



Artigo Original

## ANÁLISE MORFOLÓGICA FOLIAR POR DIAFANIZAÇÃO, MORFOMETRIA DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS, COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS ETANÓLICOS E ATIVIDADE HEMOLÍTICA EM *Sinningia elatior* (KUNTH) CHAITEMS (GESNERIACEAE)

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho<sup>1\*</sup>, Carlos Frederico de Souza Castro<sup>2</sup><sup>1</sup> Mestrando em Agroquímica pelo Instituto Federal Goiano, IF Goiano – Campus Rio Verde. Rodovia Sul Goiana – Km 1 – Zona Rural, 75901-970, Rio Verde, GO, Brasil.<sup>2</sup> Docente pelo Instituto Federal Goiano, IF Goiano – Campus Rio Verde. Rodovia Sul Goiana – Km 1 – Zona Rural, 75901-970, Rio Verde, GO, Brasil.\* Autor correspondente. E-mail: [astronomoamadorgoias@gmail.com](mailto:astronomoamadorgoias@gmail.com)

### INFO ARTICLE

Histórico do artigo

Recebido: 16 de maio de 2019

Aceito: 12 de setembro de 2019

Palavras-chaves:

*Sinningia elatior*  
Análise fitoquímica  
Cumarinas  
Alcaloides

### RESUMO

A presença de *Sinningia elatior* (Kunth) Chautems (Gesneriaceae) é citada pela primeira vez na flora da região Centro-Oeste em Goiás, Brasil. Foram realizadas coletas de plantas inteiras de *S. elatior* em área de mata de galeria. O material foi levado para o laboratório onde foi separado por órgão vegetativo (rizoma, galho, folha e flor). Foram realizadas análises de diafanização foliar, morfometria dos órgãos vegetais, o pólen foi avaliado por modelagem matemática em 3D e para os extratos, análises físico-química, fitoquímica e hemolítica. As plantas de *S. elatior* apresentaram em todos os órgãos superiores a presença tricomas tectores, com inervação até 5ª ordem, os estômatos são do tipo anisocíticos, para a fitoquímica, todas as classes de compostos foram positivas, exceto para resinas. Os extratos etanólicos de *S. elatior* demonstraram importante ação hemolítica no tempo máximo de 5 minutos. Os resultados obtidos neste estudo para *S. elatior* apresentaram importantes dados morfológicos, morfométricos para os órgãos aéreo e subterrâneo, e importantes classes de compostos fitoquímicos com importância nas indústrias agrícola, farmacêutica e alimentícia.

### 1. Introdução

O gênero *Sinningia* pertencente à família Gesneriaceae sendo encontradas em áreas neotropicais como a América do Sul, onde aproximadamente 70 espécies são descritas para esta família. Este gênero apresenta distribuição homogênea desde o sul do México até o norte da Argentina, apresentando um centro de diversidade no bioma de Mata Atlântica, apresentando hábito rupícola terrestre com tubérculos perenes ou com porção da haste basal produzindo rebentos com floração anual e ou inflorescências axilares terminais como flores melitófilas como observado em *Sinningia elatior* (Chautems et al. 2000, Perret et al. 2006, Ferreira et al. 2015).

*Sinningia elatior* conhecida popularmente por (brinco-de-princesa) foi incluída por Chautems (2000), em um cladograma de consenso restrito, a partir de análises de

DNA vegetal, estando incluída na tribo *Sinningieae*. Esta espécie é facilmente encontrada no domínio Cerrado, apresentando hábito herbáceo, terrestre e ou helofítico sendo encontradas em áreas de vegetação aberta, savanas próximas a matas de galeria, várzeas e vegetação de afloramento rochoso. Sua distribuição abrange os territórios da Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Peru, Paraguai, Uruguai e Venezuela (Ferreira et al., 2016).

Várias plantas do domínio Cerrado vêm sendo estudadas a cada ano quanto as suas atividades biológicas ligadas a fitoterapia, visto que, vários táxons apresentam numerosos compostos metabólitos secundários de importância não somente para o uso medicinal, mas também para uso agrícola no combate a insetos, nematoides e fungos em pequenas e grandes culturas, e no armazenamento de grãos. Vários extratos vegetais apresentam também uso biológico como moluscicida, tripanossomida, antibacteriano,

antifúngico e antiviral, e para as indústrias de alimentos como aditivos com excepcional atividade biológica ativa empregada como agentes antifúngicos, antibacterianos e como agentes antioxidantes, agindo contra os radicais livres como o oxigênio singleto e alguns quelatos de metais (Machado et al. 2007, Dequech et al. 2008, Andrade et al. 2018, Silva et al. 2018, Kobayashi & Amaral, 2018).

A espécie de *S. elatior* ainda não apresenta estudo morfológico por diafanização foliar e fitoquímico sobre os grupos de compostos químicos que compõem os órgãos aéreo e subterrâneo. Necessitando assim de estudos para verificação da espécie com base em análise morfológica foliar, bem como dos grupos químicos de grande importância para as indústrias de insumos agrícolas, biológicos, farmacêuticos e alimentícios. De acordo com Ribeiro et al. (2017) uma correta identificação por meios de chaves dicotômicas, análise morfológica foliar por diafanização e por sequenciamento do DNA, são os meios mais utilizados e confiáveis para uma correta identificação vegetal, onde muitas das espécies que apresentam consideráveis compostos fitoquímicos são valorizadas na fitoterapia popular.

Este estudo visou avaliar as características morfológicas por diafanização foliar, morfometria dos órgãos vegetativos aéreos e subterrâneo, avaliar a composição fitoquímica dos extratos etanólicos e determinar a ação hemolítica em *Sinningia elatior* (Kunth) Chautems.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Coleta e identificação da espécie

Foram coletados 30 indivíduos de *Sinningia elatior* em uma área de mata de galeria localizada no município de Rio Verde - GO, Brasil, nas seguintes coordenadas geográficas: 17°43'06.8"S 50°53'09.4"W. A coleta foi realizada no mês de abril de 2019 entre as 7e 9 h no período diurno, com auxílio de uma enxada para retirada das plantas. O material foi encaminhado para o laboratório de Química Tecnológica em saco plástico, onde foram lavadas em água corrente e deixadas sobre folhas de papel toalha para retirada do excesso de água. A espécie de *S. elatior* foi identificada gentilmente pelo Botânico Dr<sup>o</sup>. Alain Chautems. Uma exsicata foi herborizada e depositada no Herbário do IF Goiano, Campus Rio Verde com a seguinte identificação HRV 1115.

### 2.2 Imagens da espécie em ambiente natural

Ainda no campo, foram realizadas fotos da espécie vegetal em ambiente natural utilizando câmera digital Eos Rebel T6.

### 2.3 Diafanização foliar

A técnica de diafanização foliar seguiu conforme descrito por Fonsêca et al. (2006) com adaptações. Cerca de 30 folhas foram estocadas em 150 mL em uma solução hidroetanólica 70% (m/v), acrescida com 15 mL de detergente líquido comercial (lava-louças). A solução foi mantida até que os pigmentos naturais fossem parcialmente ou completamente removidos das folhas em um período de 20 a 60 dias. Logo em seguida, as folhas foram lavadas em água destilada até completa remoção do fixador/detergente. O material vegetal foi transferido para uma bandeja de polietileno de alta densidade - PEAD. Em seguida, foram imersas em 100 mL de solução aquosa de hidróxido de sódio a 5% (m/v). O material foliar permaneceu em descanso por 12 horas (sem agitação). Logo após, o material foliar foi lavado exaustivamente com água destilada. Em seguida, as amostras foliares foram depositadas novamente na bandeja e

adicionado uma solução aquosa de hipoclorito de sódio a 5% (v/v). O material permaneceu em descanso por 32 horas até completo branqueamento.

Após este período, o material foliar foi lavado cuidadosamente com água destilada, e em seguida, desidratado em uma série crescente de concentrações hidroetanólicas (10, 30, 50, 70, 95%). Para cada solução, o material permaneceu em descanso por 1 hora. Em seguida, o material foliar foi corado separadamente, 15 folhas para cada corante. O processo de coloração foi realizado imergindo as folhas por 30 minutos na solução de corante. Os seguintes corantes foram utilizados, solução aquosa de azul de toluidina 1% (m/v) e solução de fucsina básica fenólica (pura). Em seguida, o excesso de corante foi retirado com solução hidroetanólica 70%. O material foi diferenciado em acetato de etila (P.A - ACS), por 12 horas em geladeira a 8 °C. Após este período, o material foliar foi novamente lavado em solução hidroetanólica 70%. As folhas diafanizadas foram mantidas sobre folhas de papel toalha para retirada do excesso de líquido. Em seguida, foram imersas em glicerina líquida (P.A - ACS).

### 2.4 Análise morfológica e descrição foliar

Cada limbo foliar diafanizado, foi escaneado em impressora HP Photosmart C4480, nas faces abaxial e adaxial. As micrografias foram realizadas em microscópio óptico com câmera acoplada (Digilab, Mod. DI-136T, Mod. DI-5.0 HD) em diferentes níveis, folha completa e porções menores. Os escaneamentos e as fotomicrografias foram tratadas digitalmente com auxílio do software ImageJ (versão livre, 2019). Para descrição e classificação dos padrões de nervação, foi utilizado Manual of Leaf Architecture (1999), bem como material proposto por Hickey (1973).

### 2.5 Modelagem em 3D do grão de pólen

Foram realizadas micrografias do grão de pólen utilizando microscópio óptico com câmera digital acoplada (Digilab, Mod. DI-136T, Mod. DI-5.0 HD). A partir das micrografias, foram realizadas imagens por modelagem matemática em 3D utilizando o software ImageJ para caracterização da área superficial do grão.

### 2.6 Preparo dos extratos

Os extratos etanólicos foram preparados utilizando alíquotas de 300 g *in natura* de cada órgão vegetal em 200 mL de álcool etílico 95% (P.A- ACS). O material biológico inicialmente foi triturado em processador doméstico e em seguida, macerado por 20 dias em frasco âmbar mantidos em local fresco e protegido da luz. Após a maceração, os extratos brutos foram filtrados em papel de filtro quantitativo faixa azul, sendo então evaporados em evaporador rotativo com pressão negativa e em seguida, liofilizados. Os extratos foram armazenados em frascos âmbar mantidos sob refrigeração a - 8 °C até análises.

### 2.7 Características organolépticas, físico-químicas e fitoquímicas

As características organolépticas para cor, odor e aparência, foram realizadas pelos testes visual e odorífero; o pH foi verificado utilizando 50 mL do extrato etanólico, a análise foi realizada em pHmetro digital de bancada (Luca, Mod. 210P); a densidade do extrato etanólico foi verificada pelo teste de proveta conforme descrito por Gaitén et al. (2018).

Os testes fitoquímicos foram determinados qualitativamente para alcaloides, flavonoides, cumarinas,

antraquinonas, compostos fenólicos, triterpenóides, esteroides, saponinas espumílicas e hemolíticas, glicosídeos cardíacos, açúcares redutores e não redutores conforme descrito por Marín et al. (2018), taninos e resinas conforme descrito por Brito et al. (2008). Foi utilizado teste de cruzes para determinação da intensidade da reação onde (-) negativa, (+) fraco positivo, (++) moderado positivo e (+++) fortepositivo conforme descrito por Vieira e Orlanda (2018).

## 2.8 Determinação da ação hemolítica

Para determinação da ação hemolítica dos extratos, foi realizada uma suspensão de hemácias a 5% em solução salina a 0,85%. Alíquotas com 1 mL da suspensão, foram transferidas para tubos de ensaios acrescidos com 500  $\mu$ L do extrato etanólico. A reação ocorreu por tempo pré-determinado de 5 minutos. Alíquotas de 100  $\mu$ L foram coletadas e transferidas para lâminas de microscopia em seguida, foram cobertas com lamínula e observadas em

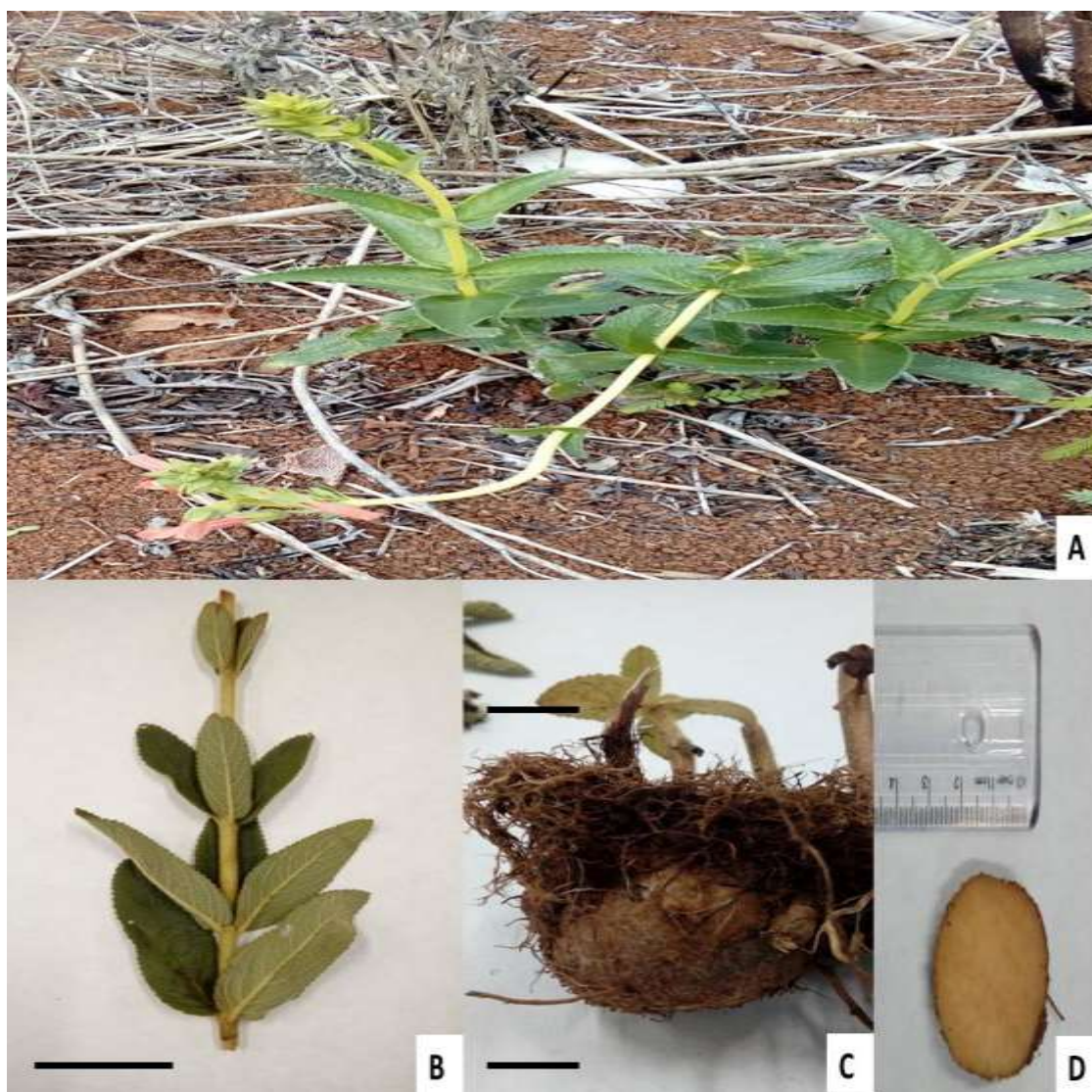
microscópio óptico com câmera digital acoplada (Digilab, Mod. DI-136T, Mod. DI-5.0 HD). Como controle negativo, foi utilizado 1 mL da solução salina 0,85% e 1 mL da solução da suspensão de hemácias a 5% e 1 mL de etanol 95%. Micrografias foram realizadas no tempo pré-determinado para a observação da reação de hemólise nos eritrócitos conforme descrito por Manetti et al. (2010) adaptado.

## 2.9 Análise estatística

Para a análise estatística, foi realizada média geométrica das triplicatas como dado central, seguido de ( $\pm$ ) desvio padrão da média.

## 3. Resultados e discussão

Na Figura 1 está apresentado um exemplar de *Sinningia elatior* em ambiente natural de mata de galeria.



**Figura 1.** Em (A) exemplar de *Sinningia elatior* em ambiente natural, em (B) parte morfológica aérea, em (C) rizoma e em (D) rizoma em corte transversal. Barras = (A e B) 45 e 30 cm e em (C e D) 6 e 4 cm. Fotos da pesquisa.

Na Figura 1 prancha (A), observa-se um exemplar da espécie *S. elatior* em ambiente natural em uma área de Cerrado, apresentando hábito terrícola sendo encontrada habitando em áreas de várzea com afloramentos rochosos e em mata de galeria. Os resultados obtidos neste estudo,

corroboram com os apresentados por Ferreira et al. (2016), Araújo et al. (2015) e Chautems et al. (2000), os pesquisadores descrevem os mesmos habitats para esta, dentre outras espécies do gênero *Sinningia* habitando áreas de montanha, floresta fechada, dunas abertas, savanas,



pântanos e turfeiras. Ainda na Figura 1 prancha (A) pode ser observada os órgãos aéreos apresentando ráncimo terminal peduncular, com média entre 1 a 3 flores por axila. O caule é do tipo pubescente, herbáceo, anual, sem ramificação, apresentando folhas opostas ou (3) verticiladas, isófilas com pecíolo concolor entre 1,5-4,5 cm de comprimento. O período de florescimento avaliado neste estudo compreende plantas floridas entre os meses de janeiro a maio de 2019. Hinoshita (2017) descreve para o período de floração de *S. elatior* no estado do Paraná, Brasil, período entre novembro a março.

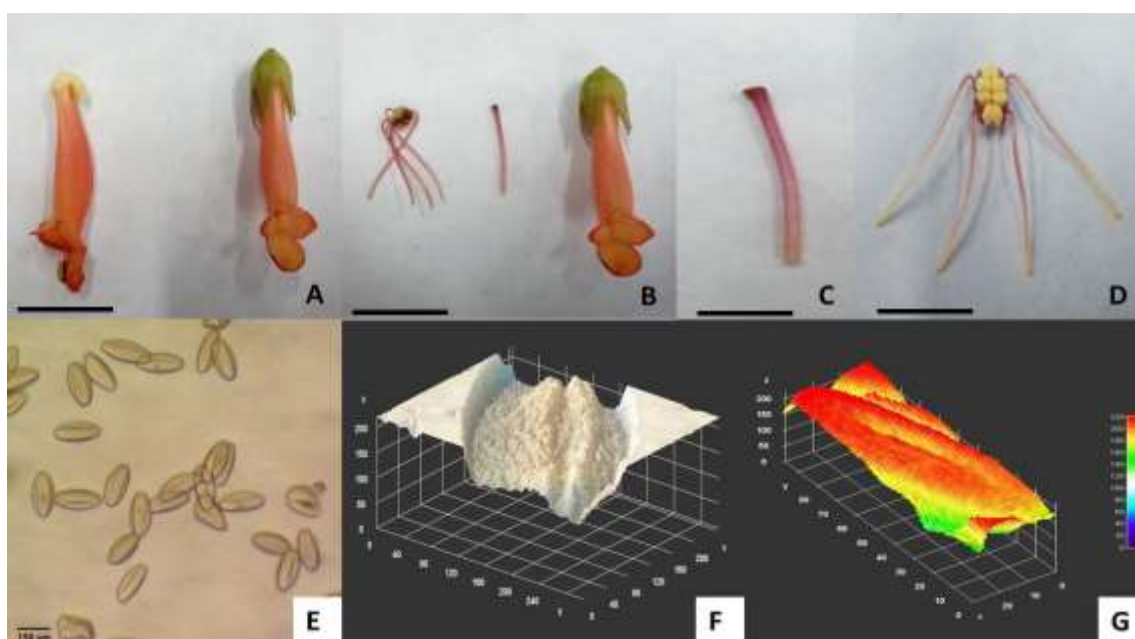
Ainda na Figura 1 pranchas (B, C e D) estão apresentadas análises morfológicas dos órgãos aéreos (galho, pecíolos e folhas) e do órgão subterrâneo (rizoma ou tubérculo) de *S. elatior*. As folhas são suculentas, entre 2-3-verticiladas, não peltadas, sésseis ou pecioladas, lanceoladas, estreitamente elípticas a elípticas, ápice agudo, base aguda a obtusa, margem foliar crenada, face abaxial pubescente com tricomas tectores e coloração verde claro, face adaxial de coloração verde escuro, tomentosa com tricomas tectores multicelulares Figura 1, pranchas (A e B).

O mesmo padrão foi observado por Araújo et al. (2005) avaliando *S. elatior* em uma área da cadeia do espinhaço no estado de Minas Gerais, Brasil. O tubérculo é

outra característica similar do gênero *Sinningia* podendo ocorrer também numerosas raízes com característica fibrosa como descrito por Chautems et al. (2000). Neste estudo, foi verificada a presença de (1) grande tubérculo (rizoma) de coloração marrom claro e numerosas raízes no lobo superior do rizoma Figura 1 prancha (C). Os tubérculos apresentam comprimento entre 4-8 cm. Na Figura 1 prancha (D) está apresentado um corte transversal do rizoma mostrando o seu interior composto por tecido moderadamente denso e de composição amilácea, avaliada pelo teste qualitativo de iodo em todos os indivíduos avaliados. Em estudo realizado por Verdan (2011) a pesquisadora avaliou a espécie *S. aggregata* onde também verificou a presença de (1) grande tubérculo.

Os indivíduos de *S. elatior* neste estudo, apresentaram tamanho médio de 28,80 cm, mínimo de 6,70 e máximo de 90,88 cm. As folhas do bordo superior apresentaram média de comprimento de 4,37 cm, com diâmetro médio de 1,31 cm, e para o bordo inferior média de comprimento de 9,08 cm, e de diâmetro com 3,11 cm.

Na Figura 2 estão apresentados à morfologia da flor completa, dos órgãos de reprodução masculino e feminino, micrografia dos grãos de pólen e da análise morfológica por modelagem matemática em 3D do grão de pólen de *S. elatior*.



**Figura 2.** Órgão de reprodução. Em (A) flor completa, em (B) órgão masculino, feminino e flor, em (C) órgão feminino, em (D) órgão masculino em ampliação. Em (E) micrografia dos grãos de pólen em vista equatorial, e em (F e G) análise morfológica superficial por modelagem matemática em 3D do grão de pólen de *Sinningia elatior*. Barras: Em (A) = 5 cm, em (B e C) = 3,37 cm, em (E) = 150 µm, e em (F e G) 200 µm. Fotos e micrografias da pesquisa.

Na Figura 2, pranchas (A e B) flor vista em plano lateral-frontal sem o lóbulo do cálice e frontal sem os órgãos reprodutivos, na prancha (C) porção basal do tubo da corola, na prancha (D) anteras em plano frontal apresentando quatro pares repletos de grãos de pólen em cor amarela. Ainda na Figura 2, prancha (E) micrografia dos grãos de pólen, e nas pranchas (F e G) imagem em D3 a partir do modelo matemático da estrutura morfológica superficial do grão de pólen de *S. elatior*.

As flores de *S. elatior* apresentam brácteas mais curtas que as flores, Figura 2 pranchas (A e B), sendo cimeira com (1) flor por axila de bráctea verticilada, pedúnculo ausente, lanceoladas a lineares; lacínias, adpressas, margem inteira, do tipo cartácea, apresentando coloração verde claro, pubescente, apresentam corola do tipo tubular, alongada, alargada na base, com coloração entre o vermelho ao laranja, os lobos são redondos a elípticos, eretos, desiguais, o lobo

superior apresenta detalhe de uma pequena gálea; os estames são inclusos sob a gálea, filetes alvos de coloração amarelo claro, anteras unidas em formato de disco, o ovário é semi-ífero, cônico, pubescente de coloração avermelhada apresentando pilos em toda sua extensão. A face externa da flor é do tipo tomentosa. Em ambas as faces, externa e internamente apresentam tricomas tectores multicelulares, com média de comprimento de 3,37 cm, com diâmetro frontal de 0,56 cm. As flores apresentam 4 pares de anteras e apenas (1) estigma com proporção de tamanho superior as anteras; as anteras apresentam média em diâmetro de 0,33 cm, e média de comprimento de 0,33 cm; o estigma apresenta comprimento médio de 2,51 cm. Os mesmos padrões foram observados por Hinoshita (2017) avaliando a mesma espécie de *Sinningia* no estado do Paraná - PR, Brasil.

O uso combinado da técnica de microscopia óptica com a técnica de imageamento superficial por modelagem

matemática em 3D apresentou resultados importantes para a análise morfológica do grão de pólen. Na Figura 2 pranchas (F e G) pode-se observar a proeminência da área superficial do grão de pólen tanto para uma avaliação descritiva, quanto para a homogeneidade da forma do grão, que apresentou diferenças morfológicas visuais e características peculiares para o tipo de pólen do gênero *Sinningia*. Esta técnica permitiu detalhes da arquitetura superficial do pólen, sendo uma excelente ferramenta digital para microscopia óptica no estudo da morfo-taxonomia.

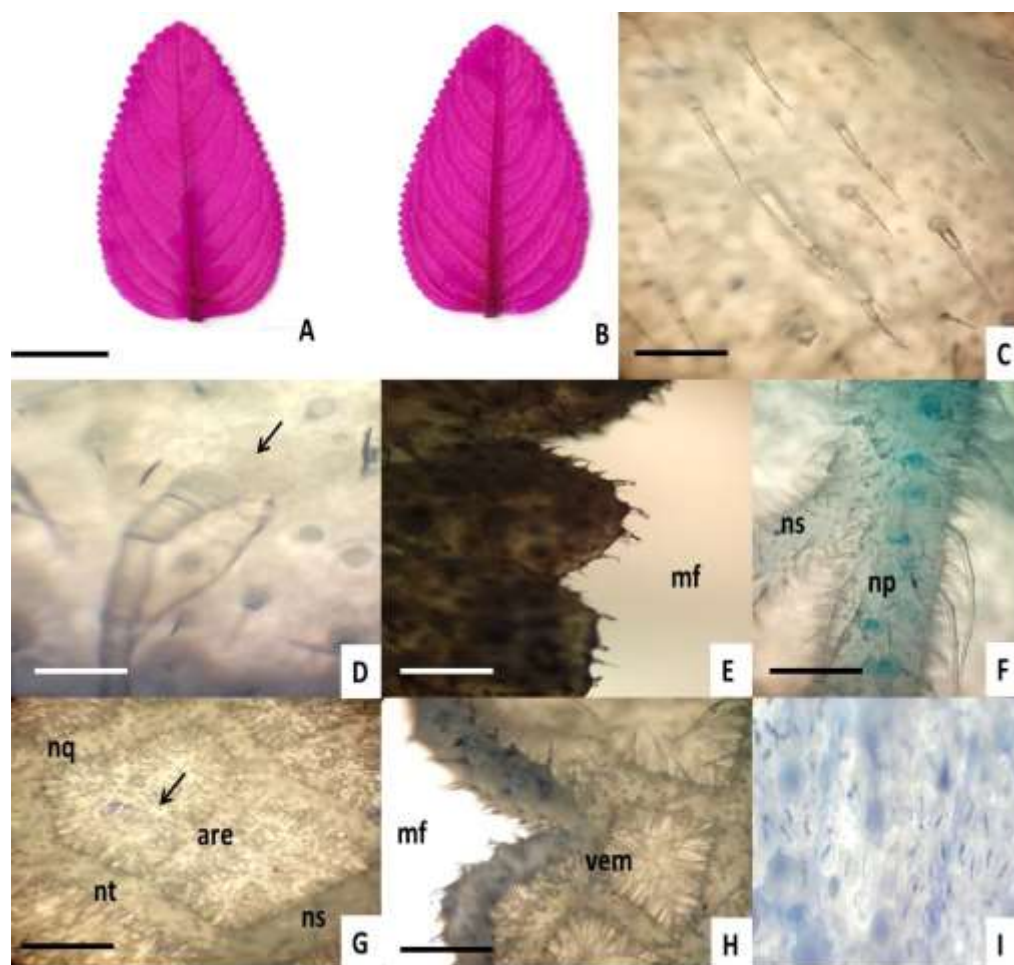
As flores de *S. elatior* neste estudo, não apresentaram aroma. Sendo coletado entre as primeiras horas da manhã (7-8 h) e no crepúsculo (18-19 h), o que corrobora com a presença apenas de tricomas tectores. Já Stefanello et al. (2005) avaliaram a espécie *Sinningia aggregata* onde obtiveram aroma intenso, esse aroma advém do óleo essencial das flores produzidas quase que exclusivamente por tricomas glandulares.

Os óleos essenciais são compostos químicos atribuídos ao metabolismo secundário dos vegetais, sendo produzidos naturalmente como processo fisiológico. Os óleos essenciais apresentam como função de nas flores, atrair insetos polinizadores. Conforme Perret et al. (2001) a tribo Sinningieae onde algumas espécies produzem óleos

essenciais. Esta característica é importante para perpetuação da espécie no ambiente, visto que, a maioria das espécies de *Sinningia* é polinizada por beija-flores ou abelhas do gênero *apis*, sendo o fator determinante a morfologia floral. Os óleos essenciais não são comuns para o gênero *Sinningia*, onde foram identificados apenas nas espécies de *Sinningia aggregata*, *Sinningia harleyi* e *Sinningia valsuganensis* (Chautems, 1991, Stefanello et al. 2005).

Os grãos de pólen apresentaram tamanho médio de 150 µm, são do tipo mônade, médio, bilateralmente simétrico, isopolar, âmbito elíptico, contorno meridional elipsoidal, oblato, monosulcado e semi lobado Figura 2, prancha (E) em vista equatorial (Cassino & Meyer, 2011). Radaeski et al. (2014) avaliaram o grão de pólen de *Sinningia* sp. Nees, o descrevendo como mônade, pequeno, âmbito subtriangular, subprolato, tricolporado, colpos com margo e endoabertura com espessamento, com ornamentação reticulada. Já Gasparino et al. (2014) encontraram para o pólen de *Sinningia allagophylla* morfologia prolata, âmbito circular-lobado, 3 aberturas cólporos longos, estreitos, com margem, endoabertura lolongadas.

Na Figura 3 está apresentada a morfologia foliar por diafanização e as estruturas vegetais que compõem ambas as faces do limbo foliar de *S. elatior*.



**Figura 3.** Morfologia foliar por diafanização de *Sinningia elatior*. Em (A e B) face adaxial e abaxial, corada com fucsina básica fenólica, em (C) face adaxial demonstrando tricomas tectores pluricelular, e em (D) seta, células da base do tricoma tector, em (E) margem adaxial foliar (mf), em (F) face adaxial demonstrando nervura principal (np) e nervura secundária (ns), em (G) face abaxial foliar, apresentando uma aréola (are), nervura secundária (ns), nervura terciária (nt), nervura quaternária (nq) e seta vênula bifurcada, em (H) face abaxial da margem foliar, mostrando a vênula marginal (vem) e margem foliar (mf) e em (I) numerosos estômatos na face abaxial. Barras: (A e B) = 9 cm, (C) = 90 µm, (D) 100 µm, (E) 70 µm, (F) 100 µm, (G) 150 µm, (H) 95 µm e em (I) 200 µm. Fotos e micrografias da pesquisa.

Na Figura 3 pranchas (A e B) estão apresentadas as faces adaxial e abaxial pelo método de diafanização com

fucsina básica fenólica. Na face abaxial a proeminência é mais acentuada, e digitada na face adaxial. Observa-se na imagem

prancha (A) apenas (1) nervação (1ª) do tipo pinada, nervações (2ª(s)) entorno de 10-12, do tipo broquidódroma fraca, veias agróficas simples, espaçamento entre as nervuras secundárias do tipo irregular, ângulo das nervuras secundárias, (1) par basal agudo, nervuras secundária interseccionadas do tipo forte, a categoria de nervação (3ª) é do tipo alternada percorrente, com curso do tipo sinuoso, nervuras (4ª(s)) do tipo alternado percorrente, e nervura (5ª) poligonal reticulada regular. Na Figura 3 prancha (C) apresenta numerosos tricomas tectores multicelulares na face superficial abaxial, apresentando entre 2-6 células, com extremidade afinada e, em entre 14-16 células basais expandidas formando um pedestal. Na prancha (D) área superficial foliar face adaxial, pode ser observado células da base do tricoma tector com formato retangular, na prancha (E) margem foliar face abaxial apresentando tricomas tectores. Na prancha (F) face abaxial, apresenta nervuras de primeira e segunda ordem, com face superficial irregular devido aos tricomas tectores apresentando diversidade de tamanhos. Na prancha (G) face abaxial observa-se uma aréola completa (are), na (seta) uma vênula bifurcada, uma nervura secundária (ns), uma terciária (nt) e uma nervura quaternária (nq), a espécie de *S. elatior* apresenta nervuras de até (5ª) ordem.

As células epidérmicas do órgão foliar em ambas as faces são do tipo poligonal com paredes anticliniais retas. Ainda na Figura 3 prancha (H) face abaxial na margem foliar (mf) mostrando a vênula marginal (vem), recurvada formando loops, e na prancha (I) grupos numerosos de estômatos anomocíticos, observados apenas na face abaxial foliar. Estômatos fundidos nas nervuras não foram observados neste estudo. As aréolas são do tipo completa, ocorrendo em campos orientados, e F.E.V.S com (1) bifurcação.

Os tricomas tectores multicelulares estão presentes em todos os órgãos aéreos de *S. elatior* como observado neste estudo. Os tricomas também estão presentes em *Sinningia macrostachya* descrita por Grell e Brussa (2005). Não foram relatados tricomas glandulares em nenhum órgão superior, o mesmo também não foi observado no interior da flor. Estudo realizado por Chautems (1993) avaliando a espécie de *Sinningia aggregata*, encontrou tricomas glandulares nas partes aéreas.

Para as propriedades organolépticas, todos os extratos etanólicos apresentaram aroma característico. Para cor, foram observados tons visuais de amarelo citrino escuro, verde claro, verde escuro e castanho avermelhado para rizoma, galho, folha e flor respectivamente para *S. elatior*. Para aparência, os extratos do rizoma, galho e flor apresentaram ser translúcidos, e para o extrato foliar fortemente turvo.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das análises de fitoquímica e físico-química pH e densidade dos extratos etanólicos do rizoma, galhos, folha e flor de *S. elatior*.

Há poucos estudos que apresentam a constituição química do gênero *Sinningia* dentre eles, Jensen (1996) e Harbone (1966). Para a espécie de *S. elatior* este é o primeiro relato para análises fitoquímicas de extratos etanólicos. Com estes resultados apresentados na Tabela 1, pode-se inferir que os extratos etanólicos de *S. elatior* que apresentaram inúmeras classes de compostos químicos de importância para a indústria farmacêutica na produção de medicamentos, para a indústria agrícola no desenvolvimento de moluscidas, inseticidas e fungicidas, bem como para a indústria de alimentos que buscam novos bioaditivos com atividades fitoquímicas importantes que auxiliam na qualidade dos produtos.

**Tabela 1.** Parâmetros fitoquímicos e físico-químicos dos extratos etanólicos do rizoma, galho, folha e flor de *Sinningia elatior*.

Teste	EEERSE	EEGSE	EEFSE	EEFLoSE
<b>Glicosídeos cardíacos</b>				
Reativo de Keed	-	-	-	-
Reativo de Keller-Killiani	+	+	+++	+
Reativo de Baljet	-	-	-	-
Reativo de Raymond-Marthoud	+++	+++	+++	+++
<b>Alcaloides</b>				
Reativo de Libermann-Bouchardat	+++	++	+	+++
Reativo de Wagner	+++	++	+	+++
Reativo de Mayer	+	+	+++	+
<b>Ácidos Orgânicos</b>				
Reativo de Pascová	++	-	-	++
<b>Açúcares redutores</b>				
Reativo de Fehling	+	+	-	++
<b>Açúcares não redutores</b>				
Fehling + HCl	-	-	++	-
<b>Cumarinas</b>				
Luz UV 254 e 365 nm	+++	+++	+	++
<b>Saponinas</b>				
Espumídica	-	-	-	-
Hemolítica	+++	+++	+++	+++
<b>Polissacarídeos</b>				
Reativo Lugol	+++	-	-	-
<b>Fenóis</b>				
FeCl <sub>3</sub>	+++	+++	+++	+++
<b>Taninos</b>				
FeCl <sub>3</sub>	Vr	Vr	Vr	Vr
<b>Flavonoides</b>				
Pb(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	-	+++	+++	++
<b>Purinas</b>	+++	+++	-	+++
<b>Catequinas</b>				
<b>Derivados</b>	de	+++	+++	+++
<b>Benzoquinonas</b>				
<b>Depsídeos</b>	e	+++	+++	+++
<b>depsidonas</b>				
<b>Esteroides</b>	e	+	++	+++
<b>triterpenóides</b>				
<b>Sesquiterpenolactonas</b>		+	-	-
<b>Antraquinonas</b>	++	-	-	-
<b>Resinas</b>	-	-	-	-
<b>Densidade (g/mL<sup>-1</sup>)</b>	0,89786	0,86236	0,88643	0,89967
<b>pH</b>	5,84 ± 0,03	6,14 ± 0,05	6,51 ± 0,02	6,68 ± 0,01

EEERSE = Extrato Etanólico Rizoma *Sinningia elatior*; EEGSE = Extrato Etanólico Galho *Sinningia elatior*; EEFSE = Extrato Etanólico Folha *Sinningia elatior*; EEFLoSE = Extrato Etanólico Flor *Sinningia elatior*. (-) negativo, (+) positivo fraco, (++) positivo moderado e (+++) positivo forte. Vr = Verde (taninos condensados). Dados da pesquisa.

Os compostos das classes de glicosídeos cardíacos apresentaram resultados positivos em ambos os reativos de Keller-Killiani e Raymond-Marthoud e negativo nos reativos de Kedde e Baljet. Os glicosídeos são encontrados em dois grupos, o primeiro composto por cadeia com 23 carbonos com anel lactônico insaturado, ligado ao C-17 pentacíclico. São conhecidos por cardenolídeos e o segundo grupo, apresentando 24 carbonos, hexacíclicos conhecidos por bufadienolídeos. Estes compostos apresentam importante ação cardíaca, agindo diretamente no músculo do miocárdio no tratamento da insuficiência cardíaca (Menezes Filho & Castro, 2019). O grupo dos alcaloides também apresentaram resultados positivos para todos os extratos etanólicos avaliados, em especial para os extratos de rizoma, folha e flor de *S. elatior*. Compostos alcaloides apresentam atividades broncodilatadora (Oghale & Idu, 2016), antitumoral e abirritação (Luo et al., 2019).

Os ácidos orgânicos apresentaram resultados positivos apenas para os extratos do rizoma e das flores de *S. elatior*. De acordo com Menezes Filho e Castro (2019), os



ácidos orgânicos agem como bacteriostáticos no grupo de bactérias gram-negativas e também como fungicidas devido ao baixo pH. Os açúcares da classe redutora foram positivos para os extratos do rizoma, galho e flor de *S. elatior*. Já o extrato da folha de *S. elatior*, apresentou resultado positivo para açúcares não redutores. A glicose e frutose são os açúcares redutores mais conhecidos, a glicose atua diretamente no sistema nervoso central suprimindo o sistema com energia e também apresenta ação gástrica. Já a frutose atua como fonte energética para a manutenção do sistema músculo esquelético nas contrações (Menezes Filho & Castro, 2019).

Os compostos cumarínicos foram positivos para todos os extratos etanólicos, com maior intensidade para os extratos etanólicos do rizoma e galho. As cumarinas apresentam importante atividade farmacológica como anticoagulante no tecido hematopoiético, como vasodilatadora, analgésica e antipirética (Menezes Filho et al., 2018). Os compostos cumarínicos são um grupo derivado do ácido cinâmico por ciclização de cadeia lateral do ácido *o*-cumárico, possuindo isômeros naturais conhecidos por cromonas (5*H*-1-benzopirano-5-onas) (Menezes Filho & Castro, 2019). Para esta classe de compostos, os extratos etanólicos de *S. elatior* apresentaram bons como possíveis novas fontes de estudos farmacológicos.

Já para saponinas espumíferas todos os extratos etanólicos apresentaram resultados negativos. Entretanto, para saponinas hemolíticas todos os extratos apresentaram forte atividade detectada pelo teste de cruces e pela análise de hemólise Figura 4, pranchas (B, C, D e E). As saponinas apresentam importantes ações farmacológicas como hemolítica, antiviral, anti-inflamatória, na redução da falha congestiva cardíaca, e também agindo diretamente na bomba de sódio/potássio (Menezes Filho & Castro, 2019).

Os polissacarídeos foram positivos apenas para o extrato etanólico do rizoma. Um segundo teste para investigação de amido foi realizado no rizoma *in natura* com reativo de lugol o qual foi positivo e confirmatório para amido. Os polissacarídeos mais conhecidos são o amido e as mucilagens apresentando ação expectorante ou como possível novo produto com característica amilácea para a indústria de alimentos (Menezes Filho et al., 2018). Trabalhos futuros deverão ser feitos avaliando os rizomas como possível fonte de amido para alimentos e também aplicados na elaboração de biofilmes a base de amido nativo.

Os compostos fenólicos apresentaram resultados positivos para todos os extratos etanólicos de *S. elatior*. Vários estudos apresentam a classe dos compostos fenólicos como importantes compostos sobre a atividade alelopática, inibindo o crescimento ou mesmo a germinação de outras espécies no mesmo ambiente (Fiorenza et al., 2016), como agente antioxidante e anti-inflamatório (Okwu, 2004, Sinmisola et al. 2019).

Já para as classes de taninos, todas as amostras apresentaram resultados positivos, entretanto apenas foram observados os grupos de taninos condensados. Os taninos possuem ações biológicas agindo como antioxidante, hipocolesterolêmico e antitumoral (Menezes Filho et al., 2018). A classe de compostos flavonólicos foram observados em todos os extratos etanólicos, exceto para o extrato do rizoma de *S. elatior*. A distribuição de compostos do grupo dos flavonóides foi relatada com a presença de antocianidinas nas pétalas de *Sinningia cardinalis*, *Sinningia macropoda*, *Sinningia speciosa*, *Sinningia gloriosa* e *Sinningia barbata* por Harbone (1966). Glicosídeos fenólicos e a presença de verbascosídeo (derivado do ácido cafeico) foram identificados em *Sinningia cardinalis* por Jensen (1996).

Os flavonóides apresentam importante ação broncodilatadora (Oghale & Idu, 2016), agem também como agente antioxidante, na inibição da liberação de Ca<sup>2+</sup>, bem

como utilizados em medicamentos para o tratamento de doenças degenerativas severas. Podem agir também na inibição de antígenos que induzem a liberação de histamina em mastócitos e basófilos, na inibição da contração induzida pelo composto histamina, acetilcolina e na fosfodiesterase (Mishra et al. 2007, Ali et al. 2008). Estudos relatam o uso de flavonóides no tratamento de alergias, hepatotoxinas, em ações anti-inflamatória, antimicrobiana, na agregação plaquetária e como antitumoral (Okwu, 2004). Substâncias com características antioxidantes previnem o organismo contra a ação de radicais livres como o oxigênio singlete que podem danificar a molécula de DNA provocando doenças como os diversos tipos de cânceres (Oghale & Idu, 2016).

Os compostos purínicos apresentaram resultados positivos em todos os extratos, exceto para o extrato etanólico da folha. As purinas são compostos que apresentam grande importância para a indústria agrícola no desenvolvimento de inseticidas e bem como para a indústria farmacêutica na produção de fármacos para o tratamento de leishmaniose, e em distúrbios neurológicos (Menezes Filho & Castro, 2019). Os compostos purínicos apresentam estrutura cíclica e ao menos (1) átomo de nitrogênio no anel (Vizzotto et al., 2010).

Compostos catéquicos foram negativos em todos os extratos etanólicos de *S. elatior*. Em estudo desenvolvido por Valotto et al. (2010) utilizando compostos catéquicos extraídos de *Magonia pubescens* frente a larvas de *Aedes aegypti* obtiveram resultados positivos como larvicida. O tanino catéquico promoveu elevada vacuolização e ausência dos limites citoplasmáticos e desprendimento de células da membrana basal nas larvas em estudo.

Os derivados de benzoquinonas, naftoquinonas e fenantraquinonas foram positivos para todos os extratos etanólicos, com exceção do extrato da folha de *S. elatior*. As quinonas apresentam ação microbiana, antitumoral e antiangiogênicos (Sousa et al., 2016).

Para depsídeos e depsídonas todos os extratos etanólicos apresentaram resultado positivo. Esta classe de compostos apresenta ação antioxidante, antiviral, antitumoral, analgésica e antipirética (Menezes Filho & Castro, 2019). Resultados positivos também foram observados em todos os extratos etanólicos de *S. elatior* para as classes de esteróides e triterpenóides. As flores de *Sinningia tubiflora* produzem uma essência rica em linalol pertencente à classe dos terpenóis (monoterpenos), um composto comum no aroma de plantas polinizadas por mariposas (Perret et al., 2003).

As sesquiterpenolactonas apresentaram resultado positivo apenas para o extrato etanólico do galho de *S. elatior*. Esta classe de compostos pertence aos isoprenóides, com no mínimo 15 carbonos estruturais. As sesquiterpenolactonas apresentam importantes atividades farmacológicas como citotóxica, antitumoral, anti-inflamatória, antipalúdica, antimigranosa e antimicrobiana (Yrene & Solinda Luz, 2018).

A classe das antraquinonas apresentou resultado positivo apenas para o extrato etanólico do rizoma de *S. elatior*. As antraquinonas apresentam ação purgativa, estando envolvidas diretamente nos movimentos peristálticos dos intestinos grosso e delgado (Menezes Filho & Castro, 2019). Os compostos resiníferos apresentaram resultados negativos para todos os quatro extratos etanólicos de *S. elatior*. As resinas apresentam ação anti-inflamatória, cicatrizante, analgésica, gastroprotetora e inseticida (Miranda et al., 2016).

As densidades dos extratos foram de 0,89786; 0,86236; 0,88643 e 0,89967 g mL<sup>-1</sup> e pHs de 5,84; 6,14; 6,51 e 6,68 para rizoma, galho, folha e flor respectivamente.

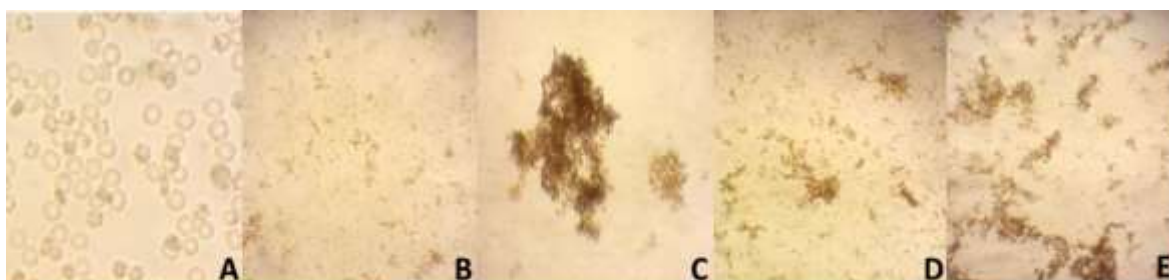
Vários compostos já foram estudados para outras espécies de *Sinningia* como descrito por Verdan (2011) que avaliou o tubérculo de *Sinningia aggregata* nas frações hexânica, aceto etílica e etanólica onde obteve os seguintes

compostos 7-metoxi-2-metilntraquinona (SA5), tectoquinona (SA6), 7-hidroxi-2-metilntraquinona (SA7), 1-hidroxi-2-metilntraquinona (SA8), halleridona (SA9),  $\beta$ -sitosterol (SA10) e estigmasterol (SA11).

Em *Sinningia cardinalis* foram identificados compostos como o ácido cinâmico, verbascosídeo, luteolinidina-5-*O*-glucopiranosídeo, apigeninidina-5-*O*-glucopiranosídeo, luteolina-7-*O*-glicosídeo, luteolina-7-*O*-glucuronídeo e apigenina-7-*O*-glucuronídeo (Jensen, 1996, Swinny et al. 2000, Winewfield et al. 2005). Em *Sinningia*

*speciosa* foram identificados cleroidicina-B, isorengiol, 7-metoxi-2-metilntraquinona, rubiawallina-B,  $\beta$ -sitosterol e estigmasterol (Verdanet et al., 2009).

Na Figura 4 estão apresentadas as micrografias do teste de hemólise em suspenso de hemácias a 5%, com tempo de 5 minutos frente aos extratos etanólicos de *S. elatior*. Na prancha (A) hemácias normocíticas, nas pranchas (B, C, D e E) hemácias hemolisadas formando agrupamentos em diferentes tamanhos e formas.



**Figura 4.** Processo de hemólise em concentrado de hemácias a 5%. Em (A) hemácias normocíticas, em (B) hemólise no extrato etanólico do rizoma, em (C) extrato etanólico do galho, em (D) extrato etanólico da folha e em (E) extrato etanólico da flor de *Sinningia elatior*. Aumento de 400 X. Micrografias da pesquisa. Fonte: Autores.

Na Figura 4 pranchas (B, C, D e E) sugere que os extratos etanólicos apresentam toxicidade acentuada para o sistema hematopoiético. O tempo de contato entre o suspenso de hemácias e os extratos foi de 5 minutos. O branco foi realizado com o concentrado de hemácias e álcool etílico descartando possível interação falsa positivo, quanto ao solvente utilizado para extração dos compostos dos órgãos de *S. elatior*. A ação hemolítica é descrita pela interação que ocorre com os esteróis constituintes da membrana dos eritrócitos com os compostos da classe de saponinas hemolíticas, possivelmente outros compostos podem também apresentar ação hemolítica no extrato. Esta interação leva a formação de poros na membrana dos eritrócitos provocando a hemólise, havendo dispersão da hemoglobina para o meio externo (Karabaliev & Kochev, 2003, Sousa et al. 2018). Estudos complementares deverão ser realizados avaliando a ação citotóxica destes extratos produzidos a partir dos órgãos aéreos e subterrâneo de *S. elatior* quanto a sua ação plaquetária.

#### 4. Considerações Finais

Este estudo apresentou importantes resultados quanto à morfologia foliar por diafanização, para morfometria dos diversos órgãos e da composição fitoquímica e hemolítica de *Sinningia elatior*. Outro ponto importante, é que apresentou o primeiro relato desta espécie do gênero *Sinningia* habitando uma área de mata de galeria no Centro-Oeste de Goiás, localizado no município de Rio Verde na região sudoeste. Estudos futuros deverão ser realizados para avaliar quais os compostos presentes nas classes fitoquímicas avaliadas, bem como o teor quantitativo, para testes no desenvolvimento de produtos agrícolas, farmacêuticos e em alimentos.

#### 5. Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano; aos Laboratórios de Química Tecnológica, Microbiologia de Alimentos, Sistemática Vegetal, Microscopia Óptica e Herbário; aos órgãos de fomento em pesquisa, CAPES, CNPq, FINEP e FAPEG, esta última pela bolsa de mestrado em Agroquímica para o primeiro autor, Antonio.

#### 6. Referências

- Ali, S. S., Kasoju, N., Luthra, A., Sharanabasava, & H., Sahu, A. (2008). Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Research International*, 41(1), 1-15.
- Andrade, B. S. et al. (2018). Phytochemistry, antioxidant potential and antifungal of *Byrsonima crassiflora* on soil phytopathogens control. *Brazilian Journal of Biology*, 78(1), 140-146.
- Araújo, A. O., Chautems, A. & Ferreira, G. E. (2015). Gesneriaceae Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB119>> Acesso em: 04/05/2019.
- Araújo, A. O., Souza, V. C., & Chautems, A. (2005). Gesneriaceae da cadeia do espinhaço de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(1), 109-135.
- Brito, H. O., Noronha, E. P., França, L. M., Brito, L. M. O., & Prado, M. S-A. (2008). Análise da composição fitoquímica do extrato etanólico das folhas da *Annona squamosa* (ATA). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 89(3), 180-184.
- Cano, N. D., Peterle, P. L., & Cuzzuol, G. R. F. (2007). Controle da contaminação do cultivo de *Sinningia aghensis* Chautems in vitro. *Revista Brasileira de Biociência*, 5(2), 891-893.
- Cassino, R., & Meyer, K. E. B. (2011). Morfologia de grãos de pólen e esporos de níveis holocênicos de uma vereda do Chapadão dos Gerais (Buritizeiro, Minas Gerais), Brasil. *Journal of Geoscience*, 7(1), 41-70.
- Chautems, A., Baracho, G. S., & Siqueira Filho, J. A. (2000). A new species of *Sinningia* (Gesneriaceae) from northeastern Brazil. *Brittonia*, 52(1), 49-53.
- Chautems, A. (1991). Taxonomic revision of *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) II: new species from Brazil. *Candollea*, 46, 411-425.
- Dequech, S. T. B., Sausen, C. D., Lima, C. G., & Egewarth, R. (2008). Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. *Biotemas*, 21(1), 41-46.
- Ferreira, G. E., Ferreira, P. M. A., Chautems, A., & Waechter, J. L. (2016). Subtropical species of *Sinningia* (Gesneriaceae): distribution patterns and limiting environmental factors.



- Flora – Morphology, distribution, functional ecology of plants, 222, 86-95.
- Ferreira, G. E., Chautems, A., & Waechter, J. L. (2015). Taxonomy of *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) in Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 29(3), 310-326.
- Fiorenza, M., et al. (2016). Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). *Iheringia*, 71(2), 193-200.
- Fonsêca, L. C. M., Proença, C. E. B., & Gonçalves, E. G. (2006). Descrição do padrão de venação foliar em *Spathicarpa* Hook. (Araceae). *Acta Botanica Brasilica*, 21(1), 213-21.
- Gaitén, Y. G., Lizama, R. S., Simón, G. G., & Álvarez, A. M. (2018). Evaluación farmacognóstica, fitoquímica y biológica de um extracto hidroalcohólico de *Tagetes lucida* Cavanilles. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23(2).
- Gasparino, E. C., De Souza, C. N., & Crus-Barros, M. A. D. da. (2014). Flora polínica da reserva do parque das fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). *Hoehnea*, 41(3), 423-430.
- Grela, I. A., & Brussa, C. A. (2005). *Sinningia macrostachya* (Lindl.) Chautems, nuevo registro de Gesneriaceae para la flora del Uruguay. *Iheringia*, 60(2), 249-252.
- Harbone, J.B. (1966). Comparative Biochemistry of flavonoids – II.3-Desoxyanthocyanins and their systematic distribution in ferns and gesnerads. *Phytochemistry*, 5(4), 589-600.
- Hickey, L. J. (1973). Classification of the Architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal Botanic*, 60(1), 17-33.
- Hinoshita, L. K. R. (2017). Gesneriaceae Rich & Juss. Ex DC. no estado do Paraná. (Dissertação mestrado). Universidade Federal do Paraná, Brasil.
- Jensen, S. R. (1996). Caffeoyl phenylethanoid glycosides in *Sanango racemosum* and in the Gesneriaceae. *Phytochemistry*, 43(4), 777-783.
- Karabaliev, M., & Kochev, V. (2003). Interaction of solid supported thin lipid films with saponin. *Sensors and Actuators B*, 88(1), 101-105.
- Kobayashi, B. F., & Amaral, D. R. (2018). Efeito de extratos vegetais de plantas do Cerrado para controle de pintapreta em tomateiro. *Summa Phytopathologica*, 44(2), 189-192.
- Lougon, M. S., Rocha, S. A., Guimarães, H. F., Louzada, F. L. R. O., & Garcia, G de O. (2009). Caracterização dos sólidos totais, fixos e voláteis nas águas residuárias geradas pela lavagem dos frutos do cafeeiro. In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e III INIC Jr, Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior. 2009 (pp. 1-3). Universidade do Vale do Paraíba.
- Luo, H., et al. (2019). A review of the phytochemistry and pharmacological activities of *Magnolia officinalis* Cortex. *Journal of Ethnopharmacology*, 236(23), 412-442.
- Machado, L. A., Silva, V. B., & Oliveira, M. M. de. (2007). Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. *Biológico*, 69(2), 103-106.
- Manetti, L. M., Turra, A. F., & Takemura, O. S. (2010). Avaliação da atividade hemolítica de *Bromelina antiantha* Bertol. (Bromeliaceae). *Arquivos de Ciências da Saúde, UNIPAR*, 14(1), 43-47.
- Manual of Leaf Architecture. (1999). Morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms by Leaf Architecture Working Group. Smithsonian Institution, Washington, DC.
- Marín, R. M., García, J. C. L., García, R. M. B., & Alarcón, A. B. (2018). Phytochemical Screening and Isolation of triterpenes and sterols from leaves of *Clusia minor* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23(3).
- Menezes Filho, A. C. P. de., Oliveira Filho, J. G. de., Christofoli, M., & Castro, C. F. de S. (2018). Antioxidant activity, total phenolics content, carotenoids and provitamin A in vegetables extracts from Cerrado Goiano. *Uniciências*, 22(1), 28-32.
- Menezes Filho, A. C. P. de., & Castro, C. F. de S. (2019). Classes fitoquímicas de metabólitos secundários em extratos etanólicos foliares de espécies do cerrado brasileiro. *Revista Saúde & Ciência*, 8(1), 45-61.
- Menezes Filho, A. C. P. de., & Castro, C. F. de S. (2018). Prospecção fitoquímica preliminar dos frutos do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) e murici-bravo (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth). *Global Science and Technology*, 11(3), 241-255.
- Miranda, D. H. S. de., Muniz, J. W. C., & Da Silva, D. P. (2016). Estudo comparativo da ação anti-inflamatória do óleo-resina da *Copaifera reticulata* em modelos farmacológicos experimentais em camundongos. *Fisioterapia Brasil*, 17(40), 305-312.
- Mishra, B. B., Yadav, S. B., Singh, R. K., & Tripathi, V. (2007). A novel flavonoid C-glycoside from *Sphaeranthus indicus* L. (Family Compositae). *Molecules*, 12(10), 2288-2291.
- Oghale, O-U., & Idu, MacD. (2016). Phytochemistry, anti-asthmatic and antioxidant activities of *Anchomanes difformis* (Blume) Engl. leaf extract. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6 (3), 225-231.
- Okwu, D. (2004). Phytochemical and vitamin content of indigenous species of South Eastern Nigeria. *Journal Sustainable Agriculture and the Environment*, 6(2), 30-34.
- Perret, M., Chautems, A., & Spichiger, R. (2006). Dispersal-vicariance analyses in the tribe Sinningieae (Gesneriaceae): a clue to understanding biogeographical history of the Brazilian Atlantic forest. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 93(2), 340-358.
- Perret, M., Spichiger, R., Peixoto, M., & Savolainen, V. (2001). Nectar sugar composition in relation to pollination syndromes in Sinningieae (Gesneriaceae). *Annals Botany*, 87(2), 267-273.
- Perret, M., Chautems, A., Spichiger, R., Kite, G., & Savolainen, V. (2003). Systematics and Evolution of tribe Sinningieae (Gesneriaceae): evidence from phylogenetic analyses of six plastid DNA regions and Nuclear NCPGS. *American Journal of Botany*, 90(3), 445-460.
- Radaeski, J. N., Evaldt, A. C. P., Bauermann, S. G., & De Lima, G. L. (2014). Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. *Iheringia*, 69(1), 107-132.
- Ribeiro, F. F., Conceição, L. de O. da., Aoyama, E.M., & Furlan, M. R. (2017). Boldo verdadeiro x boldo falso: caracterização morfoanatômica foliar. *Visão Acadêmica*, 18(3), 4-17.
- Silva, L. L. da., Oliveira, G. M. G. de., & Neto, M. J. (2018). Atividade fungicida de plantas do Cerrado contra micoses superficiais e cutâneas. *Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA*, 6(1), 1-16.
- Sinmisola, A., Oluwasesan, B. M., & Chukwuemeka, A. P. (2019). *Blighia sapida* K. D. Koenig: A review on its phytochemistry, pharmacological and nutritional properties. *Journal of Ethnopharmacology*, 235(10), 446-459.
- Stefanello, M. E. A., Cervi, A. C., & Wisniewski Jr. A. (2005). Composição do óleo essencial de *Sinningia aggregata*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 15(4), 331-333.
- Souza, L. M., et al. (2018). Antioxidant activity and flavonoid content os *Lippia origanoides* Kunth. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23(3).
- Sousa, I. J. O., Silva, M. C. P., Leopoldino, G. L., & Agostinho, L. S. (2018). Estudo fitoquímico, avaliação da capacidade hemolítica e antimicrobiana de um extrato bruto da casca do caule de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). *Journal*

- of Biology & Pharmacy and Agricultural Management, 14(4), 208-225.
- Sousa, E. T., Lopes, W. L., & De Andrade, J. B. (2016). Fontes, formação, reatividade e determinação de quinonas na atmosfera. *Química Nova*, 39(4), 486-495.
- Swinny, E. E., Bloor, S. J., & Wong, H. (2000).  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR assignments for the 3-deoxyanthocyanins, luteolinidin-5-glucoside and apigeninidin-5-glucoside. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 38(12), 1031-1033.
- Valotto, C. F. B., Cavasin, G., Silva, H. H. G. da., & Da Silva, I. G. (2010). Alterações morfo-histológicas em larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) causadas pelo tanino catéquicos isolado da planta do cerrado *Magonia pubescens* (Sapindaceae). *Revista de Patologia Tropical*, 39(4), 309-321.
- Verdan, M. H. (2011). Constituintes químicos e atividade citotóxica dos tubérculos de *Sinningia aggregata* (Gesneriaceae). (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Brasil.
- Verdan, M. H., Cervi, A., Campos, F. R., Barison, A., & Stefanello, M. E. A. (2009). Anthraquinones and ethylcyclohexane derivatives from *Sinningia speciosa* "Fyfiana". *Biochemical Systematic and Ecology*, 37(1), 40-42.
- Vieira, C. B. S., & Orlanda, J. F. F. (2018). Atividade antioxidante e fotoprotetora do extrato etanólico de *Ocimum gratissimum* L. (alfavaca, Lamiaceae). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23(3).
- Vizzotto, M., Krolow, A. C., & Weber, G. E. B. (2010). Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Embrapa Clima Temperado (1ª ed.) Documentos, 316. Pelotas, RS.
- Winefield, C. S., et al. (2005). Investigation of the biosynthesis of 3-deoxyanthocyanins on *Sinningia cardinalis*. *Physiologia Plantarum*, 124(4), 419-430.
- Yrene, A. S., & Solinda Luz, U. C. (2018). Efecto inhibitorio del extracto de *Erechtites heraciifolius* "pajuaito" en intoxicación por "cascabel" em cobayos. (Tesis de Doctorado). Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", Perú.