essential oil.

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal - BIONORTE, Professora Mestre, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Cidade Universitária Dom Delgado. Departamento de Farmácia. Avenida dos Portugueses, 1.966, CEP 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil. Autora para Correspondência: crisalida.vilanova@ufma.br

² Professor Doutor do Programa BIONORTE, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caixa Postal 09, Tirirical, CEP 65054-970, São Luís, MA, Brasil, egmoura@elointernet.com.br

³ Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Saúde, UFMA, Cidade Universitária Dom Delgado. Departamento de Farmácia. Avenida dos Portugueses, 1.966, CEP 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil, deniseufma2013@gmail.com



1. Introdução

O metabolismo dos vegetais pode ser definido como o conjunto total das transformações das moléculas orgânicas, catalisadas por enzimas, que ocorre nas células vivas, suprindo o organismo de energia, renovando suas moléculas e garantindo a continuidade do estado organizado (SILVA e ABREU, 2016).

O metabolismo vegetal varia de acordo com sua fisiologia e pode ser dividido em primário e secundário (SOUSA e SOUSA, 2017) e os compostos químicos que são formados, degradados ou transformados recebem o nome de metabólitos (SIMÕES et al., 2017), os quais também são divididos em dois grupos, metabólitos primários e secundários (LATTANZIO, 2013)

Os metabólitos primários estão relacionados com processos de fotossíntese, respiração e transporte de solutos e proporcionam funções essenciais para a sobrevivência, o desenvolvimento e a reprodução dos vegetais (SEYFRIED et al., 2016). Proteínas, lipídeos, ácidos nucleicos, aminoácidos e carboidratos fazem parte desse grupo (KERBAUY, 2012).

Ao contrário dos metabólitos primários, os metabólitos secundários são um grande grupo de fitoquímicos que não estão diretamente envolvidos nos processos vitais do vegetal (GUPTA et al., 2017), mas são componentes importantes no mecanismo de defesa contra parasitas (fungos, insetos, bactérias), nas características atrativas para agentes polinizadores e dispersores de sementes, nas relações de competição planta-planta e de simbioses plantas-microorganismos (OLIVOTO et al., 2017) e podem conferir proteção contra estresses ambientais (AKULA e RAVISHANKAR, 2011).

Enquanto os metabólitos primários são de ocorrência ampla e generalizada, os metabólitos secundários são considerados de ocorrência restrita e, podem, inclusive, serem utilizados para a classificação quimiotaxômica de uma espécie vegetal (SINGH, 2016).

Os vegetais sintetizam uma miríade de metabólitos secundários que são derivados do metabolismo central ou primário. Mais de 100 mil fitoquímicos foram isolados de diferentes fontes de vegetais até o momento e esses fitoquímicos são sintetizados nos vegetais para uma necessidade especializada em um conjunto específico de condições ecológicas, pois sua

biossíntese é altamente consumidora de energia. A biossíntese e a acumulação de metabólitos secundários em vegetais são o resultado de uma regulação rigorosa de suas máquinas biossintéticas (GUPTA et al., 2017) e são controladas no nível de expressão gênica por fatores específicos do desenvolvimento e do tecido ou por sinais externos (FITS e MEMELIN, 2000).

Os metabólitos secundários apresentam estruturas complexas, baixa massa molecular e distintas atividades biológicas (SEYFRIED et al., 2016) e são utilizados pelo homem como produtos farmacêuticos, cosméticos, corantes, flavorizantes, inseticidas, dentre outros (GUPTA et al., 2017). Alguns dos principais grupos de metabólitos secundários incluem glicosídeos, alcaloides, óleos essenciais, flavonoides, fenois e terpenoides (SINGH, 2016) e podem ser divididos em três grupos principais quimicamente distintos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados (OLIVOTO et al., 2017).

Ocimum gratissimum L., pertencente à família Lamiaceae, é uma herbácea aromática, perene, anual e de base lenhosa (SHARMA et al., 2011), conhecida popularmente no Brasil como alfavaca, alfavaca-cravo, alfavacão, dentre outros nomes (RIOS e PASTORE JR., 2011).

Trata-se de uma espécie vegetal nativa da Ásia e África, naturalizada no continente americano (GRIN-GLOBAL, 2016) e distribuída em todo o Brasil (FLORA DO BRASIL, 2018) com amplo emprego na fitoterapia e por comunidades tradicionais do Nordeste brasileiro, especialmente no tratamento de: gripe (SILVA et al., 2012; POVH e ALVES, 2013; SILVA et al., 2015; CUNHA et al., 2015), calmante (SILVA et al., 2012), micose (POVH e ALVES, 2013), antiespasmódico (SOUSA et al., 2010), indisposições gerais (NETO et al., 2014), incluindo febre, sinusite, dores de ouvido, afecções dos olhos, diarreia, cólicas menstruais, transtornos do sistema nervoso e afecções genitourinárias (RODRIGUES e ANDRADE, 2014).

Algumas das atividades farmacológicas de *Ocimum gratissimum* já foram comprovadas cientificamente, destacando-se: a diurética e hipoglicêmica (NEGRI, 2005; OGUANOBI et al., 2012; AKPAN et al., 2014); a antimicrobiana (BRAGA et al., 2007; NGUEFACK et al., 2009; SILVA et al., 2010; PRASANNABALAJI et al.,

2012; JOSHI 2013; SAHA et al., 2013; DJEUSSI et al., 2013; BONOU et al., 2016; IGBINOSA & IDEMUDIA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016) e a antioxidante (PEREIRA e MAIA, 2007; OBOH et al., 2008; AKINMOLADUN et al., 2010; CHIU et al., 2013; JOSHI 2013; VENUPRASAD et al., 2014; AKINRINDE et al., 2016; HZOUNDA et al., 2016).

Em razão de sua importância e destaque na fitoterapia e na medicina tradicional popular e por ser uma espécie da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS – Rensus (BRASIL, 2009), este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão da literatura sobre estudos químicos de *Ocimum gratissimum*.

2. Metodologia

Foi realizado um levantamento bibliográfico de publicações do período de 1930 a 2017 utilizando-se as bases de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Biblioteca Virtual em Saúde e as ferramentas de pesquisa *Google acadêmico*, *Pubmed* e *Scielo*. Foi utilizado como descritor de pesquisa o termo “*ocimum gratissimum*”. A lista inicial foi analisada excluindo-se estudos que não estivessem relacionados aos objetivos da pesquisa, estudos sem indicação clara da parte da planta e sem indicação do solvente utilizado na extração e aquelas informações pessoais de autores.

3. Composição química

Nos estudos químicos há predominância do uso de solventes polares (água e álcool) nos métodos extrativos. Nas partes aéreas de *Ocimum gratissimum* L. já foram identificados: ácido cinâmico; ácido rosmarínico; ácido *p*-cumarínico; ácido hidroxibenzoico; ácido ferulico e ácido

litospérmico (BORA et al., 2011). Contudo, as folhas destacam-se como a parte da planta mais pesquisada nos estudos químicos dessa espécie vegetal, nas quais já foram relatadas as presenças de: ácido ascórbico (OBOH et al., 2008); ácido sinápico (NANGIA-MAKKER et al., 2007; PEREIRA e MAIA, 2007; VENUPRASAD et al., 2014); apigenina (NANGIA-MAKKER et al., 2007; VENUPRASAD et al., 2014); ácido *L*-caftárico; ácido *L*-chicórico; eugenil- β -*D*-glucopiranosídeo; vicenina-2 (CASANOVA et al., 2014); metil-eugenol; apigenina 7,4,'-dimetil-éter; himenoxina; luteolina; nevadensina; salvigenina; xantomícol; basilimosídeo (VENUPRASAD et al., 2014); quercetina; ácido protocatecuico; epigalocatequina galato; ácido gálico; naringina (CHIU et al., 2012); rutina; catequina; epicatequina; ácido cafeico (CHIU et al., 2012; LI et al., 2012); glicosídeo cardiotônico (AKINMOLADUN et al., 2010; AKPAN et al., 2014) e glicosídeo cianogênico (NWEZE e EZE, 2009; OKOLI et al., 2010).

Os estudos etnofarmacológicos (SILVA et al., 2012; ALVES e POVH, 2013; NETO et al., 2014; RODRIGUES e ANDRADE, 2014; CUNHA et al., 2015) mostram que as comunidades tradicionais utilizam principalmente as folhas nas formas de infuso e decocto nas preparações fitoterápicas com *Ocimum gratissimum*, o que justifica o destaque desse órgão vegetal e dos solventes polares nas pesquisas químicas (Tabelas 1 e 2).

Nos estudos de *screening* fitoquímico, os compostos fenólicos são preponderantes nessa espécie vegetal, com destaque para a classe dos taninos, flavonoides, alcaloides, saponinas, terpenos, esteroides, polifenóis e triterpenos (Tabela 1).

Tabela 1 – Classes de metabólitos secundários identificadas em *Ocimum gratissimum* L. em estudos de *screening* fitoquímico publicados entre 1999 e 2016.

Classe de metabólitos	Preparação	Parte usada	Referência
Alcaloides	EA	F	Aziba et al., 1999; Tanko et al., 2008; Gupta et al., 2011; Akpan et al., 2014
	EC	F	Gupta et al., 2011
	EE	F	Nweze e Eze, 2009; Koubala et al., 2013; Dasmadhu e Harindran, 2014
		PA	Mann, 2012
	EP	F	Gupta et al., 2011



	EM	F	Braga et al., 2007; Akinmoladun et al., 2010; Okoli et al., 2010; Coutinho et al., 2011; Gupta et al., 2011; Kumar et al., 2011
		I	Braga et al., 2007
		PA	Djeussi et al., 2013
Antraquinonas	EA	F	Akpan et al., 2014
	EE	PA	Mann, 2012
Auronas	EH	F	Coutinho et al., 2011
	EM	F	Coutinho et al., 2011
Açúcares redutores	EE	F	Nweze e Eze, 2009
Aglicona esteroidal	EE	F	Nweze e Eze, 2009
Carboidratos	EA	F	Offiah e Chikwendu, 1999; Gupta et al., 2011; Akpan et al., 2014
	EE	F	Dasmadhu e Harindran, 2014
		PA	Mann, 2012
Catequinas	EM	F	Okoli et al., 2010
	EH	F	Coutinho et al., 2011
	EM	F	Coutinho et al., 2011
Chalconas	EH	F	Coutinho et al., 2011
	EM	F	Coutinho et al., 2011
Esteroides	EA	F	Offiah e Chikwendu, 1999; Tanko et al., 2008
	EE	F	Dasmadhu e Harindran, 2014
		PA	Mann, 2012
	EP	F	Okoli et al., 2010
	EM	F	Braga et al., 2007; Akinmoladun et al., 2010; Kumar et al., 2011; Gupta et al., 2015
		PA	Djeussi et al., 2013
Fenois	EA	F	Akpan et al., 2014
	EE	PA	Mann, 2012
		F	Koubala et al., 2013
	EM	F	Akinmoladun et al., 2010
		PA	Djeussi et al., 2013
Flavonas	EM	F	Coutinho et al., 2011
Flavonoides	EA	F	Oboh et al., 2008; Tanko et al., 2008; Gupta et al., 2011; Lee et al., 2013; Gontijo et al., 2014
	EC	F	Gupta et al., 2011
	EE	PA	Bora et al., 2011; Mann, 2012
		F	Koubala et al., 2013
	ÉP	F	Gupta et al., 2011
	EH	F	Oboh et al., 2008
	EM	F	Braga et al., 2007; Akinmoladun et al., 2010; Okoli et al., 2010; Gupta et al., 2011; Kumar et al., 2011; Gupta et al., 2015
		I	Braga et al., 2007
Flavonois	EM	F	Coutinho et al., 2011
Flavononois	EH	F	Coutinho et al., 2011
	EM	F	Coutinho et al., 2011
Leucoantocianidinas	EH	F	Coutinho et al., 2011
	EM	F	Coutinho et al., 2011
Polifenois	EA	F	Oboh et al., 2008; Chiu et al., 2013; Lee et al., 2013; Ze-Long et al., 2013
		PA	Chiu et al., 2013
	EE	F	Dasmadhu e Harindran, 2014
		PA	Bora et al., 2011
	EH	F	Oboh et al., 2008
	EM	F	Gupta et al., 2015
		PA	Djeussi et al., 2013
Resina	EM	F	Okoli et al., 2010
Saponinas	EA	F	Tanko et al., 2008; Akpan et al., 2014; Gontijo, Fietto e Leite, 2014
	EE	F	Nweze e Eze, 2009; Koubala et al., 2013; Dasmadhu e Harindran, 2014
		PA	Mann, 2012



	EM	F	Braga et al., 2007; Okoli et al., 2010; Gupta et al., 2011; Kumar et al., 2011
Taninos	EA	F	Offiah e Chikwendu, 1999; Tanko et al., 2008; Gupta et al., 2011; Akpan et al., 2014; Gontijo et al., 2014
	EE	F	Nweze e Eze, 2009; Koubala et al., 2013
	EH	PA	Mann, 2012
	EH	F	Coutinho et al., 2011
	EM	PA	Djeussi et al., 2013
		F	Braga et al., 2007; Akinmoladun et al., 2010; Okoli et al., 2010; Coutinho et al., 2011; Gupta et al., 2011; Kumar et al., 2011; Gupta et al., 2015
Terpenos		I	Braga et al., 2007
	EA	F	Tanko et al., 2008; Gupta et al., 2011
	EC	F	Gupta et al., 2011
	EE	F	Nweze e Eze, 2009; Koubala et al., 2013
		PA	Bora et al., 2011; Mann, 2012
	EP	F	Okoli et al., 2010; Gupta et al., 2011
	EH	F	Coutinho et al., 2011
	EM	F	Akinmoladun et al., 2010; Coutinho et al., 2011; Gupta et al., 2011; Kumar et al., 2011; Gupta et al., 2015
Triterpenos	EA	F	Offiah e Chikwendu, 1999
	EM	I	Braga et al., 2007
		PA	Djeussi et al., 2013
Xantonas	EH	F	Coutinho et al., 2011
	EM	F	Coutinho et al., 2011

Legenda: EE = extrato etanólico; EA = extrato aquoso; EM = extrato metanólico; EH = extrato hexânico; EC = extrato clorofórmico; EP = extrato em éter de petróleo; F = folha; I = inflorescência; PA = parte aérea

Os componentes dos óleos essenciais são os compostos mais estudados quimicamente nessa espécie vegetal, onde os monoterpenos sobressaem-se como a classe química mais abundante, seguidos pelos sesquiterpenos. A extração predominante nesses estudos é hidrodestilação (Tabela 2)

A hidrodestilação é o método convencional de extração dos óleos essenciais e se baseia na evaporação desses compostos por aquecimento da água ou outros solventes seguido pela liquefação dos vapores em um condensador (RASSEM et al., 2016).

Tabela 2 - Componentes químicos identificados no óleo essencial de *Ocimum gratissimum* L. em estudos publicados entre 1999 e 2016.

Componente	Parte usada	Referência
Fenilpropanoide eugenol	F	Silva et al., 1999; Vieira et al., 2001; Lahlou et al., 2004; Lemos et al., 2005; Faria et al., 2006; Freire et al., 2006; Ueda-Nakamura et al., 2006; Matasyoh et al., 2007; Pereira e Maia, 2007; Matasyoh et al., 2008; Oliveira et al., 2009; Borges et al., 2012; Saha et al., 2013; Bojjink et al., 2016; Oliveira et al., 2016; Ribeiro et al., 2016; Smitha e Tripathy, 2016
	I	Silva et al., 2010; Smitha e Tripathy, 2016
	PA	Faria et al., 2006; Joshi, 2013
	F	Matasyoh et al., 2007; Matasyoh et al., 2008
metil-eugenol	F	Smitha e Tripathy, 2016; Sumitha e Thoppil, 2016
metil-iso-eugenol	F	Smitha e Tripathy, 2016; Sumitha e Thoppil, 2016
	I	Smitha e Tripathy, 2016
Monoterpeno 1,3,8- <i>p</i> -metatrieno	F	Nguemtchouin et al., 2013
	F	Silva et al., 1999; Vieira et al., 2001; Ngassouma et al., 2003; Lahlou et al., 2004; Tchoumboungang et al., 2005; Freire et al., 2006; Tatsadjieu et al., 2008; Oliveira et al., 2009; Bojjink et al., 2016; Oliveira et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
1,8-cineol	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014



3,9-epoxi- <i>p</i> -menta-1,8-dieno	F	Ngassouma et al., 2003; Tatsadjieu et al., 2008
4-terpineol	F	Silva et al., 1999; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
α -felandreno	F	Ngassouma et al., 2003; Tchoumboungang et al., 2005; Nguemtchouin et al., 2013
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
α -pineno	F	Silva et al., 1999; Lahlou et al., 2004; Tchoumboungang et al., 2005; Freire et al., 2006; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013; Saha et al., 2013; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
α -terpineno	F	Lemos et al., 2005; Tchoumboungang et al., 2005; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
α -terpineol	F	Silva et al., 1999; Ngassouma et al., 2003; Lahlou et al., 2004; Tchoumboungang et al., 2005; Freire et al., 2006; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
α -terpinoleno	F	Ngassouma et al., 2003
α -tujeno	F	Tchoumboungang et al., 2005; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013; Smitha e Tripathy, 2016
	I	Smitha e Tripathy, 2016
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
β -3-careno	F	Tatsadjieu et al., 2008
β -felandreno	F	Tchoumboungang et al., 2005; Tatsadjieu et al., 2008
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
(<i>E</i>)- β -ocimeno	F	Lemos et al., 2005; Tchoumboungang et al., 2005; Nguemtchouin et al., 2013
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
(<i>Z</i>)- β -ocimeno	F	Nguemtchouin et al., 2013
β -ocimeno	F	Oliveira et al., 2016
	PA	Tchoumboungang et al., 2005; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
β -pineno	F	Lahlou et al., 2004; Tchoumboungang et al., 2005; Freire et al., 2006; Matasyoh et al., 2007; Matasyoh et al., 2008; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013; Saha et al., 2013; Boijink et al., 2016; Oliveira et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
β -terpineno	F	Tatsadjieu et al., 2008
β -terpineol	F	Tatsadjieu et al., 2008
β -tujono	F	Tatsadjieu et al., 2008
δ -3-careno	F	Tchoumboungang et al., 2005
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
δ -terpineol	F	Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
γ -terpineno	F	Vieira et al., 2001; Ngassouma et al., 2003; Lemos et al., 2005; Tchoumboungang et al., 2005; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013; Hzounda et al., 2016
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
γ -terpineol	F	Vieira et al., 2001
γ -terpinoleno	F	Bonou et al., 2016
	PA	Joshi, 2013
<i>p</i> -cimeneno	F	Lemos et al., 2005
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
<i>p</i> -cimeno	F	Vieira et al., 2001; Ngassouma et al., 2003; Lemos et al., 2005; Tchoumboungang et al., 2005; Tatsadjieu et al., 2008; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013; Bonou et al., 2016
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
<i>p</i> -cimen-7-ol	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
<i>p</i> -cimen-8-ol	F	Nguemtchouin et al., 2013
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
<i>p</i> -mentano-1,3,8-trieno	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
borneol	F	Tamgue et al., 2011
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
canfeno	F	Vieira et al., 2001; Tchoumboungang et al., 2005; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
cânfora	F	Tchoumboungang et al., 2005; Matasyoh et al., 2007; Matasyoh et al.,



carvacrol	F	2008; Tamgue et al., 2011; Saha et al., 2013 Lemos et al., 2005; Tatsadjieu et al., 2008; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
cineol	F	Saha et al., 2013
cis-4-caranono	P	Joshi, 2013
cis-ocimeno	F	Lahlou et al., 2004; Matasyoh et al., 2007; Matasyoh et al., 2008; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
citral	F	Saha et al., 2013
citral A	F	Tchoumboungang et al., 2005
citral B (neral)	F	Tchoumboungang et al., 2005
citronelal	F	Tchoumboungang et al., 2005; Saha et al., 2013
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
dehidro- <i>p</i> -cimeno	F	Ngassouma et al., 2003; Tatsadjieu et al., 2008
estragol (metil-chavicol)	F	Vieira et al., 2001
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
geraniol	F	Vieira et al., 2001; Saha et al., 2013
hidrato cis-sabineno	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
hidrato trans-sabineno	F	Tamgue et al., 2011
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
limoneno	F	Ngassouma et al., 2003; Tchoumboungang et al., 2005; Tatsadjieu et al., 2008; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
linalol	F	Silva et al., 1999; Lahlou et al., 2004; Tchoumboungang et al., 2005; Freire, Marques e Costa, 2006; Tatsadjieu et al., 2008; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013; Saha et al., 2013; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016; Sumitha e Thoppil, 2016
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
metil-ester-timol	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
mircenol	F	Silva et al., 1999; Lahlou et al., 2004; Lemos et al., 2005; Tchoumboungang et al., 2005; Freire et al., 2006; Tatsadjieu et al., 2008; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013; Boijink et al., 2016; Bonou et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
neo-alo-ocimeno	F	Nguemtchouin et al., 2013
nerol	F	Tchoumboungang et al., 2005
sabineno	F	Tchoumboungang et al., 2005; Freire et al., 2006; Tatsadjieu et al., 2008; Nguemtchouin et al., 2013; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
terpinen-4-ol	F	Tchoumboungang et al., 2005; Tatsadjieu et al., 2008; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013
terpin-4-ol	F	Vieira et al., 2001; Lemos et al., 2005
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
terpinoleno	F	Vieira et al., 2001; Tchoumboungang et al., 2005; Tatsadjieu et al., 2008
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
trans-4-caranono	PA	Joshi, 2013
trans-ocimeno	F	Matasyoh et al., 2007; Matasyoh et al., 2008; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
trans- <i>p</i> -ocimeno	F	Tatsadjieu et al., 2008
trans-tujono	F	Nguemtchouin et al., 2013
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
umbelulone	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
Diterpeno		
fitol	F	Sumitha e Thoppil, 2016
Triterpeno		
6,10,14,18,22-tetracosapentaeno-2-ol,	F	Sumitha e Thoppil, 2016
3-bromo-2,6,10,15,19,23-hexametil-,		
(all- <i>e</i>)-		
megastigmatrienono	F	Sumitha e Thoppil, 2016
Sesquiterpeno		
1,2-epóxidohumuleno	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
(1à,4aà,8aà)-1,2,3,4,4 ^a ,5,6,8 ^a -	F	Sumitha e Thoppil, 2016



octahidro-7-metil-4-metileno-1-(1-metiletil)-naftaleno		
6-isopropenil-4,8 ^a -dimetil-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahidronaftalen-2,3-diol	F	Sumitha e Thoppil, 2016
7-epi- α -selineno	F	Nguemtchouin et al., 2013; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
α -amorfeno	F	Tamgue et al., 2011
(Z)- α -bisaboleno	F	Lemos et al., 2005
α -bourboneno	F	Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
α -cadinol	F	Tchoumboungang et al., 2005
α -cariofeleno	F	Tamgue et al., 2011
α -copaeno	F	Vieira et al., 2001; Lemos et al., 2005; Tchoumboungang et al., 2005; Tamgue et al., 2011; Smitha e Tripathy, 2016
	I	Silva et al., 2010; Smitha e Tripathy, 2016
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
α -cubebeno	F	Nguemtchouin et al., 2013
α -farneseno	F	Matasyoh et al., 2007; Matasyoh et al., 2008
α -humuleno	F	Lahlou et al., 2004; Lemos et al., 2005; Freire et al., 2006; Nguemtchouin et al., 2013; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
α -selineno	F	Lahlou et al., 2004; Lemos et al., 2005; Tchoumboungang et al., 2005; Freire et al., 2006; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013; Boijink et al., 2016; Oliveira et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
α -trans-bergamoteno	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
β -bisaboleno	F	Matasyoh et al., 2007; Matasyoh et al., 2008
β -cariofileno	F	Silva et al., 1999; Ngassouma et al., 2003; Lemos et al., 2005; Tchoumboungang et al., 2005; Tatsadjieu et al., 2008; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013; Boijink et al., 2016; Oliveira et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	I	Silva et al., 2010
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
β -copaeno	F	Tatsadjieu et al., 2008; Nguemtchouin et al., 2013
	PA	Joshi, 2013
β -cubebeno	F	Tatsadjieu et al., 2008; Nguemtchouin et al., 2013; Smitha e Tripathy, 2016
	PA	Joshi, 2013
β -elemeno	F	Silva et al., 1999; Lahlou et al., 2004; Tchoumboungang et al., 2005; Freire et al., 2006; Nguemtchouin et al., 2013; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	I	Smitha e Tripathy, 2016
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
β -farneseno	F	Tatsadjieu et al., 2008
(E)- β -farneseno	F	Lemos et al., 2005
β -selineno	F	Lahlou et al., 2004; Freire et al., 2006; Tamgue et al., 2011; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	I	Oliveira et al., 2016
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
γ -cadineno	F	Tchoumboungang et al., 2005
γ -cariofileno	F	Vieira et al., 2001
γ -muuroleno	F	Vieira et al., 2001; Tchoumboungang et al., 2005; Boijink et al., 2016; Ribeiro et al., 2016
	I	Silva et al., 2010
	PA	Joshi, 2013
δ -cadineno	F	Tchoumboungang et al., 2005; Tamgue et al., 2011; Nguemtchouin et al., 2013
	I	Silva et al., 2010
	PA	Joshi, 2013
δ -elemeno	F	Tchoumboungang et al., 2005
λ -selineno	F	Vieira et al., 2001
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
alo-aromadendreno	F	Tchoumboungang et al., 2005
ar-turmerono	F	Sumitha e Thoppil, 2016



bergamoteno	F	Sumitha e Thoppil, 2016
bisaboleno	F	Tatsadjieu et al., 2008
cariofileno	F	Sumitha e Thoppil, 2016
cis- β -guaiano	F	Lemos et al., 2005
cis-muuroala-4-(14),5-dieno	PA	Joshi, 2013
copaeno	F	Sumitha e Thoppil, 2016
curlono	F	Sumitha e Thoppil, 2016
epi-cubebol	PA	Joshi, 2013
espatulenol	F	Vieira et al., 2001; Lemos et al., 2005
germacreno A	F	Freire et al., 2006
germacreno D	F	Lahlou et al., 2004; Lemos et al., 2005; Tchoumboungang et al., 2005; Freire et al., 2006; Matasyoh et al., 2007; Matasyoh et al., 2008; Nguemtchouin et al., 2013; Oliveira et al., 2016
	PA	Joshi, 2013; Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
isolongifoleno	F	Smitha e Tripathy, 2016
	I	Smitha e Tripathy, 2016
nerolidol	F	Tchoumboungang et al., 2005
óxido-cariofileno	F	Lemos et al., 2005; Tatsadjieu et al., 2008; Nguemtchouin et al., 2013; Sumitha e Thoppil, 2016
	PA	Kpadonou-Kpoviessi et al., 2014
T-cadinol	F	Tchoumboungang et al., 2005
trans-cariofileno	F	Lahlou et al., 2004; Freire et al., 2006; Matasyoh et al., 2007; Matasyoh et al., 2008
turmerono	F	Sumitha e Thoppil, 2016
trans-muuroala-4-(14),5-dieno	PA	Joshi, 2013

Legenda: F = folha; I = inflorescência; PA = parte aérea

Em geral, os terpenoides são predominantes nos óleos essenciais das plantas, mas muitos desses óleos são constituídos também por fenilpropanoides (SANGWAN et al., 2001), como no caso de *Ocimum gratissimum*, que apresenta, inclusive, o fenilpropanoide eugenol como um dos compostos mais identificados no seu óleo essencial (Tabela 2). É importante frisar que terpenos e fenilpropanoides possuem rotas biossintéticas distintas: os terpenos são originados pelas vias do ácido mevalônico e do metileritritol-fosfato (DUDAREVA et al., 2013), enquanto que os fenilpropanoides são formados pela via do ácido chiquímico (TAN e NISHIDA, 2012). As estruturas químicas dos componentes mais isolados e identificados no óleo essencial de *Ocimum gratissimum* L. estão dispostas na Figura 1.

Os óleos essenciais presentes nos vegetais consistem em uma mistura complexa de compostos químicos, cada uma das quais tem certas propriedades químicas e físicas que, em combinação com suas diferentes proporções, dão aos óleos essenciais características distintivas. As diferenças no aroma entre os tipos de plantas resultam de diferenças na volatilidade e quantidade de produtos químicos nos óleos essenciais (FIGUEIREDO et al., 2008) e isso pode, inclusive, impactar na qualidade do óleo essencial.

A composição química do óleo essencial das folhas e da inflorescência de *Ocimum gratissimum* apresenta grandes alterações dependendo da localização geográfica, fase de crescimento e época de coleta (SMITHA e TRIPATHY, 2016). Os componentes majoritários do óleo essencial das folhas dessa espécie podem variar de zero a 98,02% devido apenas a diferenças na hora de coleta (SILVA et al., 1999), sendo recomendada a colheita das suas folhas pela manhã ou entre 11 e 13 horas, período em que o teor de eugenol é mais elevado (PEREIRA e MOREIRA, 2011).

A síntese dos metabólitos secundários depende diretamente da produção dos metabólitos primários resultantes de processos fisiológicos básicos dos vegetais, como fotossíntese e glicólise. Qualquer fator capaz de alterar os mecanismos fisiológicos do vegetal, como luz, temperatura, vento, umidade e potencial hídrico, acarreta na maior ou menor produção de metabólitos primários, como carboidratos e proteínas, e conseqüentemente, altera a produção de metabólitos secundários, como heterosídeos cianogênicos, resinas, fenóis simples, taninos, terpenos, saponinas, flavonoides, antocianinas, antocianidinas, alcaloides, cumarinas e os componentes de óleos essenciais (TAIZ et al., 2014).

Fatores intrínsecos, relacionados à genética da planta, como a disponibilidade de

pigmentos fotossintetizantes ou de enzimas e cofatores, assim como os fatores extrínsecos, decorrentes do ambiente no qual a planta se encontra, podem redirecionar a rota metabólica, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos. Ressalta-se que os fatores extrínsecos podem apresentar correlações entre si, não atuando isoladamente, podendo exercer influência conjunta no metabolismo secundário do vegetal (MORAIS, 2009; SIMÕES et al., 2017).

Dentre os diversos fatores abióticos que influenciam a síntese de metabólitos primários e secundários no vegetal merecem destaque: as interações planta/planta, planta/insetos e planta/micro-organismos; idade e estágio de desenvolvimento; luminosidade; temperatura; sazonalidade; pluviosidade; nutrição; época e horário de coleta; bem como técnicas de colheita e pós-colheita (GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

Os óleos essenciais são tão importantes em *Ocimum gratissimum* que até os seus componentes majoritários são utilizados na identificação de quimitipos da espécie. Verma et al. (2013), por exemplo, citam um quimitipo caracterizado pela presença de eugenol, (*Z*)- β -ocimeno, germacreno D e (*E*)-cariofileno, como constituintes majoritários do óleo essencial da parte aérea dessa planta. No entanto, existem até três quimitipos para essa espécie, estabelecidos em função do principal componente majoritário do óleo essencial das suas folhas: eugenol, geraniol e timol (VIEIRA et al., 2001; VIANNA, 2009; CAROVIÉ-STANKO et al., 2011).

Estudos de variabilidade química do óleo essencial em relação aos fatores ambientais podem fornecer informações sobre o que determina seu polimorfismo químico (ZOUARI et al., 2012).

No óleo essencial das folhas de *Ocimum gratissimum* também foram relatadas as presenças de: vanilina (JOSHI, 2013; SAHA et al., 2013); ácido palmítico (VENUPRASAD et al., 2014); octan-3-one (KPADONOU-KPOVIESSI et al., 2014); vitamina E; metil-éster-iso-palmítico; anidrido palmítico; ácido metil-éster 7,10-octadecadienoico; ácido metil-éster 7,10,13-hexadecatrienoico; ácido metil-éster 6,9,12,15-docosatetraenoico; 1,3,7,7-tetrametil-; murolano-3,9(11)-dieno-10-peroxi; 1-(2,5-dimetoxifenil)-propanol; 2-(4a,8-dimetil-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahidro-naftalen-2-il)-prop-2-en-1-ol; 2-metil-5-(1)-ciclopenteno-1-metanol; cardol; 4,4,11,11-tetrametil-7-tetraciclo [6.2.1.0(3.8)0(3.9)] undecanol; 4-bromo-2-adamantanol; 2-benzil-2-metil-1,3-oxatolano; ledeno; spirio-10-(2,11-dioxabicyclo[4.4.1]undeca-3,5-dieno)-2'-(oxirano); spatulenol; 4-(dimetoximetil)-1,2-dimetoxi-benzeno (ddb); 4-hidroxi-2-metoxibenzaldeído; α -canfolenal; coniferil; ácido verátrico; 1-(4-isopropoxi-3-metoxifenil)-propan-2-ona; 4-hidroxi-2-metilacetofenona; metil-veratril; (*E*)-metil cinamato; 1,3,3-trimetil-

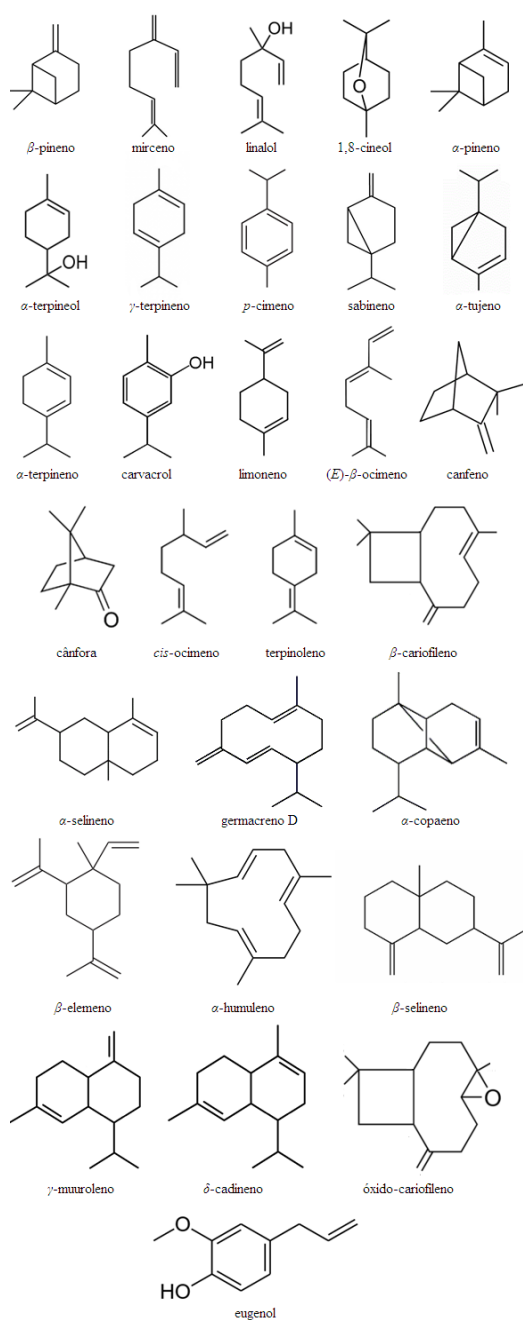


Figura 1 - Estrutura química dos principais componentes identificados no óleo essencial de *Ocimum gratissimum* L.



6-azabicyclo[3.2.1]octano; 4-(5-etenil-1-azabicyclo(2,2,2)octano-2); 3,9-epoxipregn-16-en-20-one, 3-metoxi-7,11,18-triacetoxi-; 3 β -(acetiloxi)-5-hidroxi-6 β ,16 α -dimetilpregnan-20-one; γ -sitosterol; 3-alil-6-metoxifenol; 2-etenil-benzofurano; ácido metil-éster-diidroorotato; 3-metoximetil-2,5,5,8a-tetrametil-6,7,8,8a-tetrahydro-2h-cromeno; 1-(1-hidroxibutil)-2,5-dimetoxibenzeno; 2-amino-4,5,6,7-tetrahydro-1-; benzotiofeno-3-carbonitrila (SUMITHA e THOPPI, 2016); 1-metil-4(1-metiletenil)-benzeno (mmb); acetato de bornila (TAMGUE et al., 2011), hexanal-2 (TATSADJIEU et al., 2008); acetato de linalil (TCHOUMBOUGNANG et al., 2005); metil-salicilato (JOSHI, 2013); metoxibenzeno (VIEIRA et al., 2001).

A importância da identificação química de uma espécie vegetal de uso medicinal está na possibilidade de se elucidar os responsáveis pela ação farmacológica exibida pela planta. Nesse sentido, destaca-se o eugenol, considerado o responsável pela propriedade antisséptica do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* (NAKAMURA et al., 1999), e o ácido chicórico, ao qual é atribuída a atividade hipoglicemiante das folhas dessa espécie vegetal (CASANOVA et al., 2014).

De modo geral, os compostos fenólicos se destacam, pois uma das principais atividades farmacológicas de *Ocimum gratissimum*, a antioxidante, é atribuída a esses compostos das classes: polifenóis (OBOH et al., 2008; AKINMOLADUN et al., 2010; CHIU et al., 2013; VENUPRASAD et al., 2014; HZOUNDA et al., 2016), flavonoides (OBOH et al., 2008; AKINMOLADUN et al., 2010; GONTIJO et al., 2014; VENUPRASAD et al., 2014), esteroides, terpenos e alcaloides (AKINMOLADUN et al., 2010).

3 Conclusão

Os estudos químicos com *Ocimum gratissimum* ainda são escassos e se concentram principalmente no óleo essencial de suas folhas. Há carência de pesquisas em relação aos efeitos de fatores abióticos sobre sua síntese metabólica e, conseqüentemente, sobre seus componentes químicos. Faltam estudos aprofundados sobre substâncias químicas isoladas e identificadas cientificamente como responsáveis pelas atividades biológicas dessa espécie vegetal.

Divulgação

Este artigo de revisão é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista Scientia Amazonia detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- AKINMOLADUN, A.C.; OBUOTOR, E.M.; FAROMBI, E.O. Evaluation of antioxidant and free radical scavenging capacities of some nigerian indigenous medicinal plants. *Journal of Medicinal Food*, v.13, n.2, p.444–451, 2010.
- AKINRINDE, A.S.; OYAGBEMI, A.A.; OMOBOWALE, T.O.; ASENUGA, E.R.; AJIBADE, T.O. Alterations in blood pressure, antioxidant status and caspase 8 expression in cobalt chloride-induced cardio-renal dysfunction are reversed by *Ocimum gratissimum* and gallic acid in Wistar rats. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, v.36, p.27–37, 2016.
- AKPAN, O.U.; BASSEY, R.B.; AGBA, B.S.; EDEGHA, I.A. Elevation of serum pancreatic amylase and distortion of pancreatic cytoarchitecture in type 1 *diabetes mellitus* rats treated with *Ocimum gratissimum*. *Nigeria Medical Association*, v.55, n.1, p.34-38, 2014.
- AKULA, R.; RAVISHANKAR, G.A. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling & Behavior*, v.6, n.11, p.1720–1731, 2011.
- ALVES, G.S.P.; POVH, J.A. Estudo etnobotânico de plantas medicinais na comunidade de Santa Rita, Ituiutaba – MG. *Biotemas*, v.26, n.3, p.231-242, 2013.
- AZIBA, P.I.; BASS, D.; ELEGBE, Y. Pharmacological Investigation of *Ocimum gratissimum* in rodents. *Phytotherapy Research*, v.13, n.5, p.427–429, 1999.
- BONOU, J.; BABA-MOUSSA, F.; NOUMAVO, P.A.; AHOUEJINOU, H.; ADÉOTI, K.; MÉTOGNON, I.; AKPAGANA, K.; MANSOUROU, M.; GBÉNOU, J.D.; TOUKOUROU, F.; BABA-MOUSSA, L. Composition chimique et influence de différents tensioactifs sur le pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum*, *Ocimum basilicum*, *Laurus*



nobilis et *Melaleuca quinquenervia*. European Scientific Journal, v.12, n.27, p.162-171, 2016.

BORA, K.S.; SHRI, R.; MONGA, J. Cerebroprotective effect of *Ocimum gratissimum* against focal ischemia and reperfusion-induced cerebral injury. *Pharmaceutical Biology*, v.49, n.2, p.175-181, 2011.

BORGES, A.M.; PEREIRA, J.; CARDOSO, M.G.; ALVES, J.A.; LUCENA, E.M.P. Determinação de óleos essenciais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.14, n.4, p.656-665, 2012.

BRAGA, F.G.; BOUZADA, M.L.M.; FABRI, R.L.; DE O. MATOS, M.; MOREIRA, F.O.; SCIO, E.; COIMBRA, E.S. Antileishmanial and antifungal activity of plants used in traditional medicine in Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v.111, n.2, p.396-402, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. RENISUS-Relação nacional de plantas medicinais de interesse ao SUS. 2009.

CAROVÍÉ-STANKO, K.; LIBER, Z.; POLITEO, O.; STRIKIC, F.; KOLAK, I.; MILOS, M.; SATOVIC, Z. Molecular and chemical characterization of the most widespread *Ocimum* species. *Plant Systematics and Evolution*, v.294, n.3, p.253-262, 2011.

CASANOVA, L.M.; DA SILVA, D.; SOLA-PENNA, M.; DE MAGALHÃES CAMARGO, L.M.; DE MOURA CELESTRINI, D.; TINOCO, L.W.; COSTA, S.S. Identification of chicoric acid as a hypoglycemic agent from *Ocimum gratissimum* leaf extract in a biomonitoring in vivo study. *Fitoterapia*, v.93, p.132-141, 2014.

CHIU, C.C.; HUANG, C.Y.; CHEN, T.Y.; KAO, S.H.; LIU, J.Y.; WANG, Y.W.; TZANG, B.S.; HSU, T.C. Beneficial effects of *Ocimum gratissimum* aqueous extract on rats with CCl₄-induced acute liver injury. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, p.1-9, 2012.

CHIU, Y.W.; LO, H.J.; HUANG, H.J.; CHAO, P.Y.; HWANG, J.M.; HUANG, P.Y.; HUANG, S.J.; LIU, J.Y.; LAI, T.J. The antioxidant and cytoprotective activity of *Ocimum gratissimum* extracts against hydrogen peroxide-induced toxicity in human HepG2 cells. *Journal of Food and Drug Analysis*, v.21, n.3, p.253-260, 2013.

COUTINHO, H.D.M.; MATIAS, E.F.F.; SANTOS, K.K.A.; SANTOS, F.A.V.; MORAIS-BRAGA, M.F.B.;

SOUZA, T.M.; ANDRADE, J.C.; SOUZA, C.E.S.; TINTINO, S.R.; GUEDES, G.M.M.; FALCÃO-SILVA, V.S.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J.P.; COSTA, J.G.M. Modulation of the norfloxacin resistance in *Staphylococcus aureus* by *Croton campestris* A. and *Ocimum gratissimum* L. *Biomédica*, v.31, n.4, p.608-612, 2011.

CUNHA, M.M.C.; GONDIM, R.S.D.; BONFIM, B.F.; BATALHA JUNIOR, N.J.P.; BARROSO, W.A.; VILANOVA, C.M. Perfil etnobotânico de plantas medicinais comercializadas em feiras livres de São Luís, Maranhão, Brasil. *Scientia Plena*, v.11, n.12, p.1-12, 2015.

DASMADHU, K.; HARINDRAN, J. Antiarthritic potential of *Ocimum gratissimum* L. in collagen induced arthritic Sprague-Dawley rats. *Biomedicine e Aging Pathology*, v.4, n.3, p.191-196, 2014.

DJEUSSI, D.E.; NOUMEDEM, J.A.; SEUKEP, J.A.; FANKAM, A.G.; VOUKENG, I.K.; TANKEO, S.B.; NKUETE, A.H.; KUETE, V. Antibacterial activities of selected edible plants extracts against multidrug-resistant Gram-negative bacteria. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, v.13, n.164, p.1-8, 2013.

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

FARIA, T.J.; FERREIRA, R.S.; YASSUMOTO, L.; SOUZA, J.R.P.; ISHIKAWA, N.K.; BARBOSA, A.M. Antifungal activity of essential oil isolated from *Ocimum gratissimum* L. (eugenol chemotype) against phytopathogenic fungi. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.49, n.6, p.867-871, 2006.

FIGUEIREDO, A.C.; BARROSO, J.G.; PEDRO, L.G.; SCHEFFER, J.J.C. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, v.23, n.4, p.213-226, 2008.

FITS, L. van der; MEMELIN, J. ORCA3, a Jasmonate-responsive transcriptional regulator of plant primary and secondary metabolism. *Science*, v.289, p.295-297, 2000.

FLORA DO BRASIL. Lamiaceae. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23332>>. Acesso em: 26 Fev. 2018



- FREIRE, C.M.M.; MARQUES, M.O.M.; COSTA, M. Effects of seasonal variation on the central nervous system activity of *Ocimum gratissimum* L. essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*, v.105, n.1-2, p.161–166, 2006.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, 30, 2, 374-381, 2007.
- GONTIJO, D.C.; FIETTO, L.C.; LEITE, J.P.V. Avaliação fitoquímica e atividade antioxidante e antimutagênica e toxicológica do extrato aquoso das folhas de *Ocimum gratissimum* L. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v.16, n.4, p.874-880, 2014.
- GRIN-GLOBAL. Taxon: *Ocimum gratissimum* L. Disponível em: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?id=25483>. Acesso em: 24 nov 2016.
- GUPTA, A.; SHETH, N. R.; PANDEY, S.; YADAV, J. S.; JOSHI, S. V. Screening of flavonoids rich fractions of three Indian medicinal plants used for the management of liver diseases. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.25, n.5, p.485–490, 2015.
- GUPTA, O. P.; KARKUTE, S. G.; BANERJEE, S.; MEENA, N. L.; DAHUJA, A. Contemporary understanding of miRNA-based regulation of secondary metabolites biosynthesis in plants. *Frontiers in Plant Science*, v.8, 374, 2017.
- GUPTA, V.K.; SINGH, J.; KUMAR, R.; BHANOT, A. Pharmacognostic and preliminary phytochemical study of *Ocimum gratissimum* Linn. (Family: Lamiaceae). *Asian Journal of Plant Sciences*, v.10, n.7, p.365-369, 2011.
- HZOUNDA, J.B.F.; JAZET, P.M.D.; LAZAR, G.; RADUCANU, D.; CARAMAN, I.; BASSENE, E.; BOYOM, F.F.; LAZAR, I.M. Spectral and chemometric analyses reveal antioxidant properties of essential oils from four Cameroonian *Ocimum*. *Industrial Crops and Products*, v.80, p.101–108, 2016.
- IGBINOSA, E.O.; IDEMUDIA, O.G. Anti-vibrio potentials of acetone and aqueous leaf extracts of *Ocimum gratissimum* (Linn). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, v.15, n.4, p.743-750, 2016.
- JOSHI, R. Chemical composition, In vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils of *Ocimum gratissimum*, *O. sanctum* and their major constituents. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v.75, n.4, p.457-461, 2013.
- KERBAUY, G. B. *Fisiologia vegetal*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 431 p. 2012.
- KOUBALA, B.B.; MIAFO, A.T.; BOUBA, D.; KAMDA, A.G.S.; KANSCI, G. Evaluation of insecticide properties of ethanolic extract from *Balanites aegyptiaca*, *Melia azedarach* and *Ocimum gratissimum* leaves on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Asian Journal of Agricultural Research*, v.5, n.5, 93-101, 2013.
- KPADONOU-KPOVIESSI, B.G.H.; KPOVIESSI, S.D.S.; LADEKAN, E.Y.; GBAGUIDI, F.; FRÉDÉRICH, M.; MOUDACHIROU, M.; QUETIN-LECLERCQ, J.; ACCROMBESSI, G.C.; BERO, J. *In vitro* antitrypanosomal and antiplasmodial activities of crude extracts and essential oils of *Ocimum gratissimum* Linn from Benin and influence of vegetative stage. *Journal of Ethnopharmacology*, v.155, n.3, p.1417–1423, 2014.
- KUMAR, V.; SINHA, M.; BANERJEE, A.; MOHANTY, J. Antinociceptive activity of methanolic extract of *Ocimum gratissimum* (Labiatae) on experimental animals. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, v.3, n.3, p.64-66, 2011.
- LAHLOU, S.; INTERAMINENSE, F.L.F.; LEAL-CARDOSO, J.H.; MORAIS, S.M.; DUARTE, G.P. Cardiovascular effects of the essential oil of *Ocimum gratissimum* leaves in rats: role of the autonomic nervous system. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, v.31, n.4, p.219–225, 2004.
- LATTANZIO, V. Phenolic compounds: introduction, in: *Natural Products*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, p.1543–1580, 2013.
- LEE, M.J.; CHEN, H.M.; TZANG, B.S.; LIN, C.W.; WANG, C.J.; LIU, J.Y.; KAO, S.H. *Ocimum gratissimum* aqueous extract protects H9c2 myocardial cells from H₂O₂-induced cell apoptosis through akt signalling. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, p.1-8, 578060, 2011.
- LEMO, J.A.; PASSOS, X.S.; FERNANDES, O.F.; PAULA, J.R.; FERRI, P.H.; SOUZA, L.K.H.E.; LEMO, A.A.; SILVA, M.R.R. Antifungal activity from *Ocimum gratissimum* L. towards *Cryptococcus neoformans*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.100, n.1, p.55-58, 2005.
- LI, P.C.; CHIU, Y.W.; LIN, Y.M.; DAY, C.H.; HWANG, G.Y.; PAI, P.; TSAI, F.J.; TSAI, C.H.;



KUO, Y.C.; CHANG, H.C.; LIU, J.Y.; HUANG, C.Y. Herbal supplement ameliorates cardiac hypertrophy in rats with CCl₄-induced liver cirrhosis. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, p.1-9, 139045, 2012.

MANN, A. Phytochemical constituents and antimicrobial and grain protectant activities of clove basil (*Ocimum gratissimum* L.) grown in Nigeria. International Journal of Plant Research, v.2, n.1, p.51-58, 2012.

MATASYOH, L.G.; MATASYOH, J.C.; WACHIRA, F.N.; KINYUA, M.G.; MUIGAI, A.W.T.; MUKIAMA, T.K. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in Eastern Kenya. African Journal of Biotechnology, v.6, n.6, p.760-765, 2007.

MATASYOH, L.G.; MATASYOH, J.C.; WACHIRA, F.N.; KINYUA, M.G.; MUIGAI, A.W.T.; MUKIAMA, T.K. Antimicrobial activity of essential oils of *Ocimum gratissimum* L. from different populations of Kenya. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, v.5, n.2, p.187-193, 2008.

MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. Horticultura Brasileira, v.27, n.2, p.4050-4063, 2009.

NAKAMURA, C.V.; UEDA-NAKAMURA, T.; BANDO, E.; MELO, A.F.N.; CORTEZ, D.A.G.; DIAS FILHO, B.P. Antibacterial activity of *Ocimum gratissimum* L. essential oil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v.94, n.5, p.675-678, 1999.

NANGIA-MAKKER, P.; TAIT, L.; SHEKHAR, M. P. V.; PALOMINO, E.; HOGAN, V.; PIECHOCKI, M. P.; FUNASAKA, T.; RAZ, A. Inhibition of breast tumor growth and angiogenesis by a medicinal herb: *Ocimum gratissimum*. International Journal of Cancer, v.121, n.4, p.884-894, 2007.

NEGRI, G. Diabetes melito: plantas e princípios ativos naturais hipoglicemiantes. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v.41, n.2, p.121-142, 2005.

NETO, F.R.G.; ALMEIDA, G.S.S.A.; JESUS, N.G.; FONSECA, M.R. Estudo Etnobotânico de plantas medicinais utilizadas pela Comunidade do Sisal no município de Catu, Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.16, n.4, p.856-865, 2014.

NGASSOUM, M.B.; ESSIA-NGANG, J.J.; TATSADJIEU, L.N.; JIROVETZ, L.; BUCHBAUER,

G.; ADJOUJJI, O. Antimicrobial study of essential oils of *Ocimum gratissimum* leaves and *Zanthoxylum xanthoxyloides* fruits from Cameroon. Fitoterapia, v.74, n.3, p.284-287, 2003.

NGUEFACK, J.; DONGMO, J.B.L.; DAKOLE, C.D.; LETH, V.; VISMER, H.F.; TORP, J.; GUEMDJOM, E.F.N.; MBEFFO, M.; TAMGUE, O.; FOTIO, D.; ZOLLO, P.H.A.; NKENGACK, A.E. Food preservative potential of essential oils and fractions from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against mycotoxigenic fungi. International Journal of Food Microbiology, v.131, n.2-3, p.151-156, 2009.

NGUEMTCHOUIN, M.G.M.; NGASSOUM, M.B.; CHALIER, P.; KAMGA, R.; NGAMO, L.S.T.; CRETIN, M. *Ocimum gratissimum* essential oil and modified montmorillonite clay, a means of controlling insect pests in stored products. Journal of Stored Products Research, v.52, p.57-62, 2013.

NWEZE, E.I.; EZE, E.E. Justification for the use of *Ocimum gratissimum* L in herbal medicine and its interaction with disc antibiotics. BioMed Central Complementary and Alternative Medicine, v.9, n.37, p.1-6, 2009.

OBOH, G.; RADDATZ, H.; HENLE, T. Antioxidant properties of polar and non-polar extracts of some tropical green leafy vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.88, n.14, p.2486-2492, 2008.

OFFIAH, V.N.; CHIKWENDU, U.A. Antidiarrhoeal effects of *Ocimum gratissimum* leaf extract in experimental animals. Journal of Ethnopharmacology, v.68, n.1-3, p.327-330, 1999.

OGUANOBI, N.I.; CHIJOKE, C.P.; GHASI, S. Anti-diabetic effect of crude leaf extracts of *Ocimum gratissimum* in neonatal streptozotocin induced type-2 model diabetic rats. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, v.4, n.5, p.77-83, 2012.

OKOLI, C.; EZIKE, A.; AGWAGAH, O.; AKAH, P. Anticonvulsant and anxiolytic evaluation of leaf extracts of *Ocimum gratissimum*, a culinary herb. Pharmacognosy Research, v.2, n.1, p.36-39, 2010.

OLIVEIRA, L.B.S.; BATISTA, A.H.M.; FERNANDES, F.C.; SALES, G.W.P.; NOGUEIRA, N.A.P. Atividade antifúngica e possível mecanismo de ação do óleo essencial de folhas de *Ocimum gratissimum* (Linn.) sobre espécies de *Candida*. Revista



Brasileira de Plantas Mediciniais, v.18, n.2, p.511-523, 2016.

OLIVOTO, T.; NARDINO, M.; CARVALHO, I.R.; FOLLMANN, D.N.; SZARESKEI, V.J.; FERRARI, M.; PELEGRIN, A.J.; SOUZA, V.Q. Plant secondary metabolites and its dynamical systems of induction in response to environmental factors: A review. *African Journal of Agricultural Research*, v.12, n.2, p.71-84, 2017.

PEREIRA, C.A.M.; MAIA, J.F. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.27, n.3, p.624-632, 2007.

PEREIRA, R.C.A.; MOREIRA, A.L.M. *Manjeriço*: cultivo e utilização. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 31p. 2011.

POVH, J.A.; ALVES, G.S.P. Estudo etnobotânico de plantas medicinais na comunidade de Santa Rita, Ituiutaba – MG. *Biotemas*, v.26, n.3, p.231-242, 2013.

PRASANNABALAJI, N.; MURALITHARAN, G.; SIVANANDAN, R.N.; KUMARAN, S.; PUGAZHVENDAN, S.R. Antibacterial activities of some Indian traditional plant extracts. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, v.2, n.1, p.S291-S295, 2012.

RASSEM, H.H.A.; NOUR, A.H.; YUNUS, R.M. Techniques for extraction of essential oils from plants: a review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, v.10, n.16, p.117-127, 2016.

RIBEIRO, A.S.; BATISTA, E.D.S.; DAIRIKI, J.K.; CHAVES, F.C.M.; INOUE, L.A.K.A. Anesthetic properties of *Ocimum gratissimum* essential oil for juvenile matrix. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v.38, n.1., p.1-7, 2016.

RIOS, M.N.S.; PASTORE JR., F. Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral. Brasília: UNB, 3140p. 2011.

RODRIGUES, A.P.; ANDRADE, L.H.C. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais utilizadas pela comunidade de Inhamã, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.16, n.3, p.721-730, 2014.

SAHA, S.; DHAR, T.N.; SENGUPTA, C.; GHOSH, P. Biological activities of essential oils and methanol extracts of five *Ocimum* species against pathogenic bacteria. *Czech Journal of Food Sciences*, v.31, n.2, p.194-202, 2013.

SANGWAN, N.S.; FAROOQI, A.H.A.; SHABIH, F.; SANGWAN, R.S. Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*, v.34, n.1, p.3-21, 2001.

SEYFRIED, M.; SOLDERA-SILVA, A.; BOVO, F.; STEVAN-HANCKE, F.R.; MAURER, J.B. B.; ZAWADZKI-BAGGIO, S.F. Pectinas de plantas medicinais: características estruturais e atividades imunomoduladoras. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.18, n.1, p.201-214., 2016.

SHARMA, V.; JOSHI, A.; DUBEY, B.K. Comparative pharmacognostical and phytochemical evaluation (leaf) of different species of *Ocimum*. *International Journal of Phytopharmacy*, v.1, n.2, p.43-49, 2011.

SINGH, R. Chemotaxonomy: a tool for plant classification. *Journal of Medicinal Plants Studies*, v. 4, n.2, p. 90-93, 2016.

SILVA, A.C.O.; ABREU LIMA, R.A. Identificação das classes de metabólitos secundários no extrato etanólico dos frutos e folhas de *Eugenia uniflora* L. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.20, n.1, p.381-388, 2016.

SILVA, C.G.; MARINHO, M.G.V.; LUCENA, M.F.A.; COSTA, J.G.M. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em área de Caatinga na comunidade do Sítio Nazaré, município de Milagres, Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.17, n.1, p.133-142, 2015.

SILVA, L.L.; HELDWEIN, C.G.; REETZ, L.G.B.; HÖRNER, R.; MALLMANN, C.A.; HEINZMANN, B.M. Composição química, atividade antibacteriana in vitro e toxicidade em *Artemia salina* do óleo essencial das inflorescências de *Ocimum gratissimum* L., Lamiaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.20, n.5, p.700-705, 2010.

SILVA, M.G.V.; CRAVEIRO, A.A.; MATOS, F.J.A.; MACHADO, M.I.L.; ALENCAR, J.W. Chemical variation during daytime of constituents of the essential oil of *Ocimum gratissimum* leaves. *Fitoterapia*, v.70, n.1, p.32-34, 1999.

SILVA, W.A.; FAGUNDES, N.C.A.; COUTINHO, C.A.; SOARES, A.C.M.; CAMPOS, P.V.; FIGUEIREDO, L.S. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais na cidade de São João da Ponte-MG. *Revista de Biologia e Farmácia*, v.7, n.1, p.122-131, 2012.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (org.)



Farmacognosia: do produto natural ao medicamento. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 502 p., 2017.

SMITHA, G.R.; TRIPATHY, V. Seasonal variation in the essential oils extracted from leaves and inflorescence of different *Ocimum* species grown in Western plains of India. *Industrial Crops and Products*, v.94, p.52–64, 2016.

SOUSA, M.J.M.; MORAL, F.F.; NASCIMENTO, G.N.L.; SOARES, N.P.; AVERSI-FERREIRA, T.A. Medicinal plants used by Itamaraty community nearby Anápolis, Goiás State, Brazil. *Acta Scientiarum*, v.32, n.2, p.177-184, 2010.

SOUSA, R.F.; SOUSA, J.A. Metabólicos secundários associados a estresse hídrico e suas funções nos tecidos vegetais. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v.11, n.1, p.1-8, 2017.

SUMITHA, K.V.; THOPPIL, J.E. Larvicidal efficacy and chemical constituents of *O. gratissimum* L. (Lamiaceae) essential oil against *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, v.115, n.2, p.673–680, 2016.

TAMGUE, O.; BENGUELLA, L.; NGUEFACK, J.; DONGMOA, J.B.L.; DAKOLEA, C.D. Synergism and antagonism of essential oil fractions of *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against *Penicillium expansum*. *International Journal of Plant Pathology*, v.2, n.2, p.51-62, 2011.

TAN, K.H.; NISHIDA, R. Methyl eugenol: its occurrence, distribution, and role in nature, especially in relation to insect behavior and pollination. *Journal of Insect Science*, v.12, n.56, p.1–60, 2012.

TANKO, Y.; MAGAJI, G.M.; YERIMA, M.; MAGAJ, R.A.; MOHAMMED, A. Antinociceptive and antiinflammatory activities of aqueous leaves extract of *Ocimum gratissimum* (Labiata) in rodents. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative medicines*, v.5, n.2, p.141–146, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. MOLLER, I.M.; MURPHY, A. *Plant physiology and development*. 6a. ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc., 761 p. 2014.

TATSADJIEU, N.L.; ETOA, F.X.; MBOFUNG, C.M.F.; NGASSOUM, M.B. Effect of *Plectranthus glandulosus* and *Ocimum gratissimum* essential oils on growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin

B1 production. *Tropicultura*, v.26, n.2, p.78-83, 2008.

TCHOUMBOUNANG, F.; ZOLLO, P.H.A.; DAGNE, E.; MEKONNEN. *In vivo* antimalarial activity of essential oils from *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum* on mice infected with *Plasmodium berghei*. *Planta Medica*, v.71, n.1, p.20-23, 2005.

TSHILANDA, D.D.; ONYAMBOKO, D.N.; BABADYBILA, P.; NGBOLUA, K.T.; TSHIBANGU, D.S.; DIA FITA DIBWE, E.; MPIANA, P.T. Antisickling activity of ursolic acid isolated from the leaves of *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae). *Natural Products and Bioprospecting*, v.5, n.4, p.215-221, 2015.

UEDA-NAKAMURA, T.; MENDONÇA-FILHO, R.R.; MORGADO-DIAZ, J.A.; MAZA, P.K.; FILHO, B.P.D.; CORTEZ, D.A.G.; ALVIANO, D.S.; ROSA, M.S.S.; LOPES, A.H.C.S.; ALVIANO, C.S.; NAKAMURA, C.V. Antileishmanial activity of eugenol-rich essential oil from *Ocimum gratissimum*. *Parasitology International*, v.55, n.2, p.99–105, 2006.

VENUPRASAD, M.P.; KUMAR KANDIKATTU, H.; RAZACK, S.; KHANUM, F. Phytochemical analysis of *Ocimum gratissimum* by LC-ESI-MS/MS and its antioxidant and anxiolytic effects. *South African Journal of Botany*, v.92, p.151–158, 2014.

VERMA, R.S.; PADALIA, R.C.; CHAUHAN, A.; THUL, S.T. Exploring compositional diversity in the essential oils of 34 *Ocimum* taxa from Indian flora. *Industrial Crops and Products*, v.45, p.7–19, 2013.

VIANNA, J.S. Caracterização anatômica, morfológica e química de quimiotipos de *Ocimum gratissimum* Lineu. 2009. 78p. (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília-Faculdade de Agronomia e Veterinária, Brasília.

VIEIRA, R.F.; GRAYER, R.J.; PATON, A.; SIMON, J.E. Genetic diversity of *Ocimum gratissimum* L. based on volatile oil constituents, flavonoids and RAPD markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, v.29, n.3, p.287-304, 2001.

ZE-LONG, J.; LEI, L.; ZI-GANG, Z.; DAN, L.; BI-WEN, L.; HENG-JIN, L. Aqueous extracts of *Ocimum gratissimum* inhibits lipopolysaccharide-induced interleukin-6 and interleukin-8 expression in airway epithelial cell BEAS-2B. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, v.19, n.10, p.741-748, 2013.



ZOUARI, N.; AYADI, I.; FAKHFAKH, N.; REBAI, A.;
ZOUARI, S. Variation of chemical composition of
essential oils in wild populations of *Thymus*

algeriensis Boiss. et Reut., a North African
endemic species. *Lipids Health Disease*, v.11,
n.28, p.1-12, 2012.