

## ÓLEO ESSENCIAL DE *Piper aduncum* (PIPERACEAE) DE SAPEZAL/MT: ANÁLISE DO TEOR E RENDIMENTO E O EFEITO DA SECAGEM DAS FOLHAS EM DIFERENTES TEMPERATURAS

ESSENTIAL OIL OF *Piper aduncum* (PIPERACEAE) FROM SAPEZAL/MT: ANALYSIS OF CONTENT AND YIELD AND THE EFFECT OF DRYING THE LEAVES AT DIFFERENT TEMPERATURES

ACEITE ESSENCIAL DE *Piper aduncum* (PIPERACEAE) DE SAPEZAL/MT: ANÁLISIS DE CONTENIDO Y RENDIMIENTO Y EFECTO DEL SECADO DE LAS HOJAS A DIFERENTES TEMPERATURAS

Nágila Ferreira de Giebelmeier<sup>1</sup>; Michele Trombin de Souza<sup>2</sup>; Mireli Trombin de Souza<sup>3</sup>; Diones Krinski<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil; <sup>2</sup>Doutora, Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFs/UFPEL), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil; <sup>3</sup>Doutora, Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ/UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil; <sup>4</sup>Doutor, Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor Adjunto do Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

\*Autor correspondente: [diones.krinski@unemat.br](mailto:diones.krinski@unemat.br)

Recebido: 12/03/2026 | Aprovado: 16/04/2026 | Publicado: 30/04/2026

**Resumo:** A secagem das plantas aromáticas é uma atividade que tem atraído interesse na pós-colheita, pois reduz o teor de água, o que permite a preservação dos princípios ativos, possibilitando estocar volumes maiores do material vegetal, bem como, preservar os óleos essenciais (OEs) à longo prazo para usos futuros. Considerando isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o teor e rendimento do OE das folhas de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) coletadas em Sapezal, Mato Grosso, bem como verificar o efeito da secagem das folhas em diferentes temperaturas. Para tanto, as folhas foram secas à sombra (temperatura ambiente, 25 °C) e em estufa forçada de ar circulado (30 °C e 40 °C) por  $\approx$  7 dias, e os OEs foram extraídos por hidrodestilação com aparelho Clevenger® durante 4 h. Como resultados, observamos que as folhas frescas de *P. aduncum* tiveram menor teor em relação às folhas secas. No entanto, o rendimento das folhas secas foi superior, isto é provavelmente relacionado a maior quantidade de matéria seca encontrada nessas amostras. Além disso, os teores dos OEs em folhas secas foram similares entre si, independente da condição de secagem (25 °C, 30 °C, 40 °C). Contudo, foi observado que o maior rendimento de OE foi registrado para folhas de *P. aduncum* secas em 30 °C. Desse modo, este estudo fornece evidências de que a secagem de *P. aduncum* em diferentes temperaturas afetam o teor e rendimento do OE.

**Palavras-chave:** Cerrado Brasileiro. Pimenta-de-Macaco. Hidrodestilação. Secagem Artificial. Secagem Natural.

**Abstract:** The drying of aromatic plants is an activity that has attracted interest in the post-harvest, as it reduces the water content, which allows the preservation of active principles, makes it possible to store larger volumes of plant material, as well as preserve essential oils (EOs) long term for future testing. Considering this, the objective of this work was to evaluate the EO content and yield of leaves of *Piper aduncum* L. (Piperaceae) collected in Sapezal, Mato Grosso, as well as to verify the effect of drying the leaves at different temperatures. For that, the leaves were dried in the shade (room temperature, 25 °C) and forced into an oven with circulated air (30 °C and 40 °C) for  $\approx$  7 days, and the EOs were extracted by hydrodistillation with a Clevenger® apparatus for 4 h. It was observed that the fresh leaves of *P. aduncum* had a lower content in relation to the dry leaves. However, the yield of these dry leaves was higher, which is probably related to the greater amount of dry matter found in these samples. Furthermore, EO content in dry leaves were similar to each other, regardless of the drying condition (25 °C, 30 °C, 40 °C). However, it was observed that the highest EO yield was recorded for *P. aduncum* leaves dried at 30 °C. Thus, this study provides evidence that drying *P. aduncum* at different temperatures affects EO content and yield.

**Keywords:** Brazilian Savanna. Monkey-Pepper. Hydrodistillation. Artificial Drying. Natural Drying.

**Resumen:** El secado de plantas aromáticas es una actividad que ha despertado interés en la poscosecha, ya que reduce el contenido de agua, lo que permite la conservación de los principios activos, posibilita almacenar mayores volúmenes de

material vegetal, así como conservar aceites (EO) a largo plazo para futuras pruebas. Considerando eso, el objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de AE y el rendimiento de hojas de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) colectadas en Sapezal, Mato Grosso, así como verificar el efecto del secado de las hojas a diferentes temperaturas. Para ello, las hojas se secaron a la sombra (temperatura ambiente, 25 °C) y estufa forzada con circulación de aire (30 °C y 40 °C) durante  $\approx$  7 días, y los AE se extrajeron por hidrodestilación con un aparato Clevenger para 4 h. Se observó que las hojas frescas de *P. aduncum* presentaron menor contenido en relación a las hojas secas. Sin embargo, el rendimiento de estas hojas secas fue mayor, lo que probablemente esté relacionado con la mayor cantidad de materia seca encontrada en estas muestras. Además, el contenido de EO en hojas secas fue similar entre sí, independientemente de la condición de secado (25 °C, 30 °C, 40 °C). Sin embargo, se observó que el mayor rendimiento de EO se registró para las hojas de *P. aduncum* secadas a 30 °C. Por lo tanto, este estudio proporciona evidencia de que el secado de *P. aduncum* a diferentes temperaturas afecta el contenido y el rendimiento de EO.

**Palabras-clave:** Sabana Brasileña. Pimienta de Mono. Hidrodestilación. Secado Artificial. Secado natural.

## 1 INTRODUÇÃO

A diversidade das plantas que ocorrem no Brasil não é conhecida com precisão dada a complexidade da maior riqueza vegetal do mundo, contando com uma estimativa de  $\pm$  374.000 espécies (Christenhusz & Byng, 2016). Somente o Cerrado Brasileiro, com seus 2.045.000 milhões de km<sup>2</sup>, contém 11.627 espécies de plantas, das quais cerca de um terço seriam medicinais e/ou aromáticas e  $\approx$  33% destas usadas como medicamentos pelas populações locais e tradicionais, além de outros usos (Mesquita *et al.*, 2009). Contudo, a rápida expansão da agricultura e da pecuária, bem como a intensiva colheita florestal (Strassburg *et al.*, 2017), têm causado perdas na biodiversidade do Cerrado, reforçando sua posição como *hotspot* mundial para a conservação da biodiversidade, uma vez que, apresenta cerca de um terço do Brasil e 5% do globo (Alencar *et al.*, 2020). Além disso, acredita-se que apenas 8% destas espécies foram estudadas na busca de compostos bioativos e que apenas 1.100 espécies vegetais da flora brasileira foram avaliadas em relação às propriedades biológicas (Heinzmann & Barros, 2007).

As plantas aromáticas são uma fonte de metabólitos secundários, incluindo os óleos essenciais (OEs), os quais resultam da combinação de várias substâncias químicas, representadas principalmente por terpenos (mono e sesquiterpenos) e arilpropanóides. Eles são substâncias lipofílicas de aparência oleosa em temperatura ambiente e voláteis; e instáveis na presença de fatores como ar, calor, luz, metais e umidade (Bizzo, Hovell & Rezende, 2009). Na natureza, os OEs desempenham papel na proteção das plantas atuando como agentes antibacterianos, antivirais, antifúngicos, inseticidas e deterrentes. Eles também podem atrair artrópodes para favorecer a dispersão do pólen e sementes, ou repelir outros tantos indesejáveis (Bakkali *et al.*, 2008). É reconhecido que membros da família botânica Piperaceae sintetizam e armazenam OEs em células parenquimáticas (Gogosz *et al.*, 2012).

A família Piperaceae é encontrada em todas as regiões tropicais e subtropicais, com cerca de 3.600 espécies descritas e agrupadas em cinco gêneros: *Macropiper*, *Zippelia*, *Manekia*, *Piperomia* e *Piper* (Christ *et al.*, 2016). Destes, o gênero *Piper* L. é o mais representativo, com 289 espécies registradas no Brasil (Guimaraes, Medeiros & Queiroz, 2022), da qual *Piper aduncum* L. comumente conhecida por pimenta-de-macaco é um arbusto perene nativo das Américas, sendo introduzido na Ásia durante o Século XIX (Oliveira & Rodrigues, 2021). Esta espécie é usada na medicina tradicional para amenizar dores intestinais e ginecológicas (Gogosz *et al.*, 2012; Christ *et al.*, 2016). As estruturas vegetais, como folhas e inflorescências, de *P. aduncum* são descritas na Região da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica por produzirem OEs (Rodrigues & Oliveira, 2021). Seu OE difere quimicamente de acordo com

a origem, embora o arilpropanóide dilapiol seja a substância mais citada, seguido por miristicina, 1,8-cineol e  $\beta$ -ocimeno (Durofil *et al.*, 2021).

Para a elaboração de novos produtos apoiada na flora aromática do bioma Cerrado, se faz necessário estender o conhecimento científico e tecnológico das espécies com potencialidade econômica, que venham a subsidiar as metodologias que facilitem o processo de obtenção de OEs nesse processo. Assim, a otimização de métodos de extração permite obter maior rendimento por quantidade de material vegetal, tendo menor custo. A secagem das plantas também é muito importante e útil devido possibilitar a redução do teor de água dos vegetais, de modo a prevenir as atividades enzimáticas e microbianas, e por conseguinte preservar os compostos bioativos. Na obtenção do OE, a secagem é importante no aspecto de coletar grande volume de matéria-prima, sem a necessidade de utilizar toda matéria em uma única vez, seja por falta de tempo, equipe de apoio e material laboratorial. A técnica também possibilita a estocagem do OE a longo prazo, o que proporciona o uso em testes futuros.

Outros motivos para a secagem em processos industriais, são redução do peso do material e consequentemente dos custos de transporte; redução da umidade até valores ótimos, abaixo dos quais não seja possível haver a proliferação de micro-organismos; propiciar condições de armazenagem por longo período de tempo ao produto; concentrar as suas substâncias de interesse para mudar ou mesmo melhorar o sabor e agregar valor ao produto; produção de um material mais apropriado para um determinado uso; e a obtenção de propriedades mais precisas (Cook & Dumont, 1992). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi registrar a quantidade de OE das folhas de *P. aduncum*, bem como, bem como, avaliar o efeito da secagem em diferentes temperaturas de plantas dessa espécie coletadas em Sapezal/MT.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais deste trabalho foram realizados nos laboratórios do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

### 2.1 Material vegetal

As folhas e pimentas de *P. aduncum* foram coletadas manualmente de forma aleatória em novembro de 2020 no município de Sapezal – Mato Grosso, Brasil (13°54'09"S, 58°84'58"W – 774 m). Esta área pertence ao bioma Cerrado, com predomínio do clima equatorial quente e úmido, sendo composto pelo relevo de Chapada dos Parecis (Silva-Junior & Almeida, 2014). A espécie foi identificada pela Dra. Micheline Carvalho-Silva, Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal, Brasil, e as exsiccatas registradas no Herbário Tangará (TANG), na Universidade de Mato Grosso, Estado de Mato Grosso, Brasil.

### 2.2 Secagem e extração do óleo essencial

Após a coleta, as folhas foram separadas em diferentes tratamentos: *T1* = folhas frescas, *T2* = folhas secas à sombra (temperatura ambiente, 25 °C), *T3* = folhas secas em estufa forçada de ar circulado (30 °C), e *T4* =

folhas secas em estufa forçada de ar circulado (40 °C). Para isto, as folhas frescas (*T1*) foram extraídas no mesmo dia de coleta; já as folhas secas à sombra (*T2*) foram extraídas após secarem o suficiente para que as folhas fossem fragmentadas com as mãos ( $\approx 7$  dias), sendo esta etapa da secagem otimizada pelo revolvimento das folhas várias vezes ao dia, proporcionando uma secagem homogênea. A secagem das folhas artificialmente (*T3* e *T4*) ocorreu em estufa por  $\approx 6$  dias para cada tratamento. Para extrair os OEs destes materiais, as folhas foram homogeneizadas e submetidas à hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger® (Sartor, 2009). Em cada tratamento 100 g das folhas em triplicatas, foram colocados em um balão de 2 L contendo 1 L de água destilada. O balão foi aquecido em manta aquecedora, e após iniciar a fervura do material vegetal, este permaneceu por 4 h. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos com 3 repetições, totalizando 12 hidrodestilações.

### 2.3 Teor e rendimento do óleo essencial

O teor e o rendimento foram corrigidos para base seca após obter a massa constante de subamostras (20 g), em triplicata, do material vegetal em estufas de ar forçado a 65 °C, até massa constante ( $\approx 7$  dias). Desse modo, a quantificação dos OEs foi feita utilizando balança analítica, onde foi aferida a densidade dos OEs extraídos, utilizando uma micropipeta calibrada para coletar 20  $\mu$ L de OE de cada amostra que foi mensurada. A massa total dos OEs também foi quantificada para se obter o volume total de OE em cada tipo de extração, utilizando a seguinte equação:  $VO = \text{massa total do OE extraído (mg)} / \text{densidade do OE (mg)}$ . O volume total dos OEs ( $\text{mm}^3$ ) foi considerado como rendimento do OE obtido a partir das extrações de 100 g de folhas frescas ( $RO = \text{volume de óleo em 100 g de planta}$ ). O teor do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade, através da equação:  $TO = (moe / ms) \times 100$ ; onde:  $TO = \text{Teor de óleo (\%)}$ ;  $moe = \text{Massa total do óleo essencial extraído (mg)}$ ;  $ms = \text{Massa seca de 100 g de folhas (g)}$ ; e  $100 = \text{fator de conversão para porcentagem}$ .

### 2.4 Análise dos dados

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e quando necessário aplicou-se a transformação de dados (arco-seno). Foi empregada a Análise de Variância (ANOVA), utilizando o teste F. Quando observado diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas por Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software estatístico Assisat versão 7.7 beta (Silva & Azevedo, 2016).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANOVA mostrou existir diferença significativa ( $p < .0001$ ) para o teor e rendimento de OE, quantidade de água e matéria seca das plantas de *P. aduncum* quando comparado às folhas frescas e secas (Tabela 1).

**Tabela 1** – Análise de variância para o teor (%) e rendimento (%) de óleo essencial, quantidade de água (mL) e matéria seca (g) obtidos de folhas frescas e secas em diferentes temperaturas de *Piper aduncum*. Sapezal - Mato Grosso, 2020.

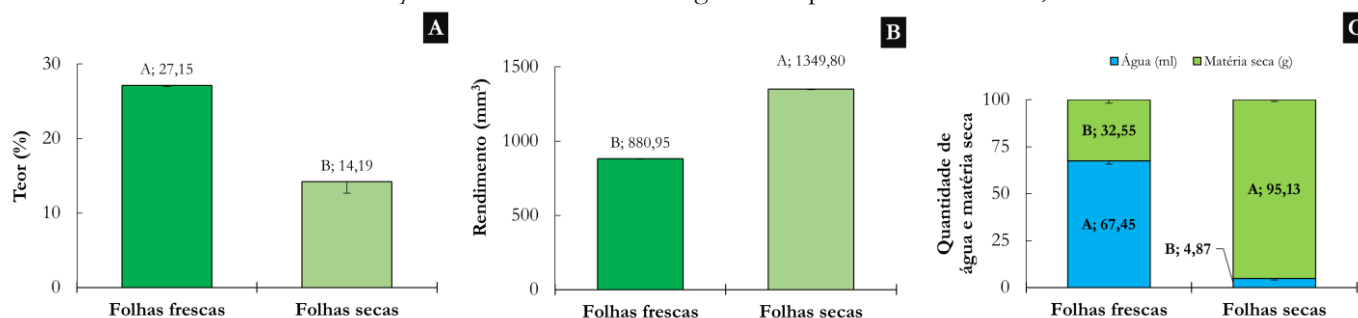
| Fonte de variação | G. L. | Valores de F |                              |                         |                 |
|-------------------|-------|--------------|------------------------------|-------------------------|-----------------|
|                   |       | Teor (%)     | Rendimento ( $\text{mm}^3$ ) | Quantidade de Água (mL) | Matéria Seca(g) |
| Tratamentos       | 1     | 62.0164 **   | 17.6372 *                    | 2897.0670 **            | 2897.0670 **    |
| Resíduo           | 4     | -            | -                            | -                       | -               |

|            |   |        |        |        |        |
|------------|---|--------|--------|--------|--------|
| Valor de P | - | 0.0013 | 0.0137 | <.0001 | <.0001 |
| C.V. (%)   | - | 10.35  | 11.02  | 3.94   | 2.23   |

Nota: G.L.: Grau de Liberdade; C.V.: Coeficiente de Variação; \*\*significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: Giebelmeier *et al.* (2022).

**Figura 1** - Teor do óleo essencial (%) (A), rendimento (mm<sup>3</sup>)(B) e umidade (%) (C) obtido de folhas frescas e secas à sombra de *Piper aduncum* coletado na região de Sapezal - Mato Grosso, 2020.



Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não são significativas a 5% de probabilidade (teste t de Student).

Fonte: Giebelmeier *et al.* (2022).

Ao comparar o teor de OE das folhas de *P. aduncum* nota-se que amostras das folhas secas à sombra tiveram um menor teor em relação às amostras de folhas frescas (Figura 1 A). Porém, foi possível observar que o rendimento total destas folhas secas foi superior às folhas frescas (Figura 1 B), isto provavelmente pode estar relacionado a maior quantidade de matéria seca nas plantas secas (Figura 1 C).

Na ANOVA para as folhas frescas e secas nas temperaturas de 25, 30 e 40 °C foi possível observar que o teor de OE de *P. aduncum*, rendimento, quantidade de água e sua matéria seca apresentaram uma diferença significativa a 1% de probabilidade (Tabela 2). Dessa maneira, ao verificar os resultados da produção de OE de *P. aduncum* observou-se maior teor para as folhas frescas, alcançando os valores de até 2,71 % (Figura 2 A). No entanto, o teor de OEs em folhas secas em 25, 30 e 40 °C foram similares entre si, não variando assim de forma significativa entre elas (Figura 2 A). Além disso, constatou-se o maior rendimento de OE para folhas de *P. aduncum* secas em 30 °C (1569,86 mm<sup>3</sup>), seguido dos demais tratamentos (Figura 2 B).

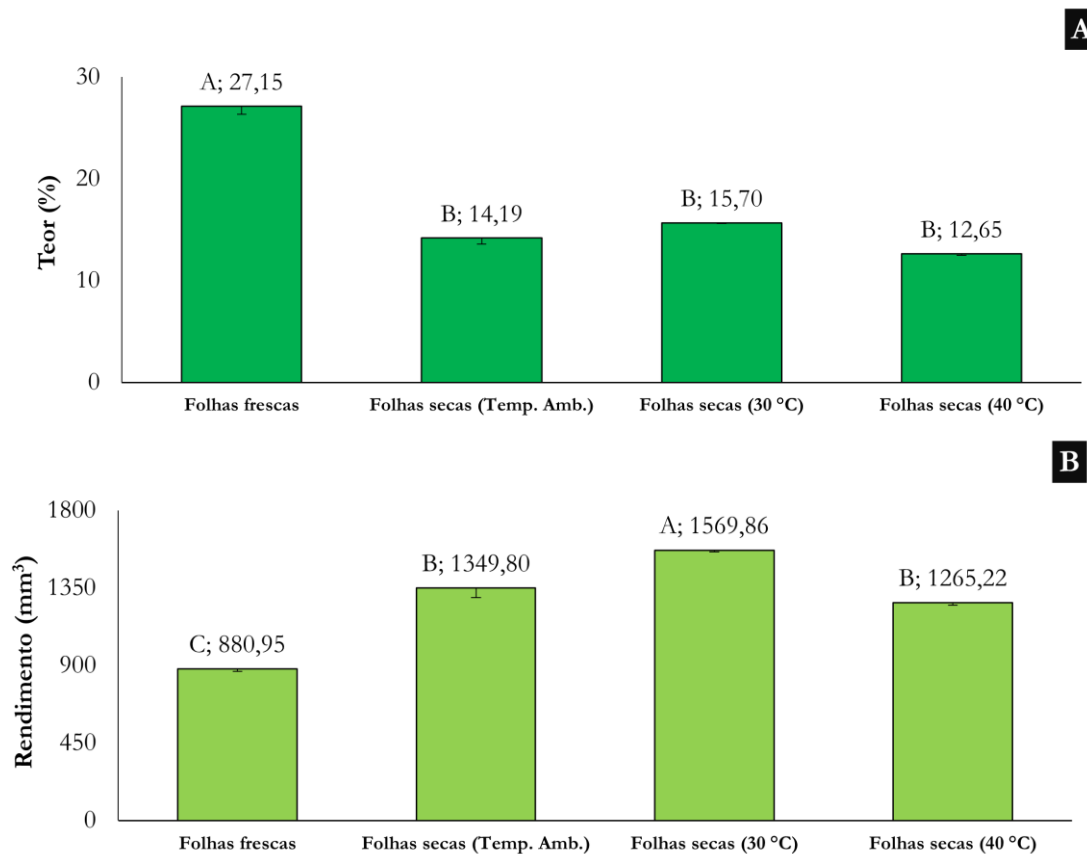
**Tabela 2** –Análise de variância para o teor (%) e rendimento (%) de óleo essencial, quantidade de água (mL) e matéria seca (g) obtidos de folhas frescas e secas em diferentes temperaturas de *Piper aduncum*. Sapezal - Mato Grosso, 2020.

| Fonte de variação | G. L. | Valores de F |                               |                         |                  |
|-------------------|-------|--------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|
|                   |       | Teor (%)     | Rendimento (mm <sup>3</sup> ) | Quantidade de Água (mL) | Matéria Seca (g) |
| Tratamentos       | 3     | 59.8098 **   | 26.9367 **                    | 3220.8048 **            | 3220.8048 **     |
| Resíduo           | 8     | -            | -                             | -                       | -                |
| Valor de P        | -     | <.0001       | <.0001                        | <.0001                  | <.0001           |
| C.V. (%)          | -     | 8.85         | 7.19                          | 5.57                    | 1.23             |

Nota: G.L.: Grau de Liberdade; C.V.: Coeficiente de Variação; \*\*significativo a 1% de probabilidade

Fonte: Giebelmeier *et al.* (2022)

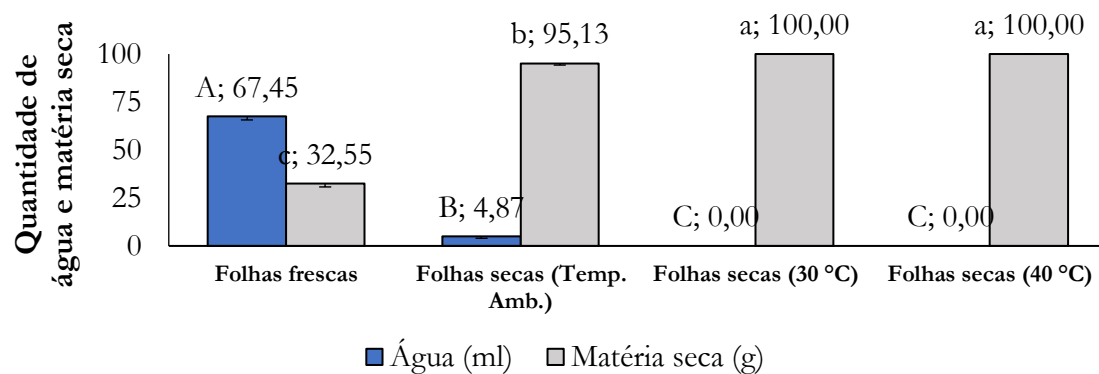
**Figura 2** - Teor do óleo essencial (%) (A) e rendimento (mm<sup>3</sup>)(B) do óleo essencial das folhas de *Piper aduncum* frescas e secas em diferentes temperaturas. Sapezal - Mato Grosso, 2020.



Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não são significativas a 5% de probabilidade (teste Scott-Knott).  
Fonte: Giebelmeier *et al.* (2022).

Os resultados acima corroboram com a quantidade de água e matéria seca das amostras de *P. aduncum* analisadas. Desse modo, as amostras alcançaram 100 g de matéria seca em 30 e 40 °C, ambas resultando em plantas completamente secas, seguida das folhas secas em 25 °C (95,13 g) (Figura 3). Já os resultados das folhas frescas tiveram apenas 32,55 g de matéria seca, justificando assim o seu menor rendimento, visto que o mesmo possuía pequena quantidade de material seco no momento de extração do OE (Figura 3).

**Figura 3** – Quantidade de água (mL) e matéria seca (g) obtidos de folhas frescas e secas em diferentes temperaturas de *Piper aduncum* coletadas em Sapezal - Mato Grosso, 2020.



Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ou minúscula nas barras de cores iguais são iguais (teste Scott-Knott;  $p \leq 0,01$ ).  
Fonte: Giebelmeier *et al.* (2022).

Após a coleta, as plantas frescas normalmente contêm alto teor de umidade (60 – 80%), o que torna a etapa de secagem essencial na pós-colheita. Neste estudo, os maiores teores de OE foram obtidos com folhas

frescas de *P. aduncum*, por outro lado, o rendimento de OE foi superior ao das plantas secas, o qual está relacionado com a remoção de água do material vegetal. Assim, o fato de aumentar a temperatura do ar de secagem proporciona uma maior remoção de água do produto e liberação de OE, fato mencionado por outros pesquisadores (Gasparin, Christ & Coelho, 2017; Mghazli *et al.*, 2017). Como os OEs são substâncias sensíveis ao calor; existem limiares térmicos que esses metabólitos secundários são extraídos para cada espécie, e no caso deste trabalho, verificamos maior rendimento do OE de *P. aduncum* na secagem em 30 °C, seguido das temperaturas de 25 e 40 °C. Semelhante ao nosso resultado, Vieira *et al.*, (2020) testaram 7 temperaturas de secagem, e encontraram maior rendimento de OE das folhas de *Piper hispidum* Sw. (Piperaceae) secas em 30 °C em relação às demais temperaturas, tais matérias secas foram extraídas pelo mesmo método deste trabalho, ou seja, hidrodestilação em aparelho Clevenger®.

Nossos resultados também apontam que a secagem das folhas à sombra (25 °C) apresenta diferenças significativas na quantidade dos OEs em relação às folhas frescas de *P. aduncum*, sendo adequada para a remoção de água do vegetal. Esse processo é tido como ideal por ser de baixo custo e não necessitarem de equipamentos, bem como, as cinéticas lentas de temperatura *versus* tempo possibilita uma menor evaporação das substâncias voláteis. Reiteramos que as mudanças na produção de OE de *P. aduncum* após secagem artificial em 30 e 40 °C, possivelmente, é reflexo do local de armazenamento destes metabólitos secundários. Assim, nas folhas de *P. aduncum* o OE está localizado no parênquima paliçádico e nas nervuras foliares, sendo presente em idioblastos e tricomas secretores (Gogosz *et al.*, 2016; Jacinto *et al.*, 2018). Neste sentido, Governici *et al.*, (2020), relata que o processo de transferência de calor do ar para as folhas e de massa (água) das folhas para o ar contribui para degradação do tecido foliar e liberação do OE, justificando nossos aumentos no rendimento dos OEs ao comparar com folhas frescas de *P. aduncum*.

No entanto, as folhas de *P. aduncum* quando submetidas a secagem artificial em 40 °C diminuíram o rendimento do OE em relação à secagem em 30 °C. Desse modo, embora não tenhamos avaliado a fitoquímica dos OEs de *P. aduncum* usados nesta pesquisa, outro fator que pode ter influência no rendimento é a densidade das substâncias presentes no OE. Assim, hipotetizamos que compostos mais densos podem tolerar maiores exposições à fonte de calor, enquanto os menos densos podem volatilizar com facilidade. Corroborando com isso, as folhas tendem a emitir mais terpenos na medida que a temperatura aumenta, enquanto a taxa de emissão começa a diminuir a partir de 40 °C (Loreto & Schnitzler, 2010). Está inibição de emissões de OE também é devido ao fornecimento insuficiente de substâncias precursoras causadas pela diminuição da atividade enzimática e regulação negativa das vias metabólicas (Governici *et al.*, 2020). Além disso, as temperaturas elevadas causam desnaturação enzimática de moléculas precursoras dos terpenos ou arilpropanóides (Loreto & Schnitzler, 2010).

Frente ao exposto, o processo de secagem é muito importante para as espécies aromáticas, incluindo *P. aduncum*, pois reduz a ação das enzimas pela desidratação, permitindo a conservação das plantas, mantendo suas qualidades física e química por mais tempo. Porém, no caso de OE a secagem deve ser muito criteriosa devido às substâncias químicas serem voláteis ou estarem armazenadas em estruturas internas (Pimentel *et al.*, 2012; Loreto & Schnitzler, 2010; Governici *et al.*, 2020), nesta pesquisa verificamos que é aconselhável a secagem em 30 °C de *P. aduncum*. Ao mesmo tempo sugerimos que mais estudos sejam realizados com *P. aduncum* coletados em Sapezal

(MT), assim como, outras linhas de pesquisas já conduzidas com *Piper* spp. que determinaram a bioatividade (Krinski & Foerster, 2016; Krinski, Foerster & Deschamps, 2018; Souza *et al.*, 2020; Pinheiro, Rezende & Krinski, 2022), análises cromatográficas (Krinski, Foerster & Deschamps, 2018) e métodos de propagação (Gomes & Krinski 2016; Gomes & Krinski, 2017).

#### 4 CONCLUSÃO

A extração do OE de *P. aduncum* coletadas em Sapezal apresenta maior teor com folhas frescas, porém o teor de OEs em folhas secas em 25, 30 e 40 °C são similares entre si. Já o maior rendimento de OE é constatado para folhas de *P. aduncum* secas em 30 °C.

#### Conflitos de interesses

Todos os autores estão conscientes da submissão, declarando que não há conflitos de interesse.

#### Contribuições dos autores

Todos os autores contribuíram na execução de todas as etapas do desenvolvimento do estudo, passando pelas etapas de coleta, extração, quantificação e escrita do trabalho para esta pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- Alencar, A., Z. Shimbo, J., Lenti, F., Balzani Marques, C., Zimbres, B., Rosa, M., & Barroso, M. (2020). Mapping three decades of changes in the brazilian savanna native vegetation using landsat data processed in the google earth engine platform. *Remote Sensing*, 12(6), 924. <https://doi.org/10.3390/rs12060924>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Bizzo, H. R., Hovell, A. M. C., & Rezende, C. M. (2009). Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, 32, 588-594. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300005>
- Christ, J. A., Sarnaglia-Junior, V. B., Barreto, L. M., Guimarães, E. F., Garbin, M. L., & Carrijo, T. T. (2016). The genus *Piper* (Piperaceae) in the Mata das Flores State Park, Espírito Santo, Brazil. *Rodriguésia*, 67, 1031-1046. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667413>
- Christenhusz, M. J., & Byng, J. W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201-217. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- Cook, E. M., & Du Mont, H. D. (1992). Process Drying Practice. *Drying Technology*, 10(2), 539-540. <https://doi.org/10.1080/07373939208916454>
- Durofil, A., Radice, M., Blanco-Salas, J., & Ruiz-Téllez, T. (2021). *Piper aduncum* essential oil: a promising insecticide, acaricide and antiparasitic. A review. *Parasite*, 28. <https://doi.org/10.1051/parasite/2021040>
- Gasparin, P. P., Christ, D., & Coelho, S. R. M. (2017). Secagem de folhas *Mentha piperita* em leito fixo utilizando diferentes temperaturas e velocidades de ar. *Revista Ciência Agronômica*, 48, 242-250. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170028>

- Gogosz, A. M., Boeger, M. R. T., Negrelle, R. R. B., & Bergo, C. (2012). Anatomia foliar comparativa de nove espécies do gênero *Piper* (Piperaceae). *Rodriguésia*, 63, 405-417. <https://doi.org/10.1590/S2175-78602012000200013>
- Gomes, E. N., & Krinski, D. (2016). Propagação vegetativa de *Piper amalago* L. (Piperaceae) em função de tipos de estaca e substratos. *Revista Cultura Agronômica*, 25(2), 199-210. <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2016v25n2p199-210>
- Gomes, E. N., & Krinski, D. (2017). Propagação vegetativa de *Piper umbellatum* L. (Piperaceae) em função de substratos e comprimentos de estacas. *Scientia Agraria*, 17(3), 31-37. <https://www.redalyc.org/pdf/995/99549974004.pdf>
- Governici, J. L., Sperotto, N. C., Melo, E. D. C., Gonzaga, D. A., & Carneiro, A. P. (2020). Drying and essential oil extraction of Brazilian peppertree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) fruits. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24, 637-643. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n9p637-643>
- Guimarães, E. F., Medeiros, E. V. S. S. & Queiroz, G. A. (2022). *Piper in Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB12772>
- Heinzmann, B. M., & de Barros, F. M. C. (2007). Potencial das plantas nativas brasileiras para o desenvolvimento de fitomedicamentos tendo como exemplo *Lippia alba* (Mill.) NE Brown (Verbenaceae). *Saúde (Santa Maria)*, 43-48. <https://doi.org/10.5902/223658346463>
- Jacinto, A. C. P., Souza, L. P. D., Nakamura, A. T., Carvalho, F. J., Simão, E., Zocoler, J. L., & Bergo, C. L. (2018). Idioblasts formation and essential oil production in irrigated *Piper aduncum*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 48, 447-452. <https://doi.org/10.1590/1983-40632018v4853165>
- Krinski, D., & Foerster, L. A. (2016). Toxicity of essential oils from leaves of Piperaceae species in rice stalk stink bug eggs, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Ciência e Agrotecnologia*, 40, 676-687. <https://doi.org/10.1590/1413-70542016406021616>
- Krinski, D., Foerster, L. A., & Deschamps, C. (2018). First phytochemical description of essential oils from *Piper cachimboense* (Piperales, Piperaceae). *Acta Amazonica*, 48, 70-74. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201703340>
- Loreto, F., & Schnitzler, J. P. (2010). Abiotic stresses and induced BVOCs. *Trends in Plant Science*, 15(3), 154-166. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.12.006>
- Mesquita, M. L., Paula, J. E., Pessoa, C., Moraes, M. O., Costa-Lotufo, L. V., Grougnet, R., & Espindola, L. S. (2009). Cytotoxic activity of Brazilian Cerrado plants used in traditional medicine against cancer cell lines. *Journal of Ethnopharmacology*, 123(3), 439-445. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.03.018>
- Mghazli, S., Ouhammou, M., Hidar, N., Lahnine, L., Idrimam, A., & Mahrouz, M. (2017). Drying characteristics and kinetics solar drying of Moroccan rosemary leaves. *Renewable Energy*, 108, 303-310. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.02.022>
- Oliveira, J. A. D. S., & Rodrigues, D. W. (2021). Óleos essenciais de *Piper* L. (Piperaceae) e sua aplicação biotecnológica na agricultura: uma revisão da literatura. *Arquivos do Mudi*, 25(2), 100-110. <https://doi.org/10.4025/arqmudi.v25i2.60107>
- Pinheiro, K. D., Rezende, K. F., & Krinski, D. (2022). Efeito ovicida de óleo essencial de folhas e frutos de *Piper fuliginum* (Piperaceae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera). *Journal of Education Science and Health*, 2(3), 1-10. <https://doi.org/10.52832/jesh.v2i3.147>

- Sartor, R. B. (2009). *Modelagem, simulação e otimização de uma unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor*. (Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre). <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21924/000737903.pdf?>
- Silva, F. D. A. S. & Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11, 3733-3740. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/5E8596460818>
- Silva-Junior, J. A. L. & Almeida, R. A. A. (2014). Expansão do agronegócio e a relação campo e cidade: o caso de Sapezal/MT. In: Congresso Brasileiro de Geógrafos Anais [...], Vitória/ES. 2014.
- Souza, M. T., de Souza, M. T., Bernardi, D., Krinski, D., Melo, D. J., Costa, O. D., Rakes, M., Zarbin, P. H.G., Maia, B. H. L. N. S., Zawadneak, M. A. C. (2020). Chemical composition of essential oils of selected species of *Piper* and their insecticidal activity against *Drosophila suzukii* and *Trichopria anastrephae*. *Environmental Science Pollution Research Internacional*, 27(12), 13056-13065. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07871-9>
- Souza, M. T., de Souza, M. T., Schorr, R. R., de Freitas, R. A., de Assis Marques, F., Krinski, D., Maia, B. H. L. N. S., Zawadneak, M. A. C., Ribeiro, L. P., Ferreira, J. P. & Bernardi, D. (2025). Enhancing the performance of *Piper* spp. essential oils by developing chitosan-sodium alginate polyelectrolyte complex against *Drosophila suzukii* with selectivity for non-target parasitoids. *Journal of Pest Science*, 98(4), 2047-2064. <https://doi.org/10.1007/s10340-025-01922-1>
- Strassburg, B. B. N., Brooks, T., Feltran-Barbieri, R., Iribarrem, A., Crouzeilles, R., Loyola, R., & Balmford, A. (2017). Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, 1: 0099. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>
- Vieira, L. H. M. *et al.* (2020). Rendimento do óleo essencial de folhas de *Piper hispidum* secas em diferentes temperaturas para uso como fitoinseticida. In: *Seminário de Biocontrole, 2020*, Anais [...], IPA/UFRPE.