

## Caracterização comparativa da morfoanatomia, fitoquímica e decomposição térmica entre duas espécies do gênero *Citronella* (família: *Cardiopteridaceae*)

*Comparative characterization of morphoanatomy, phytochemistry and thermal decomposition between two species of the genus Citronella (family: Cardiopteridaceae)*

Mariana Cardoso Oshiro<sup>1</sup>, Vanessa Barbosa Bobeck<sup>2</sup>, Juliane Nadal Dias Swiech<sup>3</sup>, Marilis Dalarmi Miguel<sup>4</sup>, Obdulio Gomes Miguel<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Doutora pela Universidade Federal de Pernambuco (0000-0003-4972-7844), <sup>2</sup>Doutora pela Universidade Federal do Paraná (0000-0002-2836-2076), <sup>3</sup>Doutora pela Universidade Federal do Paraná (0000-0002-5106-9767), <sup>4</sup>Docente na Universidade Federal do Paraná (0000-0002-1126-9211), <sup>5</sup>Docente na Universidade Federal do Paraná (0000-0002-2231-9130).

### Resumo

Este trabalho descreve a caracterização morfológica, fitoquímica e térmica das espécies das angiospermas *Citronella gongonha* e *Citronella paniculata*, encontradas em áreas úmidas de floresta atlântica e em regiões pantropicais, pertencentes à família *Cardiopteridaceae*. Para esse estudo, os extratos de ambas as espécies foram analisados por cromatografia em camada delgada. Paralelamente, foram realizados cortes histológicos e testes histoquímicos para analisar a morfologia das folhas, nervura central e pecíolo dessas espécies através de microscopia óptica. Além disso, imagens das faces das folhas, detalhes da cutícula e estômatos foram capturados por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Por fim, procedeu-se à análise de degradação térmica das folhas de ambas as espécies, gerando curvas TG/TGA individualizadas para cada uma delas. A comparação morfoanatômica revelou diferenças no formato da nervura central e do pecíolo entre as espécies de *Citronella*. Quanto ao perfil fitoquímico, observou-se semelhança entre ambas, que apresentaram terpenos, taninos, flavonoides, compostos fenólicos e cumarinas. Entretanto, a análise térmica evidenciou uma menor taxa de degradação de massa para *C. paniculata* (8,92%) em comparação com *C. gongonha* (29,2%). Além disso, a decomposição de resíduos carbonados e polímeros foi mais expressiva na espécie *C. paniculata* (30,96%) em comparação a *C. gongonha* (13,42%). Esses resultados, inéditos na literatura científica, contribuem substancialmente para a caracterização do gênero *Citronella*, encorajando estudos complementares para investigação do potencial industrial das espécies.

**Palavras-chave:** Plantas medicinais; controle de qualidade; microscopia análise diferencial térmica.

### Abstract

This work describes the morphological, phytochemical, and thermal characterization of the angiosperm species *Citronella gongonha* and *Citronella paniculata*, found in humid areas of the Atlantic Forest and pantropical regions, belonging to the *Cardiopteridaceae* family. For this study, the extracts of both species were analysed by thin-layer chromatography. In parallel, through optical microscopy, histological sections and histochemical tests were performed to analyze the morphology of these species' leaves, midvein and petiole. In addition, images of the leaf faces and details of the cuticle and stomata were captured by Scanning Electron Microscopy (SEM). Finally, the thermal degradation of the leaves of both species was analyzed, generating individualized TG/TGA curves for each of them. The morphoanatomical comparison revealed differences between *Citronella* species in the midrib and petiole shape. Similarity was observed between the phytochemical profiles, which presented terpenes, tannins, flavonoids, phenolic compounds and coumarins. However, thermal analysis showed a lower mass degradation rate for *C. paniculata* (8.92%) than for *C. gongonha* (29.2%). In addition, the decomposition of carbon residues and polymers was more significant in the species *C. paniculata* (30.96%) than in *C. gongonha* (13.42%). These results, unprecedented in the scientific literature, contribute substantially to the characterization of the genus *Citronella*, encouraging complementary studies to investigate the industrial potential of the species.

**Keywords:** Plant medicinal; quality control; microscopy; differential thermal analysis.

### INTRODUÇÃO

A caracterização de uma espécie vegetal é crucial para a correta identificação e garantia da qualidade das drogas vegetais, especialmente no contexto fitoterápico<sup>1</sup>.

Métodos combinados são importantes para abordar a complexidade das plantas medicinais, envolvendo técnicas taxonômicas, morfológicas, químicas e termogravimétricas<sup>2</sup>. A integração de abordagens taxonômicas, como a análise morfológica de estruturas vegetais específicas, juntamente com métodos químicos, como cromatografia, é essencial para a identificação dos constituintes ativos das plantas medicinais<sup>3</sup>.

A família *Cardiopteridaceae* possui uma ampla distri-

**Corresponding / Correspondence:** Mariana Cardoso Oshiro – Endereço: Avenida da Amizade, nº s/n – Tabatinga / AM – E-mail: marianac.oshiro@gmail.com

buição pelas diferentes regiões do Brasil<sup>4</sup>. Entre os gêneros mais conhecidos dessa família, destaca-se o gênero *Citronella*. Notadamente em áreas úmidas da floresta atlântica, encontram-se duas espécies desse gênero: *Citronella gongonha* e *Citronella paniculata*<sup>5</sup>. A espécie *C. gongonha* é reconhecida popularmente por diversos nomes, como “congonha do sertão”, “erva-de-anta”, “falso mate” ou “Yapon”. Por outro lado, a espécie *C. paniculata*, é conhecida popularmente como “carne de vaca” ou “perobossu”<sup>6</sup>. A coexistência dessas duas espécies dentro dos mesmos domínios fitogeográficos levanta a questão da diferenciação entre elas, especialmente quando a distinção morfológica é realizada mediante a observação da presença de um ápice foliar mucronado, caracterizado por uma ponta foliar rígida e de pequena extensão nas folhas de *C. gongonha*<sup>6</sup>. Esse cenário ressalta a necessidade de empregar outros métodos para identificar as espécies, uma vez que amostras de drogas vegetais podem ser encontradas na forma triturada, dificultando a identificação puramente morfológica<sup>7,8</sup>. Além disso, as espécies enfrentam a escassez de investigações científicas, o que contribui para lacunas significativas no entendimento aprofundado sobre as propriedades e potenciais usos medicinais dessas plantas dentro da família *Cardiopteridaceae*.

O presente estudo tem como objetivo a caracterização morfoanatômica, fitoquímica e termogravimétrica das folhas das espécies vegetais *C. gongonha* e *C. paniculata* visando a diferenciação entre elas.

## METODOLOGIA

### Material vegetal

A coleta de materiais vegetais ocorreu no município de Curitiba (PR), situado nas coordenadas geográficas 25°26'56.7"S 49°14'18.6"W, no mês de março de 2016. O reconhecimento das amostras provenientes das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata* foi conduzido pelo engenheiro florestal Marcelo Leandro Brotto, do Jardim Botânico de Curitiba. A regularização para o acesso ao patrimônio genético, no âmbito do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado, foi formalizada pelo Ministério do Meio Ambiente (IBAMA), vinculando-se ao número de processo 02001.001165/2013-47.

### Morfoanatomia

Para a análise das estruturas morfoanatômicas das folhas e pecíolos das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*, foram confeccionadas lâminas semipermanentes e permanentes, coradas com azul de astra e fucsina básica<sup>9,10</sup>.

As lâminas semipermanentes foram preparadas com glicerina a 50%, e os cortes transversais e paradérmicos foram realizados manualmente, utilizando-se uma lâmina de aço inoxidável. Os cortes foram corados e posteriormente incluídos em glicerina líquida, cobertos com lamínula e, após a secagem, vedados com esmalte incolor. Adicionalmente, foram realizados testes histoquímicos com os

reativos: cloreto férrico, Sudam III, floroglucina clorídrica, lugol e ácido sulfúrico (1%) para reação com cristais de oxalato de cálcio<sup>11,12</sup>.

As lâminas permanentes foram produzidas com parafina, nas quais pequenos fragmentos de folha e pecíolo das espécies foram imersos em parafina líquida e seccionados em micrótomo rotatório, formando cortes de 6-9 µm para visualização em microscópio óptico<sup>13</sup>. Os resultados foram registrados com uma câmera fotográfica acoplada ao microscópio óptico. As análises foram realizadas no Laboratório de Farmacognosia do Departamento de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Para a análise estrutural da superfície das folhas de *C. gongonha* e *C. paniculata*, foi empregada a microscopia eletrônica de varredura, MEV (Jeol JSM 6360 LV). Os procedimentos envolveram a desidratação das amostras em série etanólica, seguida pela desidratação em ponto crítico (Balzers CPD 030) e metalização em ouro (Balzers Sputtering SDC 030), para a obtenção de imagens detalhadas das faces das folhas, bem como dos cortes transversais dos pecíolos<sup>14</sup>. As análises foram realizadas no Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná.

### Fitoquímica

O material botânico foi submetido a secagem em estufa, trituração em moinho de facas e martelos, e os extratos das folhas de *C. gongonha* e *C. paniculata* foram obtidos por meio de extrator de Soxhlet, em álcool etílico. Esses extratos foram aplicados em cromatoplasas (Merck Sílica gel 60G TLC), para identificação de grupos de metabólitos secundários, como esteroides triterpenos, flavonoides, taninos polifenóis, alcaloides e cumarinas, utilizando-se o sistema solvente proposto por Wagner, Bladt<sup>15</sup> (1996).

### Análise térmica

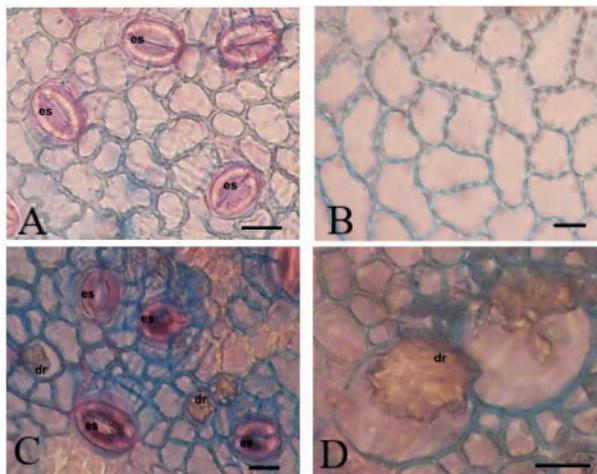
As análises térmicas das folhas das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata* foram realizadas com Analisador Térmico STA 6000 (PERKIN ELMER, Whaltam, MA, Estados Unidos). As análises foram conduzidas sob fluxo de nitrogênio (20 mL/min) e em intervalo de temperatura entre 20 e 600°C, utilizando-se o método não isotérmico de análise, calibrado com padrão de Índio (In; PF: 156,6°C; ΔH Fusão: 28,54 J/g)<sup>16</sup>. Os gráficos das curvas termogravimétricas (TG/DTG) foram realizados com o programa OriginPro.

## RESULTADOS

Na análise por microscopia óptica dos cortes paradérmicos das folhas de *C. gongonha*, foram observadas células epidérmicas com paredes espessas e levemente onduladas em ambas as faces, com campos de pontuação primários visíveis (Figura 1, imagens A e B). As células epidérmicas de *C. paniculata* também apresentaram paredes espessas em ambas as faces, no entanto se diferenciavam pelo formato reto na face adaxial e levemente ondulado na face abaxial (Figura 1, imagem C). Ainda se observou,

para *C. paniculata*, a presença de numerosas drusas nas células epidérmicas em vista frontal (Figura 1, imagem D).

**Figura 1**– Vista frontal da epiderme foliar de *C. gongonha* e *C. paniculata*



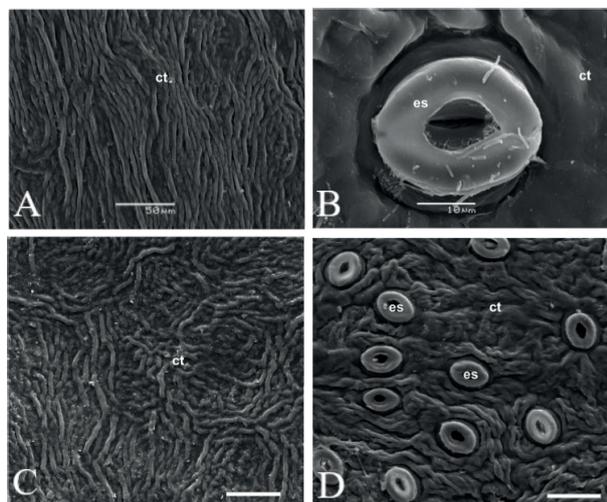
Legenda: A, B: *C. gongonha*; C, D: *C. paniculata*; A: face abaxial; B: face adaxial; C: face abaxial; D: face adaxial evidenciando drusas; es: estômato; dr: drusa.

Nota: Barra= 50  $\mu$ m.

Fonte: autoria própria

A epiderme foliar, analisada por microscopia eletrônica de varredura, possibilitou a observação da cutícula estriada em ambas as faces de *C. gongonha* (Figura 2, imagem A). A mesma ornamentação cuticular foi observada em *C. paniculata* (Figura 2, imagem C). As folhas das duas espécies são hipostomáticas, e os estômatos são classificados como anomocíticos (Figura 2, imagens B e D).

**Figura 2** – Vista frontal da epiderme foliar em microscopia eletrônica de varredura das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*



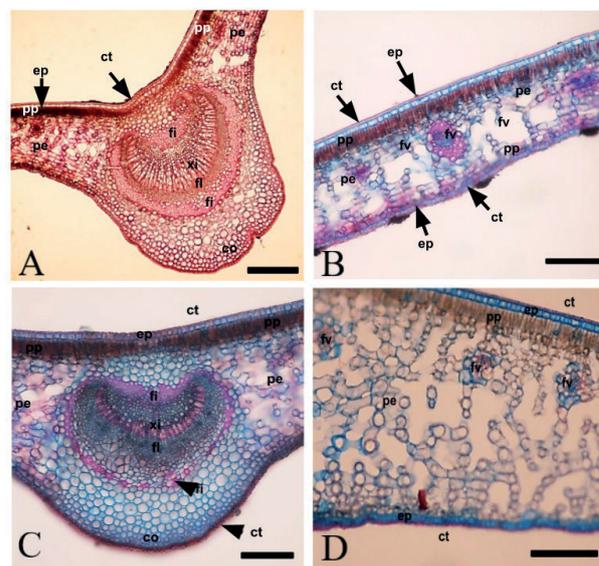
Legenda: A, B: *C. gongonha*; C, D: *C. paniculata*; A: face adaxial; B: face abaxial; C: face adaxial; D: face abaxial; ct: cutícula; es: estômato.

Nota: Barra= 50  $\mu$ m (A, C e D) 10  $\mu$ m (B).

Fonte: autoria própria

Na análise em microscópio óptico da secção transversal, foi realizada a observação da nervura central e do mesofilo. Observou-se a epiderme de *C. gongonha*, que se mostrou uniestratificada, com células isodiamétricas em ambas as faces, as quais são recobertas por cutícula e reagiram positivamente à reação com Sudam III para presença de compostos lipídicos (Figura 3, imagens A e B). Em *C. paniculata*, a epiderme também se mostrou uniestratificada, no entanto apresentou células isodiamétricas mais achatadas na face abaxial e retangulares na face adaxial (Figura 3, imagens C e D). Para as duas espécies, foram verificada, subjacente à epiderme, a ocorrência de 3 a 4 camadas de colênquima angular. As duas espécies apresentaram mesofilo dorsiventral formado por uma camada de parênquima paliçádico. Para a espécie *C. gongonha*, foram observados de 8 a 10 estratos que compõem o parênquima esponjoso, e, para *C. paniculata*, foram observados de 10 a 15 estratos na composição do parênquima esponjoso.

**Figura 3** – Secção transversal da nervura central e do mesofilo das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*



Legenda: A, B: *C. gongonha*. C, D: *C. paniculata*. A: Nervura central; B: detalhes do mesofilo; C: detalhes do feixe vascular; D: detalhes do colênquima; co: colênquima; ct: cutícula; ep: epiderme; fi: fibras; fl: floema; fv: feixe vascular; pe: parênquima esponjoso; pp: parênquima paliçádico; xi: xilema.

Nota: Barra = 100  $\mu$ m (A, B e C) 200  $\mu$ m (D).

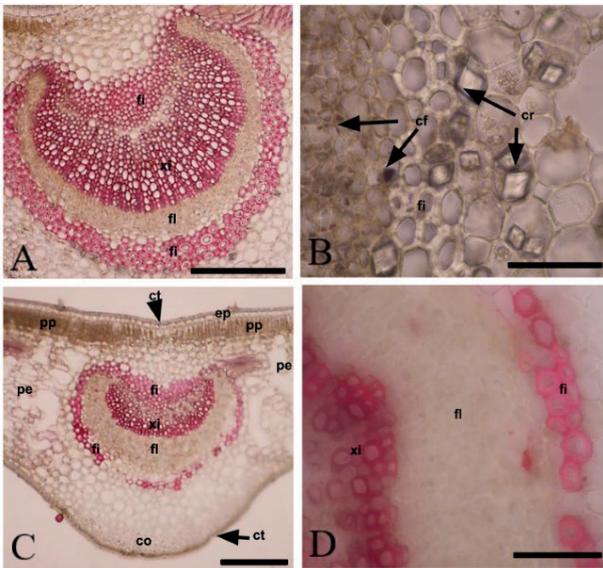
Fonte: autoria própria

A nervura central da espécie *C. gongonha* possui formato côncavo convexo, apresentando, no parênquima esponjoso, feixes vasculares colaterais de pequeno porte. Ainda foram observadas bainhas de fibras envolvendo todo o feixe vascular, que reagiram com floroglucina clorídrica, indicando a presença de lignina (Figura 4, imagem A). Foi observada, próxima à bainha de fibras, reação positiva para cloreto férrico, indicando a presença de compostos fenólicos, além da

presença de cristais prismáticos e drusas de oxalato de cálcio (Figura 4, imagem B).

A nervura central da espécie *C. paniculata* possui formato plano-convexo. A reação com floroglucina clorídrica também foi positiva para essa espécie, no entanto apresentou menor quantidade de fibras envolvendo o feixe vascular, principalmente na face abaxial. A espécie não apresentou cristais ou drusas de oxalato de cálcio próximos ao feixe vascular (Figura 4, imagens C e D).

**Figura 4** – Testes histoquímicos da região foliar das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*



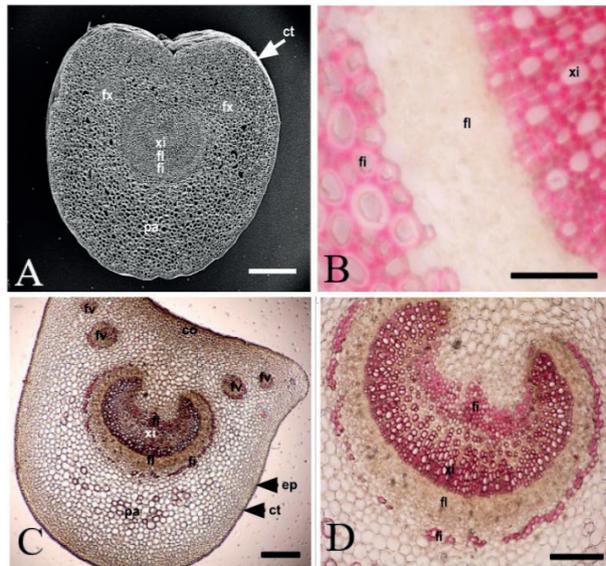
**Legenda:** A e B: *C. gongonha*; C e D: *C. paniculata*; A: detalhe do feixe vascular evidenciado com floroglucina clorídrica; B: discretas substâncias fenólicas evidenciadas por cloreto férrico e cristais de oxalato de cálcio; C: feixe vascular evidenciado com floroglucina clorídrica; D: detalhe do feixe vascular mostrando menor quantidade de fibras; cf: compostos fenólicos; ct: cutícula; ep: epiderme; fi: fibras; fl: floema; pe: parênquima esponjoso; pp: parênquima paliádico; xi: xilema.

**Nota:** Barra = 100µm (C), 200 µm (A, B e D).

Fonte: autoria própria

No corte transversal do pecíolo das duas espécies, se observou o mesmo padrão no formato levemente côncavo na face adaxial e convexo na abaxial para *C. gongonha*, e formato plano-convexo para *C. paniculata* (Figura 5, imagens A e C). As epidermes dos pecíolos de ambas as espécies são uniestratificadas e apresentam uma cutícula espessa que reagiu positivamente à pesquisa de compostos lipofílicos com o reativo Sudam III, da mesma forma que a folha (Figura 5, imagens A e C).

**Figura 5** – Secção transversal de pecíolo das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*



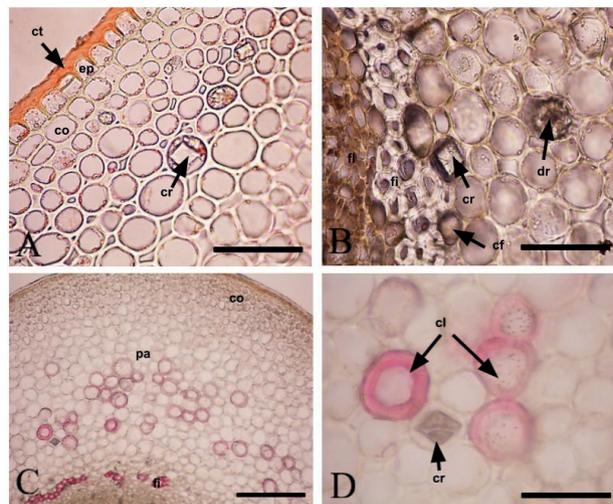
**Legenda:** A e B: *C. gongonha*; C e D: *C. paniculata*; A: visão geral do pecíolo em microscopia eletrônica de varredura (MEV); B: visão geral do pecíolo em microscopia óptica; C: feixe vascular evidenciado com floroglucina clorídrica; D: detalhes do feixe vascular; ep: epiderme; fi: fibras; fl: floema; pa: parênquima; xi: xilema.

**Nota:** Barra = 500µm (A), 100 µm (B) 200 µm C e D.

Fonte: autoria própria

O sistema vascular do pecíolo, em *C. gongonha*, é composto por um feixe único envolvido por bainha de fibra que reage positivamente à floroglucina clorídrica. Para a espécie *C. paniculata*, foi observada uma menor quantidade de fibras, assim como foi descrito para a nervura central. No entanto, algumas células lignificadas foram evidenciadas dispersas no parênquima (Figura 6, imagens C e D).

**Figura 6** – Testes histoquímicos do pecíolo das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*



**Legenda:** A e B: *C. gongonha*; C e D: *C. paniculata*. A: detalhe da cutícula evidenciada com Sudam III; B: cristais e drusas de oxalato

de cálcio e escassos compostos fenólicos próximos ao feixe vascular; C: parênquima e visão geral das células lignificadas; D: detalhe para as células lignificadas e cristal prismático; cf: composto fenólico; cl: célula lignificada; co: colênquima; cr: cristal; ct: cutícula; dr: drusa; ep: epiderme; fi: fibras; fl: floema; pa: parênquima.

Nota: Barra = 200µm.

Fonte: autoria própria

Próximos à bainha de fibras em *C. gongonha* ocorrem drusas e cristais prismáticos de oxalato de cálcio, os quais tiveram sua confirmação de composição com a

reação com ácido sulfúrico (Figura 6, imagem B). Em *C. paniculata*, escassos cristais de oxalato são observados e drusas são ausentes. Discretos idioblastos fenólicos foram evidenciados junto ao feixe vascular pela reação com cloreto férrico em ambas as espécies.

O detalhamento das características observadas, tanto através do microscópio óptico quanto da análise da microscopia eletrônica de varredura, para as espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*, foram consolidadas e apresentadas de forma sucinta e comparativa na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo das características observadas para *C. gongonha* e *C. paniculata*

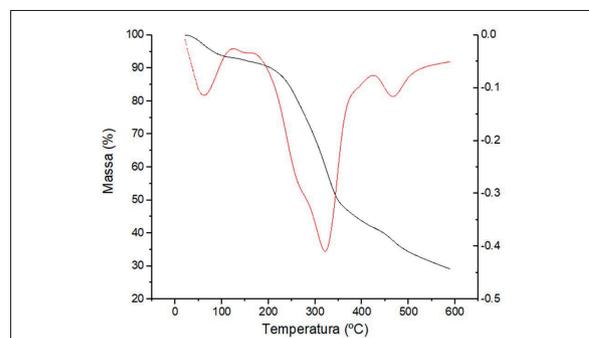
ESTRUTURAS	<i>C. gongonha</i>	<i>C. paniculata</i>
Células epidérmicas	ondulada	Reta, presença de drusas de oxalato de cálcio
Cutícula	estriada em ambas as faces	
Estômato	anomocíticos hipoestomático	
Epiderme	Uniestradificada, com células isodiamétricas	uniestrificada com células isodiamétricas retangulares (adaxial) achatadas (abaxial)
Colênquima angular	3 a 4 camadas	
Parênquima esponjoso	8 a 10 estratos	10 a 15 estratos
Nervura central	côncavo-convexo	plano-convexo
Bainha de fibras	Abundante, presença de cristais e drusas de oxalato de cálcio, compostos fenólicos	escasso
Pecíolo	côncavo-convexo	plano-convexo
Bainha de fibras do pecíolo	Abundante, presença de cristais e drusas de oxalato de cálcio, compostos fenólicos	Escasso, presença de células lignificadas dispersas, cristais de oxalato de cálcio, compostos fenólicos

Fonte: dados da pesquisa

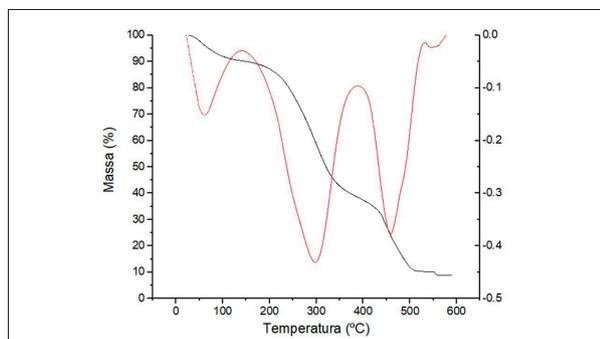
A cromatografia em camada delgada, realizada com o extrato bruto das folhas das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*, detectou a presença de esteroides triterpenos, flavonoides, taninos polifenóis e cumarinas. Não foi observada reação com o revelador Dragendorff, demonstrando a ausência de alcaloides para ambas as espécies. Esses achados complementam os resultados dos testes histoquímicos realizados com as folhas e os pecíolos das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*.

As curvas termogravimétricas TG/DTG descrevem a variação da massa (%) das folhas das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata* em relação ao tempo, em função da temperatura. Os perfis de degradação térmica das folhas de *C. gongonha* e *C. paniculata* apresentaram semelhanças com três perdas de massa e algumas diferenças nas temperaturas correspondentes aos picos máximos de degradação, Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Curvas de TG/TGA de folhas de *C. gongonha*.



Fonte: autoria própria

**Figura 8** – Curvas de TG/TGA de folhas de *C. paniculata*.

Fonte: autoria própria

No primeiro estágio, a perda de massa está relacionada com a saída de substâncias voláteis, como água e óleos essenciais, e foi observada uma menor perda de massa para *C. gongonha* (6,97%, 20-128 °C), em comparação com *C. paniculata* (9,26%, 20-139 °C). O segundo estágio de degradação está relacionado com a decomposição térmica dos metabólitos secundários, e as curvas apresentam perfis semelhantes, com uma perda de massa similar para *C. gongonha* (50,69 %, 128-424 °C), em comparação com *C. paniculata* (50,86%, 139-383 °C). O terceiro estágio de degradação está relacionado com a degradação do material carbonáceo, como os hidrocarbonetos, e foi observada uma perda menor de massa no evento de decomposição das folhas de *C. gongonha* (13,42%, 424-600 °C), em comparação com as folhas de *C. paniculata* (30,96%, 383-542 °C). Essa menor perda de massa proporcionou uma maior quantidade de resíduo final (29,2%) para *C. gongonha*, em comparação com *C. paniculata* (8,92%).

## DISCUSSÃO

A análise morfoanatômica representa uma ferramenta crucial para a identificação precisa de diversas espécies vegetais<sup>17</sup>. Ao investigar o perfil morfoanatômico de duas espécies do gênero *Citronella*, foram evidenciadas notáveis diferenças na morfologia das células epidérmicas, no número de estratos do parênquima esponjoso, no formato da nervura central e do pecíolo, e uma presença mais acentuada de células lignificadas na bainha de fibras que envolvem os feixes vasculares na *C. gongonha*, em contraste com a *C. paniculata*. No entanto, é essencial salientar que a descrição morfológica da *C. gongonha* revelou divergências no formato do pecíolo e da nervura central, conforme foi apresentado no estudo de Antunes *et al.*<sup>18</sup> (2023). Esses detalhes anatômicos e morfológicos ressaltam a diversidade intrínseca entre as espécies do gênero *Citronella*, destacando a importância de serem considerados múltiplos parâmetros morfoanatômicos para uma caracterização abrangente e precisa dessas plantas.

Os resultados obtidos por meio dos testes histológicos demonstraram, de maneira significativa, o

padrão característico de distribuição dos metabólitos secundários nos tecidos vegetais. No escopo deste estudo, merece destaque a observação de uma densidade celular superior de lignina, constituindo a bainha de fibras na espécie *C. gongonha*, quando comparada com *C. paniculata*. Esse achado corrobora a literatura existente, que associa a presença de lignina às propriedades antioxidantes encontradas em vegetais<sup>19,20</sup>. A identificação de um maior teor de células lignificadas na *C. gongonha* sugere uma possível relação entre essas substâncias e as propriedades antioxidantes específicas dessa espécie.

Além disso, na investigação cromatográfica para detecção dos grupos de metabólitos secundários, observou-se uma semelhança de perfil entre as espécies, corroborada pela análise térmica, que evidenciou um padrão de degradação no segundo estágio similar entre elas. Em um estudo metabólico detalhado do tecido foliar da *C. gongonha*, foram identificados derivados de flavonoides, polifenóis e terpenos, reforçando os resultados encontrados nesta pesquisa<sup>21,22</sup>. Os dados obtidos pelas técnicas morfológicas, histoquímicas e cromatográficas ampliam a compreensão da composição fitoquímica desses materiais vegetais, fornecendo *insights* valiosos para possíveis aplicações em áreas medicinais, nutricionais ou industriais.

As técnicas termogravimétricas desempenham um papel crucial no estrito controle de qualidade de produtos, tanto sintéticos quanto naturais, fornecendo informações valiosas sobre a estabilidade dos materiais em análise<sup>23,24</sup>. Neste estudo, ambas as espécies investigadas exibiram uma notável estabilidade térmica, até atingirem 139 °C. Tal estabilidade, até essa temperatura crítica, confere uma base confiável para processos de extração em altas temperaturas, garantindo a integridade e a eficiência dos procedimentos de extração. Além disso, foi possível caracterizar a porcentagem de umidade e o teor de cinzas entre as espécies, parâmetros de qualidade fundamentais na monitorização de fitoterápicos<sup>25</sup>.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo não apenas evidenciaram diferenças morfológicas entre as espécies, permitindo a identificação de *C. gongonha* e *C. paniculata*, mas também destacaram o perfil de degradação térmica como um fator distintivo. No entanto, a análise fitoquímica revelou um padrão similar de metabólitos secundários entre elas.

Esses achados, apresentados pela primeira vez na literatura científica, desempenham um papel crucial na caracterização das espécies *C. gongonha* e *C. paniculata*. Eles fornecem uma base sólida para estudos subsequentes, incentivando pesquisas complementares destinadas a explorar mais a fundo as potencialidades dessas duas espécies.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

## REFERÊNCIAS

1. Antunes KA, Monteiro LM, Almeida VP, Monchak IT, Pereira WH, Heiden G, et al. Authentication and Quality Control of the Brazilian Traditional Herb “Espinheira-Santa” (*Monteverdia ilicifolia*) by Morpho-Anatomy and Microscopy. *Microsc Microanal.* 2023 Oct 1;29(5):1809–21. doi: 10.1093/micmic/ozad098
2. Wesolowski M, Leyk E. Coupled and Simultaneous Thermal Analysis Techniques in the Study of Pharmaceuticals. *Pharmaceutics.* 2023 June;15(6):1596. doi: 10.3390/pharmaceutics15061596
3. González M, González VYP, López GE, Degen De ARL. Morfoanatomía foliar de *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae) “typycha hu”, utilizada como digestiva en la medicina popular paraguaya: *Rev Soc Científica Parag.* 2022 Sep 5;27(2):72–84. doi: 10.32480/rscp.2022.27.2.72
2. Amorim BS, Stefano RD. *Cardiopteridaceae* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro [Internet]. 2023 [citado 2023 nov 21]. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB78>
5. De Souza I, Blum C. Caracterização dendrológica das famílias Aquifoliaceae e Cardiopteridaceae em um remanescente de floresta ombrófila mista em Curitiba (PR). *Acta Biológica Catarin.* 2022 March 1;9:46. doi: 10.21726/abc.v9i1.1711
6. Viani RAG, Vieira AOS. Flora arbórea da bacia do rio Tibagi (Paraná, Brasil): *Celastrales* sensu Cronquist. *Acta Bot Bras.* 2007 jun;21:457–72. doi: 10.1590/S0102-33062007000200019
7. Dos Santos RAM, Martins KM. Controle de Qualidade de Drogas Vegetais *Matricaria recutita* L., *Peumus boldus* M. e *Pimpinella anisum* L., comercializadas nas farmácias de Maringá-PR. *J Biol Pharm Agric Manag* [Internet]. 2019 [citado 2023 dez 1]; 15(4):466–83. Disponível em: <https://revista.uepb.edu.br/BIOFARM/article/view/2174>.
8. Gonçalves CP, Marcucci MC, Storion AC. Técnicas Analíticas Hifenadas na Identificação de Marcadores Químicos e Adulterações em Produtos Naturais. *Rev Virtual Quím* [Internet]. 2020 Aug [citado 2023 dez 1];12(4). Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/3673>.
9. Johansen DA. *Plant microtechnique.* New York: McGraw-Hill; 1940. 523 p.
10. O’Brien TP, Feder N, McCully ME. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma.* 1964;59(2):368–73. doi: 10.1007/BF01248568
11. Foster AS. *Practical plant anatomy.* 2. ed. Princeton: D. Van Nostrand; 1949. 228 p.
12. Sasser JE. *Botanical microtechnique.* 2. ed. Ames: Iowa State College Press; 1951. 228 p.
13. Berlyn GP, Miksche JP. *Botanical Microtechnique and Cytochemistry.* Iowa State University Press; 1976. 390 p.
14. Haddad A. *Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às ciências biológicas.* Sociedade Brasileira de Microscopia; 1998. 179 p.
15. Wagner H, Blatt S. *Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas.* Springer Science & Business Media; 1996. 373 p.
16. Macêdo SKS, Lima KSB, Neto PJR, Rolim LA, Nunes XP. Caracterização farmacognóstica, térmica e morfológica das cascas e folhas de *Triplaris gardneriana* Wedd. *Braz J Dev.* 2020 Marc; 6(3):11904–15. doi: 10.34117/bjdv6n3-158
17. Passos J de L, Raymundo CEV. Uso da anatomia foliar no controle de qualidade do chá verde *Camellia sinensis* L. Kuntze. (Theaceae) [Internet]. 2022 [citado 2023 Dec 1]. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/53135>. doi: 10.32712/2446-4775.2022.1124
18. Antunes KA, Monteiro LM, Almeida VP de, Raman V, Manfron J. Comparative Anatomy of *Ilex paraguariensis* “Erva-Mate” and its Adulterant *Citronella gongonha* “Falso-Mate”. *Braz Arch Biol Technol.* 2023;66(spe):e23230040. doi: 10.1590/1678-4324-ssbfar-2023230040.
19. Kuntorini EM, Sari SG, Fariani R. The morphoanatomy, histochemistry, and phytochemistry of the leaves and fruits of *Rhodomyrtus tomentosa*. *Biodiversitas J Biol Divers* [Internet]. 2023 Jan 18 [cited 2023 Nov 23];24(1). Available from: <https://smujo.id/biodiv/article/view/12627>.
20. Aguiar NVV, Vieira MR, Matos AP, Forim RM. Extraction and Characterization of Lignin from Corn Straw (*Zea mays* L.). *Rev Virtual Quím.* 2020;12(6):1441–52. doi: 10.21577/1984-6835.20200113
21. Ali S, Badshah G, Ali U, Siddique Afridi M, Shamim A, Khan A, et al. Leaf tissue metabolomics fingerprinting of *Citronella gongonha* Mart. by 1H HR-MAS NMR. *Sci Rep.* 2022 Oct;12(1):17624. doi: 10.1038/s41598-022-22708-w
22. Damtoft S, Jensen SR, Thorsen J. Kingisidic acid and 8-epikingisidic acid from *Citronella gongonha*. *Phytochemistry.* 1993 March;32(4):1071–2. doi: 10.1016/0031-9422(93)85259-T
23. Pirsahab M, Seifi H, Dawi EA, Gholam T, Badraddin SQ, Ryadh A et al. Thermal analysis techniques in herbal medicine: a comprehensive review on unveiling integrity and quality for future perspectives. *J Anal Appl Pyrolysis.* 2023 Oct;175:106192. doi: 10.1016/j.jaap.2023.106192.
24. Ribeiro PT, Pedrosa T do N, Chaves FCM, Quintans-Júnior LJ, Araújo AA de S, Vasconcellos MC, et al. Physicochemical characterization and cosmetic applications of *Passiflora nitida* Kunth leaf extract. *Braz J Pharm Sci.* 2022 Sept;58:e19723. doi: 10.1590/s2175-97902022e19723
25. M’hamdi Z, Sabiri M, Elhourri M, Amechrouq A. Thermal analysis and determination of the heavy metal content of the plant *Urtica dioica* L. by atomic absorption spectroscopy. *Moroc J Chem.* 2023;11(1):11–50. doi: 10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v11i1.36577

Submetido em 11/12/2023

Aceito em 04/09/2024