



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS



**COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA  
PARTE AÉREA DE *Croton tetradenius* (EUPHORBIACEAE)  
E A SUA BIOATIVIDADE SOBRE O *Aedes aegypti*, EM  
RELAÇÃO A DIFERENTES PERÍODOS DE COLETA**

Quirlian Queite Araújo Anjos

Itapetinga-Bahia  
Fevereiro - 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU  
EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**Composição Química do Óleo Essencial da Parte Aérea de *Croton tetradenius* (Euphorbiaceae) e a Sua Bioatividade Sobre o *Aedes aegypti*, em Relação a Diferentes Períodos de Coleta**

**Autor:** Quirlan Queite Araújo Anjos

**Orientadora:** Dra. Sandra Lúcia da Cunha e Silva

**Co-orientadora:** Dra. Simone Andrade Gualberto  
Dra. Débora Cardoso da Silva

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento”

Itapetinga-Bahia  
Fevereiro - 2018

583.69 Anjos, Quirlian Queite Araújo  
A619c Composição química do óleo essencial da parte aérea de *Croton tetradenius* (euphorbiaceae) e a sua bioatividade sobre o *Aedes aegypti*, em relação a diferentes períodos de coleta. / Quirlian Queite Araújo Anjos. – Itapetinga, BA: UESB, 2018.  
59fl.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento. Sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Sandra Lúcia da Cunha e Silva e coorientadoras Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Simone Andrade Gualberto e Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Débora Cardoso da Silva.

1. *Croton tetradenius* – Óleo essencial - Controle de vetores. 2. Inseticidas botânicos. 3. Caatinga. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Sandra Lúcia da Cunha e. III. Gualberto, Simone Andrade. IV. Silva, Débora Cardoso da. V. Título.

**CDD(21): 583.69**

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Siva – CRB 535-5<sup>a</sup> Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. *Croton tetradenius* – Óleo essencial - Controle de vetores
2. Inseticidas botânicos
3. Caatinga



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo suspirar em cada novo amanhecer, por sua complacência em me dar forças para seguir em frente, guiando meus passos até em momentos difíceis.

Aos meus pais, Valfrido Macedo dos Anjos e Eliene Batista de Araújo Anjos, as minhas irmãs Fabiane Sueiva Araújo Anjos e Geissianne Patrícia Araújo Anjos, a minha sobrinha Thársila Hellen Anjos Teixeira e Tio Nivaldo Macedo dos Anjos e demais familiares, pelo apoio e amor incondicional, me motivando sempre para alcançar meus objetivos. Serei sempre grata por tudo!

A orientadora Prof. Dra. Sandra Lúcia da Cunha e Silva pela orientação, conselho, paciência, aprendizado repassados de maneira carinhosa e serena, com esse jeito cativante de ser, se tornando muito importante para minha formação pessoal e acadêmica.

As co-orientadoras Prof. Dra. Simone Andrade Gualberto e Prof. Dra. Debora Cardoso da Silva pela orientação, auxílio e sutileza em ajudar com muita satisfação e carinho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), pela oportunidade de realização do curso de mestrado e pelos conhecimentos transmitidos, e as secretárias Daniele Brito S. Pita Nilza de Souza B. Barreto pelo carinho e atenção.

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pela oportunidade em realizar e concluir esta etapa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado, além do auxílio dissertação, concedidos.

A todos os membros do Laboratório de Pesquisa de Inseticidas Naturais (LAPIN) e do Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais (LAPRON) pelo auxílio e a amizade.

Aos amigos Larissa Neres, Letícia Aguiar, Natilla Deyse e Matheus Andrade pela convivência, amizade e risadas e momentos compartilhados com muito carinho.

Aos gestores da unidade de conservação Floresta Nacional Contendas do Sincorá pelo apoio para realização das atividades de campo e ao mateiro Antonio Correia Freire pelo conhecimento, amizade e pelo auxílio realizado nas atividades de campo.

Ao professor Dr. Mário Geraldo de Carvalho da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Frances Regiane pela disponibilidade e apoio na execução das análises química do óleo essencial.

Aos membros da banca examinadora pela disponibilidade e importantes contribuições.

Meus sinceros agradecimentos!

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 <i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus, 1762), (Diptera: Culicidae): Taxonomia e Morfologia geral..	3
2.1.2 Ciclo de vida e transmissão.....	4
2.1.3 Importância epidemiológica e métodos de controle.....	6
2.2 A Caatinga, a produção de metabólitos secundários e o controle do <i>Aedes aegypti</i> .....	9
2.2 <i>Croton tetradenius</i> (Baillon, 1864) (Euphorbiaceae).....	11
3 CAPÍTULO 1.....	16
3.1 Introdução.....	17
3.2 Materiais e métodos.....	18
3.2.1 Material botânico.....	18
3.2.2 Extração do óleo essencial.....	18
3.2.3 Análise cromatográfica do óleo essencial.....	18
3.2.4 Avaliação larvicida.....	18
3.3 Resultados e discussão.....	19
3.4 Conclusões.....	23
3.5 Agradecimentos.....	23
3.6 Referências.....	23
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de espécies pertencentes ao gênero <i>Croton</i> .....	13
 <b>Capítulo 1</b>	
<b>Tabela 1.</b> Teor de umidade e rendimento do óleo essencial da parte aérea de <i>Croton tetradenius</i> , em relação a três diferentes períodos de coletas.....	25
<b>Tabela 2.</b> Registros médios da precipitação pluviométrica, temperatura e umidade, obtidas na estação meteorológica de Ituaçu/Bahia (OMM: 83292), do Instituto Nacional de Meteorologia.....	26
<b>Tabela 3.</b> Percentual de mortalidade de larvas do <i>Aedes aegypti</i> , em relação ao tempo de exposição às diferentes concentrações dos óleos essenciais obtidos da parte aérea de <i>Croton tetradenius</i> , coletadas nos meses de fevereiro, maio e agosto.....	27
<b>Tabela 4.</b> Classificação dos compostos químicos encontrados nos óleos essenciais obtidos das partes aéreas de <i>Croton tetradenius</i> , cujas coletas foram realizadas nos meses de Fevereiro, Maio e Agosto, de 2016, na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil.....	29
<b>Tabela 5.</b> Composição química dos óleos essenciais obtidos das partes aéreas de <i>Croton tetradenius</i> , realizada através do método de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas, cujas coletas foram realizadas nos meses de Fevereiro, Maio e Agosto, de 2016, na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil.....	30

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Ciclo biológico do <i>Aedes aegypti</i> , representado pelas fases de: ovo (a), larva (b), pupa (c) e adulto (d).....	5
<b>Figura 2.</b> Indivíduo da espécie <i>Croton tetradenius</i> .....	14

## RESUMO

ANJOS, Q. Q. A. **Composição química do óleo essencial da parte aérea de *Croton tetradenius* (Euphorbiaceae) e a sua bioatividade sobre o *Aedes aegypti*, em relação a diferentes períodos de coleta.** Itapetinga - BA: UESB, 2018. 57p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais – Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento) \*

Representante da família Culicidae, o *Aedes aegypti* é conhecido mundialmente por transmitir os vírus que causam a dengue, febre amarela urbana, chikungunya e zika vírus. Devido sua fácil adaptabilidade ao ambiente urbano e o surgimento de populações de mosquitos resistentes aos inseticidas químicos, tradicionalmente utilizados no controle de larvas e adultos, diversas pesquisas vêm investigando o potencial inseticida de plantas, a exemplo das espécies pertencentes ao gênero *Croton*. Neste sentido, objetivou-se avaliar a composição química do óleo essencial da parte aérea de *Croton tetradenius* (Euphorbiaceae) e a sua bioatividade sobre o *A. aegypti*, em relação a diferentes períodos de coleta. O óleo essencial foi extraído utilizando-se o extrator de Clevenger modificado. Para a realização dos ensaios biológicos, utilizaram-se larvas de terceiro e quarto estágio do *A. aegypti*, testadas em diferentes concentrações do óleo essencial coletado nos meses de fevereiro, maio e agosto de 2016. O rendimento do óleo essencial em maio e agosto foi maior que em fevereiro. A análise química do óleo essencial coletado em fevereiro, maio e agosto apresentaram 60, 48 e 62 substâncias químicas, respectivamente. O óleo essencial ocasionou, para a concentração de 0,50 mg mL<sup>-1</sup>, 100,0% de mortalidade para as três coletas. Já na segunda maior concentração (0,25 mg mL<sup>-1</sup>), somente o óleo essencial coletado em agosto ocasionou 80,00% de mortalidade das larvas de *A. aegypti*. O óleo essencial extraído da parte aérea de *C. tetradenius* apresenta efeito tóxico sobre larvas do *A. aegypti*. Contudo, o período de coleta da parte aérea afeta o rendimento do óleo, assim como a sua composição química e sua toxicidade sobre as larvas do *A. aegypti*.

**Palavras-chave:** Caatinga, controle de vetores, inseticidas botânicos

---

\*Orientadora: Dsc. Sandra Lúcia da Cunha e Silva, UESB e Co-orientadora: Dsc. Débora Cardoso da Silva, UESB e Simone Andrade Gualberto, UESB.

## ABSTRACT

**Chemical composition of essential oil from aerial part of *Croton tetradenius* (Euphorbiaceae) and its bioactivity on *Aedes aegypti*, in relation to different collection periods.**

Representative of the Culicidae family, *Aedes aegypti* is known worldwide for transmitting the virus that causes dengue, urban yellow fever, chikungunya and zika. Due to its ease of adaptation to the urban environment and the emergence of mosquito populations resistant to chemical insecticides, traditionally used without control of larvae and adults, several researches have been investigating the insecticidal potential of plants, for example the species belonging to the genus *Croton*. The objective of this study was to evaluate the chemical composition of the essential oil of *Croton tetradenius* (Euphorbiaceae) aerial part and its bioactivity on *Aedes aegypti*, in relation to different collection periods. The essential oil was extracted using a modified Clevenger extractor. For the biological assays, third and fourth stage larvae of *A. aegypti*, tested in different concentrations of essential oil collected in the months of February, May and August of 2016, were used. The yield of essential oil in May and August was higher than in February. A chemical analysis of the essential oil collected in February, May and August presented 60, 48 and 62 chemical substances, respectively. The essential oil caused, for a concentration of 0.50 mg mL<sup>-1</sup>, 100.0% mortality for the three collections. In the second highest concentration (0.25 mg mL<sup>-1</sup>), only essential oil collected in August caused 80.00% mortality of *A. aegypti* larvae. The essential oil extracted from the aerial part of *C. tetradenius* has a toxic effect on *A. aegypti* larvae. However, the shoot period affects the yield of oil, as its chemical composition and its toxicity on larvae of *A. aegypti*.

Keywords: vector control, botanical insecticides, Caatinga

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos naturais pelo homem é relatada em diversas pesquisas com intuito de garantir a sobrevivência e adaptação destes ao meio em que vivem (BASTOS, 1994; CARDOSO, 2000). Com o passar dos anos, os conhecimentos adquiridos foram repassados pelas comunidades tradicionais, onde atualmente, são diversos os relatos desse conhecimento, principalmente em relação ao uso da flora como um recurso medicinal (DE SOUZA, 2012; SANTANA et al. 2014; SILVA et al. 2015a; AGOSTINHO, 2016).

Mesmo nos dias atuais, o conhecimento etnobotânico tradicional de comunidades sobre plantas com potencial medicinal ainda é amplamente utilizado (OLIVEIRA et al. 2010; FEIJÒ et al. 2012; MELO et al. 2017), onde cerca de 80% da população que habitam países em fase de desenvolvimento, utilizam plantas como principal forma para tratar e prevenir diversas doenças (ISERHARD et al. 2009).

O potencial medicinal e curativo presente em espécies vegetais é justificado pela presença de compostos secundários, produzidos por rota Biosintética através da participação de enzimas que direcionam a síntese desses constituintes. De acordo com a necessidade vegetal, essas substâncias apresentam a capacidade de auxiliar na manutenção desses representantes no ambiente, seja para resistir às variações ambientais, seja para evitar o ataque de herbívoros, ou ainda, podem também ser produzidos pela influência de fatores endógeno, como estado nutricional, idade, tecidos e órgãos de armazenamento da planta (GOBBO NETO et al. 2007; DE MORAIS, 2009; GARCIA et al. 2011).

Os relatos etnobotânicos acerca da utilização de plantas medicinais serviram de subsídios para pesquisas atuais diversas, com intuito de auxiliar na produção de fármacos a partir dos recursos naturais (VARANDA, 2006; GIRALDI et al. 2010, CZELUSNIAK et al. 2012; DUARTE et al. 2017).

Para que um produto a base de plantas seja certificado para utilização humana, é necessária a realização de diversos ensaios biológicos com intuito de elucidar os princípios

ativos, onde estes irão atuar no organismo, sua propriedade medicinal ou seu possível efeito colateral, já que algumas espécies apresentam potencial tóxico sobre diversos organismos, inclusive os mamíferos (FERREIRA et al. 2010; MARIZ et al. 2010; FIRMO et al. 2011, BARBOSA, 2017).

Além da utilização dos metabólitos oriundos de plantas para a produção farmacológica, existe também uma gama de estudos com intuito de desenvolver inseticidas a partir de plantas que atuem de forma promissora no controle de insetos, especialmente os que causam danos à saúde humana, como o *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), vetor de grande importância epidemiológica por transmitir a dengue, febre amarela urbana, chikungunya e zika (TAUIL, 2010; GARCÍA, 2014; SILVA et al. 2010a; CUNHA et al. 2014; CARVALHO et al. 2015; VASCONCELOS, 2015).

A atividade inseticida sobre o *A. aegypti* pode estar presente em diversas espécies vegetais, inclusive no gênero *Croton*, sendo sua atividade demonstrada em pesquisas avaliando a atividade inseticida de produtos oriundos de diferentes partes vegetais, como raiz, caule, folha e fruto (LIMA et al. 2013; CRUZ et al. 2015; PINTO et al. 2016; SILVA et al. 2016).

Recentemente, alguns trabalhos mostram a eficiência inseticida de óleos essenciais obtidos a partir do gênero *Croton* com capacidade para atuarem no controle do *A. aegypti* (CARVALHO et al. 2016; CRUZ et al. 2017). Assim, pesquisas voltadas para o controle desse artrópode proveniente de produtos oriundo de plantas tornam-se essenciais, visto que a principal forma de controle desse vetor é realizada por meio de inseticidas químicos, os quais têm selecionado populações de insetos resistentes, além de representar uma ameaça a manutenção da biodiversidade e a saúde humana (WHO, 2009; OEHLER et al. 2014; VELOSO et al. 2015).

Em relação à presença de constituintes químicos encontrados nessas plantas, é de extrema importância ressaltar que a propriedade inseticida para algumas dessas, poderá ser influenciada de acordo o período de coleta, haja vista que a composição química de óleos essenciais obtidos de diferentes órgãos vegetais podem variar quando coletadas em diferentes estações do ano (CERQUEIRA et al. 2009; DE CASTRO et al. 2010; SANTOS et al. 2012).

Objetivou-se com este estudo avaliar Composição química do óleo essencial da parte aérea de *Croton tetradenius* (Euphorbiaceae) e a sua bioatividade sobre o *Aedes aegypti*, em relação a diferentes períodos de coleta.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), (Diptera: Culicidae): Taxonomia e Morfologia geral

O *A. aegypti* é um inseto originário da África e descrito pela primeira vez no Egito (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994), onde este vetor disseminou pelo mundo entre os séculos XV e XVI por meio da constante migração antrópica, onde no Brasil, a introdução provavelmente se deu pelo tráfico de escravos, vindo em embarcações no período do descobrimento da América do Sul (TIMERMAN et al. 2009).

De acordo com a nomenclatura taxonômica, representantes dessa espécie pertencem ao gênero *Aedes*, família Culicidae, ordem Diptera, classe Insecta, subfilo Hexápoda e filo Arthropoda (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994). As formas adultas medem entre 3 a 6 mm de comprimento, apresentando o corpo composto por escamas, que em conjunto irão formar a coloração escura com faixas brancas em sentido transversal presente na base dos segmentos tarsais na região abdominal e torácica, onde nesta última formam duas linhas dispostas lateralmente no mesonoto, localizadas no plano dorsal do animal, apresentando formato de uma lira (FORATTINI, 2002).

A morfologia externa em representantes adultos é visivelmente dividida em cabeça, tórax e abdômen. Na região da cabeça, são encontradas estruturas como olhos compostos, um par de antenas, um par de palpos e uma probóscis alongada e flexível. Quanto à diferença entre os sexos, os machos apresentam aparelho bucal do tipo sugador e antenas plumosas, já as fêmeas apresentam antenas pilosas e, devido ao hábito hematófago, o aparelho bucal presente é do tipo sugador-picador (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; ALMEIDA, 2011).

No tórax, estão presentes três pares de patas, dois espiráculos e dois pares de asas, sendo um com asas membranosas e funcionais e o outro par com asas modificadas,

chamadas de halteres. A última parte constituindo do corpo desse mosquito é o abdômen, onde este se mostra alongado, possuindo oito segmentos e, ao final desse segmento, estão presentes dois orifícios, o sexual e o anal, envoltos pelas genitálias (RUEDA, 2008; ALMEIDA, 2011).

A diferenciação dimórfica entre os sexos pode ser identificada desde a fase de pupa, porém a identificação é mais facilmente realizada nos representantes já desenvolvidos, destacando estruturas como antenas, aparelho bucal, tamanho dos palpos, que nos machos é mais alongado do que nas fêmeas, tamanho do abdômen e, conseqüentemente, o comprimento do indivíduo alado (BENCHIMOL et al, 2006; ALMEIDA, 2011).

As larvas desta espécie são do tipo vermiforme com o corpo dividido morfologicamente em cabeça, tórax e abdômen. Distinta do tórax, na região da cabeça é possível verificar a presença de duas antenas, olhos compostos e aparelho bucal do tipo mastigador-raspador. O tórax e o abdômen são constituídos por tecidos moles, porém o tórax possui formato globuloso enquanto que o abdômen é segmentado e cilíndrico e, ao final desse segmento, é possível verificar a presença de um sifão respiratório (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; RUEDA, 2008; HARBACH, 2011; ALMEIDA, 2011).

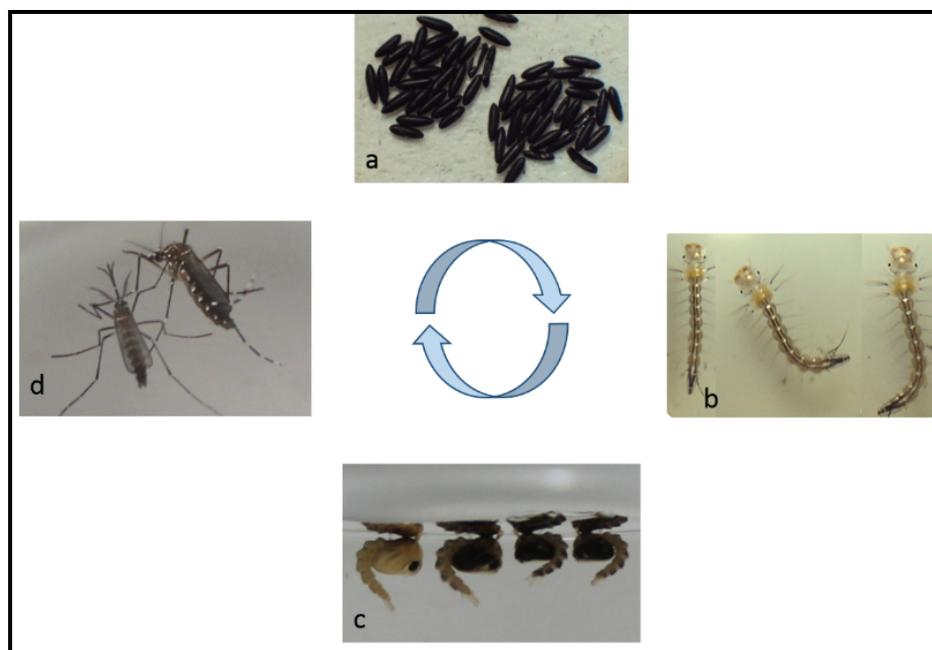
A fase seguinte à larval é a fase de pupa, onde nesse período, as pupas irão apresentar o corpo dividido somente em duas partes, denominadas de cefalotórax e abdômen e, no final deste, é possível verificar a presença de paletas natatórias. Nesse estágio, o cefalotórax é grande e o abdômen é alongado e curvo, dando uma aparência de vírgula nesta fase de desenvolvimento do inseto (FORATTINI, 2002; SARMENTE, 2007; ALMEIDA, 2011).

### **2.1.2 Ciclo de vida e transmissão**

O ciclo de vida desse artrópode ocorre em dois ambientes distintos, envolvendo respectivamente, o meio aquático e o aéreo, onde completará seu desenvolvimento holometábolo, permitindo o processo de metamorfose completa dos seguintes estádios: ovo, larva (quatro estágios), pupa e adulto (FORATTINI, 2002; ALMEIDA, 2011) (**Figura 1**).

Na natureza, estes insetos utilizam como fonte de alimentação seiva e néctar vegetal, que é composto principalmente por açúcares. Porém, o repasto sanguíneo realizado pelas fêmeas é crucial para que haja a maturação dos ovos. Segundo NATAL (2002), a sequência desse processo se dá logo após a emergência de fêmeas de *A. aegypti*,

onde estas, depois do voo nupcial, serão fecundadas, realizando o processo de digestão posterior à hematofagia, permitindo assim, a maturação dos óvulos, que serão encaminhados pelo oviduto, ocorrendo a postura isolada dos ovos férteis no ambiente.



**Figura 1.** Ciclo biológico do *Aedes aegypti*, representado pelas fases de: ovo (a), larva (b), pupa (c) e adulto (d).

O ciclo de vida do *A. aegypti* pode ser completado em recipientes de origem antrópica, com capacidade para armazenar água, proveniente principalmente pelo lixo urbano, como pneus, recipiente plástico e de vidro, ou recipientes utilizados para uso doméstico, como caixas d'água descobertas, auxiliando cada vez mais o crescimento exponencial da população desse vetor (FORATTINE, 2002; MARQUES et al. 2013).

O desenvolvimento normal do embrião de *A. aegypti* é realizado em um sítio de oviposição num período entre 24 a 72 horas após a postura. Assim, estando completamente amadurecido, o ovo se torna resistente a dessecação e se torna viável no meio ambiente por um período de até um ano (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994), que de acordo com Rezende et al (2008), essa resistência é promovida devido a presença de uma cutícula serosa, disposta na interface entre o embrião e o ovo.

A fase larval se inicia após o contato dos ovos com a água, onde esta é representada por constante metamorfose exibidos em quatro estádios larvais evolutivos (L1, L2, L3, L4), por meio da sucessiva troca de exúvia, dando início ao processo constante de alimentação, principalmente de matéria orgânica de origem animal ou vegetal, por meio da filtração ou da trituração (FORATTINI, 2002). De acordo com este mesmo autor, esta fase dura em média, cerca de cinco a sete dias, porém alguns fatores como temperatura,

densidade larval e quantidade de alimento podem prolongar esse ciclo, retardando assim o surgimento de pupas.

Como nas larvas, a fase pupal também apresenta vida aquática, diferindo apenas por não se alimentarem. Essa fase é marcada por intensa transformação, tendo como resultado a formação do indivíduo adulto e mudança de hábito, antes aquático para posteriormente, o aéreo, durando em média, dois a três dias. (FORATTINI, 2002; ALMEIDA, 2011). Este estágio caracteriza-se por aparente dormência, realizando, porém intensa atividade respiratória, mostrando-se sensíveis a qualquer mudança ocorrida no meio (GALLO et al. 2002). Entretanto, quando não sofrem perturbações, mantem-se na superfície da água para respirarem por meio de um par de tubos conhecidos como trompas respiratórias (BENCHIMOL et al. 2006; BESERRA et al. 2009).

A fase alada se dá logo após a ecdise sofrida pela etapa descrita anteriormente, onde o adulto fará uso da exúvia para repousar até que adquiram coloração típica e enrijecimento tegumentar, auxiliando em seguida no voo. De acordo com Forattine (2002), o período larval é mais prolongado nas fêmeas, justificado o fato dos machos esperarem in loco a emergência de formas femininas para então realizar o acasalamento. É importante ressaltar que, em média uma fêmea fecundada é capaz de produzir a partir de um único repasto sanguíneo 120 ovos durante seu ciclo reprodutivo (MARTINS et al. 2013).

Apenas a fêmea de *A. aegypti* é capaz de transmitir o vírus do dengue, febre amarela urbana, chikungunya e zika. Assim, a transmissão dessas arboviroses é iniciada por meio do ciclo homem – vetor – homem, que após a ingestão de sangue infectado pelo mosquito, haverá um período de incubação do vírus no organismo e após isso, o inseto estará apto a realizar a disseminação das viroses citadas acima (BARRETO & TEXEIRA, 2008; WHO, 2009).

### **2.1.3 Importância epidemiológica e métodos de controle**

Conhecido nos registros epidemiológicos como o principal vetor do vírus dos quatro sorotipos do vírus do dengue, da febre amarela urbana e, mais recentemente, do vírus chikungunya e do vírus zika, o *A. aegypti* é consagrado dentre os representantes dos Culicídeos, como um potencial agente transmissor de grande importância sanitária mundial, principalmente em países localizados nas zonas tropicais e subtropicais do globo (LINDENBACH, 2007; BHAT et al. 2013; OEHLER et al. 2014; DONALISIO et al. 2015).

A circulação do vírus do dengue pelo *A. aegypti* no Brasil, foi descrita desde o século XX, inicialmente no estado de São Paulo e, em seguida, este vírus foi ganhando expansão para os demais estados brasileiros. Casos mais recentes de novas viroses transmitidas por este inseto ocorreram no século XXI, sendo denominadas de febres de chikungunya e zika. Este último vírus tem ganhado destaque por favorecer no desenvolvimento da síndrome de Guillain-barré, cujos sintomas são considerados mais severos, devido ao fato de comprometer o sistema nervoso central e, também por estar relacionado com casos de microcefalia, principalmente na região nordeste do Brasil (BARRETO & TEXEIRA, 2008; DONALISIO et al. 2015; VASCONCELOS, 2015; OEHLER et al. 2014).

Devido ao aumento do número de casos da dengue e das outras doenças causada principalmente pela expansão geográfica do vetor, faz-se necessário aferir os diversos métodos propostos para realizar o seu controle, levando em consideração que a escolha do método de combate deve considerar diversos quesitos, inclusive os recursos disponíveis para implementação do programa, o ecossistema local, a viabilidade para a implantação da estratégia em tempo útil, a prevenção de reintrodução de doenças e redução de fatores ambientais com risco de transmissão, além de avaliar a ecologia do inseto para auxiliar no controle vetorial e, conseqüentemente, das doenças transmitidas por ele (BRAGA & VALLE, 2007; DONALISIO et al. 2015; VASCONCELOS, 2015; VALLE, 2016).

No que diz respeito ao controle de insetos vetores, realizado desde épocas mais antigas, onde através da busca incessante pelo conhecimento e o aprimoramento de novas tecnologias tem contribuído para os avanços obtidos atualmente nessa área. Como exemplo, pode-se citar o desenvolvimento de inseticidas e técnicas diversas para realizar o controle do *A. aegypti*, vetor responsável por transmitir os vírus do dengue, chikungunya e zika (TEIXEIRA et al. 2011; WERMELINGER et al. 2013, VASCONCELOS, 2015).

As práticas referentes ao controle do *A. aegypti* são utilizadas como base para diversos programas de controle de endemias, como é o caso das doenças transmitidas pelo *A. aegypti*. Assim, alguns métodos foram inseridos em um programa de controle integrado para atuar de forma direta nos potenciais criadouros desta espécie, já que ainda não existem vacinas para o controle dessas viroses. Para tal, podem ser utilizados os seguintes métodos: manejo ambiental, mobilização social, controle biológico e controle químico (BRAGA & VALLE, 2007; WHO, 2012; ZARA et al. 2016).

A técnica de manejo ambiental utilizada para realizar o controle vetorial do *A. aegypti* pode ser realizado através de técnicas de manipulação ou modificação de locais com potencial para a reprodução do vetor ou por medidas de saneamento básico, através

da coleta e destinação adequada de lixo. Associados á este tipo de controle, também é recomendado instalar telas em janelas e portas, manutenção de calhas e caixas d'água, entre outros (BRAGA & VALLE, 2007; ZARA et al. 2016).

As atividades de participação social voltadas para o controle do *A. aegypti* baseiam-se em praticas educativas com intuito de sensibilizar a sociedade acerca da importância em controlar o vetor. Esse conhecimento divulgado à população gira em torno de práticas de eliminação de criadouros em potencial, conhecer os hábitos do mosquito (biologia e ecologia), além de conhecer sobre as doenças transmitidas por esse vetor (BRAGA & VALLE, 2007).

O controle biológico é realizado através do uso de predadores naturais ou agentes patogênicos em potencial para realizar o controle da população vetorial do *A. aegypti*. Podem ser utilizados neste controle, peixes larvófagos e invertebrados aquáticos com intuito de controlar as formas imaturas, como larvas e pupas e, para organismos patogênicos, podem ser utilizados bactérias, fungos e parasitas produtores de toxinas, como é o caso do *Bacillus thuringiensis* sorovariedade israelensis, também conhecida como Bti, com alta eficiência larvica sobre o *A. aegypti* (OOTANI et al. 2011; FERREIRA & SILVA FILHA, 2013).

O controle biológico também pode ser realizado por meio da manipulação genética com intuito de reduzir a população do vetor *A. aegypti*. Esse controle é realizado através da liberação no ambiente de indivíduos machos adultos, que após sofrerem ação da radiação se torna estéril. Outra forma de realizar o controle biológico é através da liberação de machos transgênicos do *A. aegypti* com capacidade para induzir a letalidade em organismos portadores do transgene (OLIVEIRA et al. 2011).

Outra forma de realizar o controle populacional do *A. aegypti* é através do uso de inseticidas químico, principal forma de controle utilizado em programas de controle integrado do vetor. Aqui são utilizados produtos químicos que atuam como larvicida e adulticidas, sendo comumente utilizados os produtos temefós e piretróides. Entretanto, os inseticidas químicos são causadores de resistência nos insetos devido pela mutação sofrida por seleção natural, sintetizado devido à codificação de uma proteína nova, resultando na neutralização do efeito tóxico do inseticida (DONALÍSIO & GLASSER, 2002; RIDLEY, 2006; BRAGA & VALLE, 2007).

Além das formas de controle apresentadas anteriormente, destacam-se os inseticidas de origem botânica como forma alternativa aos compostos sintéticos por serem mais seletivas e de baixo impacto ao meio ambiente (CORRÊA & SALGADO, 2011; GARCEZ et al. 2013; OLIVEIRA et al. 2014).

## 2.2 A Caatinga, a produção de metabólitos secundários e o controle do *Aedes aegypti*

O Brasil é mundialmente conhecido pela grande biodiversidade existente, distribuída em um vasto território sob as diferentes condições edáficas. Essa grande diversidade corresponde, em um estudo realizado por FORZZA et al (2012), a 18.932 mil espécies endêmica, num total de 40.989 mil espécies distribuídas entre os biomas da Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal, Cerrado, Campos Sulinos e Ambientes Costeiros e Marinheiros (SAITO et al. 2006; MMA, 2007).

Apesar de haver um percentual considerável de espécies catalogadas, existe, ainda, uma gama de organismos não identificados, representados por diversos exemplares da fauna e flora, onde alguns desses são encontrados somente em alguns biomas, como é o caso do Bioma Caatinga, que abriga uma riqueza biológica diversa apesar de sofrer constantes pressões antrópicas (ANDRADE et al. 2007; FABRICANTE et al. 2007).

Bioma típico da região semiárida do Brasil, a Caatinga representa cerca de 11% do território nacional, com aproximadamente 844.453 km<sup>2</sup> (IBGE, 2012), abrangendo significativamente os estados do Nordeste e se estendendo até o norte de Minas Gerais (MMA, 2013). Na Bahia, essa cobertura vegetal ainda é representada por 54% do estrato vegetal total (MMA, 2011).

A vegetação predominante é do tipo caducifólia, com representantes de hábito herbáceo, arbustivo e arbóreo, o bioma Caatinga possui um dos menores índices pluviométricos do Brasil, com variação anual de 300 a 900 mm, onde a vegetação exibe desde folhas pequenas até àquelas com modificações, como os representantes da família Cactaceae, possuindo espinhos modificados no lugar da área foliar, sendo esta uma adaptação evolutiva para evitar a perda excessiva de água (GIULIETTI et al. 2004; ALVES et al. 2009).

Forzza et al (2012) ao analisar a flora do território brasileiro, este bioma apresentou 4.322 espécies florísticas de plantas com sementes, sendo 744 endêmicas. Apesar da diversidade existente, somente 5% desse território é protegido por unidades de conservação federais, dificultando ainda mais a permanência das espécies nativas dessa área (MMA, 2007).

Entretanto, estudos etnobotânicos estão sendo realizados para averiguar a relação do uso medicinal de plantas da Caatinga pela comunidade, como exemplo as espécies da família Anacardiaceae: *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Schinopsis brasiliensis* Engl e

*Croton blanchetianus* Baill (EUPHORBIACEAE), conhecidas respectivamente pelo nome popular de aroeira, baraúna e marmeleiro, além do potencial fitofarmacológico e anti-inflamatório presente na primeira espécie citada, a *M. urundeuva* (SOUZA et al, 2007; ARMED et al. 2013; DA SILVA et al. 2014).

A capacidade relacionada ao potencial medicinal desses representantes é devido a presença de algumas substâncias, conhecidas também como compostos secundários, representadas, por exemplo, pela cânfora,  $\alpha$ -pineno, 1,8-cineol, espatulenol, biciclogermacreno, entre outros. Esses compostos são produzidos por rota biosintética através da participação de enzimas que direcionam a síntese desses constituintes, de acordo com a necessidade vegetal (NETO & CAETANO, 2005; CARVALHO et al. 2016; CRUZ et al. 2017).

A produção desses compostos secundários ocorre não só por fatores exógenos, representado pela temperatura, pluviosidade e radiação, mas também pela influência de fatores endógenos, como estado nutricional, idade, tecidos e órgãos de armazenamento da planta (NETO & CAETANO, 2005). Vale ressaltar a importância e seletividade desses fatores com relação às questões evolutivas, auxiliando na conquista e perpetuação no ambiente.

Além da utilização desses metabólitos na produção fitofarmacológica, alguns estudos abordam a importância de utilizar e produzir inseticidas a partir de plantas, avaliando as substâncias produzidas por esses vegetais (terpenos, flavonoides, taninos, compostos nitrogenados (alcaloides) e compostos fenólicos) e, conseqüentemente, o potencial inseticida demonstrado pelos representantes vegetativos do bioma da Caatinga sobre o *A. aegypti* (CAVALCANTE et al, 2006; TRINDADE et al, 2008; CAVALHEIRO et al. 2009; SANTOS et al. 2015).

Cavalheiro et al (2009) verificou que o extrato aquoso da espécie *Caesalpinia ferrea* Mart., também encontrada no bioma Caatinga, apresenta potencial para ser utilizada no controle alternativo para o *A. aegypti* e, mesmo utilizando doses elevadas, este extrato não apresentou toxicidade aguda sobre camundongos, demonstrando uma maior segurança no seu uso.

A atividade larvicida sobre o *A. aegypti* também foi verificada para a espécie *Amburana cearenses*, nativa da caatinga, em um estudo realizado por Farias et al (2010). Estes mesmos autores verificaram que o extrato aquoso de *A. cearenses* apresentou toxicidade baixa em ratos.

Silva et al (2014) ao avaliar a fração diclorometânica obtida a partir do fracionamento do extrato etanólico do caule de *Croton linearifolius*, verificaram que este

extrato foi capaz de ocasionar uma mortalidade acima de 99,00% para larvas do *A. aegypti*, sendo que sua efetividade larvicida para esta espécie pode ser justificada pela presença de alcaloides.

Dentro dessa perspectiva, é importante enfatizar o potencial inseticida das espécies encontradas na vegetação caatinga, constituindo uma rica fonte de compostos secundários com potencial para serem utilizados no controle do *A. aegypti*, porém mostra-se necessário a realização de estudos complementares para que haja uma utilização segura desses produtos de origem vegetal.

### **2.3 *Croton tetradenius* (Baillon, 1864) (Euphorbiaceae)**

Representada tanto em regiões tropicais como em regiões temperadas do globo, a família Euphorbiaceae apresenta indivíduos com hábitos vegetativos diversos, distribuídos em 317 gêneros e cerca de cinco subfamílias, segundo um estudo de classificação realizado por Webster (1994).

A família Euphorbiaceae é considerada entre os representantes das Angiospermas como uma das famílias de maior importância comercial, sendo estimada, para o Brasil, a ocorrência de aproximadamente 1000 espécies distribuídas em 72 gêneros. Muitas espécies dessa família são representadas em alguns estudos acerca do uso de espécies encontradas na região semiárida nordestina (SÁTIRO & ROQUE, 2008; LUCENA & ALVES, 2010).

O gênero *Croton* é descrito como o segundo maior gênero da família Euphorbiaceae, com aproximadamente 1.200 espécies, abrangendo representantes com diversos hábitos, incluindo os arbóreos, arbustos e ervas. Esse gênero pertence à subfamília Crotonoideae, apresentando em sua sinapomorfia dobramento dos filetes no botão floral, associados às inflorescências tirsóides e as pétalas reduzidas ou ausentes nas flores pistiladas (BERRY et al. 2005; SÁTIRO & ROQUE, 2008).

As espécies pertencentes ao gênero *Croton* são distribuídas nos trópicos e subtropicais de ambos os hemisférios (SALATINO et al. 2007), sendo encontradas no continente americano, África, Ásia e Oceania (SILVA et al. 2010b). No Brasil, o gênero *Croton* é composto por 400 espécies, sendo distribuído desde as regiões do cerrado e caatinga até os campos rupestres (BERRY et al. 2005).

Muitas destas espécies são conhecidas na região Nordeste por serem comumente utilizadas na medicina para produção de fármacos com ação antiinflamatória, anticancerígena e antidiabética (PALMEIRA et al. 2005). A capacidade relacionada ao

potencial medicinal desses representantes pode ser justificado pela presença de substâncias químicas, também conhecidas como compostos secundários, produzidos por rota biosintética de acordo com a necessidade vegetal, o que também confere à alguns exemplares o potencial tóxico sobre seres humanos (NETO & CAETANO, 2005; DE OLIVEIRA & GIMENEZ, 2007).

Além da utilização desses metabólitos na produção fitofarmacológica, existem também uma gama de estudos com intuito de desenvolver inseticidas a partir desses representantes botânicos (CAVALCANTE et al. 2006; TRINDADE et al. 2008; CARVALHO et al. 2016; CRUZ et al. 2017) (**Tabela 1**).

Pesquisas vêm demonstrando a atividade inseticida de óleos essenciais de exemplares pertencentes a este gênero sobre o mosquito *A. aegypti* (CARVALHO et al. 2016; CRUZ et al. 2017). Algumas espécies do gênero *Croton* apresentam estruturas produtoras de óleos essenciais com ampla diversidade de substâncias químicas, sendo justificado seu potencial inseticida devido essa característica. Nos óleos essenciais desses representantes, podem ser encontradas substâncias classificadas como fenilpropanóides e terpenóides (principalmente, monoterpenos e sesquiterpenos) (SALATINO et al. 2007; CARVALHO et al. 2016; CRUZ et al. 2017).

**Tabela 1.** Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de espécies pertencentes ao gênero *Croton*.

<b>Espécie</b>	<b>Parte utilizada</b>	<b>Compostos químicos majoritários</b>	<b>Estágio</b>	<b>Referência</b>
<i>C. argyrophyllus</i> Kunt	Folhas secas	Espatulenol (22,80%), (E) cariofileno (15,41%), $\alpha$ -pineno (14,07%) e biciclogermacreno (10,43%)	Larvas/adultos	Cruz et al. (2017)
<i>C. nepetaefolius</i> Baill	Folhas frescas	1,8-cineol (26,16%), Elemicin (25,75%) e D-germacreno (8,05%)	Larvas	Santos et al. (2017)
<i>C. tetradenius</i> Baill	Folhas secas	Cânfora (25,49%) e $\gamma$ -Terpineol (15,06%)	Larvas/adultos	Carvalho et al. (2016)
<i>C. rhamnifolioides</i> Pax & Hoffm	Folhas frescas	Sesquicineole (16,79%), $\alpha$ -felandreno (12,83%) e 1,8-cineol (7,24%)	Larvas	Santos et al. (2014)
<i>C. zehntneri</i> Pax et Hoffm; <i>C. sonderianus</i> Muell; <i>C. nepetaefolius</i> Baill e <i>C. argyrophylloides</i> Muell	Parte aérea	trans-Anetol (91,29%); Espatulenol (38,32%), trans-Cariofileno (13,26%), óxido de cariofileno (8,84%) e 1,8-Cineol (7,59%); Metileugenol (44,34%), $\alpha$ -Copaeno (10,85%); trans- $\beta$ -Guaiene (37,51%) e $\alpha$ -pineno (15,76%)	Ovos/Larvas	Lima et al. (2013)
<i>C. heliotropiifolius</i> Kunth e <i>C. pulegioides</i> Baill	Folhas secas	$\beta$ -cariofileno (35,82% e 20,96%), biciclogermacreno (19,98% e 16,89%), e D-germacrene (11,85% e 10,55%)	Larvas	Dória et al. (2010)

Endêmica do Nordeste brasileiro, indivíduos de *Croton tetradenius* (Baillon, 1864) foram registrados em áreas vegetais do tipo caatinga e florestas perenifólias, podendo também ser encontrada em capoeiras, brejos de altitudes e áreas com influência direta do homem (SILVA et al. 2009). Esta espécie caracteriza-se por ser aromática, com representantes monoicos e altura variando entre 0,40 cm a 1 metro de comprimento. Apresentam folhas opostas a alternas, hábito subarbustivo a arbustivo, apresentando látex translúcido e flores estaminadas a pistiladas (LUCENA, 2010; SILVA et al. 2009).

Apesar de ser uma espécie ainda pouco estudada, Santana (2011) e Carvalho et al (2016) avaliaram a composição química do óleo essencial das folhas de *C. tetradenius*, onde foi possível verificar a presença de 36 e 26 compostos voláteis, respectivamente. Esses compostos apresentaram um percentual de 59,1% para monoterpenos hidrocarbonados, 31,3% de monoterpenos oxigenados e 4,3% de sesquiterpenos oxigenados para o estudo realizado em 2011 e em 2016, esse percentual foi de 40,94% e 52,50% para monoterpenos hidrocarbonados e oxigenados e de 9,85% e 1,55% para sesquiterpenos hidrocarbonados e oxigenados.

Recentemente, Carvalho et al. (2016) testaram a atividade inseticida do óleo essencial obtido das folhas de *C. tetradenius*, espécie estudada neste trabalho, onde foi possível verificar a efetividade desta sobre o *A. aegypti* em diferentes concentrações. Neste mesmo trabalho, os autores identificaram a presença de diversos compostos presentes no óleo essencial, podendo assim justificar a alta mortalidade larvicida para esta espécie. Espécie endêmica encontrada no nordeste brasileiro, *C. tetradenius* é conhecida popularmente como “velandinho” (MACHADO et al. 2012) (**Figura 2**).



**Figura 2.** Indivíduo da espécie *Croton tetradenius*.

**O trabalho a seguir foi elaborado segundo as normas do Periódico Tchê Química (Capítulo 1).**

## CAPÍTULO 1

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA PARTE AÉREA DE *CROTON TETRADENIUS* (EUPHORBIACEAE) E A SUA BIOATIVIDADE SOBRE O *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE), EM RELAÇÃO A DIFERENTES PERÍODOS DE COLETA

### CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF THE *CROTON TETRADENIUS* (EUPHORBIACEAE) AERIAL PART AND BIOACTIVITY ON *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE) IN RELATION TO DIFFERENT COLLECTION PERIODS

ANJOS, Quirlian Queite Araújo<sup>1</sup>; SILVA, Sandra Lúcia da Cunha<sup>1</sup>; SILVA, Débora Cardoso<sup>1\*</sup>; GUALBERTO, Simone Andrade<sup>1</sup>; SANTOS, Frances Regiane<sup>2</sup>; CARVALHO, Mário Geraldo<sup>2</sup>; SOUSA, Daniel Lobo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Pesquisa de Inseticidas Naturais/Núcleo de Pesquisa em Química Aplicada/Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Praça Primavera, 40, Bairro Primavera, CEP 45700-000, Itapetinga – BA, Brasil. (Fone: +55 77 3261-8468)

<sup>2</sup>Departamento de Química/ICE, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/UFRRJ, Br. 465, Km 7 Seropédica, CEP 23890-000, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

\*Autor correspondente  
E-mail: dcardoso\_rj@hotmail.com

## RESUMO

Pesquisas demonstram a presença de uma variedade de substâncias químicas nos óleos essenciais de espécies pertencentes ao gênero *Croton* e o seu potencial inseticida. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a atividade larvicida do óleo essencial obtido da parte aérea de *Croton tetradenius* sobre o *Aedes aegypti*, bem como o seu rendimento e a composição química, em relação a diferentes períodos de coleta do material botânico. Foram avaliadas oito concentrações do óleo essencial, com quatro repetições por tratamento, utilizando 30 larvas por repetição, totalizando 120 larvas por tratamento. A análise da composição química foi realizada por meio da Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa. O rendimento do óleo essencial na extração realizada em fevereiro foi menor. O óleo essencial mais tóxico para as larvas do *A. aegypti* foi o extraído no mês de agosto. A análise da composição química revelou a presença de 60, 48 e 62 compostos nos óleos essenciais, para os meses de fevereiro, maio e agosto, respectivamente. O óleo essencial obtido da parte aérea de *C. tetradenius* se mostrou promissor para ser usado em programas de controle integrado do *A. aegypti*, contudo, com vistas a maximizar esse efeito tóxico, deve-se levar em consideração o período da coleta.

**Palavras-chave:** *Parasitologia, inseticidas botânicos, Caatinga*

## ABSTRACT

Research has demonstrated the presence of a variety of chemical substances in the essential oils of species belonging to the *Croton* genus and its potential insecticide. The objective of this research was to evaluate the larvicidal activity of the essential oil obtained from the aerial part of *Croton tetradenius* on *Aedes aegypti*, as well as its yield and chemical composition, in relation to different periods of collection of the botanical material. Eight essential oil concentrations were evaluated, using 4 replicates per treatment, using 30 larvae per replicate, totaling 120 larvae per treatment. The chemical composition analysis was carried out using Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry. The yield of the essential oil in the extraction carried out in February was lower. The most toxic essential oil for *A. aegypti* larvae was extracted in August. The analysis of

the chemical composition revealed the presence of 60, 48 and 62 compounds in the essential oils for the months of February, May and August, respectively. The essential oil obtained from the aerial part of *C. tetradenius* has shown to be promising for use in *A. aegypti* integrated control programs, however, in order to maximize this toxic effect, the collection period should be taken into account.

**Key words:** Parasitology, botanical insecticides, Caatinga

## INTRODUÇÃO

Responsável por transmitir doenças que acometem, atualmente, grande parte da população mundial, o *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 (Diptera: Culicidae), é conhecido mundialmente por ser vetor em potencial dos vírus responsáveis pela dengue, febre amarela urbana, chikungunya e zika, sendo também mais recentemente associado à síndrome Guillain-Barré e o aparecimento de microcefalia em recém-nascidos (TAPPE *et al.* 2013; VALLE *et al.* 2016, CIOTA *et al.* 2017).

Dentre essas arboviroses é importante ressaltar três: a dengue (I-IV), que acomete por ano cerca de 50 a 100 milhões de pessoas, o zika vírus, devido sua rápida expansão geográfica e as consequências ocasionadas pela mesma, inclusive no Brasil, no ano de 2016 (WHO, 2012; WHO, 2016; VALLE *et al.* 2016), e o vírus da febre amarela, cujo alerta epidemiológico para as Américas foi emitido pela Organização das Nações Unidas em 09 de janeiro de 2017 (WHO, 2017a).

O alto índice de infestação do *A. aegypti* pode ser justificado pelas condições climáticas presentes em países de clima tropical e subtropical, e pela adaptação do mesmo ao meio urbano devido ao crescimento desordenado das cidades, aliado a diversos fatores, inclusive à falta de saneamento básico (HEMME *et al.* 2010; WHO, 2012; WHO, 2017b).

A estratégia de controle do *A. aegypti* mais amplamente utilizada é através do uso de inseticidas químicos, o que tem favorecido o aparecimento de populações de insetos resistentes a esses inseticidas, por conta do uso continuado desses produtos (HORTA *et al.* 2011). Além disso, os inseticidas químicos podem acarretar um impacto negativo no meio ambiente, interferindo no ciclo de vida de outros organismos, já que alguns desses compostos sintéticos não são seletivos (BRAGA e VALLE, 2007; GARCEZ *et al.* 2013).

Diante de toda a problemática que envolve o uso de adulticidas e larvicidas químicos sintéticos, estudos vêm sendo realizados no

intuito de descobrir novos produtos, principalmente os de origem vegetal, que sejam mais seletivos, dificultem o aparecimento de populações de insetos resistentes e que sejam economicamente viáveis (GARCEZ *et al.* 2013; CRUZ *et al.* 2017).

As pesquisas voltadas para a utilização de produtos botânicos como inseticida baseiam-se no potencial dessas espécies para produzir substâncias capazes de auxiliar na manutenção destas no meio, através da proteção contra insetos, microorganismos patogênicos e herbívoros, auxiliar na atração de polinizadores e, ainda, resistir às mudanças microclimáticas (GARCÍA e CARRIL, 2011; GARCEZ *et al.* 2013; VASCONCELOS *et al.* 2017).

Dentre os produtos inseticidas naturais oriundos de famílias e gêneros botânicos utilizados sobre o *A. aegypti*, destaca-se os estudos desenvolvidos com o gênero *Croton* (Euphorbiaceae). Esse gênero é detentor de diversos compostos secundários, principalmente encontrados nos óleos essenciais, como relatado por Salatino *et al.* (2007) em um estudo realizado com espécies deste gênero e, mais recentemente, na avaliação do potencial inseticida dessas espécies vegetais, sobre o *A. aegypti*, em estudos utilizando as espécies *Croton zehntneri* (Pax et Hoffm, 1923), *Croton sonderianus* (Muell, 1866), *Croton nepetaefolius* (Baill, 1891), *Croton argyrophyllodes* (Muell, 1866) (LIMA *et al.* 2013), *Croton linearifolius* (Mull. Arg, 1873) (CUNHA *et al.* 2014), *Croton rhamnifolioides* (Pax et Hoffm, 1923) (SANTOS *et al.* 2014), *Croton tetradenius* (Baillon, 1864) (CARVALHO *et al.* 2016), *Croton jacobinensis* (Baill, 1864) (PINTO *et al.* 2016) e *Croton argyrophyllus* (Kunth, 1817) (CRUZ *et al.* 2017).

Dentre esses estudos, encontra-se o desenvolvido por Carvalho *et al.* (2016), que avaliaram a atividade larvicida do óleo essencial obtido das folhas de *C. tetradenius* sobre o *A. aegypti*, a composição química desse óleo e a sua toxicidade sobre *Mus musculus* (Linnaeus, 1758), demonstrando o seu potencial larvicida e uma elevada margem de segurança para o seu uso como larvicida.

Esse estudo teve por objetivo avaliar o potencial larvicida sobre o *A. aegypti* do óleo essencial obtido das partes aéreas de *C. tetradenius*, bem como o rendimento e a composição química do óleo essencial, em relação a diferentes períodos de coleta.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Material botânico

A parte aérea de *C. tetradenius* (folhas, flores e frutos) foi coletada na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, localizada no município de Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil (coordenadas geográficas S 13°55'02.8" W 41°07'22.0"). A coleta foi realizada no período matutino, nos meses de Fevereiro, Maio e Agosto de 2016. A espécie foi identificada e a exsiccata foi depositada no herbário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, sob o registro HUESB 3521.

Os registros médios da precipitação pluviométrica, temperatura e umidade, dos períodos de dezembro/2015 a fevereiro/2016, março a maio/2016 e junho a agosto/2016, foram obtidos na estação meteorológica de Ituaçu/Bahia (OMM: 83292), do Instituto Nacional de Meteorologia.

### Extração do óleo essencial

Após a coleta, a parte aérea de *C. tetradenius* foi acondicionada em estufa de circulação de ar a 40°C, durante um período de 12 horas. Posteriormente, realizou-se a extração do óleo essencial por hidrodestilação, utilizando-se um extrator de Clevenger modificado a uma temperatura de 100 °C, a partir de 100,0 g da parte aérea e 1,5 L de água deionizada, por um período de 3 horas. Após as extrações, adicionou-se ao óleo essencial sulfato de sódio anidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) com intuito de remover a água residual. Posteriormente, o óleo foi armazenado em recipiente âmbar vedado, mantido em um freezer a uma temperatura -4 °C ± 1 °C, até a realização das análises químicas e dos ensaios biológicos.

Paralelamente à extração foram avaliados o rendimento do óleo essencial e o teor de umidade, os quais foram conduzidos em triplicata. Para o cálculo do rendimento, foi utilizado o método de base livre de umidade (BLU). Para o cálculo do teor de umidade, partiu-se de 10 gramas da parte aérea, acondicionado

em um balão volumétrico de fundo redondo e adicionado 70 mL de tolueno. Os procedimentos de avaliação do teor de umidade e do rendimento do óleo essencial seguiram a metodologia proposta por Santos *et al* (2004).

### Análise cromatográfica do óleo essencial

As análises do óleo essencial obtido em diferentes períodos de coleta foram realizadas por meio de um cromatógrafo a gás acoplado a um Espectrômetro de Massas (Shimadzu CG-EM, GC-17A/QP-2010 Plus), equipado com coluna capilar Factor Four/VF-5ms (30 m X 0,25 mm de diâmetro interno X 0,25 µm de espessura do filme), por meio da utilização do hélio como gás de arraste a uma vazão de 1 mL min<sup>-1</sup> e pressão de 12 psi. O forno de temperatura foi programado de 60 °C a 260 °C (3 °C min), depois 10 °C/min até 290 °C, com temperatura do injetor a 220 °C, fonte de íons a 220 °C e interface a 310 °C, posteriormente, injetou-se 1 µL de solução da amostra em diclorometano a uma razão de split 1:30. A obtenção dos espectros de massas foi realizado na faixa de varredura de 40-500 u com energia de impacto de elétrons de 70 eV. As análises quantitativas foram elaboradas utilizando um cromatógrafo de fase gasosa (HP 5890 Series II) equipado com um Detector de Ionização de Chamas (DIC), nas mesmas condições experimentais e de temperatura do detector de 280 °C.

A identificação das substâncias presentes no óleo essencial de *C. tetradenius* foi realizada por meio dos seus índices de retenção (IR), calculados individualmente para cada constituinte através da injeção de uma série de padrões de hidrocarbonetos lineares (C8-C20) nas mesmas condições da amostra, e comparados com os valores tabelados (Adams, 2007), além de serem comparadas com o banco de dados da biblioteca (Nist08).

### Avaliação larvicida

As larvas do *A. aegypti* utilizadas nas avaliações biológicas foram oriundas de uma colônia estabelecida no Laboratório de Pesquisa de Inseticida Naturais (LAPIN), a partir de ovos da linhagem *Rockfeller*, cedidos pelo Laboratório de Fisiologia e Controle de Artrópodes Vetores (LAFICAVE), da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ).

O preparo das concentrações foi realizado a partir da solubilização do óleo

essencial, obtido em diferentes períodos de coleta (Fevereiro, Maio e Agosto), utilizando-se uma solução de Tween 80 e água deionizada a 10%. Essa mesma solução também foi utilizada no grupo controle. Foram avaliadas oito concentrações (0,50 mg mL<sup>-1</sup>; 0,25 mg mL<sup>-1</sup>; 0,125 mg mL<sup>-1</sup>; 0,062 mg mL<sup>-1</sup>; 0,031 mg mL<sup>-1</sup>; 0,019 mg mL<sup>-1</sup>; 0,007 mg mL<sup>-1</sup> e 0,003 mg mL<sup>-1</sup>), com quatro repetições por tratamento.

Utilizou-se 30 larvas do *A. aegypti* por repetição, entre o terceiro e o quarto estágio. As larvas foram imersas em 29 mL de água deionizada, na qual foi adicionada 1 mL das diferentes concentrações. Os horários de observações da mortalidade larval foram realizados com 2, 4, 8, 16 e 24 horas, após o início do experimento.

Os percentuais de mortalidade das larvas do *A. aegypti* em relação às diferentes concentrações, dentro de um mesmo período de coleta, foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. A comparação da mortalidade larval nos diferentes períodos de coleta foi realizada a partir da avaliação da sobreposição dos intervalos de confiança.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar a sobreposição dos intervalos de confiança, verificou-se que não houve diferença significativa entre os teores de umidade de Fevereiro (10,67%), Maio (11,33%) e Agosto (11,67%). Contudo, o rendimento médio para o óleo essencial extraído no mês de fevereiro foi significativamente menor (1,98%), quando comparados aos meses de maio (2,99%) e agosto (3,13%) (Tabela 1).

Segundo Gobbo-Neto e Lopes (2007) e Natta *et al* (2008), diversos fatores podem interferir na produção do óleo essencial, sendo citados características como a idade, o estágio de desenvolvimento, as interações interespecíficas e intraespecíficas, assim como os fatores abióticos, tais como: condições edáficas, temperatura, umidade, luminosidade e índice pluviométrico.

Dentre esses fatores, as condições edafoclimáticas podem ter interferido de maneira significativa, haja vista que a espécie alvo desse estudo foi coletada em uma região da Caatinga, cujo período mais seco pode agravar as condições edáficas, modificando a fisiologia da planta e interferindo na produção dos metabólitos secundários, tanto em nível quantitativo quanto qualitativo.

Ao verificar os registros médios da precipitação pluviométrica, temperatura e umidade da região onde foi realizada a coleta da parte aérea de *C. tetradenius*, o período compreendido entre dezembro de 2015 a fevereiro de 2016 apresentou uma maior precipitação pluviométrica média (127,43%), comparada aos períodos de Março a Maio de 2016 (2,80%) e Junho a Agosto de 2016 (6,67%), sendo que entre esses dois últimos períodos, não houve diferença significativa. Com relação às temperaturas e umidades, não foi observado uma diferença significativa entre os três períodos avaliados (Tabela 2).

Um estudo conduzido por Carvalho *et al* (2016), revelou que o rendimento médio do óleo essencial obtido das folhas de *C. tetradenius*, cuja coleta foi realizada em maio de 2014, foi maior (2,73%) que o verificado nesse estudo (1,98%), na coleta realizada em fevereiro de 2016 (Tabela 1). Vale destacar que os referidos autores realizaram o experimento somente com as folhas, diferentemente desse estudo, que foi realizado com a parte aérea (folhas, flores e frutos), o que, provavelmente, pode ter interferido no rendimento do óleo essencial.

Por outro lado, a precipitação pluviométrica média, obtida no Instituto Nacional de Meteorologia, para o trimestre de dezembro/2013 a fevereiro/2014, que correspondeu a coleta realizada por Carvalho *et al* (2016), foi inferior (54,23 mm) ao trimestre de dezembro/2015 a fevereiro/2016, período em que foi realizada a coleta nesse estudo (127,43 mm). No caso da coleta realizada por Carvalho *et al* (2016), a maior precipitação ocorreu no mês de dezembro (150,4 mm), e na coleta realizada nesse estudo foi no mês de janeiro (366,2 mm). Esses fatores podem, também, ter interferido na produção dos metabólitos secundários e, conseqüentemente, no rendimento do óleo essencial.

De acordo com Moraes (2009) o estresse hídrico pode afetar diversos fatores fisiológicos no vegetal, como o crescimento e a expansão foliar, podendo gerar alterações no metabolismo secundário. Outro aspecto que pode alterar o rendimento do óleo essencial, destacado pela autora, são as chuvas intensas e constantes que podem carrear substâncias hidrossolúveis presentes nas folhas e flores.

Solos encharcados também podem ficar ausentes de oxigênio o que faz com que as raízes realizem a respiração anaeróbia, que tem por consequência a diminuição do crescimento

radicular e menos absorção de água e nutrientes, de acordo com Pes e Arenhardt (2015), o que pode também afetar o metabolismo das plantas e, conseqüentemente, o rendimento do óleo essencial.

Cruz *et al* (2017) avaliaram o rendimento do óleo essencial obtido das folhas de *C. argyrophyllus*, coletado no mês de maio de 2014, e obtiveram um valor de 0,48%. Outros trabalhos realizados com folhas de espécies de *Croton* também apresentaram rendimento inferior ao obtido nesse estudo, como o realizado por Dória *et al* (2010), cujo rendimento do óleo essencial de *Croton heliotropiifolius* (Kunth, 1817) foi 0,2% e o realizado por Santos *et al* (2014), que avaliando o rendimento do óleo essencial de *C. rhamnifolioides* obtiveram um percentual de 0,08%.

O óleo essencial de *C. tetradenius*, cuja parte aérea foi coletada no mês de fevereiro, não ocasionou mortalidade larval significativa em nenhuma das concentrações no período de 2 horas de exposição. Somente a partir de 4 horas de exposição das larvas, foi possível verificar uma mortalidade de 63,33% na concentração de 0,50 mg mL<sup>-1</sup>, sendo significativamente mais tóxica para as larvas quando comparado às demais concentrações. Essa mesma concentração manteve-se significativamente mais tóxica (p<0,05), ocasionando 97,50% de mortalidade larval, com 8 horas de exposição e 100,00% a partir de 16 horas de exposição. A segunda concentração mais efetiva (0,25 mg mL<sup>-1</sup>) ocasionou com 24 horas de exposição uma mortalidade de 46,66%. As demais concentrações não se mostraram tóxicas para as larvas do *A. aegypti* (Tabela 3).

A concentração de 0,50 mg mL<sup>-1</sup> do óleo essencial cujas partes aéreas de *C. tetradenius* foram coletadas no mês de maio, também foi significativamente mais efetiva para as larvas do *A. aegypti*, comparado às demais concentrações (p<0,05). Com 8 horas de exposição ocasionou 100,00% de mortalidade das larvas. A concentração de 0,25 mg mL<sup>-1</sup>, com 24 horas de exposição das larvas, ocasionou 8,33% de mortalidade. Não houve mortalidade larval nas demais concentrações e no grupo controle (Tabela 3).

Com relação à avaliação do óleo essencial obtido a partir da coleta das partes aéreas de *C. tetradenius* no mês de agosto, com 4 horas de exposição à concentração de 0,50 mg mL<sup>-1</sup> ocasionou 100,00% de mortalidade larval, sendo significativamente mais tóxica para o *A.*

*aegypti* (p<0,05). A concentração de 0,25 mg mL<sup>-1</sup> foi a segunda significativamente mais efetiva, ocasionando com 16 horas de exposição 55,83% de mortalidade larval e com 24 horas 80,00% de mortalidade (p<0,05). Nas demais concentrações não houve mortalidade larval (Tabela 3).

Ao comparar o percentual de mortalidade larval entre os três períodos de coleta das partes aéreas (fevereiro, maio e agosto), a partir da análise da sobreposição dos intervalos de confiança, observou-se que, com 2 e 4 horas de exposição das larvas, a concentração de 0,50 mg mL<sup>-1</sup> oriunda da coleta realizada no mês de agosto, foi mais tóxica para as larvas do *A. aegypti*, comparada aos meses de fevereiro e maio. A partir de 8 horas de exposição não houve diferença significativa na mortalidade larval em relação aos diferentes períodos de coleta (Tabela 3).

Contudo, na concentração de 0,25 mg mL<sup>-1</sup>, as coletas realizadas nos meses de fevereiro e agosto foram significativamente mais efetivas comparada a coleta realizada no mês de maio, nos períodos de exposição larval de 8 e 16 horas. Com 24 horas de exposição das larvas, a coleta realizada no mês de agosto foi significativamente mais tóxica para as larvas do *A. aegypti* (Tabela 3).

A análise da composição química do óleo essencial obtido das partes aéreas de *C. tetradenius* coletada no mês de fevereiro, indicou a presença de 60 compostos, tendo sido identificados 37 compostos, correspondendo a 61,66%, classificados como: monoterpenos hidrocarbonados (37,83%), monoterpenos oxigenados (35,13%), sesquiterpenos hidrocarbonados (16,21%) e sesquiterpenos oxigenados (10,81%) (Tabela 4). Dentre as substâncias identificadas, foram consideradas como majoritárias as que apresentaram percentuais acima de 1%: Cânfora (18,18%),  $\gamma$ -Terpineol (9,76%),  $\alpha$ -Terpineno (6,99%), p-Cimeno (5,52%),  $\gamma$ -Terpineno (4,72%), Mirceno (4,38%), Limoneno (3,45%),  $\alpha$ -Felandreno (3,05%),  $\alpha$ -Pineno (3,21%), Canfeno (2,72%), Terpineno-4-ol (2,57%), Isoborneol (2,34%),  $\alpha$ -Terpinil acetato (2,15%),  $\alpha$ -Copaeno (2,04%),  $\alpha$ -Humuleno (1,66%), Biciclogermacreno (1,32%), Sabineno (1,29%), Triciclono (1,25%),  $\alpha$ -Tujeno (1,25%), Espatulenol (1,17%),  $\beta$ -2-Careno (1,11%), conforme apresentado na Tabela 5.

A análise química do óleo essencial extraído no mês de maio indicou a presença de 48 compostos. Desses, 30 foram identificados, correspondendo a 62,50%, sendo 40,00% de

monoterpenos hidrocarbonados, 26,66% de monoterpenos oxigenados, 20,00% de sesquiterpenos hidrocarbonados e 13,33% de sesquiterpenos oxigenados (Tabela 4). Como componentes majoritários têm-se: Cânfora (30,95%),  $\gamma$ -Terpineol (12,70%), p-Cimeno (6,95%), o Isoborneol (4,54%), Terpineno-4-ol (3,66%),  $\gamma$ -Terpineno (3,44%),  $\alpha$ -Terpinil acetate (3,07%),  $\alpha$ -Copaeno (2,98%), Limoneno (1,96%), Mirceno (1,80%),  $\alpha$ -Terpineno (1,78%),  $\alpha$ -Humuleno (1,74%),  $\beta$ -Cariofileno (1,16%) e Mirtênil acetato (1,01) (Tabela 5).

A análise da composição química do óleo essencial extraído no mês de agosto indicou a presença de 62 compostos, tendo sido identificados 36 compostos (58,06%), sendo: 38,88% de monoterpenos hidrocarbonados, 36,11% de monoterpenos oxigenados, 16,67% de sesquiterpenos hidrocarbonados e 8,33% de sesquiterpenos oxigenados (Tabela 4). Como componentes majoritários foram encontrados: Cânfora (23,91%),  $\gamma$ -Terpineol (16,00%), p-Cimeno (7,85%),  $\alpha$ -Pinenos (3,88%), Limoneno (3,51%), Canfeno (3,50%),  $\gamma$ -Terpineno (3,15%), Mirceno (3,05%), Isoborneol (2,34%), Terpineno-4-ol (2,31%),  $\alpha$ -Terpineno (2,24%),  $\alpha$ -Copaeno (1,78%), Triciclano (1,53%),  $\alpha$ -Terpinil acetato (1,48%) e  $\alpha$ -Felandreno (1,37%) (Tabela 5).

Dos compostos identificados que apresentaram percentuais acima de 1%, o Triciclano,  $\alpha$ -Pinenos, Canfeno e o  $\alpha$ -Felandreno somente foram detectados, nesse percentual, nos óleos essenciais cuja coleta da parte aérea de *C. tetradenius* foi realizada nos meses de fevereiro e agosto. Dos compostos que apresentaram percentuais abaixo de 1%, 1,8-Cineol, trans-p-Mentha-2,8-dien-1-ol, cis-p-Mentha-2,8-dien-1-ol, Pinocarvone e  $\alpha$ -Terpineol também foram encontrados somente nas coletas de fevereiro e agosto (Tabela 5).

Pesquisas têm demonstrado o potencial inseticida e farmacológico de espécies pertencentes ao gênero *Croton*, especialmente no bioma Caatinga, sendo este gênero detentor de inúmeros compostos químicos, ressaltando, assim, a necessidade do desenvolvimento de programas e projetos voltados para o uso e a conservação das espécies encontradas nesse bioma. Muitas dessas espécies têm potencial para serem utilizadas em programas de controle integrado do *A. aegypti*, transmissor em potencial dos vírus da dengue, chikungunya e zika, como as espécies *C. zehntneri*, *C. sonderianus* e *C. argyrophyloides* (LIMA *et al*, 2013), *C. tetradenius* (CARVALHO *et al*, 2016), *C.*

*argyrophyllus* (CRUZ *et al*, 2017) e *C. nepetaefolius* (SANTOS *et al*, 2017).

Carvalho *et al* (2016) analisando a composição química do óleo essencial cujas folhas de *C. tetradenius* foram coletadas no mês de maio de 2014, detectaram a presença de 26 compostos, diferentemente do encontrado no presente estudo, onde, nesse mesmo período, foram encontrados 48 compostos, tendo nesses dois estudos a Cânfora como a substância com maior percentual.

A diversidade de substância encontradas na parte aérea de *C. tetradenius*, assim como as diferenças quantitativas dos compostos, comparado ao estudo desenvolvido por Carvalho *et al* (2016), pode estar relacionado a diversos fatores, como a parte anatômica avaliada, a constituição genética, o estágio de desenvolvimento e as condições edafoclimáticas. O índice pluviométrico pode ter interferido nesses resultados, conforme já destacado.

Carqueira *et al* (2009), ao avaliar a influência dos fatores climáticos na composição química do óleo essencial das folhas de *Myrcia salzmannii* (Berg., 1857) (Myrtaceae), verificaram, através da comparação do óleo essencial obtido em diferentes períodos de coleta, uma variação na sua constituição química, inferindo que o índice pluviométrico pode influenciar na concentração de alguns compostos.

O óleo essencial obtido a partir da coleta realizada no mês de maio não se mostrou tão eficaz comparado aos meses de fevereiro e agosto, sendo que destes, o óleo essencial cuja parte aérea foi coletada no mês de agosto se mostrou mais tóxico para as larvas do *A. aegypti*, o que pode estar relacionado com a composição química do óleo, tanto em termos quantitativos quanto qualitativo. A presença de uma substância, seja majoritária ou não, pode intensificar ou até mesmo inibir a ação inseticida, portanto, na avaliação inseticida de uma planta, deve ser considerado o sinergismo entre os compostos, assim como o antagonismo.

Dos compostos identificados, a Cânfora foi o que apresentou o maior percentual dentre os compostos encontrados nas três coletas realizadas, sendo que o maior percentual ocorreu no óleo essencial cuja parte aérea foi coletada no mês de maio (30,95%) e, nem por isso, esse óleo se mostrou mais tóxico para as larvas do *A. aegypti*.

Ali *et al* (2015a) verificaram que mesmo havendo a presença do composto Cânfora no

percentual de 4,4% no óleo essencial de *Salvia apiana* (Jeps, 1908), este não foi tóxico para o *A. aegypti*, quando comparado aos outros óleos essenciais avaliados que tiveram atividade sobre o *A. aegypti* e nos quais não foi encontrada essa substância. Segundo Park *et al* (2011), o potencial toxicológico presente em óleos essenciais extraídos de alguns exemplares botânicos, pode ser devido ao efeito sinérgico presente em substâncias encontradas em concentrações menores, o que demonstra a necessidade de se avaliar de forma mais criteriosa essas interações.

O maior percentual de  $\alpha$ -Pinoeno encontrado nos óleos essenciais cuja parte aérea foi coletada nos meses de fevereiro e agosto pode ter contribuído com o maior efeito tóxico sobre as larvas do *A. aegypti* desses óleos essenciais, comparado ao óleo essencial obtido no mês de maio. Singh *et al* (2006) avaliando o efeito inibitório do  $\alpha$ -pinoeno sobre o crescimento radicular, observou que esse composto inibe o crescimento precoce das raízes e causa dano oxidativo no tecido radicular. Um estudo desenvolvido por Leite *et al* (2017) também indicou que o  $\alpha$ -Pinoeno afeta a permeabilidade da membrana celular e que esse efeito é dependente da concentração desse composto. Efeito similar pode ter ocorrido com as larvas do *A. aegypti*.

O 1,8-Cineol embora presente em uma concentração inferior a 1%, também pode ter contribuído com a maior toxicidade dos óleos essenciais obtidos a partir das coletas realizadas nos meses de fevereiro e agosto, visto que essa substância não foi encontrada no óleo essencial extraído no mês de maio. Contudo, 1,8-Cineol foi encontrado como composto majoritário (71,7%) por Ali *et al* (2015a), no óleo essencial obtido das partes aéreas de *S. apiana*, o qual não se mostrou tóxico para as larvas do *A. aegypti* e *Anopheles quadrimaculatus* (Say, 1824). Essa mesma substância foi encontrada nos óleos essenciais de *Salvia elegans* (Vahl, 1804) e *Salvia officinalis* (Linneaus, 1753), em concentrações bem inferiores (3,5% e 4,4%, respectivamente), e, mesmo assim, esses óleos apresentaram efeito tóxico sobre as larvas. Esses dados revelam a importância de ter um olhar sistêmico quando se pensa na formulação de um inseticida botânico, pois a avaliação de uma substância isolada pode não revelar a sua real contribuição no efeito tóxico da espécie que se está avaliando, pois uma substância pode potencializar esse efeito tóxico atuando de forma

sinérgica (adição ou potenciação) ou de forma antagonista.

Os compostos  $\alpha$ -terpineol e pinocarvone apesar de serem compostos minoritários, podem, também, estar contribuindo para uma melhor atividade larvicida dos óleos essenciais de *C. tetradenius*, obtidos das coletas realizadas em fevereiro e agosto, visto que essas substâncias não foram encontradas no óleo essencial cuja parte aérea foi coletada no mês de maio.

O composto Canfeno embora presente em todas as coletas, o menor percentual para este foi obtido no óleo essencial coletado no mês de maio, com percentual inferior a 1%. Este fato também pode estar relacionado com a maior toxicidade presente nos óleos essenciais coletados em fevereiro e agosto, tendo em vista que este composto apresentou, para essas duas coletas, percentuais de 2,72% e 3,50%, respectivamente, enquanto que para o mês de maio foi de 0,92%.

O  $\alpha$ -Felandreno foi encontrado como composto majoritário somente nos óleos essenciais extraídos nos meses de fevereiro e agosto, sendo que no mês de maio, esse constituinte apresentou um percentual de 0,79%. Ali *et al* (2015b) comprovaram a eficiência deste composto sobre larvas do *A. aegypti*, quando comparado com outras substâncias presente no óleo essencial extraído de diferentes estruturas vegetais de *Echinophora lamondiana* (B.Yildiz, 1997).

Mesmo que o composto limoneno tenha sido identificado nos três períodos de extração dos óleos essenciais como majoritário, os meses de fevereiro e agosto apresentaram percentuais mais elevados dessa substância (3,45% e 3,51%, respectivamente), comparado ao mês de maio (1,96%), podendo este, também, estar contribuindo com a maior eficiência dos óleos essenciais coletados em fevereiro e agosto. Park *et al* (2011), verificaram o potencial tóxico desse composto presente nos óleos essenciais de *Melaleuca dissitiflora* (F. Muell, 1863), *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake (1958), *Melaleuca linariifolia* (Cav.) S.T. Blake (1958) e *Eucalyptus globulus* (Labill, 1800), sobre larvas do *A. aegypti*.

Cheng *et al* (2009) avaliaram a atividade larvicida de 12 compostos sobre o *A. aegypti*, dentre eles o 1,8-cineol,  $\alpha$ -pinoeno,  $\alpha$ -terpinilo,  $\alpha$ -terpineol, terpinen-4-ol e  $\beta$ -eudesmol apresentaram uma  $CI_{50}$  maior que 50,0  $\mu$ g/mL, sendo consideradas não tóxicas para as larvas. Contudo,  $\alpha$ -Felandreno, Limoneno, p-cimeno,  $\gamma$ -

terpineno, terpinoleno e  $\alpha$ -terpineno apresentaram forte atividade sobre as larvas do *A. aegypti*. Entre estes constituintes, o  $\alpha$ -terpineno apresentou maior toxicidade para as larvas do *A. aegypti*, seguido do  $\alpha$ -Felandreno.

Vale ressaltar que, tanto em termos qualitativo quanto quantitativo, os compostos encontrados nos óleos essenciais de *C. tetradenius*, nos diferentes períodos de coleta das partes aéreas, possam ser um indicativo de uma provável atuação no efeito tóxico encontrado nas coletas de fevereiro e agosto, comparado à coleta do mês de maio, há que se considerar a interação entre os diferentes compostos, o que pode intensificar ou diminuir o efeito tóxico sobre as larvas do *A. aegypti*.

Seo *et al* (2012), avaliando a atividade larvicida de constituintes químicos oriundos do óleo essencial de *Trachyspermum ammi* (Linneaus, 1753), bem como de seus blends, sobre larvas do *A. aegypti*, verificaram que a eliminação do timol, p-cimeno e  $\gamma$ -terpineno do blend ocasionou uma diminuição da toxicidade sobre o *A. aegypti*, indicando um provável sinergismo entre compostos.

## CONCLUSÕES

O óleo essencial extraído da parte aérea de *C. tetradenius* possui efeito tóxico sobre as larvas do *A. aegypti*. O período de coleta da parte aérea de *C. tetradenius* afeta o rendimento do óleo essencial e a sua composição química, assim como a sua toxicidade sobre as larvas do *Aedes aegypti*. Dessa forma, embora o óleo essencial de *C. tetradenius* tenha potencial para ser utilizado em programas de controle integrado do *A. aegypti*, diversos fatores, como os edafoclimáticos, assim como o horário da coleta e o estágio do desenvolvimento, dentre outros, devem ser levados em consideração quando se pensa na formulação e comercialização dessa espécie como inseticida botânico, com vistas a padronizar, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, a sua composição química, garantindo, assim, a efetividade do produto.

## AGRADECIMENTOS:

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

## REFERÊNCIAS

1. Adams, R. P. Allured Publishing Corporation: Carol Stream, 2007, 4 ed.
2. Ali, A.; Tabanca, N.; Demirci, B.; Blythe, E. K.; Ali, Z.; Baser, K. H. C.; Khan, I. A.; J. Agric. Food Chem. 2015a, 63(2), 447-456.
3. Ali, A.; Tabanca, N.; Ozek, G.; Ozek, T.; Aytac, Z.; Bernier, U. R.; Khan, I. A.; J. Med. Entomol. **2015b**, 52(1), 93-100.
4. Braga, I. A.; Valle, D.; Epidemiologia e Serviços de Saúde . **2007**,16(4), 179-293.
5. Carvalho, K. S.; Silva, S. L. D. C.; Souza, I. A.; Gualberto, S. A.; Cruz, R. C. D.; Dos Santos, F. R.; Carvalho, M. G.; Parasitol. Res. **2016**, 115(9), 3441-3448.
6. Cerqueira, M. D. D.; Marques, E. D. J.; Martins, D.; Roque, N. F.; Cruz, F. G.; Guedes, M. L. D. S.; Quim. Nova. **2009**, 32(6), 1544-1548.
7. Cheng, S. S.; Huang, C. G.; Chen, Y. J.; Yu, J. J.; Chen, W. J.; & Chang, S. T.; Bioresour.Technol. **2009**, 100(1), 452-456.
8. Ciota, A. T.; Bialosuknia, S. M.; Ehrbar, D. J.; Kramer, L. D.; Emerging Infect. Dis. **2017**, 23(5), 880.
9. Cruz, R. C. D.; Cunha, S. L. S.; Souza, I. A.; Gualberto, S. A.; Carvalho, K. S.; Santos, F. R.; Carvalho, M. G.; J. Med. Entomol. **2017**, 54(4), 985-993.
10. Cunha, S. L. S.; Gualberto, S. A.; Carvalho, K. S.; Fries, D. D.; Biotemas. **2014**, 27(2), 79-85.
11. Dória, G. A.; Silva, W. J.; Carvalho, G. A.; Alves, P. B.; Pharm. Biol. **2010**, 48(6), 615-620.
12. Garcez, W. S.; Garcez, F. R.; Da Silva, L. M.; Sarmiento, U. C.; Rev. Virtual Quim. **2013**, 5(3), 363-393.
13. García, A. Á.; Carril, E. P. U.; Reduca (biología). **2011**, 2(3).

14. Gobbo-Neto, L.; Lopes, N. P.; Quim. Nova. **2007**, 30 (2), 374.
15. Hemme, R. R.; Thomas, C. L.; Chadee D. D.; Severson, D. W.; PLoS Neglected Trop. Dis. 2010, 4(3), 634.
16. Horta, M. A. P.; Castro, F. I.; Rosa, C. S.; Daniel, M. C.; Melo, A. L.; BioAssay. **2011**, 6.
17. Leite, T. R.; Silva, M. A. P. D.; Santos, A. C. B. D.; Coutinho, H. D. M.; Duarte, A. E.; Costa, J. G. M. D.; Pharm. Biol. **2017**, 55(1), 2015-2019.
18. Lima, G. P. G.; De Souza, T. M.; De Paula Freire, G.; Farias, D. F.; Cunha, A. P.; Ricardo, N. M. P. S.; Carvalho, A. F. U.; Parasitol. Res. **2013**, 112(5), 1953-1958.
19. Morais, L. A. S.; Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. Hortic. Bras. **2009**, 27(2).
20. Morais, S. M.; Cavalcanti, E. S.; Bertini, L. M.; Oliveira, C. L. L.; Rodrigues, J. R. B.; Cardoso, J. H. L.; J. Am. Mosq. Control Assoc. **2006**, 22(1), 161-164.
21. Natta, L.; Orapin, K.; Krittika, N.; Pantip, B.; Int. Food Res. J. 2008, 15(3), 1-10.
22. Park, H. M.; Kim, J.; Chang, K. S.; Kim, B. S.; Yang, Y. J.; Kim, G. H.; Park, I. K.; J. Med. Entomol. 2011, 48 (2), 405-410.
23. Pes, L. Z.; Arenhardt, M. H. Rede e-Tec, Brasil, 2015.
24. Pinto, C. C. C.; Sa De Menezes, J. E.; Siqueira, C. S. M.; Melo, D. S.; Feitosa, C. R.; Santos, H. S.; Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromat. **2016**, 15(2).
25. Salatino, A.; Salatino, M. L. F.; Negri, G. Journal Of The Brazilian Chemical Society, **2007**, V. 18, N. 1, P. 11-33.
26. Santos, A. S.; Alves, S. M.; Figueiredo, F. J.; Rocha Neto, G.; EMBRAPA. **2004**, 1-6.
27. Santos, G. K. N.; Dutra, K. A.; Lira, C. S.; Lima, B. N.; Napoleão, T. H.; Paiva, P. M. G.; Maranhão, C. A.; Brandão, S. S. F.; Navarro, D. M. A. F.; Molecules. **2014**, 19(10), 16573-16587.
28. Santos, H. S.; Bandeira, P. N.; Lemos, T. L.; Santiago, G. M. International Journal of Mosquito, **2017**, p. 19-22.
29. Seo, S. M. I; Park, Hye. M. I.; Park, I. L. K.; J. Agric. Food Chem. **2012**, 60(23) 5909-5914.
30. Silva, A. A. S.; Silva, A. A. S.; Morais, S. M.; Martins, C. G.; Vieira, F. M. A.; Rev. Eletronica Farm. **2016**, 13(3), 165-171.
31. Singh, H. P.; Batish, D. R.; Kaur, S.; Arora, K.; Kohli, R. K.; Ann. Bot. (Oxford, U. K.). **2006**, 98(6), 1261-1269.
32. Tappe, D. R. J.; Gabriel, M.; Emmerich, P. G. S.; Held, G.; Smola, S.; Schmidt-Chanasit, J. L.; Eurosurveillance. **2013**, 54(54).
33. Valle, D.; Pimenta, D. N.; Aguiar, R.; Epidemiologia e Serviços de Saúde. **2016**, 25(2), 419-422.
34. Vasconcelos, E. A. F.; De Freitas Mesquita, A. K.; Citó, A. M. D. G. L.; Lopes, J. A. D.; Vita et Sanitas. **2017**, 7(1), 123-134.
35. World Health Organization. Alerta Epidemiológica Fiebre amarilla. **2017a**.
36. World Health Organization. Global strategy for dengue prevention and control. **2012**.
37. World Health Organization. Global vector control response. **2017b**.
38. World Health Organization. Zika strategic response plan quarterly update. **2016**.

**Tabela 1.** Teor de umidade e rendimento do óleo essencial da parte aérea de *Croton tetradenius*, em relação a três diferentes períodos de coletas

<i>Período de coleta</i>	<i>Teor de Umidade Médio (%)</i>	<i>I.C. <sup>1</sup></i>	<i>Rendimento Médio (%)</i>	<i>I.C. <sup>1</sup></i>
<i>Fevereiro</i>	10,67	5,96 – 15,38	1,98	1,90 – 2,06
<i>Mai</i>	11,33	2,19 – 20,48	2,99	2,50 – 3,49
<i>Agosto</i>	11,67	8,40 – 14,93	3,13	3,00 – 3,27

<sup>1</sup>I.C. = Intervalo de Confiança.

**Tabela 2.** Registros médios da precipitação pluviométrica, temperatura e umidade, obtidas na estação meteorológica de Ituaçu/Bahia (OMM: 83292), do Instituto Nacional de Meteorologia

<i>Período</i>	<i>Precipitação Média (mm)</i>	<i>I.C.</i>	<i>Temperatura Média (°C)</i>	<i>I.C.</i>	<i>Umidade Média (%)</i>	<i>I.C.</i>
<i>Dezembro/2015 a Fevereiro/2016</i>	127,43	106,64 – 361,51	26,07	24,37 – 27,78	56,24	42,78 – 69,70
<i>Março a Maio/2016</i>	2,80	0,81 – 4,79	24,95	23,56 – 26,35	55,62	53,03 – 58,21
<i>Junho a Agosto/2016</i>	6,67	0,02 – 13,32	23,67	23,28 – 24,07	57,55	55,39 – 59,72

<sup>†</sup>I.C. = Intervalo de Confiança.

**Tabela 3.** Percentual de mortalidade de larvas do *Aedes aegypti*, em relação ao tempo de exposição às diferentes concentrações dos óleos essenciais obtidos da parte aérea de *Croton tetradenius*, coletadas nos meses de fevereiro, maio e agosto

Concentrações (mg mL <sup>-1</sup> )/Coleta	Mortalidade (%) <sup>1</sup>										
	2 h		4 h		8 h		16 h		24 h		
	Mort. (%)	I.C.	Mort. (%)	I.C.	Mort. (%)	I.C.	Mort. (%)	I.C.	Mort. (%)	I.C.	
0,50	Fevereiro	0,00 <sup>b</sup>	-----	63,33 <sup>a</sup>	52,71-72,95	97,50 <sup>a</sup>	92,60-102,39	100,00 <sup>a</sup>	-----	100,00 <sup>a</sup>	-----
	Maio	1,67 <sup>a</sup>	0,22-3,55	21,66 <sup>a</sup>	6,96-36,37	100,00 <sup>a</sup>	-----	100,00 <sup>a</sup>	-----	100,00 <sup>a</sup>	-----
	Agosto	25,00 <sup>a</sup>	6,05-43,95	100,00 <sup>a</sup>	-----	100,00 <sup>a</sup>	-----	100,00 <sup>a</sup>	-----	100,00 <sup>a</sup>	-----
0,25	Fevereiro	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	22,49 <sup>b</sup>	10,17-34,83	36,66 <sup>b</sup>	21,35-51,99	46,66 <sup>b</sup>	31,34-61,99
	Maio	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	1,66 <sup>b</sup>	1,60-4,93	5,83 <sup>b</sup>	2,70-8,96	8,33 <sup>b</sup>	5,06-11,59
	Agosto	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,83 <sup>b</sup>	0,39-2,06	21,66 <sup>b</sup>	13,89-29,44	55,83 <sup>b</sup>	44,09-67,57	80,00 <sup>b</sup>	76,73-83,27
0,125	Fevereiro	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Maio	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Agosto	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
0,062	Fevereiro	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,83 <sup>c</sup>	0,79-2,46
	Maio	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Agosto	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----

(Continua)

<sup>1</sup> Percentuais médios de mortalidade em relação às diferentes concentrações, seguidos pela mesma letra, nas colunas, dentro de um mesmo mês de coleta, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> I.C. = Intervalo de confiança

Tabela 3 (Continuação)

Concentrações (mg mL <sup>-1</sup> )/Coleta	MORTALIDADE (%) <sup>1</sup>										
	2 h		4 h		8 h		16 h		24 h		
	Mort. (%)	I.C.	Mort. (%)	I.C.	Mort. (%)	I.C.	Mort. (%)	I.C.	Mort. (%)	I.C.	
0,031	Fevereiro	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Maio	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Agosto	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
0,019	Fevereiro	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,83 <sup>c</sup>	0,79-2,46	0,83 <sup>c</sup>	0,79-2,46	0,83 <sup>c</sup>	0,79-2,46
	Maio	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Agosto	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
0,007	Fevereiro	0,83 <sup>b</sup>	0,79-2,46	0,83 <sup>b</sup>	0,79-2,46	0,83 <sup>c</sup>	0,79-2,46	1,66 <sup>c</sup>	0,22-3,55	1,66 <sup>c</sup>	0,22-3,55
	Maio	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Agosto	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
0,003	Fevereiro	0,83 <sup>b</sup>	0,79-2,46	0,83 <sup>b</sup>	0,79-2,46	0,83 <sup>c</sup>	0,79-2,46	1,66 <sup>c</sup>	0,22-3,55	3,33 <sup>c</sup>	1,29-7,95
	Maio	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Agosto	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
CTL	Fevereiro	0,00	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Maio	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----
	Agosto	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>b</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----	0,00 <sup>c</sup>	-----

<sup>1</sup> Percentuais médios de mortalidade seguidos pela mesma letra nas colunas, dentro de um mesmo mês de coleta, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> I.C. = Intervalo de confiança

**Tabela 4.** Classificação dos compostos químicos encontrados nos óleos essenciais obtidos da parte aérea de *Croton tetradenius*, cujas coletas foram realizadas nos meses de Fevereiro, Maio e Agosto, de 2016, na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil

Constituinte	<i>C. tetradenius</i> (%)		
	Fevereiro	Maio	Agosto
Compostos encontrados	60	48	62
Compostos identificados (%)	61,66	62,50	58,06
Monoterpenos hidrocarbonados (%)	37,83	40,00	38,88
Monoterpenos oxigenados (%)	35,13	26,66	36,11
Sesquiterpenos hidrocarbonados (%)	16,21	20,00	16,66
Sesquiterpenos oxigenados (%)	10,81	13,33	8,33

**Tabela 5.** Composição química dos óleos essenciais obtidos da parte aérea de *Croton tetradenius*, realizada através do método de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas, cujas coletas foram realizadas nos meses de Fevereiro, Maio e Agosto de 2016, na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil

Constituinte	IRL <sup>1</sup>	IK <sup>2</sup>	C. tetradenius (%) <sup>3</sup>		
			Fevereiro	Maio	Agosto
Triciclono	929-930	926	1,25	0,23	1,53
α-Tujeno	930-931	930	1,25	----	0,60
α-Pineno	940	939	3,21	0,94	3,88
Canfeno	057-958	954	2,72	0,92	3,50
Sabineno	978-979	975	1,29	0,39	0,75
β-Pineno	983-984	979	0,83	0,21	0,76
Mirceno	992-993	990	4,38	1,80	3,05
α-Felandreno	1011-1012	1002	3,05	0,79	1,37
α-Terpineno	1022-1025	1017	6,99	1,78	2,24
p-Cimeno	1033-1034	1024	5,52	6,95	7,85
Limoneno	1036-1038	1029	3,45	1,96	3,51
1,8-Cineol	1038-1039	1031	0,05	----	0,08
(E)-β-Ocimeno	1051-1952	1050	0,88	0,27	0,23
γ-Terpineno	1065-1066	1059	4,72	3,44	3,15
σ-2-Careno	1089-1090	1002	1,11	----	0,27
trans-p-Menta-2,8-dien-1-ol	1132-1133	1122	0,87	----	0,65
cis-p-Menta -2,8-dien-1-ol	1150	1137	0,16	----	0,21
Cânfora	1162-1164	1146	18,18	30,95	23,91
Isoborneol	1173-1174	1160	2,34	4,54	2,34
Pinocarvone	1177-1178	1164	0,43	----	0,46
Borneol	1180-1182	1169	0,63	0,78	0,35
Terpineno-4-ol	1187-1189	1177	2,57	3,66	2,31
p-Cimeno-8-ol	1194	1182	0,66	----	----
α-Terpineol	1201	1188	0,46	----	0,56
γ-Terpineol	1253-1254	1199	9,76	12,70	16,00
Carvacrol	1298-1308	1299	----	0,45	0,58
Mirtenil acetato	1328-1330	1326	0,60	1,01	0,50
α-Terpinil acetato	1352-1354	1349	2,15	3,07	1,48
α-Copaeno	1381-1382	1376	2,04	2,98	1,78
β-Cariofileno	1425-1427	1419	1,05	1,16	0,63
(Z)-β-Farneseno	1462-1467	1442	0,73	0,74	0,34
α-Humuleno	1455-1463	1454	1,66	1,74	1,04
Biciclogermacreno	1500-1502	1500	1,32	0,67	0,32
σ-Cadineno	1523-1525	1523	0,33	0,19	0,13
(E)-Nerolidol	1567-1581	1563	0,13	0,19	----
Espatuleno	1585-1587	1578	1,17	0,83	0,66
β-Copaen-4-α-ol	1596-1598	1590	0,56	0,62	0,42
Epi-α-cadinol	1650-1653	1640	0,55	0,23	0,23
Não identificados (%)			0,11-1,34	0,21- 3,02	0,07- 2,12

<sup>1</sup>Índices de retenção com coluna capilar Factor Four/VF-5ms. <sup>2</sup>Índices de Kovats em coluna capilar DB-5 (ADAMS, 2007). <sup>3</sup>Substâncias listadas por ordem de eluição em coluna capilar Factor Four/VF-5ms.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. B. Centro de investigação e de desenvolvimento em etnobotânica: transformando o conhecimento tradicional em científico. **Biodiversidade**, v. 15, n. 1, 2016.
- ALI, A.; TABANCA, N.; DEMIRCI, B.; BLYTHE, E. K.; ALI, Z.; BASER, K. H. C.; KHAN, I. A. Chemical composition and biological activity of four salvia essential oils and individual compounds against two species of mosquitoes. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 63, n. 2, p. 447-456, 2015a.
- ALI, A.; TABANCA, N.; OZEK, G.; OZEK, T.; AYTAC, Z.; BERNIER, U. R.; KHAN, I. A. Essential Oils of *Echinophora lamondiana* (Apiales: Umbelliferae): a relationship between chemical profile and biting deterrence and larvicidal activity against mosquitoes (Diptera: Culicidae). **Journal of medical entomology**, v. 52, n. 1, p. 93-100, 2015b.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R.; SILVA, T. D. L.; AMORIM, E. L. C.; MAIA, M. D. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). **Journal of arid environments**, v. 62, n. 1, p. 127-142, 2005.
- ALMEIDA, G.; PAULO, A. OS MOSQUITOS (DIPTERA, CULICIDAE) E A SUA IMPORTÂNCIA MÉDICA EM PORTUGAL. **Acta Medica Portuguesa**, v. 24, n. 6, 2011.
- ALVES, A. J. J.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, 2009.
- ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, F. X.; NEVES, C. M.; FELIX, L. P. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 2, n. 2, p. 135-142, 2007.
- BARBOSA, C. E. S. Avaliação da toxicidade oral aguda e da atividade antitumoral in vivo do látex e extratos de uma apocynaceae de uso popular. **Vita et Sanitas**, v. 8, n. 1, p. 119-137, 2017.
- BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuição para uma agenda de pesquisa. **Estudos avançados**, v. 22, n. 64, p. 53-72, 2008.
- BASTOS, R. L. **A utilização dos recursos naturais pelo homem pré-histórico na Ilha de Santa Catarina**. 1994. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina.
- BENCHIMOL, J. L.; SÁ, M. R. **Adolpho Lutz-Entomologia-v. 2, Livro 4**. Scielo-Editora FIOCRUZ, 2006.
- BERNARDES, M. S.; VEIGA, A. S.; FONSECA FILHO, H. **Mercado brasileiro de borracha natural**. Sangria da seringueira. Piracicaba: ESALQ, p. 365-388, 2000.
- BERRY, P. E.; KENNETH, H. W. J.; VAN, B. E. E.; RIINA, R. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotonaeae (Euphorbiaceae sensu stricto) using ITS and trnL-trnF DNA sequence data. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 9, p. 1520-1534, 2005.
- BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M.; RIBEIRO, P. S. Relação entre densidade larval e ciclo de vida, tamanho e fecundidade de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 6, p. 847-852, 2009.
- BHATT, S.; GETHING, P. W.; BRADY, O. J.; MESSINA, J. P.; FARLOW, A. W.; MOYES, C. L.; HAY, S. I. The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504-507, 2013.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 4, p. 179-293, 2007.

CARDOSO, J. L. Sítios, pedras e homens: trinta anos de arqueologia em Oeiras. **Estudos Arqueológicos de Oeiras**, v. 9, p. 1-194, 2000.

CARVALHO, K. S.; SILVA, S. L. D. C.; SOUZA, I. A.; GUALBERTO, S. A.; CRUZ, R. C. D.; DOS SANTOS, F. R.; CARVALHO, M. G. Toxicological evaluation of essential oil from the leaves of *Croton tetradenius* (Euphorbiaceae) on *Aedes aegypti* and *Mus musculus*. **Parasitology research**, v. 115, n. 9, p. 3441-3448, 2016.

CAVALCANTE, G. M.; MOREIRA, A. F. C.; VASCONCELOS, S. D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca branca. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 1, p. 9-14, 2006.

CAVALHEIRO, M. G.; FARIAS, D. F.; FERNANDES, G. S.; NUNES, E. P.; CAVALCANTI, F. S.; VASCONCELOS, I. M.; MELO, V. M. M.; CARVALHO, A. F. U. Atividades biológicas e enzimáticas do extrato aquoso de sementes de *Caesalpiniaferrea* Mart. Leguminosae. **Revista Brasileira de Farmacognosia/Brazilian Journal of Pharmacognosy**. v. 19 n. 2B: p. 586-591, Abr./Jun. 2009.

CERQUEIRA, M. D. D.; MARQUES, E. D. J.; MARTINS, D.; ROQUE, N. F.; CRUZ, F. G.; GUEDES, M. L. D. S. Variação sazonal da composição do óleo essencial de *Myrcia salzmannii* Berg. (Myrtaceae). *Revista Química Nova*, Vol. 32, n. 6, p 1544-1548, 2009.

CHENG, S. S., HUANG, C. G., CHEN, Y. J., YU, J. J., CHEN, W. J., & CHANG, S. T. Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species. **Bioresource technology**, v. 100, n. 1, p. 452-456, 2009.

CIOTA, A. T., BIALOSUKNIA, S. M., EHRBAR, D. J., KRAMER, L. D. Vertical transmission of Zika virus by *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* Mosquitoes. **Emerging Infectious Diseases**, v. 23, n. 5, p. 880, 2017.

COSTA, J. G. M.; RODRIGUES, F. F. G.; ANGÉLICO, E. C.; PEREIRA, C. K. B., SOUZA, E. O.; CALDAS, G. F. R.; SILVA, M. R.; SANTOS, N. K. A.; MOTA, M. L.; SANTOS, P. F. Composição química e avaliação da atividade antibacteriana e toxicidade do óleo essencial de *Croton zehntneri* (variedade estragol). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 583-586, 2008.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, Hérica Regina Nunes. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, p. 500-506, 2011.

CRUZ, R. C. D.; CARVALHO, S. K.; DA CUNHA, S. L.; GUALBERTO, S. A.; MACEDO, G. E. L. Bioatividade da raiz de *Poincianella bracteosa* (Tul.) LP Queiroz (Fabaceae) sobre larvas do *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 4, 2015.

CRUZ, R. C. D.; CUNHA, S. L. S.; SOUZA, I. A.; GUALBERTO, S. A.; CARVALHO, K. S.; SANTOS, F. R.; CARVALHO, M. G. Toxicological Evaluation of Essential Oil From the Leaves of *Croton argyrophyllus* (Euphorbiaceae) on *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and *Mus musculus* (Rodentia: Muridae). **Journal of medical entomology**, 2017.

CUNHA, S. L.; Gualberto, S. A.; Carvalho, K. S.; Fries, D. D. Avaliação da atividade larvicida de extratos obtidos do caule de *Croton linearifolius* Mull. Arg.(Euphorbiaceae) sobre larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). **Biotemas**, v. 27, n. 2, p. 79-85, 2014.

CUNHA, S. L.; GUALBERTO, S. A.; MACEDO, G. E. L.; DA SILVEIRA, T. C.; DA SILVA, D. C. Plantas medicinais usadas pela comunidade do povoado de laços (Tanhaçu/Bahia) e encontradas na floresta nacional Contendas do Sincorá. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 130-136, 2012.

CZELUSNIAK, K. E.; Brocco, A.; Pereira, D. F.; Freitas, G. B. L. Farmacobotânica, fitoquímica e farmacologia do Guaco: revisão considerando *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schulyz Bip. ex Baker. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 2, p. 400-409, 2012.

DA SILVA, N.; LUCENA, R. F. P., DE FARIAS, L. J. R.; LIMA, G. D. S.; CARVALHO, T. K. N., DE SOUSA JÚNIOR, S. P.; ALVES, C. A. B. Conhecimento e Uso da Vegetação Nativa da Caatinga em uma Comunidade Rural da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n. 34, 2014.

DE CASTRO, H. G.; DE MOURA PERINI, V. B.; DOS SANTOS, G. R.; LEAL, T. C. A. B. Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 308-314, 2010.

DE MIRANDA, D. H. S.; MUNIZ, J. W. C.; DA SILVA, D. P. Estudo comparativo da ação anti-inflamatória do óleo-resina da *Copaifera reticulata* em modelos farmacológicos experimentais em camundongos. **Fisioterapia Brasil**, v. 17, n. 4, 2016.

DE MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura brasileira**, v. 27, n. 2, 2009.

DE OLIVEIRA, R. B.; GIMENEZ, V. M. M.; DE GODOY, S. A. P. Intoxicações com a família Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. pg. 69-71, 2007.

DE SOUZA, M. O. POPULAÇÕES TRADICIONAIS: abordagem etnobotânica. **Revista Pós Ciências Sociais**, v. 6, n. 11, 2012.

DIAS, C. N.; MORAES, D. F. C. Essential oils and their compounds as *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) larvicides. **Parasitology research**, v. 113, n. 2, p. 565-592, 2014.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R. Chikungunya no Brasil: um desafio emergente. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 18, n. 1, p. 283-5, 2015.

DÓRIA, G. A.; SILVA, W. J.; CARVALHO, G. A.; ALVES, P. B.; CAVALCANTI, S. C. A study of the larvicidal activity of two *Croton* species from northeastern Brazil against *Aedes aegypti*. **Pharmaceutical biology**, v. 48, n. 6, p. 615-620, 2010.

DUARTE, J. A.; MACHADO, M. M.; ZAMBRANO, A. D. B.; QUINTANA, L. D.; DE OLIVEIRA, L. F. S.; BALEGO, M. R. Avaliação mutagênica do óleo essencial de schinus molle l. Em cultura de linfócitos humanos. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 4, 2017.

FABRICANTE, J. R.; DE ANDRADE, L. A. Análise estrutural de um remanescente de caatinga no Seridó Paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 341-349, 2007.

FARIAS, D. F.; CAVALHEIRO, M. G.; VIANA, M. P.; QUEIROZ, V. A.; ROCHABEZERRA, L. C. B. Extratos de sementes de leguminosas brasileiras como fontes ricas de compostos larvicida contra *Aedes aegypti* L. **Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 3, 2010.

FEIJÒ, A. M.; BUENO, M. E. N.; CEOLIN, T.; LINCK, C. L.; SCHWARTZ, E.; LANGE, C.; HEIDEN, G. Plantas medicinais utilizadas por idosos com diagnóstico de Diabetes mellitus no tratamento dos sintomas da doença. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 1, p. 50-56, 2012.

- FERREIRA, V. F.; PINTO, A. C. A fitoterapia no mundo atual. **Química Nova**, v. 33, n. 9, p. 1829-1829, 2010.
- FERREIRA, L. M.; SILVA-FILHA, M. H. N. L. Bacterial larvicides for vector control: mode of action of toxins and implications for resistance. **Biocontrol Science Technology**, v. 23, n. 10, p. 1137-1168, 2013.
- FIRMO, W. C. A.; MENEZES, V. J. M.; PASSOS, C. E. C.; DIAS, C. N.; ALVES, L. P. L. Historical context, popular use and scientific conception on medicinal plants. **Caderno de Pesquisa**, v. 18, p. 90-5, 2011.
- FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica**. 1 ed. São Paulo, Brasil, 864 p, 2002.
- FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A.; CARVALHO, A. A.; COELHO, M. A. N.; ZAPPI, D. C. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. **BioScience**, v. 62, n. 1, p. 39-45, 2012.
- FREIRE, A. L. B. F. **Etnobotânica e percepção ambiental de pescadores e coletoras tradicionais submetidos à escassez de recursos vegetais silvestres**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.
- GARCEZ, W. S.; GARCEZ, F. R.; DA SILVA, L. M.; SARMENTO, U. C. Substâncias de origem vegetal com atividade larvicida contra *Aedes aegypti*. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 363-393, 2013.
- GARCÍA, A. Á.; CARRIL, E. P. U. Metabolismo secundario de plantas. **Reduca (Biología)**, v. 2, n. 3, 2011.
- GARCÍA, O. R. *Aedes aegypti*, virus dengue, chinkugunia, zika y el cambio climático. Máxima alerta médica y oficial. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 15, n. 10, p. 1-10, 2014.
- GERIS, R.; SILVA, I. G.; SILVA, H. H. G.; BARISON, A.; RODRIGUES-FILHO, E.; FERREIRA, A. G. Diterpenoids from *Copaifera reticulata* ducke with larvicidal activity against *Aedes aegypti* (L.) (Diptera, Culicidae). **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 50:25-28, 2008.
- GIRALDI, M.; HANAZAKI, N. Uso e conhecimento tradicional de plantas medicinais no Sertão do Ribeirão, Florianópolis, SC, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 395-406, 2010.
- GIULIETTI, A. M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**, p. 48-90, 2004.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química nova**, v. 30, n. 2, p. 374, 2007.
- HARBACH, R. E. **Mosquito taxonomic inventory**. 2011. Disponível em: <http://mosquito-taxonomic-inventory.info>. Acesso em: 14 de fev. 2017.
- HEMME, R. R.; THOMAS, C. L.; CHADEE D. D.; SEVERSON, D. W. Influence of urban landscapes on population dynamics in a short-distance migrant mosquito: evidence for the dengue vector *Aedes aegypti*. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 4, n. 3, p. e634, 2010.

HORTA, M. A. P.; CASTRO, F. I.; ROSA, C. S.; DANIEL, M. C.; MELO, A. L. Resistance of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) to temephos in Brazil: a revision and new data for Minas Gerais state. **BioAssay**, v. 6, 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: Acesso em: 02/05/2017.

ISERHARD, A. R. M.; BUDÓ, M. D. L.; NEVES, E. T.; BADKE, M. R. Práticas culturais de cuidados de mulheres mães de recém-nascidos de risco do sul do Brasil. **Esc Anna Nery**, v. 13, n. 1, p. 116-22, 2009.

JUNIOR, C. V. Terpenos com atividade inseticida: Uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

LEITE, T. R.; SILVA, M. A. P. D.; SANTOS, A. C. B. D.; COUTINHO, H. D. M.; DUARTE, A. E.; COSTA, J. G. M. D. Antimicrobial, modulatory and chemical analysis of the oil of *Croton limae*. **Pharmaceutical biology**, v. 55, n. 1, p. 2015-2019, 2017.

LIMA, G. P. G.; DE SOUZA, T. M.; DE PAULA FREIRE, G.; FARIAS, D. F.; CUNHA, A. P.; RICARDO, N. M. P. S.; CARVALHO, A. F. U. Further insecticidal activities of essential oils from *Lippia sidoides* and *Croton* species against *Aedes aegypti* L. **Parasitology research**, v. 112, n. 5, p. 1953-1958, 2013.

LINDENBACH, B. D, THIEL, H.; RICE, C. M. Flaviviridae: the viruses and their replication. In: Knipe DM, Howley PM, editors. **Fields virology**. 5th. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p. 1101-52.

LOPES, L. C. M.; LOBÃO, A. Q. Etnobotânica em uma comunidade de pescadores artesanais no litoral norte do Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n. 32, 2013.

LUCENA, M. F. A.; ALVES, M. Notas taxonômicas para Euphorbiaceae s.l. do Nordeste do Brasil. **Hoehnea**, v. 37, n. 1, p. 71-85, 2010.

MACHADO, W. J.; PRATA, A. P. N.; MELLO, A. A. Floristic composition in areas of Caatinga and Brejo de Altitude in Sergipe state, Brazil. **Check List**, v. 8, n. 6, p. 1089-1101, 2012.

MARIZ, S. R.; BORGES, A. C. R.; MELO-DINIZ, M. F. F.; MEDEIROS, I. A. Possibilidades terapêuticas e risco toxicológico de *Jatropha gossypifolia* L.: uma revisão narrativa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 3, p. 346-357, 2010.

MARQUES, G. R. M.; CHAVES, L. S. M.; SERPA, L. L. N.; DE BRITO ARDUINO, M.; CHAVES, F. J. M. Água de abastecimento público de consumo humano e oviposição de *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 3, p. 579-587, 2013.

MARTINS, V. P.; SILVEIRA, D. A.; RAMALHO, I. L. *Aedes albopictus* no Brasil: aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue. **Entomotropica**, v. 28, n. 2, p. 75-86, 2013.

MELO, C. R.; LIRA, A. B.; ALVES, M. F.; LIMA, C. M. B. L. O uso de plantas medicinais para doenças parasitárias. **Acta Brasiliensis**, v. 1, n. 1, p. 28-32, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA (BRASIL), Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília: MMA. 2007. (**Série Biodiversidade**, 31).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Bioma Caatinga, 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em:02/01/2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica: Brasil**. Brasília: MMA, 2011. 248 p.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura brasileira**, v. 27, n. 2, 2009.

MORAIS, S. M.; CAVALCANTI, E. S.; BERTINI, L. M.; OLIVEIRA, C. L. L.; RODRIGUES, J. R. B.; CARDOSO, J. H. L. Larvicidal activity of essential oils from Brazilian *Croton* species against *Aedes aegypti* L. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 22, n. 1, p. 161-164, 2006.

NATAL, D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. **Biológico**, v. 64, n. 2, p. 205-207, 2002.

NATTA, L.; ORAPIN, K.; KRITTIKA, N.; PANTIP, B. Essential oil from five Zingiberaceae for anti food-borne bacteria. **Int Food Res J**, v. 15, n. 3, p. 1-10, 2008.

NETO, P. A. S. P.; CAETANO, L. C. **Plantas medicinais: do popular ao científico**. UFAL, 2005.

OEHLER, E. WATRIN, L.; LARRE, P.; LEPARC-GOFFART, I.; LASTERE, S.; VALOUR, F.; BAUDOIN, L.; MALLET, H. P.; MUSSO, D.; GHAWCHE, F. Zika virus infection complicated by Guillain-Barré syndrome-case report, French Polynesia, December 2013. **Euro Surveill**, v. 19, p. 20720, 2014.

OLIVEIRA, F. C. S.; BARROS, R. F. M.; MOITA NETO, J. M. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 12, n. 3, p. 282-301, 2010.

OLIVEIRA, S. L.; CARVALHO, D. O.; CAPURRO, M. L. Mosquito transgênico: do paper para a realidade. **Revista da Biologia**, v. 6, p. 38-4, 2011.

OLIVEIRA, G. P.; SILVA, S. L. C. E.; GUALBERTO S. A.; CRUZ, R. C. D.; CARVALHO, K. S. Atividade larvívica do extrato etanólico da raiz de *Croton linearifolius* sobre *Aedes aegypti*. **Enciclop Biosfera** 10: 442-448 2014.

OOTANI, M. A.; RAMOS, A. C. C.; DE AZEVEDO, E. B.; DE OLIVEIRA GARCIA, B.; DOS SANTOS, S. F.; DE SOUZA AGUIAR, R. W. Avaliação da toxicidade de estirpes de *Bacillus thuringiensis* para *Aedes aegypti* Linneus, (Díptera: Culicidae). **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, n. 2, 2011.

OSTERA, G. R.; GOSTIN, L. O. Biosafety Concerns Involving Genetically Modified Mosquitoes to Combat Malaria and Dengue in Developing Countries. **Jama**, v. 305, n. 9, p. 930-931. 2011.

PALMEIRA, J. S. F.; CONSERVA, L. M.; SILVEIRA, E. R. Two clerodaneterpenes and flavonoids from *Croton brasiliensis*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 16, n. 6B, 1420-1424, 2005.

PARK, H. M.; KIM, J.; CHANG, K. S.; KIM, B. S.; YANG, Y. J.; KIM, G. H.; PARK, I. K. Larvicidal activity of Myrtaceae essential oils and their components against *Aedes aegypti*, acute toxicity on *Daphnia magna*, and aqueous residue. **Journal of medical entomology**, v. 48, n. 2, p. 405-410, 2011.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. Fisiologia Vegetal. Santa Maria, Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria, **Rede e-Tec Brasil**, 2015. 81p

PINTO, C. C. C.; SA DE MENEZES, J. E.; SIQUEIRA, C. S. M.; MELO, D. S.; FEITOSA, C. R.; SANTOS, H. S. Chemical Composition and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential

oils from *Croton jacobinensis* Baill. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 15, n. 2, 2016.

RATHI, J. M.; ABSARA, S.; PRIYADHARSHINI, K.; JEGATHAMBIKA, V. Qualitative phytochemical screening of some locally available insecticidal plants. **Journal of Biopesticides**, v.1, n.1, p.52-4, 2008.

REZENDE, G. L.; MARTINS, A. J.; GENTILE, C.; FARNESI, L. C.; PELAJO-MACHADO, M.; PEIXOTO, A. A.; VALLE, D. Embryonic desiccation resistance in *Aedes aegypti*: presumptive role of the chitinizedserosal cuticle. **BMC developmental biology**, v. 8, n. 1, p. 82, 2008.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3ª ed. Porto alegre, Artmed, pág 145 – 149, 2006.

RUEDA, L. M. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, n. 1, p. 477-487, 2008.

SAITO, C. H.; ABEGG, I.; BASTOS, F. P. Educação Ambiental PROBIO: livro do professor. **Brasília: Ministério do Meio Ambiente**, 2006.

SALATINO, A.; SALATINO, M. L. F.; NEGRI, G. Traditional uses, Chemistry and Pharmacology of *Croton* species (Euphorbiaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 1, p. 11-33, 2007.

SAMARASEKERA, R.; WEERASINGHE, I. S.; HEMALAL, K. D. Insecticidal activity of menthol derivatives against mosquitoes. **Pest management science**, v. 64, n. 3, p. 290-295, 2008.

SANTANA, S. R.; BIANCHINI-PONTUSCHKA, R.; HURTADO, F. B.; DE OLIVEIRA, C. A.; MELO, L. P. R.; DOS SANTOS, G. J. Uso medicinal do óleo de copaíba (*Copaifera sp.*) por pessoas da melhor idade no município de Presidente Médici, Rondônia, Brasil. **Acta Agronômica**, v. 63, n. 4, p. 361-366, 2014.

SANTANA, V. S. **Estudo comparativo de óleos essenciais de espécies de Croton do estado de Sergipe**. São Cristóvão, 95f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Sergipe, 2011.

SANTOS, G. K.; DUTRA, K. A.; LIRA, C. S.; LIMA, B. N.; NAPOLEÃO, T. H.; PAIVA, P. M.; NAVARRO, D. M. Effects of *Croton rhamnifolioides* essential oil on *Aedes aegypti* oviposition, larval toxicity and trypsin activity. **Molecules**, v. 19, n. 10, p. 16573-16587, 2014.

SANTOS, H. S., BANDEIRA, P. N.; LEMOS, T. L.; SANTIAGO, G. M. Chemical composition and larvicidal activity against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) of essential oils from leaves, stalks and roots of the *Croton nepetaefolius* Baill (Euphorbiaceae). **International Journal of Mosquito**, p. 19-22, 2017.

SANTOS, I. P. C.; CRUZ, R. C. D. Bioatividade de extratos aquosos da parte aérea de *Poincianella bracteosa* sobre larvas de *Aedes aegypti*. **Enciclopédia Biosfera**, 2015.

SANTOS, S. R. L.; MELO, M. A.; CARDOSO, A. V.; SANTOS, R. L. C.; SOUSA, D. P.; CAVALCANTI, S. C. H. Relações de monoterpenos e derivados larvicida contra estrutura-atividade *Aedes aegypti* Linnaeus. **Chemosphere**, v. 84, n. 1, p. 150-153, 2011.

SARGENT, S. R. Inseticidas Naturais, bioinseticidas e feromônios: solução para a Dengue. **Sociedade Brasileira de Parasitologia**, v. 57, p. 61-68, 2007.

SARMENTE, S. R. Inseticidas naturais, bioinseticidas e feromônios: solução para a Dengue?. **Sociedade Brasileira de Parasitologia**, v. 2, n. 57, p. 61-8, 2007.

SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 99-119, 2008.

SEO, S. M. I.; PARK, HYE. M. I.; PARK, I. L. K. Larvicidal activity of ajowan (*Trachyspermum ammi*) and Peru balsam (*Myroxylon pereira*) oils and blends of their constituents against mosquito, *Aedes aegypti*, acute toxicity on water flea, *Daphnia magna*, and aqueous residue. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 60, n. 23, p. 5909-5914, 2012.

SILVA, A. A. S.; SILVA, A. A. S.; MORAIS, S. M.; MARTINS, C. G.; VIEIRA, F. M. A. Anti-leishmanial and antioxidant potential of the ethanol extract of *Croton argyrophylloides* MUELL. ARG. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 13, n. 3, p. 165-171, 2016.

SILVA, J. S.; SALES, M. F.; GOMES, A. P. S.; TORRES, D. S. C. Sinopse das espécies de *Croton* L. (Euphorbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 441-453, 2010b.

SILVA, P. H. BARROS, M. S.; OLIVEIRA, Y. R.; ABREU, M. C. A etnobotânica e as plantas medicinais sob a perspectiva da valorização do conhecimento tradicional e da conservação ambiental. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 2, p. 67-86, 2015a.

SILVA, S. L. C.; CARVALHO, M. G.; GUALBERTO S. A.; CARNEIRO-TORRES, D. S.; VASCONCELOS, K. C. F.; OLIVEIRA, N. F. Bioatividade do extrato etanólico do caule de *Croton linearifolius* Mull. Arg. (Euphorbiaceae) sobre *Cochliomyia macellaria*. (Diptera: Calliphoridae). **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 4, n. 4, p. 252-258, 2010a.

SILVA, S. L. C. E.; GUALBERTO, S. A.; CARVALHO, K. S.; FRIES, D. D. Avaliação da atividade larvicida de extratos obtidos do caule de *Croton linearifolius* Mull. Arg. (Euphorbiaceae) sobre larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). **Biotemas**, v. 27, n. 2, p. 79-85, 2014.

SILVA, T. F.; DE OLIVEIRA, A. B. Plantas leishmanicidas da Amazônia Brasileira: uma revisão. **Revista Fitos Eletrônica**, v. 10, n. 3, p. 339-363, 2017.

SINGH, H. P.; BATISH, D. R.; KAUR, S.; ARORA, K.; KOHLI, R. K.  $\alpha$ -Pinene inhibits growth and induces oxidative stress in roots. **Annals of Botany**, v. 98, n. 6, p. 1261-1269, 2006.

TAPPE, D. R. J.; GABRIEL, M.; EMMERICH, P. G. S.; HELD, G.; SMOLA, S.; SCHMIDT-CHANASIT, J. L. First case of laboratory-confirmed Zika virus infection imported into Europe in 2013. **Euro Surveill**, v. 54, p. 54, 2013.

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle da febre amarela no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 555-558, 2010.

Teixeira, M. D. G. L. C., Costa, M. D. C. N., & Barreto, M. L. E o dengue continua desafiando e causando perplexidade. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 5, p. 828-829, 2011.

TEIXEIRA, Maria Glória; COSTA, Maria da Conceição N.; BARRETO, Maurício L. Dengue fever continues to challenge and to puzzle. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 5, p. 828-828, 2011.

TIMERMAN, A.; NUNES, E. P.; ANDRADE NETO, J. L.; LUZ, K. G., HAYDEN, R. L. Primeiro painel de atualização em dengue. **Revista Panamericana de infectologia**, v. 11, n. 1, p. 44 – 51, 2009.

TORRES, M. C. M.; ASSUNÇÃO, J. C.; SANTIAGO, G. M. P.; ANDRADE- NETO, M.; SILVEIRA, E. R.; COSTA- LOTUFO, L. V.; PESSOA, O. D. L. Larvicidal and nematicidal

activities of the leaf essential oil of *Croton regelianus*. **Chemistry & biodiversity**, v. 5, n. 12, p. 2724-2728, 2008.

TRINDADE, R. C. P.; SILVA, P. P. D.; ARAÚJO-JÚNIOR, J. X. D.; LIMA, I. S. D.; PAULA, J. E. D.; SANT'ANA, A. E. G. Mortality of *Plutella xylostella* larvae treated with *Aspidosperma pyrifolium* ethanol extracts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1813-1816, 2008.

VALLE, D. No magic bullet: citizenship and social participation in the control of *Aedes aegypti*. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 3, p. 629-632, 2016.

VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; AGUIAR, R. Zika, dengue e chikungunya: desafios e questões. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 2, p. 419-422, 2016.

VARANDA, E. A. Atividade mutagênica de plantas medicinais. **Revista de ciências Farmaceuticas basica e aplicada**, p. 1-7, 2006.

VASCONCELOS, E. A. F.; DE FREITAS MESQUITA, A. K.; CITÓ, A. M. D. G. L.; LOPES, J. A. D. Variação química dos constituintes voláteis de *Vitex agnus castus* L (Verbenaceae) cultivada no Piauí, Brasil. **Vita et Sanitas**, v. 7, n. 1, p. 123-134, 2017.

VASCONCELOS, P. F. C. Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas?. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 6, n. 2, p. 9-10, 2015.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; DE CASTRO, M. V. F. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil Pesticide pollution in water systems in a small rural community in Southeast Brazil. **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n. 11, p. 2391-2399, 2006.

VEIGA-JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura. **Química nova**, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

VELOSO, R. A.; DE CASTRO, H. G.; CARDOSO, D. P.; CHAGAS, L. F. B.; JÚNIOR, A. F. C. Óleos essenciais de manjeriço e capim citronela no controle de larvas de *Aedes aegypti*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 101-105, 2015.

WEBSTER, G. L. A provisional synopsis of the sections of the genus *Croton* (Euphorbiaceae). **Taxon**, v. 42, N. 4, p. 793-823, 1993.

WEBSTER, G. L. Classification of the Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 3-32, 1994.

WERMELINGER, E. D.; FERREIRA, A. P. Métodos de controle de insetos vetores: um estudo das classificações. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 4, n. 3, p. 49-54, 2013.

WERMELINGER, E. D.; FERREIRA, A. P.; HORTA, M. A. The use of modified mosquitoes in Brazil for the control of *Aedes aegypti*: methodological and ethical constraints. **Cadernos de saude publica**, v. 30, n. 11, p. 2259-2261, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global strategy for dengue prevention and control 2012-2020. 2012. Disponível em: <http://www.who.int/denguecontrol/9789241504034/en/>. Acessado em: 09 jun. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global vector control response 2017–2030. 2017. Disponível em: [http://www.who.int/malaria/areas/vector\\_control/Draft-WHO-GVCR-2017-2030.pdf?ua=1&ua=1](http://www.who.int/malaria/areas/vector_control/Draft-WHO-GVCR-2017-2030.pdf?ua=1&ua=1). Acessado em: 09 jun. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Zika strategic response plan quarterly update. 2016. Disponível em: <http://www.who.int/emergencies/zika-virus/quarterly-update-october/en/>. Acessado em: 09 jun. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control**. World Health Organization, 2009.

ZARA, A. L. D. S. A.; SANTOS, S. M. D.; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016.

## ANEXO I

### Normas da para publicação no Periódico Tchê Química : Southern Brazilian Journal Of Chemistry

#### Preparação dos Manuscritos

Por favor, observe os seguintes itens para a preparação dos manuscritos. Artigos não-conforme estreitamente com as instruções a seguir poderão ser devolvidos aos autores para uma revisão apropriada ou sofrer um atraso significativo no processo de revisão.

**Legibilidade:** Os manuscritos devem ser escritos em Português (ou Inglês Americano ou Britânico) claro, conciso e gramaticalmente correto. Os editores não assumem qualquer responsabilidade frente à revisão de artigos que mostrem reduzido nível em termos de clareza, gramaticais e que estejam em desacordo com a norma culta da língua escolhida. Todo artigo deverá estar livre de jargões desnecessários e mostrar-se compreensível para qualquer especialista da área relacionada. O Resumo deverá ser escrito em um estilo explanatório e claro o suficiente permitindo que leitores não-especialistas compreendam claramente o que será abordado no manuscrito.

**Formato Geral:** o artigo completo deverá ser redigido preferencialmente no formato RTF (Rich Text Format) empregando arquivos compatíveis com o MS-Word (MS-Word 2003 ou MS-Word 2007) ou Br.Office (.odt). Tamanho da página: A4; margens: 2 cm de cada lado; espaçamento: simples; tipo de fonte: Arial; tamanho: texto = 11, subtítulos, título, autores, endereços, etc., consultar template, pois apresentam tamanhos variados. Cabeçalhos e rodapés devem permanecer inalterados, pois serão posteriormente atualizados e preenchidos pelos editores do Periódico. Por favor, consulte as normas para publicação para informações precisas de todas as categorias (artigos originais, de revisão, notas técnicas, etc.) no tocante ao número de páginas e demais características pertinentes a cada categoria. Um único arquivo com o manuscrito completo deverá, então, ser submetido para o Periódico Tchê Química através de e-mail. O Periódico não aceita submissão de artigos em nenhum outro formato de texto que não os mencionados acima.

A ordem dos itens presentes no manuscrito deverão estar em conformidade com os itens a seguir: Título, Autor (es), Resumo, Palavras-chave, Texto principal (introdução, revisão da literatura, definições (caso houver), materiais e métodos, resultados e discussão e

conclusões), agradecimentos (caso houver), referências, apêndices (caso houver). Essa estrutura do texto principal não é obrigatória, mas o artigo deverá logicamente apresentado. Notas de rodapé devem ser evitadas. O texto principal deve ser escrito usando tamanho da fonte (arial) igual a 11 e parágrafo justificado. Dentro de cada seção principal, as subseções devem ser escritas em negrito, negrito e itálico e itálico, respectivamente conforme o template.

O manuscrito deve conter o texto completo, explicações, figuras e tabelas de acordo com as seguintes regras (todas as regras aqui descritas podem ser mais facilmente visualizadas no template do Periódico):

**A primeira página do material deverá estar em conformidade com as seguintes regras:**

**Título:** o título deverá ser escrito tanto em Português quanto em Inglês (em caso de necessidade, os editores do Periódico poderão fornecer a tradução do título para aqueles que o Português não é a primeira língua.). Deve ser breve e informativo. O título deve refletir os aspectos mais importantes do artigo, preferencialmente em uma forma concisa que não apresente mais de 100 caracteres e espaços. Tamanho da fonte 12, todo em letras maiúsculas, centralizado.

**Linha auxiliar:** Nomes dos autores (arial, tamanho 12, centralizado, sobrenome em letras maiúsculas separado por vírgula do nome com iniciais maiúsculas – tal qual o nome aparece em citações bibliográficas). No caso de 2 (dois) ou mais autores, redigir o nome de todos na mesma linha separados por ponto-e-vírgula. Indicar o autor correspondente através de um asterisco (\*) sobrescrito. Após o nome de cada autor, inserir numeração sobrescrita consecutiva (1, 2, 3, etc.) para autores de diferentes instituições. Os endereços completos (incluindo número de telefone e fax) dos autores devem ser redigidos (arial, tamanho 10, centralizado) e agrupados por instituição. O autor correspondente deve ser aquele encarregado do envio do artigo através de e-mail, que deverá ser escrito (somente um endereço de e-mail) ao lado de um asterisco (\*), centralizado (arial, tamanho 10, itálico), após os endereços de todos os autores.

**Resumo:** o resumo deverá ser escrito tanto em Português quanto em Inglês – Abstract - (em caso de necessidade, os editores do Periódico poderão fornecer a tradução do resumo

para aqueles que o Português não é a primeira língua.). Exigido para todos os manuscritos, deverá apresentar o problema (assunto do manuscrito), os principais resultados e as conclusões de maneira resumida. O resumo deve ser auto-explicativo, preferivelmente redigido em um parágrafo e limitado ao máximo de 200 palavras. Não deverá apresentar fórmulas, referências ou abreviações. A palavra RESUMO deve ser escrita em letra Arial, tamanho 12, todas letras maiúsculas, negrito, alinhado a esquerda. O resumo propriamente dito deverá ser escrito em parágrafo justificado, arial, tamanho 10.

**Palavras-chave:** as palavras-chave deverão ser escritas em Português quanto em Inglês – Keywords - (em caso de necessidade, os editores do Periódico poderão fornecer a tradução das palavras-chave para aqueles que o Português não é a primeira língua.). Deverão ser escritas, no máximo, 5 (cinco) palavras-chave, não incluindo palavras que apareçam no título do trabalho. As palavras-chave devem ser fornecidas indicando o escopo do artigo. A palavra Palavras-chave deve ser escrita em letra Arial, tamanho 10, inicial maiúscula, negrito, alinhado a esquerda. As palavras-chave propriamente ditas deverão ser escritas com letra, arial, tamanho 10, itálico.

Os autores deverão incluir listas de abreviações e nomenclatura, quando necessário.

**A parte do texto principal do material deverá estar em conformidade com as seguintes regras:**

As palavras Introdução, materiais e métodos (ou parte experimental), resultados e discussão conclusões, Agradecimentos e Referências deverão ser escritas, em arial, tamanho 12, alinhadas a esquerda, em letras maiúsculas.

**Introdução:** A introdução deve apresentar o problema, as razões para a realização do trabalho, as hipóteses ou previsões que estão sendo consideradas e um histórico de maneira clara e compreensível. Não deverá conter equações ou notações matemáticas. Deverá constar uma breve pesquisa da literatura que seja relevante ao trabalho de modo que um leitor não-especialista possa compreender o significado dos resultados apresentados.

**Materiais e métodos:** Deverão ser fornecidos detalhes suficientes que permitam a repetição do trabalho experimental. A descrição técnica dos métodos deverá ser dada quando se tratar de metodologia nova.

**Resultados e Discussão:** Os resultados deverão ser apresentados de maneira concisa juntamente com uma breve discussão. Se possível, comparar os resultados no contexto de outros trabalhos já realizados e previsões teóricas.

**Conclusões:** Deverá apresentar, resumidamente, os dados discutidos em Resultados e Discussão mostrando a relevância do trabalho e quão diferente ou inovador a pesquisa é frente a outros trabalhos já publicados. Ainda, deverão ser destacados os benefícios e melhorias que podem ser observados para o desenvolvimento de novos padrões científicos que possam mudar algo na área relacionada.

**Agradecimentos** (caso houver): Deverão aparecer antes das Referências e poderão incluir informações referentes a apoios financeiros de empresas e/ou órgãos de fomento à pesquisa.

**Referências:** As referências deverão ser citadas no estilo Harvard (Autor, ano). Alternativamente, o sobrenome do autor poderá ser usado seguido do ano da publicação entre parênteses. Cite apenas fontes de pesquisa essenciais, evitando, dessa forma, a citação de materiais não-publicados. Referências de artigos “in press” devem significar que o artigo foi aceito para publicação. No final do artigo deverá constar uma lista das referências em ordem alfabética pelo último nome do primeiro autor. Por favor, listar apenas as referências citadas no texto. A lista deverá apresentar números consecutivos (automaticamente selecionados). Vide template, em caso de dúvida.

## **Referências**

### **Revistas**

Será utilizada a abreviatura da revista como definida no Chemical Abstracts Service Source Index (ver <http://www.cas.org/sent.html>). Caso a abreviatura autorizada de uma determinada revista não puder ser localizada e não for óbvio como o título deve ser abreviado, deve-se citar o título completo.

1. Varma, R. S.; Singh, A. P.; J. Indian Chem. Soc. 1990, 67, 518.
2. No caso especial da revista citada não ser de fácil acesso, é recomendado citar o seu número de Chemical Abstract, como segue:

Provstyanoi, M. V.; Logachev, E. V.; Kochergin, P. M.; Beilis, Y. I.; Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved.; Khim. Khim. Tekhnol. 1976, 19, 708. (CA 85:78051s).

3. Caso o trabalho tenha doi, mas não a referência completa, citar doi da seguinte maneira: Vidotti, M.; Silva, M. R.; Salvador, R. P.; de Torresi, S. I. C.; Dall'Antonia, L. H.; Electrochimica Acta (2007), doi:10.1016/j.electacta.2007.11.029.

É recomendado o uso de referências compostas na medida do possível, em lugar de uma lista de referências individuais. O estilo das referências compostas é o seguinte:

4. Varela, H.; Torresi, R. M.; J. Electrochem. Soc. 2000, 147, 665; Lemos, T. L. G.; Andrade, C. H. S.; Guimarães, A. M.; Wolter-Filho, W.; Braz-Filho, R.; J. Braz. Chem. Soc. 1996, 7, 123; Ângelo, A. C. D.; de Souza, A.; Morgon, N. H.; Sambrano, J. R.; Quim. Nova 2001, 24, 473.

#### **Patentes:**

Devem ser identificadas da seguinte forma (na medida do possível, o número do Chemical Abstracts deve ser informado entre parênteses).

5. Hashiba, I.; Ando, Y.; Kawakami, I.; Sakota, R.; Nagano, K.; Mori, T.; Jpn. Kokai Tokkyo Koho 79 73,771 1979. (CA 91:P193174v)

6. Kadin, S.B.; US pat. 4,730,004 1988. (CA 110:P23729y)

7. Eberlin, M. N.; Mendes, M. A.; Sparrapan, R.; Kotiaho, T. Br PI 9.604.468-3, 1999.

#### **Livros:**

##### **com editor(es):**

8. Regitz, M. Em Multiple Bonds and Low Coordination in Phosphorus Chemistry; Regitz, M.; Scherer, O. J., eds.; Georg Thieme Verlag: Stuttgart, 1990, cap. 2.

##### **sem editor(es):**

9. Cotton, F.A.; Wilkinson, G.; Advanced Inorganic Chemistry, 5th ed., Wiley: New York, 1988.

Programas de computação (Softwares):

10. Sheldrick, G. M.; SHELXL-93; Program for Crystal Structure Refinement; Universidade de Göttingen, Alemanha, 1993.

#### **Teses:**

11. Velandia, J. R.; Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

**Material apresentado em Congressos:**

12. Ferreira, A. B; Brito, S. L.; Resumos da 20a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas, Brasil, 1998.

**Páginas Internet:**

<http://www.s bq.org.br/jbcs>, acessada em Junho 2001.

**Material não-publicado:**

Para material aceito para publicação: Magalhães, U. H.; J. Braz. Chem. Soc., no prelo.

Para material submetido, mas ainda não aceito: Magalhães, U. H.; J. Braz. Chem. Soc., submetido.

Para trabalho não-publicado ou comunicação pessoal: Magalhães, U. H.; trabalho não-publicado ou Magalhães, U. H., comunicação pessoal.

Os resultados não publicados só poderão ser citados com a permissão explícita das pessoas envolvidas na sua obtenção.

Os autores devem procurar seguir, sempre que possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades. Sobre a nomenclatura de compostos, (orgânicos e inorgânicos) já há traduções para a língua portuguesa publicadas em diferentes meios. Quanto aos Símbolos e Terminologias, onde não há tradução, espera-se que adaptação seja feita pelos autores, criando então, paulatinamente, um conjunto de normas em português.

**Figuras:** O número de figuras (incluindo gráficos, diagramas, etc.) não deverá ser superior a 10 e deverão ser submetidas nos formatos **JPG** ou **PNG**. Todas as fotografias, gráficos e diagramas deverão ser numerados consecutivamente (por exemplo, Figura 1) na ordem em que são mencionadas no texto. O título (palavra Figura) deverá aparecer abaixo da figura (arial, tamanho 11, negrito e itálico e arial, tamanho 11, itálico para o texto explicativo da figura, a legenda) e deverá ser suficientemente detalhada permitindo, dessa forma, total compreensão sem o auxílio do texto. As figuras devem apresentar boa qualidade e estarem, preferencialmente, em preto e branco (figuras coloridas estarão presentes na versão online

do Periódico para download gratuito, mas as cópias que serão remetidas para algumas bibliotecas serão impressas em preto e branco). Figuras escaneadas devem apresentar uma resolução de 800 dpi/bitmap. Diagramas contendo estruturas químicas deverão ser de alta qualidade gráfica e sempre do mesmo tamanho, permitindo assim que sejam reduzidos de maneira uniforme. Todas as figuras deverão ter uma largura máxima de uma coluna do Periódico (8,5 cm) para serem inseridas no corpo do texto fazendo com que se apliquem aos padrões do Periódico. Se as figuras excederem 8,5 cm, serão inseridas no final do artigo. Em determinadas situações, poder-se-á solicitar aos autores que submetam cada figura também como um arquivo de imagem em um dos seguintes formatos: **JPG** ou **PNG**. Para figuras, gráficos, diagramas, tabelas, etc., idênticas a um material já publicado na literatura, os autores ficam encarregados da obtenção de permissão para publicação frente a empresas ou sociedades científicas que detenham os direitos autorais e do envio para os editores do Periódico Tchê Química juntamente com a versão final do manuscrito.

**Tabelas:** As tabelas deverão ser auto-explicativas. Devem ser mencionadas no texto, numeradas consecutivamente (por exemplo, Tabela 1) e acompanhadas pelo título (que deverá estar acima da tabela, Arial, tamanho 11, negrito e itálico e Arial, tamanho 11, itálico para a legenda da tabela). Todas as tabelas deverão estar inseridas no texto. Não reduzir tabelas grandes que não possam caber dentro das margens da página.

**Expressões matemáticas:** Evitar equações muito grandes que venham a necessitar de diversas linhas. Para a edição das equações, recomenda-se o uso do Editor de Equações do MS-Word. Os índices sobrescritos e subscritos deverão estar claros. Insira somente aquelas expressões matemáticas que tem que ser numeradas para referências futura ou que precisam ser enfatizadas. Numere as equações de maneira consecutiva no decorrer do texto. Os números deverão ser inseridos entre parênteses e alinhados a direita da equação (por exemplo, Eq. 1).

**Material suplementar:** Qualquer material suplementar (figuras extras, tabelas, diagramas, etc.) deverão ser inseridas ao final do manuscrito e nitidamente indicadas como tal. Um arquivo no formato PDF incluindo o material suplementar deverá ser submetido aos editores do PTQ.

Os editores-chefe do Periódico Tchê Química, a qualquer momento do processo de edição, podem requisitar aos autores uma fragmentação do manuscrito, apresentando-o como material suplementar.