

**Avaliação sazonal e circadiana do óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* G. Mey. (Piperaceae)****Seasonal and circadian evaluation of the essential oil of *Piper divaricatum* G. Mey. (Piperaceae) Leaves**

DOI:10.34117/bjdv6n6-612

Recebimento dos originais: 24/05/2020

Aceitação para publicação: 27/06/2020

**Greyce Kelly dos Santos Ferreira**

Licenciada em Química pela Universidade Federal do Pará.

Instituição: Secretaria de Estado de Educação do Pará.

Endereço: Av. Augusto Montenegro, s/n, Km 10, Icoaraci – Belém – PA – Brasil.

E-mail: greycekellysf@gmail.com

**Jéssica Ferreira Margalho**

Licenciada em Química pela Universidade Federal do Pará.

Instituição: Secretaria de Estado de Educação do Pará.

Endereço: Av. Augusto Montenegro, s/n, Km 10, Icoaraci – Belém – PA – Brasil.

E-mail: jessicammargalho@gmail.com

**Lorena Queiroz Almeida**

Graduanda em Engenharia Química pela Universidade Federal do Pará.

Instituição: Universidade Federal do Pará.

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá – Belém – PA – Brasil.

E-mail: loren.qalmeida@gmail.com

**Tainá Oliveira dos Anjos**

Mestranda em Ciências Biológicas - Botânica Tropical pelo Museu Paraense Emílio

Goeldi/Universidade Federal Rural da Amazônia.

Instituição: Museu Paraense Emílio Goeldi.

Endereço: Endereço: Av. Perimetral, 1901, Terra Firme – Belém – PA – Brasil.

E-mail: tainadosabjoscb@gmail.com

**Márcia Moraes Cascaes**

Doutoranda em Química pela Universidade Federal do Pará.

Instituição: Universidade Federal do Pará.

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá – Belém – PA – Brasil.

E-mail: cascaesmm@gmail.com

**Lidiane Diniz do Nascimento**Doutoranda em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia  
pela Universidade Federal do Pará.

Instituição: Museu Paraense Emílio Goeldi/ Universidade Federal do Pará.

Endereço: Av. Perimetral, 1901, Terra Firme – Belém – PA – Brasil.

E-mail: lidianenascimento@museu-goeldi.br

**Eloisa Helena de Aguiar Andrade**

Doutora em Química pela Universidade Federal do Pará

Docente do PPG em Química da Universidade Federal do Pará, Pesquisadora do Museu Paraense Emilio Goeldi, Coordenação de Botânica.

Endereço: Avenida Perimetral, 1901, Terra Firme, Belém-PA, Brasil.

Email: eloisa@museu-goeldi.br

**RESUMO**

Os óleos essenciais das folhas secas de um espécime de *Piper divaricatum* G. Mey. (Piperaceae) cultivado em Belém (Pará/Brasil) foram obtidos por hidrodestilação, e analisados através de cromatografia de fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM). As coletas foram realizadas às 6h, 10h, 14h, 18h e 22h nos meses de fevereiro (inverno amazônico) e outubro (verão amazônico) de 2016. Os rendimentos de óleos essenciais variaram de 4,05% (fevereiro/18h) a 5,96% (outubro/6h). Os constituintes majoritários dos óleos essenciais foram os fenilpropanóides metileugenol, que variou de 42,67% (outubro) a 59,13% (fevereiro) nos horários de 22h; eugenol, de 8,7% (outubro/6h) a 19,96% (fevereiro/10h), e acetato de eugenila, de 8,74% (fevereiro/22h) a 14,94% (outubro/22h). A maior produção de óleo essencial ocorreu no verão amazônico, e as tendências de comportamento rítmicas, principalmente a nível circadiano de eugenol/metileugenol variaram ao longo do ciclo de 16h.

**Palavras-chave:** *Piper divaricatum*, eugenol, metileugenol**ABSTRACT**

The essential oils of the dried leaves of *Piper divaricatum* G. Mey. (Piperaceae) cultivated in Belém (Pará/Brazil), were obtained by hydrodistillation, and analyzed by gas phase chromatography coupled to mass spectrometry (GC/MS). The samples were collected at 6:00 am, 10:00 am, 2:00 pm, 6:00 pm and 10:00 pm in February (Amazon winter), and October (Amazon Summer) 2016. The yields of essential oils ranged from 4.05% (February/18h) to 5.96% (October/6h). The major constituents of essential oils were methyleugenol, which ranged from 42.67% (October/22h) to 59.13% (February/22h); eugenol, that varied from 8.7% (October/6h) to 19.96% (February/10h), and eugenyl acetate, from 8.74% (February/22h) to 14.94% (October/22h). The highest yield of essential oil was obtained during the Amazon summer. The content of eugenol/methyleugenol varied as a function of circadian study.

**Keywords:** *Piper divaricatum*, eugenol, methyleugenol.**1 INTRODUÇÃO**

A família Piperaceae compreende 4 gêneros (*Piper*, *Peperomia*, *Manekia* e *Zippelia*) com aproximadamente 4.000 espécies no mundo. A maioria das espécies são dos gêneros *Piper* e *Peperomia* (WANKE et al., 2007; MONTEIRO; GUIMARÃES, 2009). O gênero *Piper* corresponde cerca de 700 espécies, é o maior entre Piperaceae, com ocorrência em diferentes habitats, na sua maioria úmidos, em áreas desmatadas ou perturbadas em florestas (YUNCKER, 1972). Esse gênero possui espécies usadas na medicina tradicional e de importância econômica, tais como *P. crassinervium* H.B. & K., conhecida como jaborandi, *P. hispidinervum* C.DC. (pimenta longa), *P. aduncum* L. (pimenta-de-macaco), *P. nigrum* (pimenta-do-reino), entre outras (GOGOSZ et al., 2012).

*Piper divaricatum* G. Mey. (Piperaceae) é uma espécie arbustiva nativa, porém não endêmica no Brasil. Possui ocorrência confirmada em todas as regiões do Centro-oeste e Sudeste, e também está presente em algumas regiões do Norte e Nordeste. Tem como domínio fitogeográfico Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (GUIMARÃES et al., 2015). A espécie *P. divaricatum* também é vulgarmente conhecida como pau-de-angola, jaborandi-manso e “bettle” (ANDRADE et al., 2009). As folhas e raízes são popularmente usadas, quando cozidas, para banhos antirreumáticos e, em infusão, são empregadas internamente contra dores reumáticas e cólicas (ANDRADE et al., 2009; SILVA, J. A. et al., 2014).

Os óleos essenciais são comumente utilizados em função de sua capacidade aromatizante, mas também têm é descrito por suas propriedades funcionais (SOUTO et al., 2012). Estes são oriundos do metabolismo secundário dos vegetais e são armazenados em estruturas secretoras ou tricomas localizados em ramos ou folhas (SANTOS et al., 2015), sendo utilizados pela indústria alimentícia, química e farmacêutica, pois alguns dos componentes químicos dos óleos podem ser utilizados industrialmente como fixadores, fragrâncias, aromas e condimentos (MIGUEL, 2011; RIOS, 2015).

O óleo essencial de *P. divaricatum*, em específico, possui como um dos seus constituintes majoritários o eugenol (SOUTO et al., 2012), composto amplamente estudado devido às suas atividades biológicas (BELLO et al., 2018). A literatura tem reportado diferentes propriedades do óleo essencial de *P. divaricatum*, tais como capacidade antioxidante (SILVA, J.K.R et al., 2014; CORPES et al., 2019; DE OLIVEIRA et al., 2019); atividade antibacteriana frente a bactérias Gram-negativas como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* Ser. *Typhimurium* e Gram-positivas como *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* (BARBOSA et al., 2012); antifúngica contra cepas de *Cladosporium spp* e *Fusarium solani f. sp. piperis* (SILVA et al., 2010; SILVA et al, 2014) e até mesmo como anestésico para a sedação de peixes (VILHENA et al., 2019).

A composição química dos metabólitos secundários pode sofrer influência da sazonalidade, uma vez que os constituintes ativos não são constantes durante o ano. O ritmo circadiano também pode gerar alterações na composição química, dependendo da espécie, uma vez que ao longo do dia ocorrem variações na incidência de luminosidade, alterações de temperatura, umidade e pluviosidade (GOBBO-NETO, LOPES, 2007; MONTEIRO, BRANDELLI, 2017). Estudos sobre o a influência do ritmo circadiano em *Piper spp* e sazonalidade em *P. cernnum*, indicaram que a composição química de ambos sofreu variações quantitativa e qualitativa dos óleos essenciais, respectivamente (MORAES et al., 2014; GASPARETTO et al., 2016).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento e a composição química do óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* G. Mey, tipo químico eugenol/metileugenol em função da

sazonalidade e ritmo circadiano.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAL BOTÂNICO

Folhas de *P. divaricatum*, quimiotipo eugenol/metileugenol, foram coletadas de um exemplar propagado (de um clone de um espécime coletado em Breves, Pará) por estaquia e cultivado em residência na cidade de Belém (PA). A identificação botânica foi feita pela Dra. Elsie Guimarães, especialista na família. Uma amostra foi incorporada à coleção de Plantas Aromáticas do Herbário “João Murça Pires” da Coordenação de Botânica do Museu Emílio Goeldi (MPEG) sob número de registro MG165212. As coletas foram realizadas em dois períodos do ano de 2016: fevereiro (período chuvoso/inverno amazônico) e outubro (período seco/verão amazônico) nos horários de 6h, 10h, 14h, 18h e 22h.

### 2.2 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

Os óleos essenciais foram extraídos das folhas secas (secagem em sala climatizada, durante sete dias e posteriormente moídas), submetidas a hidrodestilação durante 3h, usando um sistema de vidro tipo Clevenger modificado acoplado a um sistema de refrigeração para manutenção da água de condensação em torno de 15 °C. Os óleos obtidos foram centrifugados e secos com Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro.

### 2.3 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE RESIDUAL E CÁLCULO DO RENDIMENTO

A porcentagem de umidade das amostras foi obtida através de determinador de umidade ID50 Marte por infravermelho, com temperatura de 115 °C por 30 minutos.

O rendimento (%) do óleo essencial extraído da biomassa vegetal foi determinado através da equação 1:

$$\text{Rendimento (\%)} = \left[ \frac{\text{Volume do óleo obtido (mL)}}{\text{massa do material botânico (g)} - \left( \frac{\text{massa do material botânico (g)} \times \text{umidade}}{100} \right)} \right] \times 100\% \quad (1)$$

### 2.4 ANÁLISE QUÍMICA

A composição química foi analisada no laboratório Adolpho Ducke do MPEG por cromatografia de fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), em sistema Shimadzu QP-2010 Plus, equipado com coluna Rtx-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 m de espessura de filme). O

gás de arraste usado foi o hélio com fluxo de 1,2mL/min. A injeção da amostra (1 µL de uma solução de 2 µL de óleo em 1mL de hexano) sem divisão de fluxo. A temperatura do injetor e da interface foi de 250 °C. O programa de temperatura do forno foi de 60 – 250 °C, utilizando-se uma rampa de 3 °C/min. O espectrômetro de massas foi por impacto eletrônico a 70 eV e a temperatura da fonte de íons 200 °C. A identificação dos componentes voláteis foi baseada no índice de retenção linear (IR) calculado em relação aos tempos de retenção de uma série homóloga de *n*-alcanos e no padrão de fragmentação observados nos espectros de massas, por comparação destes com amostras autênticas existentes nas bibliotecas do sistema de dados e da literatura (ADAMS, 2007).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL

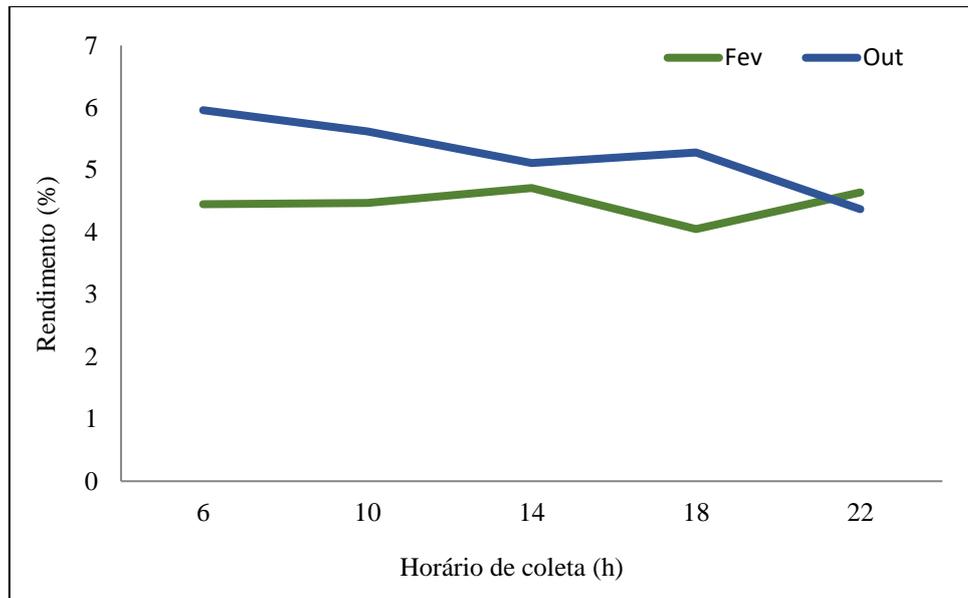
Os rendimentos dos óleos essenciais obtidos das folhas de *P. divaricatum* por hidrodestilação e as umidades da planta no momento da extração, provenientes do estudo sazonal (fevereiro e outubro) e circadiano encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1- Rendimentos (%) de óleos essenciais das folhas de *Piper divaricatum* obtidos no estudos sazonal e circadiano.

	Fevereiro					Outubro				
	6 h	10 h	14 h	18 h	22 h	6 h	10 h	14 h	18 h	22 h
<b>rendimento (%)</b>	4,45	4,47	4,71	4,05	4,64	5,96	5,62	5,11	5,28	4,37
<b>teor de umidade (%)</b>	10,30	10,64	11,71	9,48	9,64	12,08	11,13	12,05	10,12	8,79

Na figura 1 encontra-se a variação do rendimento de óleo essencial das folhas secas de *P. divaricatum* do estudo circadiano realizado no verão (outubro) e inverno (fevereiro) amazônicos, na qual observa-se que a maior produção de óleo foi obtida no verão amazônico às 6 h (5,96%) e o menor teor no inverno amazônico às 18 h (4,05%). Os melhores rendimentos de óleo essencial foram obtidos no período seco (outubro), com exceção do horário de 22 h, cujo teor de óleo foi levemente superior no período chuvoso (fevereiro).

Figura 1- Variação do rendimento de óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* no estudo circadiano nos períodos de inverno (fevereiro) e verão (outubro) amazônicos.



Os rendimentos dos óleos das folhas secas de *P. divaricatum*, nas coletas dos períodos chuvoso (fevereiro) e seco (outubro) apresentaram comportamentos opostos ao longo do ritmo circadiano. Das 6 às 14 h, a produção de óleo aumenta em fevereiro, e diminui em outubro, no horário das 18 h a produção de óleo diminui em fevereiro e aumenta em outubro, e por fim às 22 h a produção de óleo volta a aumentar em fevereiro e diminuir em outubro.

Andrade e colaboradores (2009) realizaram um estudo sazonal e circadiano do óleo essencial das folhas e ramos secos de um espécime de *P. divaricatum* clonado de um exemplar coletado em Breves, Pará. Os rendimentos de óleos essenciais variaram consideravelmente em relação ao mês e a hora de coleta, cujo menor valor (0,9%) foi observado às 6h do mês de julho, e o maior valor (7,0%) às 18h de outubro. Sousa et al (2019) avaliaram a variação do rendimento de óleo essencial em função da granulometria e técnica de extração (hidrodestilação e arraste a vapor) e perceberam que os melhores teores foram alcançados para as partículas de granulometria média ( $1,11\text{mm} \pm 0,01$ ) empregando a destilação por arraste a vapor ( $6,0\% \pm 0,08$ ).

No presente estudo o maior teor de óleo essencial também foi obtido no mês de outubro, porém na coleta de 6h (5,96%), e a menor produção (4,05%) em fevereiro, bem superior ao encontrado por Andrade e colaboradores (2009). A diferença no teor de óleo entre os dois estudos pode ter ocorrido com relação ao processamento do material botânico, visto que Andrade et al. (2009) submeteu as folhas e ramos secos juntos ao processo de hidrodestilação, diferentemente deste trabalho onde foram utilizadas somente folhas.

## 3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os constituintes químicos identificados nos óleos essenciais das folhas de *P. divaricatum*, provenientes dos estudos circadiano e sazonal encontram-se na Tabela 2 em ordem crescente de seus respectivos índices de retenção. No total foram identificados 49 constituintes.

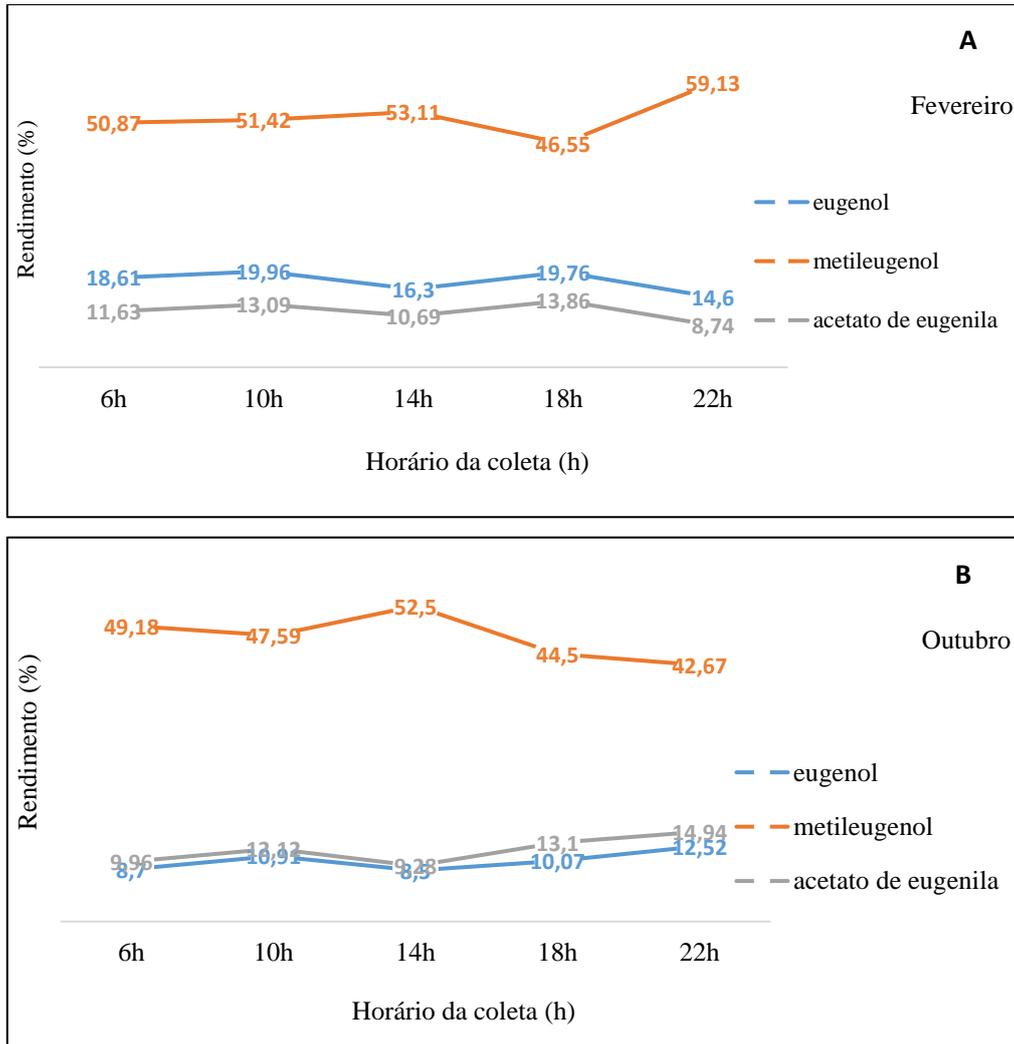
Tabela 2 - Constituintes químicos ( $\geq 0,5\%$ ) identificados nos óleos essenciais das folhas de *Piper divaricatum*, provenientes dos estudos circadiano e sazonal.

Folhas		Fevereiro					Outubro				
		Horário de coleta					Horário de coleta				
I.R	Constituintes	06h	10h	14h	18h	22h	06h	10h	14h	18h	22h
103 2	$\beta$ -Felandreno	0,56	0,31		0,58	0,59					
103 6	(Z)- $\beta$ -Ocimeno	0,3	0,16	1,17	0,3	0,32	0,41	0,17	0,1	0,31	0,51
104 8	(E)- $\beta$ -Ocimeno	4,61	3,13	5,32	4,32	5,0	4,35	2,99	2,8	4,55	5,19
133 0	$\delta$ -Elemeno	0,21	0,18		0,19	0,17	0,58	0,54	0,5	0,56	0,48
135 4	Eugenol	18,6	19,9	16,3	19,7	14,6	8,7	10,9	8,5	10,0	12,5
138 1	$\beta$ -Elemeno	5,57	5,45	6,01	5,48	5,5	7,77	7,41	7,6	7,28	6,74
140 5	Metileugenol	50,8	51,4	53,1	46,5	59,1	49,1	47,5	52,	44,5	42,6
142 1	(E) Cariofileno						4,53	3,98	4,2	4,96	4,14
143 2	$\beta$ -Copaeno	0,37	0,3	0,35	0,37	0,31	1,08	1,1	1,0	1,1	0,99

145 4	(E)- $\beta$ -Farneseno	0,46	0,42	0,5	0,5	0,43	0,1	0,07	0,0	0,06	0,08
145 6	$\alpha$ -Humuleno						0,49	0,46	0,4	0,48	0,42
148 2	<b>Germacreno D</b>	<b>2,48</b>	<b>2,05</b>	<b>2,23</b>	<b>2,38</b>	<b>2,09</b>	<b>5,26</b>	<b>5,09</b>	<b>5,2</b>	<b>5,23</b>	<b>4,51</b>
149 4	Biciclogermacreno						0,72	0,71	0,7	0,69	0,64
149 7	$\gamma$ -Amorfeno						0,48	0,5	0,4	0,49	0,43
150 3	$\alpha$ -Selineno	0,56	0,44	0,6	0,62	0,44					
151 9	<b>Acetato de eugenila</b>	<b>11,6</b>	<b>13,0</b>	<b>10,6</b>	<b>13,8</b>	<b>8,74</b>	<b>9,96</b>	<b>12,1</b>	<b>9,2</b>	<b>13,1</b>	<b>14,9</b>
		<b>3</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>			<b>2</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
154 8	Elemicina	1,52	1,74	1,46	1,4	1,57	3,11	3,15	3,4	3,23	2,59

O fenilpropanoide metileugenol foi o constituinte majoritário nas folhas nos dois períodos de coleta e em todos os horários, variando de 42,67% (outubro/22 h) a 59,13% (fevereiro/22 h), seguido de eugenol, de 8,7% (outubro/6h) a 19,96% (fevereiro/10h), e acetato de eugenila, de 8,74% (fevereiro/22h) a 14,94% (outubro/22h), essas variações podem ser observadas na figura 2 (A e B), ou seja, os constituintes eugenol e acetato de eugenila apresentaram comportamentos semelhantes durante o ritmo circadiano nos dois períodos de coletas, enquanto metileugenol apresentou comportamento diferenciado em relação aos dois constituintes, nos dois períodos (chuvoso e seco).

Figura 2- Variação dos constituintes majoritários ( $\geq 10\%$ ) do óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* durante o estudo circadiano, no mês de fevereiro (inverno) (A) e Outubro (verão) (B).



A figura 3 apresenta a variação de metileugenol, onde os teores são similares nos dois períodos de coleta (fevereiro e outubro), com a maior oscilação entre os teores obtidos no horário das 22h. A figura 4 apresenta a variação do teor de eugenol no estudo circadiano nas coletas de fevereiro e outubro. A produção de eugenol no período chuvoso (fevereiro) foi superior, cerca de 50%, ao período seco (outubro) em todos os horários de coleta, exceto as 22h, onde os teores se aproximaram mais.

Figura 3-Variação do teor de metileugenol no óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* no estudo circadiano do inverno (fevereiro) e verão (outubro) amazônicos.

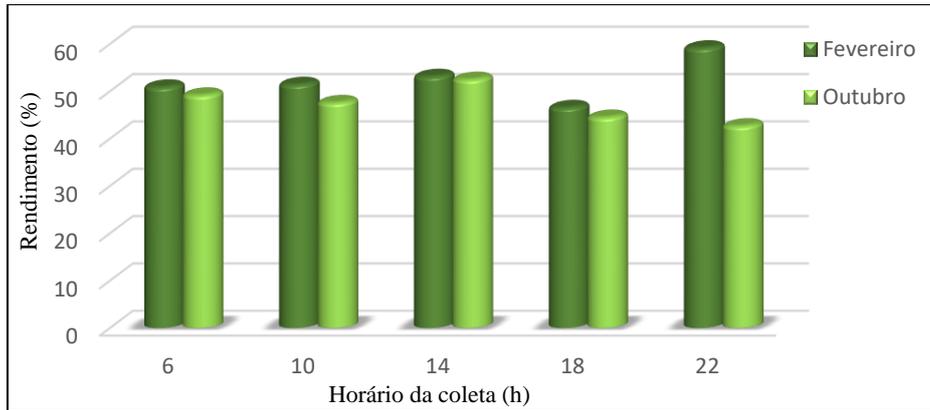
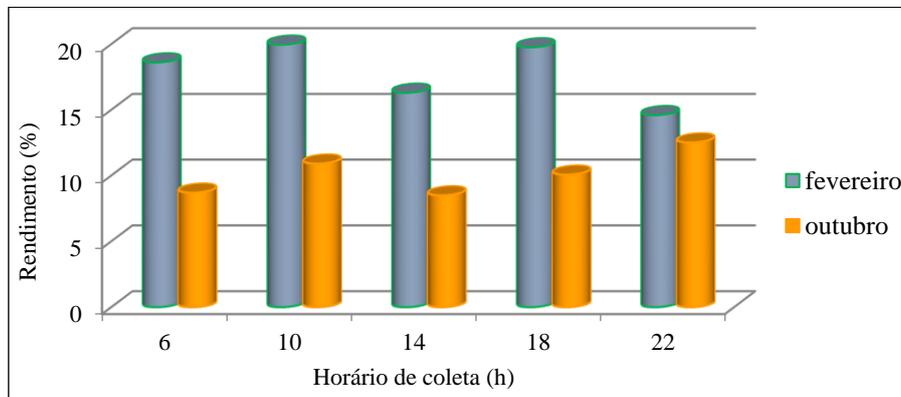
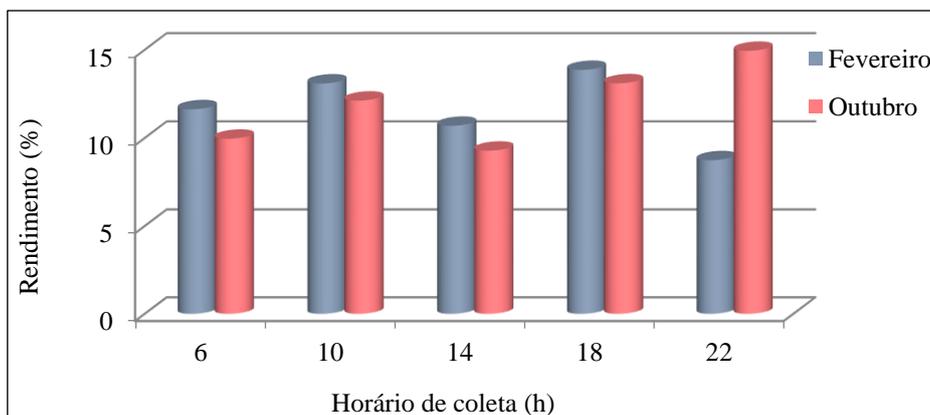


Figura 4-Variação do teor de eugenol no óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* no estudo circadiano do inverno (fevereiro) e verão (outubro) amazônicos.



Acetato de eugenila, também apresenta teores semelhantes entre os horários de 6h às 18h, nos dois períodos de coletas, porém no horário das 22h o teor obtido em outubro foi bem mais acentuado em relação a fevereiro (figura 5).

Figura 5. Variação do teor de acetato de eugenila no óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* no estudo circadiano do inverno (fevereiro) e verão (outubro) amazônicos.



Andrade et al. (2009) avaliaram a influência das variações sazonal e circadiana na composição química do óleo essencial das folhas e ramos de *P. divaricatum* e relataram que os teores de metileugenol variaram de 16,9% (maio) a 93,2% (outubro) e eugenol de 46,1% (maio) a 1,8% (agosto). Por outro lado, Barbosa et al (2012) acompanharam a influência do ritmo circadiano (horários de coleta: 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24h) na composição química do óleo essencial de um espécime de *P. divaricatum* rico em safrol e observaram que o teor do componente majoritário não sofreu influência ao longo do período de coleta ( $92.0 \pm 0.2\%$  a  $98.1 \pm 0.1\%$ ).

Alguns fatores podem influenciar a ocorrência de variações na composição dos óleos, tais como o estágio de desenvolvimento da planta, ou seja, a produção de metabólitos secundários pode alterar com relação a idade da planta, outro fator é o estresse da planta com relação a sazonalidade ocorrida no período, ano/mês, e até mesmo o dia da coleta do material botânico.

#### 4 CONCLUSÕES

O maior rendimento de óleo essencial das folhas ocorreu no período seco (outubro), às 6h (5,96%). As tendências de comportamento rítmicas, principalmente a nível circadiano de eugenol/metileugenol variaram ao longo do ciclo de 16h.

#### REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P., **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL.2007.

ANDRADE, E. H. de A.; GUIMARÃES, E. F.; MAIA, J. G. S. **Variabilidade química em óleos essenciais de espécies de *Piper* da Amazônia**. Belém: Editora FEQ/UFPA, p. 447, 2009.

ANDRADE, E. H. de A. et al. Quimiotaxonomia, sazonalidade e atividade biológica de *Piper divaricatum*, com base na análise de seu óleo essencial. In LISBOA, P. L. B. **Caxiuanã: Desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia**, Cap. 4, p. 359-370, Belém 2009.

BARBOSA, Queila P.S et al. Chemical composition, circadian rhythm and antibacterial activity of essential oils of *Piper divaricatum*: a new source of safrole. **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1806-1808, 2012.

BRASIL. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia e Estatística (INMET)**, 2016. Disponível em:

<[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_auto\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf)>. Acesso em 3 de março de 2017.

BELLO, Oluwakemi Adetutu *et al.* **Pharmacognosy Reviews**. v. 1, n. 2, p. 8–15, 2018.

CORPES, Rosana *et al.* Comparison of Volatile Profile and Antioxidant Activity of *Piper divaricatum* G. Meyer (Piperaceae) Using Cuttings and Cell Tissue. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 11, p. 2291-2298, 2019.

DE OLIVEIRA, Mozaniel Santana *et al.* Phytochemical profile, antioxidant activity, inhibition of acetylcholinesterase and interaction mechanism of the major components of the Piper divaricatum essential oil obtained by supercritical CO<sub>2</sub>. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 145, p. 74–84, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2018.12.003>>.

GASPARETTO, A. *et al.* Seasonal variation in the chemical composition, antimicrobial and mutagenic potential of essential oils from *Piper cernuum*. **Industrial Crops and Products**, v. 95, p. 256-263, 2016.

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

GOGOSZ, A.M. *et al.* Anatomia foliar comparativa de nove espécies do gênero Piper (Piperaceae). **Rodriguesia**, v. 63, n. 2, p. 405-417, 2012.

GUIMARÃES, E. F.; GIORDANO, L. C. S. Piperaceae do Nordeste Brasileiro I: Estado do Ceará. **Rodriguesia**, v. 55, p. 21-46, 2004.

GUIMARÃES, E.F., Carvalho-Silva, M., Monteiro, D., Medeiros, E.S., Queiroz, G.A. 2015. **Piperaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB12772>>. BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguesia*, v.66, n.4, p.1085-1113. 2015. (DOI:10.1590/2175-7860201566411).

MIGUEL, L. M. Tendências do uso de produtos naturais nas indústrias de cosméticos da França. **Revista Geográfica de América Central**. p. 1-15, 2011.

MONTEIRO, D; GUIMARÃES, E. F. Flora do Parque Nacional do Itatiaia-Brasil: *Manekia e Piper* (PIPERACEAE). **Rodriguésia**, v. 60, p. 999-1024, 2009.

MONTEIRO, S.C.; BRANDELLI, C.L.C. **Farmacobotânica: aspectos teóricos e aplicação**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

MORAES, Marcilio M. et al. Circadian variation of essential oil from *Piper marginatum* Jacq. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, v. 13, n. 3, p. 270–277, 2014.

PEREIRA, L. A. et al. Plantas medicinais de uma comunidade Quilombola na Amazônia Oriental: Aspectos utilitários de espécies das famílias Piperaceae e Solanaceae. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, 2007.

SANTOS, V.L.P. et al. Anatomical investigations of *Piper amalago* (jaborandi-manso) for the quality control. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 2, p. 85-91, 2015.

SILVA, J. A. et al. Atividade antioxidante de *Piper arboreum*, *Piper dilatatum* e *Piper divaricatum*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 700–706, 2014.

SILVA, Joyce Kelly R.Da et al. Essential Oil Composition, Antioxidant Capacity and Antifungal Activity of *Piper divaricatum*. **Natural Product Communication**, v. 5, n. 3, p. 351-506, 2010.

SILVA, Joyce Kelly R.Da et al. Antifungal activity and computational study of constituents from *Piper divaricatum* essential oil against fusarium infection in black pepper. **Molecules**, v. 19, n. 11, p. 17926–17942, 2014.

SOUSA, E.M. de, ANJOS, T.O. dos, PINHEIRO, R.O., CASCAES, M.M., NASCIMENTO, L.D. do, ANDRADE, E.H. de A. **Rendimento e composição química do óleo essencial de *Piper divaricatum* em função da granulometria e método de extração**, in: Carmen Lúcia Voigt (Ed.), Impactos Das Tecnologias Na Engenharia Química 2. Atena Editora, Ponta Grossa, pp. 161–166, 2019.

SOUTO, R. N.P. *et al.* Insecticidal Activity of *Piper* Essential Oils from the Amazon Against the Fire Ant *Solenopsis saevissima* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical Entomology**, v. 41, n. 6, p. 510–517, 2012.

RÍOS, L.J. Essential Oils: What they are and how the terms are used and defined. In: PREEDY, V.R. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety. **Academic Press**, 2015. P. 3-10.

VILHENA, Cecilia Soares *et al.* Essential oil of *Piper divaricatum* induces a general anaesthesia-like state and loss of skeletal muscle tonus in juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*. **Aquaculture**, v. 510, n. May, p. 169–175, 2019.

WANKE, S. *et al.* Evolution of Piperales-matK gene and trnK intron sequence data reveal lineage specific resolution contrast. **Mol. Phylogenet.** v. 42, p. 477-497, 2007

YUNCKER, T. G. The Piperaceae of Brazil. **Hoehnea** 2, 19-366. 1972.