

**FESURV – UNIVERSIDADE DE RIO VERDE**  
**FACULDADE DE BIOLOGIA E QUÍMICA**  
**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA E BACHARELADO**

**ESTUDO ANATÔMICO, QUÍMICO E ACÚMULO DE ALUMÍNIO NAS FOLHAS  
DE QUATRO ESPÉCIES DE VOCHYSEACEAE DO CERRADO GOIANO**

**Acadêmico: Hésio Moreira dos Santos**

**Orientador: Prof. Ms. Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho**

**Artigo apresentado à Faculdade de Biologia e  
Química da Fesurv – Universidade Rio Verde,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Bacharel em Ciências Biológicas.**

**RIO VERDE – GOIÁS**

**2012**

## ESTUDO ANATÔMICO, QUÍMICO E ACÚMULO DE ALUMÍNIO NAS FOLHAS DE QUATRO ESPÉCIES DE VOCHYSEACEAE DO CERRADO GOIANO

Hésio Moreira dos Santos<sup>1</sup>

Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho<sup>2</sup>

**RESUMO:** Vochyseaceae é uma família com presença destacável na América do Sul, que ocorre predominantemente no cerrado, com plantas pouco conhecidas cientificamente e ainda sem históricos de exploração. As mesmas se destacam por grande adaptabilidade ao bioma tão deficiente em elementos essenciais e com presença de metais tóxicos como o alumínio. Este estudo teve como objetivo, obter novos conhecimentos morfológicos e químicos de quatro espécies da família Vochyseaceae presentes em um fragmento de cerrado reserva da Universidade de Rio Verde - GO (FESURV). Das plantas selecionadas foram coletadas 04 amostras aleatoriamente, as classificações anatômicas foliares foram realizadas com a confecção de seções transversais a fresco, ou com material fixado em FAA<sub>50</sub>, por 48 horas, e conservado em etanol 70%. Amostras das folhas foram desidratadas em série etílicas crescentes e incluídas em metacrilato. Nos os estudos histoquímicos amostras foram seccionadas transversalmente em micrótomo LPC para anatomia vegetal. Para o alumínio foi utilizado o corante hematoxilina. Foi observado que as espécies pesquisadas acumulam alumínio em diferentes sítios anatômicos das folhas, como na parede celular das células da epiderme e que outros metabólitos como compostos fenólicos, mucilagens e cristais, com ampla distribuição nos tecidos, que podem estar relacionados a mecanismos de desintoxicação interna do alumínio.

**PALAVRAS-CHAVES:** Desintoxicação, biotolerantes, bioacumuladores.

---

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Ciências Biológicas Licenciatura e Bacharelado. Universidade de Rio Verde – FESURV.

<sup>3</sup>Professor Mestre adjunto da Universidade de Rio Verde – FESURV do Curso Ciências Biológicas Licenciatura e Bacharelado.

## 1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, menor apenas que a floresta Amazônica, ocupando cerca de 21% do território nacional, e grande centro da atividade agropecuária brasileira (KLINK;MACHADO,2005). Porém, o avanço de monoculturas como a cana-de-açúcar e da soja, em regiões como Centro Oeste e Nordeste, principalmente nos estados da Bahia e Maranhão estão contribuindo para banir com este ecossistema tão peculiar do planeta.

De acordo com dados atuais do Programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros para o Cerrado do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2012), houve um pequeno avanço na diminuição da área derrubada, de acordo com o mesmo a taxa anual de desmatamento que era de 14.179 mil Km<sup>2</sup> entre os anos de 2002 a 2008 caiu para 7.637 mil Km<sup>2</sup> entre 2008 e 2009 e cerca de 16% entre junho de 2009 e julho de 2010, mas o montante de 2002 a 2009 ainda é preocupante, pois equivaleu a um aumento de 43,6% para 48,2% de áreas desmatadas. Resumindo, metade do bioma original já não existe, essa pequena queda se deve as novas tecnologias como plantio direto e rotação de culturas implantadas principalmente em estados como Goiás, que estão aumentando a produção nas áreas que já foram derrubadas com técnicas menos prejudiciais ao meio ambiente. Outra das principais barreiras para a manutenção deste ecossistema é a falta de áreas de conservação legais e programas de monitoramento eficientes como o implantado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) na Amazônia que disponibiliza dados diariamente para que seja feito as devidas fiscalizações, isto pode ser evidenciado quando se compara o esforço governamental em conservar os ecossistemas Amazônicos, os quais têm 12% da sua área protegida em Unidades Legais de Conservação, contra menos de 2% no Cerrado (KLINK;MACHADO,2005).

Ecossistema que diferentemente de outros como a Floresta Amazônica, apresenta várias formas de variação, dentre eles Cerrado *sensu stricto*, campo sujo, campo limpo, mata de galeria e matas decíduas (HARIDASAN, 2000), mesmo assim já habitado há muito tempo como é o caso das comunidades Quilombolas Kalunga que residem nos municípios de Teresina e Cavalcante no norte de Goiás e que tem grande interação com o Cerrado de onde tiram seus alimentos e remédios antes mesmo de civilizações se instalarem por ali demonstrando que viver em equilíbrio com a mata é possível (MASSAROTO, 2008).

A toxicidade do alumínio é um tópico de pesquisa importante, pois muitas plantas cultivadas são suscetíveis em solos ácidos e seu crescimento e produção são prejudicados pelos altos níveis de Al disponível no solo. No entanto, pouca atenção tem sido dada às

comunidades de plantas nativas que toleram condições de solo ácido sobre grandes áreas em diferentes biomas, relação entre solo e planta é de grande importância, podendo, inclusive algumas espécies vegetais serem excelentes indicadoras das condições do solo. Porém a falta de conhecimento técnico-científico, desafia o aprofundamento em pesquisas que possam comprovar de fato essa capacidade (FIGUEIREDO et al.2007).

Existem espécies da família Vochyseaceae como as do gênero *Qualea* e *Vochysia* que só ocorrem em regiões tropicais como o Brasil e com poucos estudos envolvendo sua anatomia (SANTOS et al.1997). Floristicamente rica é considerada a família que mais caracteriza o Cerrado com árvores tortuosas e folhas coriáceas, é abundantemente distribuída em todo o bioma e são consideradas acumuladoras de Alumínio, o que pode explicar sua grande presença, pois este bioma apresenta solos com existência abundante deste elemento (NERI et al.2007).

Um importante estudo na região de Caldas Novas (LOPES, S.F.et al.2009), demonstra a riqueza e grande capacidade de distribuição de espécies do gênero *Qualea*, em especial, *Qualea parviflora* e *Q. grandiflora* devido a área basal e sua capacidade como acumuladoras de  $Al^{+3}$  em áreas onde não acontecem queimadas, pois são espécies sensíveis a esse tipo de distúrbio.

O mundo hoje tem os olhos voltados para países como Brasil que ainda detém biomas nativos que são de extrema importância para a manutenção climática do planeta. Junto ao desenvolvimento surgem novas tecnologias e estratégias sem estudos intra-específicos que estão banindo ecossistemas como é o caso do Cerrado, e importantes objetos de estudo estão sendo destruídos. Fatores como a quantificação de variabilidade genética das espécies nativas existentes não são respeitados o que é preocupante (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006).

Em um importante estudo, Haridassan (1982) comprovou que mesmo com a alta presença de Alumínio nas folhas de algumas espécies do cerrado, as mesmas ainda continham uma grande quantidade de nutrientes essenciais o que comprova que mesmo a alta presença de alumínio nas folhas dessas espécies hiperacumuladoras não influi na capacidade de apresentarem baixas concentrações de nutrientes essenciais, o mesmo trabalho foi executado em uma área de Cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa no estado de Goiás.

De acordo com Haridasan (1994) as plantas que resistem a fatores de clima e de solo como é o caso do Cerrado podem ser potenciais fontes de fitorremediação, pois são plantas nativas de biologia única, que sobrevivem onde outras plantas nunca se sobressairiam, sendo o grande problema a falta de estudos específicos e aprofundados, para que estas sejam utilizadas nesse processo que pode ser útil, para preservação, saúde e economia do Brasil.

Considerando a importância ecológica e científica do conhecimento de novas espécies para a conservação e avanço de tecnologias, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar anatomicamente às folhas de *Salvertia convallariaeodora*, *Qualea multiflora*, *Qualea grandiflora* e *Vochyseia Thirsoidea*, identificar os principais sítios de acúmulo de alumínio das mesmas, verificar e reconhecer outros compostos presentes nas estruturas estudadas.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 Área de coleta das amostras**

As plantas estudadas estão localizadas na reserva da Universidade de Rio Verde- Go (FESURV). O município apresenta uma altitude que fica na média de 748 metros e com clima predominantemente tropical com duas estações bem definidas de seca de maio a outubro e a chuvosa de novembro a abril, a temperatura média gira entre 20°C e 35°C anualmente e a precipitação fica em torno de 1773,4 mm.

### **2.2 Coleta das amostras**

Foram escolhidas 02 plantas ao acaso de cada uma das 04 espécies estudadas, todas de porte adulto e saudáveis. Das plantas selecionadas foram coletadas 04 amostras foliares, com o auxílio de tesoura de poda.

### **2.3 Caracterização anatômica**

O material foi fixado em FAA<sub>50</sub>, por 48 horas, e conservado em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Amostras das folhas foram desidratadas em série etílicas crescentes e incluídas em metacrilato (Historesin-Leica), conforme as recomendações do fabricante. O material foi seccionado transversalmente com 5µm de espessura, em micrótomo rotativo (modelo RM 2155, Leica). A coloração foi feita com azul de toluidina 0,05% pH 4,0 (O'BRIEN et al. 1964).

Para o estudo da superfície foliar, amostras de 0,25 mm<sup>2</sup> do terço médio das folhas foram submetidas à dissociação de epidermes com solução de Jeffrey (ácido nítrico 10%: ácido crômico 10%) (JOHANSEN, 1940), coradas com fucsina 1% e montadas em bálsamo do Canadá.

## 2.4 Caracterizações Histoquímica

Amostras dos órgãos vegetativos não incluídos foram seccionadas transversalmente em micrótomo LPC para Anatomia Vegetal. Foram utilizados: Sudan IV para compostos lipídicos; Floroglucina Ácida para lignina; Cloreto Férrico (JOHANSEN, 1940) e Dicromato de Potássio (GABE, 1968) para compostos fenólicos; Xilidine Ponceau (XP), para proteínas totais (O'BRIEN & MCCULLY, 1981); Vanilina Clorídrica para taninos (MACE & HOWELL, 1974); Reagente de Wagner para alcalóides (FURR & MAHLBERG, 1981). Para o Alumínio foi utilizado o corante hematoxilina (POLLE et al, 1978).

## 2.5 Registro de imagens

As imagens foram obtidas com auxílio de um Microscópio biológico binocular marca Leica modelo DM500 com Câmera de vídeo digital Leica ICC50, do Laboratório de Anatomia Vegetal do Instituto Federal Goiano – Campos Rio Verde.

# 3 RESULTADOS

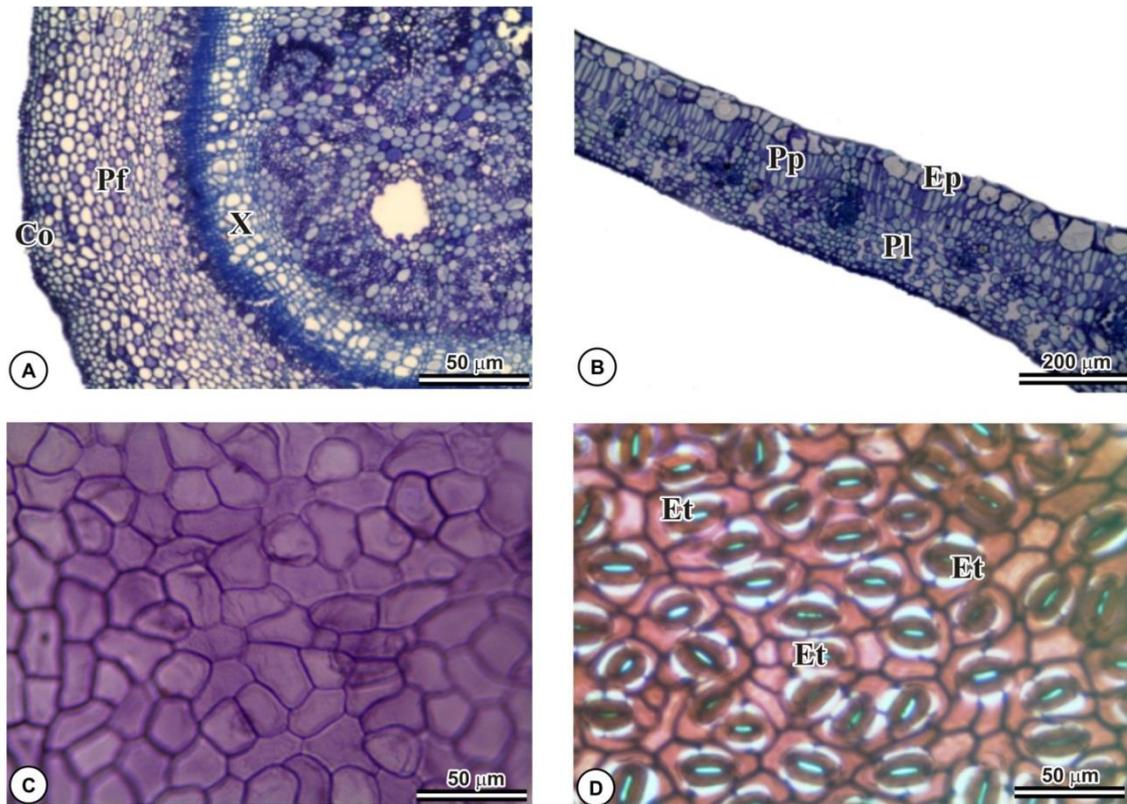
## 3.1 Caracterização anatômica de *Salvertia convallariaeodora*

As folhas de *S. convallariaeodora* são hipoestomáticas com estômatos circundados por 3 ou mais células subsidiárias podendo ser classificados como do tipo anisocítico e anomocítico em grande quantidade (figuras 1C e D).

Em secção transversal observa-se epiderme simples constituída de células esféricas, eretas e de contorno irregular apresentando sobre a parede periclinal externa uma cutícula bem evidente (figura 1B). Em algumas regiões da epiderme é possível também localizar algumas células divididas em plano periclinal, principalmente próximo a nervura principal, podendo caracterizar uma hipoderme ou epiderme múltipla nessas regiões (figura 1B).

O mesofilo de *S. convallariaeodora* é do tipo dorsiventral, ou seja, constituído de parênquima clorofiliano heterogêneo, apresentando logo abaixo da face adaxial da epiderme dois estratos de parênquima paliçádico, seguidos, logo abaixo, por parênquima esponjoso com seis a sete camadas de células delimitando grandes espaços intercelulares (figura 1B). Também é possível observar bainha parenquimática bem evidente nos feixes vasculares de menor diâmetro, além da presença comum de cristais de oxalato de cálcio do tipo drusa.

A nervura principal das folhas de *S. convallariaeodora* apresenta-se aplainada ou levemente convexa na face adaxial. Ocorre parênquima de preenchimento e colênquima com algumas células de conteúdo mucilaginoso (figura 1A). O feixe vascular é do tipo colateral apresentando uma faixa curta de floema e uma faixa larga de xilema constituída principalmente por elementos de vasos de grande diâmetro e disposição radial. O xilema também apresenta em média quatro camadas de fibras com paredes grossas entre os elementos de vasos e o floema. A porção medular da nervura principal é constituída basicamente de parênquima de preenchimento delimitando canais e faixas de floema incluso (figura 1A).



**FIGURA 1**—Anatomia foliar de *S. convallariaeodora*. **A e B**. Cortes transversais da folha corados com azul de toluidina, nervura principal e mesofilo, respectivamente. **C e D**. Dissociação da epiderme, face adaxial e abaxial, respectivamente. Co: colênquima; Ep: epiderme; Et: estômato; Pf: parênquima fundamental; Pl: parênquima lacunoso; Pp: parênquima paliçádico; X: xilema.

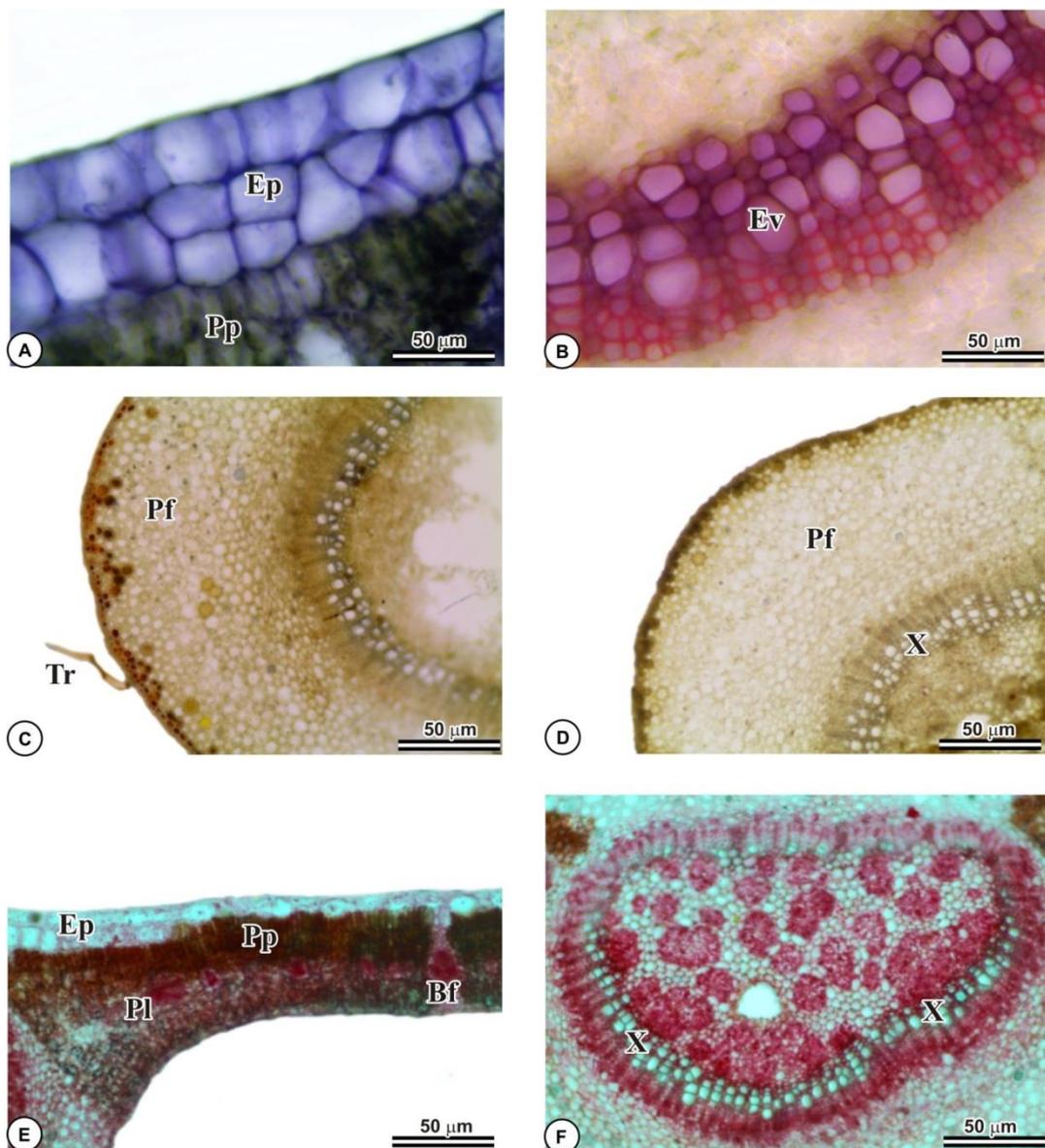
### 3.2 Histoquímica das folhas de *Salvertia convallariaeodora*

Os testes histoquímicos com cloreto férrico e dicromáto de potássio revelam uma ampla distribuição dos compostos fenólicos no parênquima clorofiliano, algumas células epidérmicas e parênquima de preenchimento do córtex e da medula na nervura principal e tricomas (figuras 2C e D). O teste com vanilina clorídrica foi negativo, indicando que o composto fenólico presente não é tanino.

Parede celular lignificada é encontrada apenas nas fibras e elementos de vasos, como indicados pelo teste com floroglucionol (figura 2B).

As folhas de *S.convallariaeodora* não apresentam lipídeos de reserva, sendo o teste com sudan positivo apenas na região da cutícula (figura 2A). Por outro lado, uma ampla distribuição de proteínas foi evidenciada com o teste de XP nas regiões do parênquima de preenchimento e floema na nervura principal (figuras 2E e F). Para os demais testes histoquímicos o resultado foi negativo.

Em relação à coloração com hematoxilina, podemos observar que as folhas de *S.convallariaeodora* acumulam alumínio apenas na parede das células não lignificadas, como epiderme, parênquima e células do floema (figura 2A). Nesse caso, o Alumínio absorvido pode ter competido com o cálcio da parede dessas células, passando a compor sua estrutura.



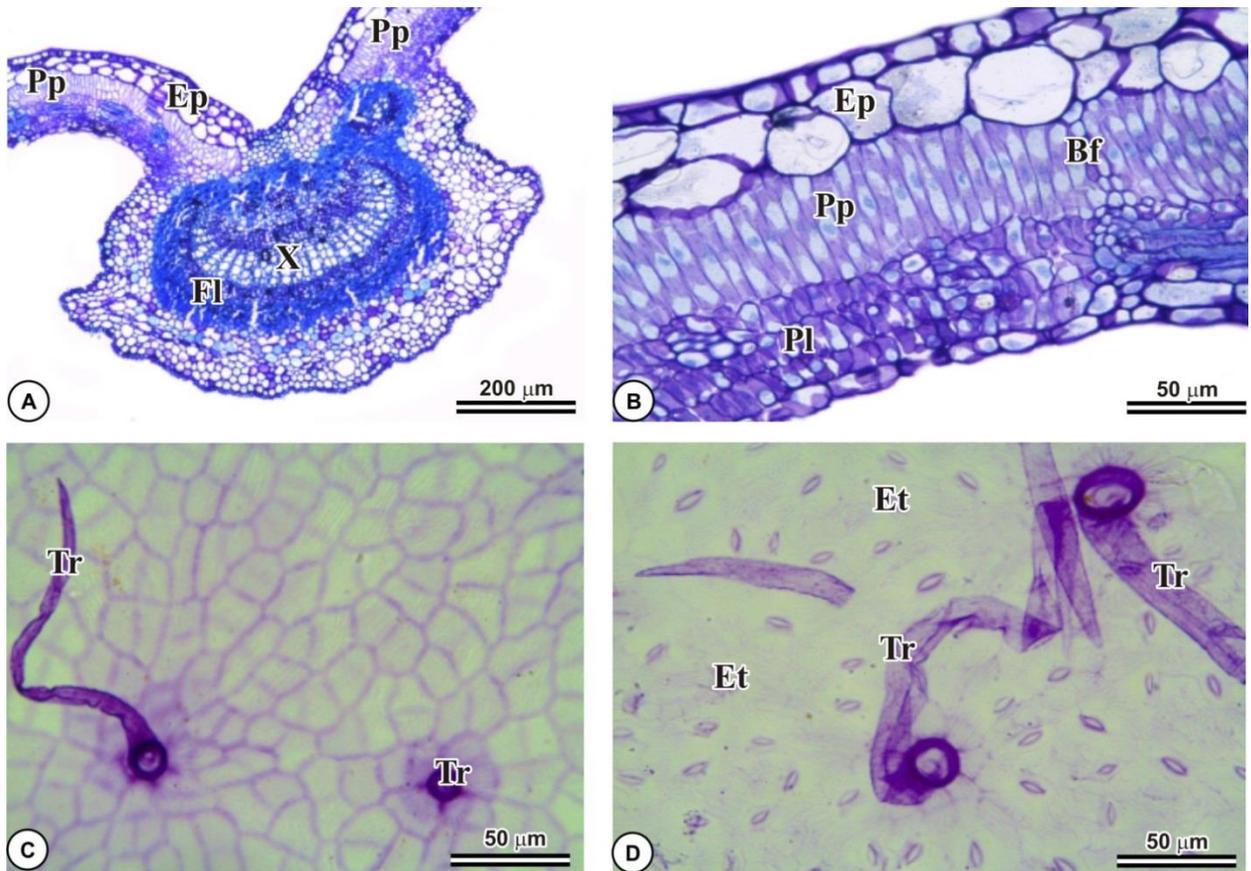
**FIGURA 2**– Cortes transversais da folha de *S.Convallariaeodora*. **A**.hematoxilina. **B**.floroglucionol. **C**. dicromato de potássio. **D**.sudan IV. **E e F**.XP. Bf: bainha de feixe; Ep: epiderme; Ev: elemento de vaso; Pl: parênquima lacunoso; Pp: parênquima de preenchimento; Pp: parênquima paliádico; Tr: tricoma; X: xilema.

### 3.2 Caracterização anatômica de *Qualea multiflora*

As folhas de *Q. multiflora* contêm estômatos apenas na face abaxial (figura 3D), ou seja, as folhas são hipoestomáticas com estômatos apresentados de 3 a 4 células subsidiárias podendo ser classificados como do tipo anomocítico. Apresentam em vista frontal da epiderme em ambas as faces da folha, tricomas do tipo tectores simples unicelulares (figuras 3C e D).

Em secção transversal observa-se epiderme múltipla ou simples, apresentando logo abaixo uma a três camadas de células da hipoderme. Não é possível afirmar sobre a estratificação da epiderme em função da ausência de estudos ontogenéticos. Esse tecido de revestimento é constituído de células esféricas, eretas e de contorno irregular apresentando sobre a parede periclinal externa uma cutícula evidente. É possível localizar muitas células divididas em plano periclinal, principalmente próximo a nervura principal, o que pode caracterizar uma epiderme múltipla (figura 3B).

O mesofilo apresenta parênquima clorofiliano dorsiventral, constituído por apenas uma camada de parênquima paliçádico seguida por três a quatro camadas de células do parênquima esponjoso na sua maioria bem justaposta, e em alguns pontos delimitando pequenos espaços intercelulares (figura 3B). Os feixes vasculares, tanto na nervura principal, quanto no mesofilo são do tipo colateral, com faixa de floema incluso acima do xilema. Todo o feixe vascular da nervura principal encontra-se envolvido por espessa bainha de fibras (figuras 3A e B).



**FIGURA 3**—Anatomia da folha de *Q. multiflora*. **A e B**: Corte transversal da folha colorado com azul de toluidina, nervura principal e mesofilo, respectivamente. **C e D**: Dissociação de epiderme, face adaxial e abaxial, respectivamente. Bf: bainha de feixe; Ep: epiderme; Et: estômatos; Fl: floema; Pl: parênquima lacunoso; Pp: parênquima paliçádico; Tr: tricoma; X: xilema.

### 3.2 Histoquímica das folhas de *Qualea multiflora*

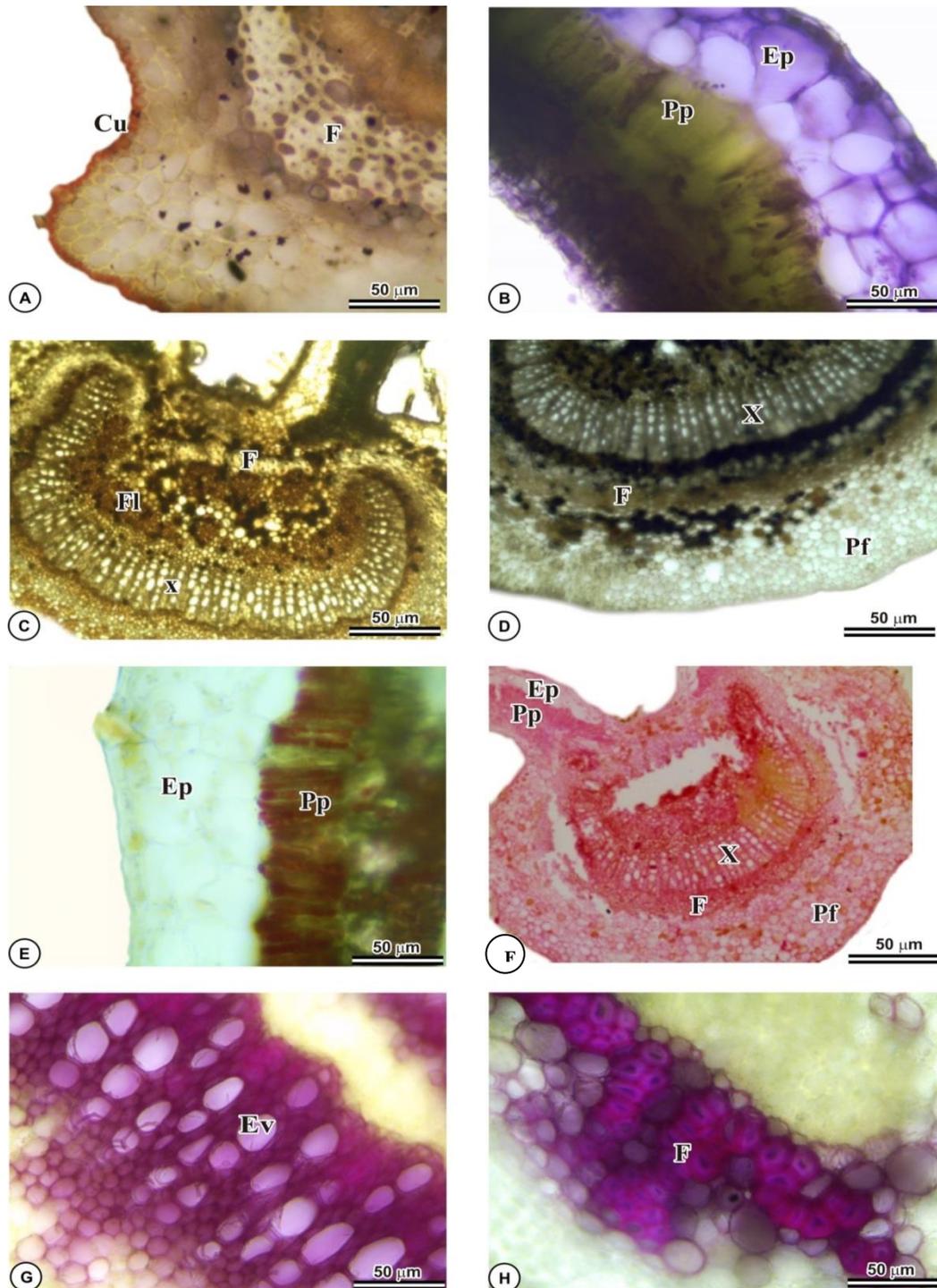
Os testes histoquímicos com cloreto férrico e o dicromáto de potássio destacaram o parênquima de preenchimento da nervura principal e o parênquima clorofiliano (figuras 4C e D).

A vanilina clorídrica marcou positivamente tanino no parênquima clorofiliano e algumas células do parênquima de preenchimento (idioblastos) na nervura principal (figura 4E e F.)

Já os testes com floroglucinol marcou em vermelho a parede celular lignificada nos elementos de vaso, fibras e algumas células parenquimáticas na medula da nervura principal (figuras 4G e H). Foram detectados lipídeos apenas na região da cutícula de acordo com o teste de sudan IV, demonstrando que as folhas de *Q. multiflora* não apresentam lipídeos de reserva (figura 4A).

Proteínas têm ampla distribuição no parênquima clorofiliano e parênquima fundamental da nervura principal (Figura 4F).

A hematoxilina indicou a presença do alumínio na parede das células da epiderme ou hipoderme e parênquima de preenchimento da nervura principal (figura 4B).



**FIGURA 4**—Cortes transversais da folha de *Q. multiflora*. **A:** Sudan IV. **B:** Hematoxilina. **C:** Dicromato de Potássio. **D:** Cloreto Férrico. **E:** Vanilina Clorídrica. **F:** XP. **G e H:** Floroglucinol. Cu: cutícula; Ep: epiderme; Ev: elemento de vaso; F: fibras; Fl: floema; Pf: parênquima fundamental; Pp: parênquima paliçádico; X: xilema.

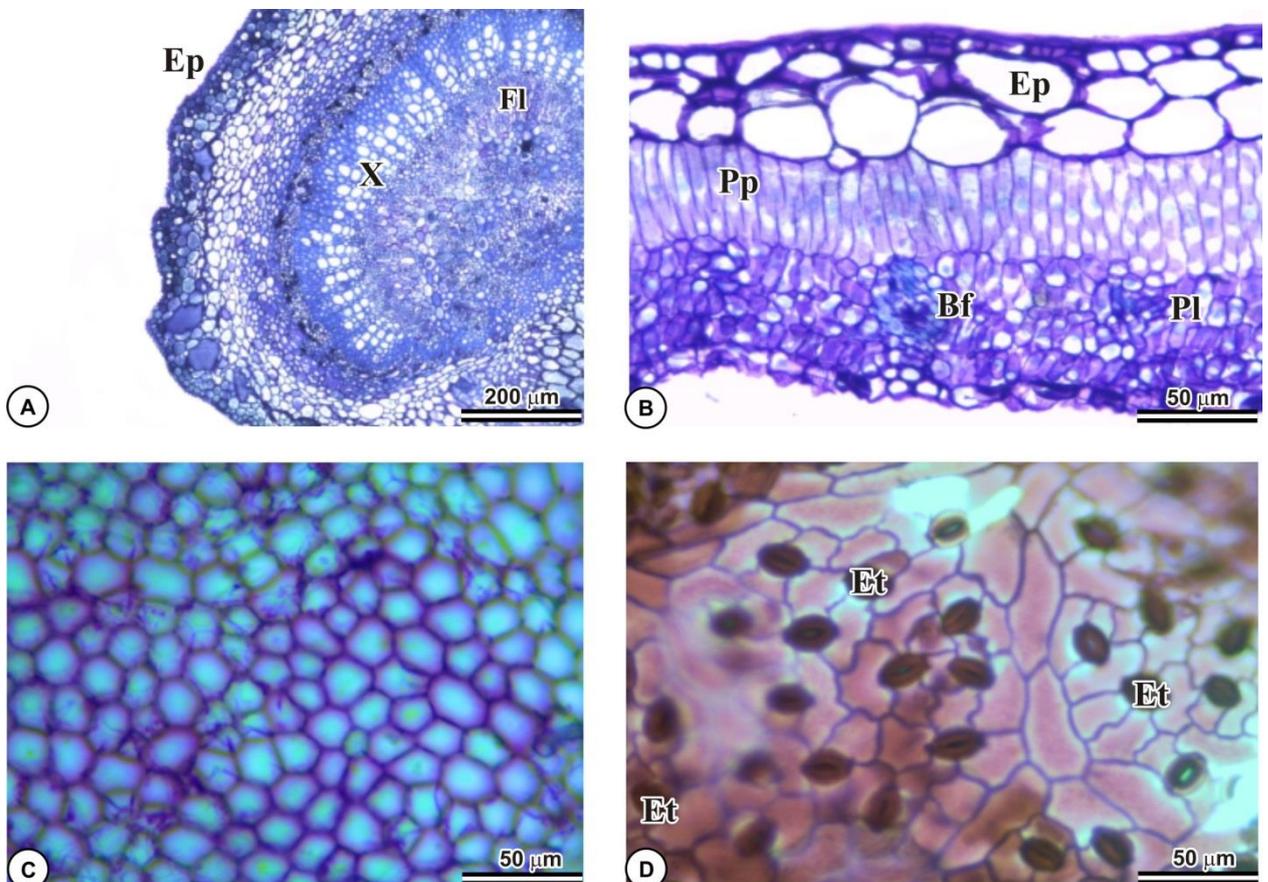
### 3.3 Caracterização anatômica de *Qualea grandiflora*

As folhas de *Q. grandiflora* contêm estômatos apenas na face abaxial, ou seja, as folhas são hipoestomáticas com estômatos apresentados de 4 a 5 células subsidiárias podendo ser classificados como do tipo anomocítico (figuras 5C e D).

Em secção transversal observa-se epiderme simples, apresentando células com presença de mucilagem. Esse tecido de revestimento é constituído de células esféricas, eretas e de contorno irregular apresentando sobre a parede periclinal externa uma cutícula evidente (figura 5B).

O mesofilo apresenta parênquima clorofiliano dorsiventral, constituído por apenas uma camada de parênquima paliçádico, seguida por quatro a cinco camadas de células do parênquima esponjoso em sua maioria, e em alguns pontos delimitando grandes espaços intercelulares (figura 5B). A nervura apresenta feixe colateral e bainha de fibra envolvendo o feixe além da presença de floema incluso na região central da nervura principal (figura 5A).

Há também presença de ductos com conteúdo mucilaginoso na porção cortical da nervura principal (figura 5A).



**FIGURA 5**– Anatomia da folha de *Q. grandiflora*. **A e B**: Cortes transversais corados com azul de toluidina, nervura principal e mesofilo, respectivamente. **C e D**: Dissociação de epiderme, face adaxial e abaxial, respectivamente. Bf: bainha de feixe; Ep: epiderme; Et: estômatos; Fl: floema; Pl: parênquima lacunoso; Pp: parênquima paliçádico; X: xilema;

### 3.3 Histoquímica das folhas de *Qualea grandiflora*

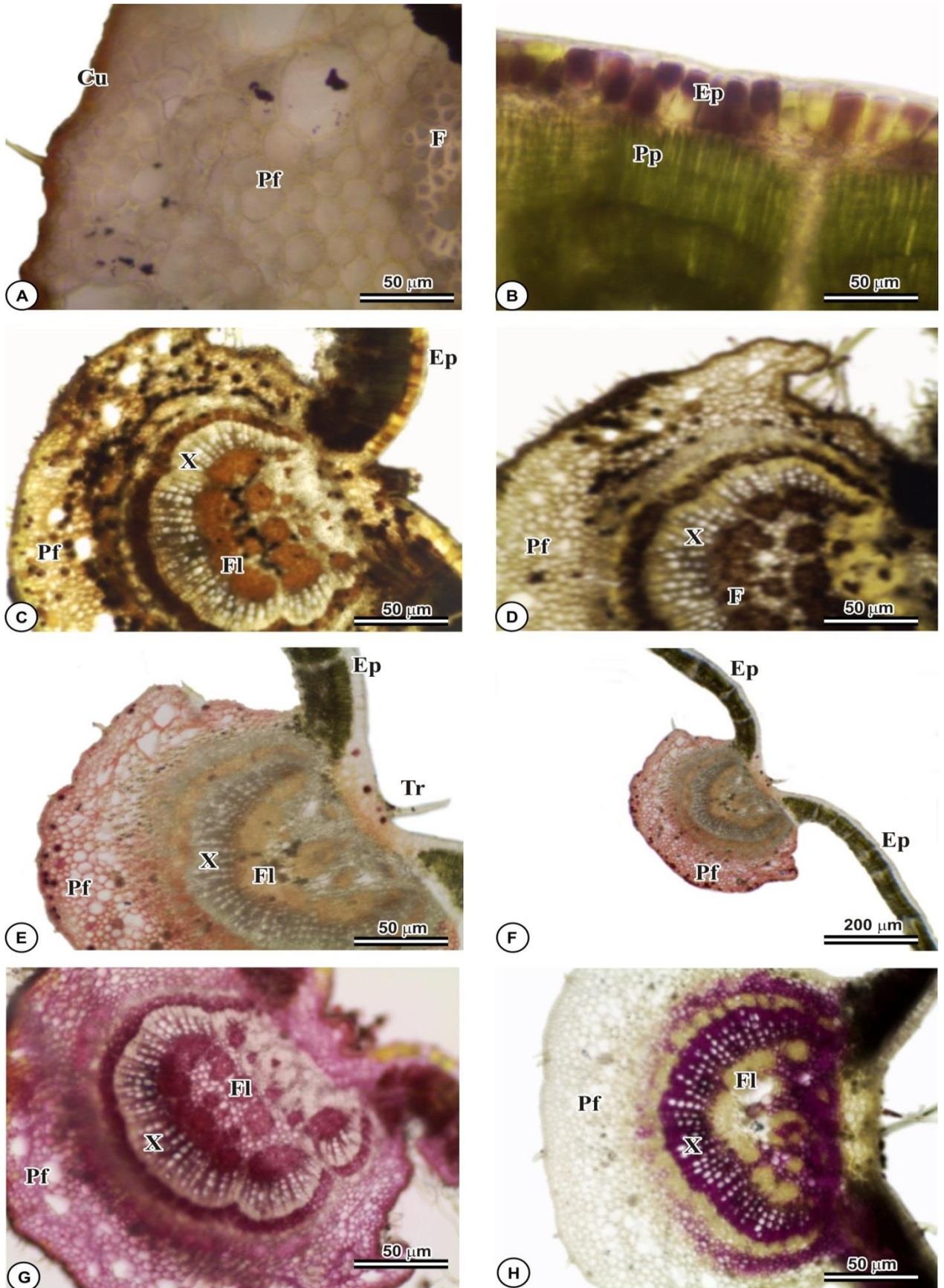
Os testes histoquímicos com cloreto férrico e dicromáto de potássio revelam uma ampla distribuição dos compostos fenólicos no parênquima clorofiliano, algumas células epidérmicas e parênquima de preenchimento do córtex e da medula na nervura principal (figuras 6C e D).

O teste com vanilina clorídrica foi positivo apenas em algumas células do parênquima de preenchimento da nervura principal e algumas células do parênquima clorofiliano, indicando que os compostos fenólicos presentes nessas regiões são taninos (figuras 6E e F). Parede celular lignificada é encontrada apenas nas fibras e elementos de vasos, como indicados pelo teste com floroglucionol (figura 6H).

As folhas de *Q. grandiflora* não apresentam lípídeos de reserva, sendo o teste com sudan positivo apenas na região da cutícula (figura 6A). Por outro lado, uma ampla distribuição de proteínas foi evidenciada com o teste de XP nas regiões do parênquima de preenchimento e floema na nervura principal (figura 6G). Para os demais testes histoquímicos o resultado foi negativo.

Em relação à coloração com hematoxilina, podemos observar que as folhas de *Q. grandiflora* acumulam alumínio no interior de maioria das células da epiderme, principalmente da face adaxial (figura 6B).

Provavelmente os compostos fenólicos, marcados pelos corantes dicromato de Potássio e cloreto férrico, nas células da epiderme de *Q. grandiflora* complexam o alumínio absorvido pela planta, no interior de seus vacúolos. Matsumoto (2000) indica como uma forma de desintoxicação interna a quelagem do  $Al^{+3}$  por ácidos orgânicos ou compostos fenólicos no citosol.



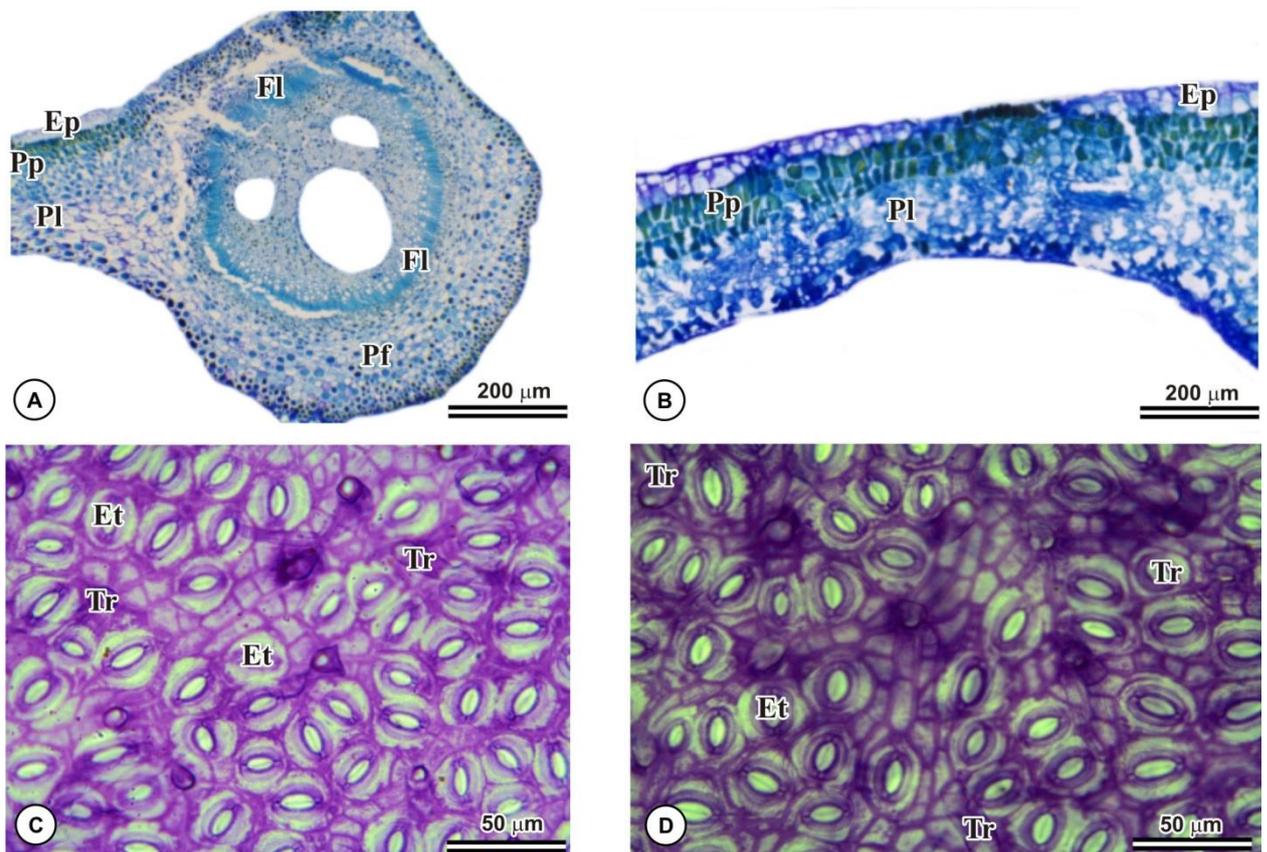
**FIGURA 6-** Cortes transversais da folha de *Q. grandiflora*. **A.** Sudan IV. **B.** Hematoxilina. **C:** Dicromato de Potássio. **D:** Cloreto Férrico. **E e F:** Vanilina Clorídrica. **G:** XP. **H:** Floroglucionol. Cu: cutícula; Ep: epiderme; F: fibras; Fl: floema Pf: parênquima fundamental; Pp: parênquima paliçádico Tr: tricoma; X: xilema.

### 3.4 Caracterização anatômica de *Vochyseia thirsoidea*

As folhas de *V. thirsoidea* são anfiestomáticas apresentando estômatos paracíticos tanto na parte abaxial quanto na parte adaxial (figuras 7C e D).

Em secção transversal apresenta epiderme múltipla com uma a três camadas celulares, em plano periclinal externo demonstra cutícula evidente (figuras 7A e B). Apresenta tricomas em ambas as faces foliares sendo classificados como tectores simples unicelulares (figuras 7C e D). O mesofilo é dorsiventral apresentando de duas a três camadas de parênquima paliçádico, seguido de várias camadas de parênquima esponjoso com espaços intercelulares freqüentes (figura 7B).

Observa-se na nervura principal, feixe vascular colateral e ao centro da nervura, de um a três, canais de conteúdo não identificado pelos testes realizados (figura 7A).



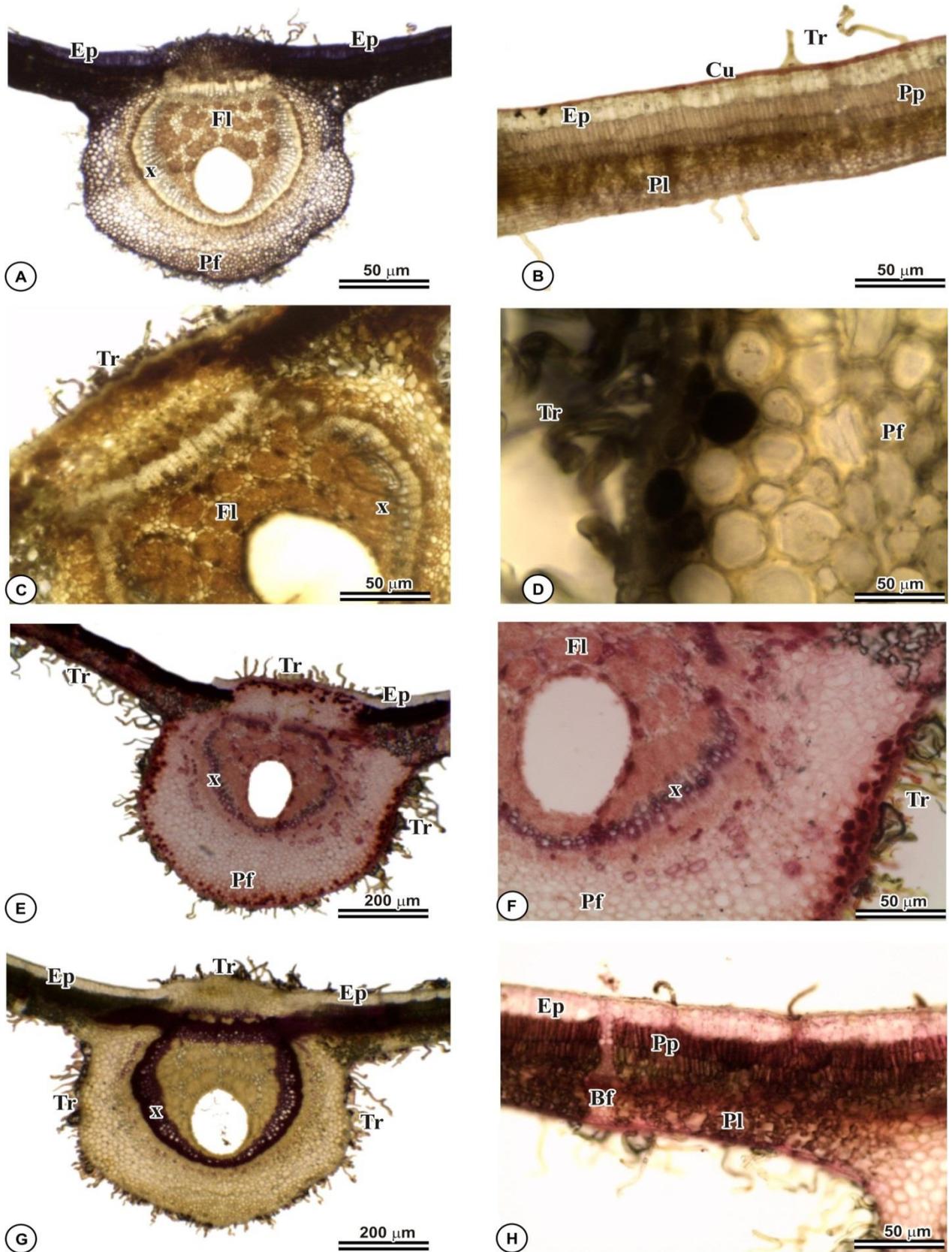
**FIGURA 7**– Anatomia foliar de *V.thirsoidea*. **A e B**: Corte transversal corado com azul de toluidina.**C e D**: Dissociação de epiderme, face adaxial e abaxial, respectivamente.Ep: epiderme;Et: estômatos;Fl: floema;Pf: parênquima fundamental;Pl: parênquima lacunoso;Pp: parênquima paliçádico;Tr: tricomas.

### 3.4 Histoquímica das folhas de *Vochyseia thirsoidea*

Nos testes histoquímicos com cloreto férrico e dicromato de potássio demonstraram presença de compostos fenólicos nas regiões do parênquima de preenchimento na nervura principal e também no parênquima clorofiliano (figura 8C e D). A vanilina evidenciou taninos em células do parênquima de preenchimento, possivelmente idioblastos, próximos a epiderme e no parênquima clorofiliano (figuras 8E e F).

O teste com o Sudan comprovou a presença de lipídeos apenas na região da cutícula (figura 7B). O teste com floroglucinol marcou a lignina na parede celular das fibras elementos de vaso e tricomas tectores (figura 8G). Proteínas estão presentes no floema e algumas células do parênquima de preenchimento na medula da nervura principal, conforme teste com XP (figura 8H). Alcalóides não foram localizados.

A hematoxilina indicou a presença do alumínio na parede celular da epiderme e parênquima de preenchimento próximo a epiderme (figura 8A).



**FIGURA 8**– Cortes transversais da folha de *V.thirsoidea*. **A:** Hematoxilina. **B:** Sudan IV. **C:** Dicromato de Potássio. **D:** Cloreto Férrico. **E e F:** Vanilina Clorídrica. **G:** Floroglucinol. **H:** XP. Bf: bainha de feixe; Cu: cutícula; Ep: epiderme; Fl: floema; Pf: parênquima fundamental; Pl: parênquima lacunoso; Pp: parênquima paliçádico; Tr: tricoma; X: xilema

## 4 DISCUSSÃO

As quatro espécies estudadas apresentam características xeromórficas como: folhas espessas e coriáceas com cutícula evidente. Mesofilo bem diferenciado, podendo haver mais de uma camada de parênquima paliçádico e, em geral, com epiderme múltipla ou hipoderme distinta. Sistema vascular bem desenvolvido com grande quantidade de fibras. É comum folhas hipostomáticas ou anfiestomáticas com tricomas tectores que têm importante papel em minimizar a perda de água na superfície foliar (Apezzato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2006).

Os testes histoquímicos que mais se destacaram foram o cloreto férrico e dicromato de potássio. Provavelmente os compostos fenólicos complexam o alumínio absorvido pela planta, no interior de seus vacúolos ou citosol. Matsumoto (2000) indica como uma forma de desintoxicação interna a quelagem do  $Al^{+3}$  por ácidos orgânicos ou compostos fenólicos no citosol.

Os compostos fenólicos apresentam a peculiaridade de complexar metais, tais como o  $Al^{+3}$ , por isso, estes compostos começaram a ser relacionados com a tolerância ao  $Al^{+3}$  (OFEIMANU et al, 2001). Estes pesquisadores mencionam que os compostos fenólicos formam fortes complexos com o  $Al^{+3}$  no citosol, onde o pH é por volta de 7, resultando em uma desintoxicação do  $Al^{+3}$  internamente em ervas de chás, especialmente, e outras espécies que acumulam  $Al^{+3}$ .

Em *S. convallariaeodora* a hematoxilina marcou o alumínio apenas na parede das células não lignificadas, como epiderme, parênquima e células do floema o que indica que nesse caso, o alumínio absorvido pode ter competido com o cálcio da parede dessas células, passando a compor sua estrutura. O  $Al^{+3}$  desloca os íons  $Ca^{+2}$  da parede celular, uma vez que se liga às pectinas da parede celular com muito mais força que o  $Ca^{+2}$  (Kinraide, 1998).

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos contribuirão para o aumento da gama de estudos dessas espécies ainda pouco pesquisadas o que pode colaborar com a conservação e possível proliferação, pois são espécies geneticamente adaptadas as condições edáfico-climáticas do bioma Cerrado.

As espécies estudadas demonstraram ser acumuladoras de Alumínio, apresentam o composto em diferentes sítios anatômicos, demonstrando variadas formas de tolerância ao elemento.

## REFERÊNCIAS

- APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. 2ªed. Viçosa, 2006.
- FIGUEIREDO C.F *et al.* **Plantas indicadoras da condição de solo**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.
- FURR, M.; MAHLBERG P. G. **Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa***. J. Nat. Prod. 44: 153-159, 1981.
- GABE, M. **Techniques histologiques**. Paris, Masson & Cie, 1968.
- HARIDASAN, M. **Aluminum accumulation by some Cerrado native species of central Brazil**. *Plant and Soil*, V.65:P.265-273, 1982.
- HARIDASAN, M. **Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado**. Revista. Brasileira Fisiologia Vegetal. V.12(1), p.54-64, 2000.
- HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Ed. Da UnB/Sematec, 1994.p.321-344p.
- JOHANSEN, D. A. **Plant micro technique**. New York, McGraw-Hill Book Co. Incl., 1940.
- KINRAIDE, T.B.; PARKER, D.R. **Assessing the phytotoxicity of mononuclear hydroxyl-aluminum**. *Plant, Cell and Environment*, Oxford, v.12, p. 479-487, 1989.
- KLINK, C.A; MACHADO, B.M. **A conservação do Cerrado Brasileiro**. Megadiversida, Brasília, DF, V.1, P 148-155, 2005.
- LOPES, S.F et al. **Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do Cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO.R**. *Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.4, p.695-704, 2009.
- MACE M. E.; HOWELL C. R. **Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings**. *Can. J. Bot.*52: 2423-2426, 1974.
- MASSAROTO, N. P.(2008). **Diversidade de uso de plantas medicinais por comunidades Quilombolas Kalunga e urbanas, no nordeste do Estado de Goiás-GO, Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL. DM- 113/2009,

Departamento de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 130P.

MATSUMOTO, H. **Cell biology of aluminum toxicity and tolerance in higher plants.** International Review of Cytology, New York, v.200, p.1-46, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE 2012: Disponível em:<[de/ Programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros. ht](#)>. Acesso em: 16 de jun.2012.

NERI, A.V.*et al.* **Composição florística de uma área de Cerrado *sensu stricto* no município de Senador Modestino Gonçalves, Vale Do Jequitinhonha (MG) e análise de similaridade florística de algumas áreas de Cerrado em Minas Gerais.** R. Árvore, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1109-1119, 2007.

O'BRIEN, T. P. & McCULLY, M. E. **The study of plant structure principles and selected methods.** Melbourne, Termarcarphi Pty Ltd. 1981.

O'BRIEN, T.P., FEDER, N. & McCULLY, M.E. 1964. **Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O.** Protoplasma 59: 368-373.

OFEI-MANU, P.; WAGATSUMA, T.; ISHIKAWA, S.; TAWARAYA, K. **The plasma membrane strength of the root-tip cells and root phenolic compounds are correlated with Al tolerance in several common woody plants.** Soil Science Plant Nutrition, Tokyo, v.47, n.2, p.359-375, 2001.

POLLE, E., KONZAC, C.F., KITTRICK, J.A. **Visual detection of aluminum tolerance levels in wheat by hematoxylin staining of seedling roots.** Crop Science, Madison, v.18, p.823-827, 1978.

RIBEIRO, R.A; RODRIGUES, F.M. **Genética da conservação em espécies vegetais do Cerrado.** R. Ci. Méd. biol., Salvador, v. 5, n. 3, p. 253-260, set./dez. 2006.

SANTOS, M.L.*et al.* **Biologia floral de *Vochysia cinnamomea* Pohl (Vochysiaceae) em cerrados do Triângulo Mineiro, MG.** Revista brasileira de Botânica., São Paulo, V.20, n.2, p.127-132, dez.1997.