

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Biológicas - CCB
Departamento de Botânica
Laboratório de Anatomia Vegetal/LAVeg
Ciências Biológicas - Licenciatura (Noturno)

Elizabech Pisetta

Adaptações anatômicas dos órgãos vegetativos de *Noticastrum hatschbachii* Zardini
(Asteraceae) - uma espécie endêmica da restinga

Florianópolis, SC, 2021

Elizabech Pisetta

Adaptações anatômicas dos órgãos vegetativos de *Noticastrum hatschbachii* Zardini
(Asteraceae) - uma espécie endêmica da restinga

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação
em Ciência Biológicas do Centro de Ciências
Biológicas da Universidade Federal de Santa
Catarina como requisito para a obtenção do
Título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Makeli Garibotti Lusa

Florianópolis, SC, 2021

Elizabech Pisetta

Adaptações anatômicas dos órgãos vegetativos de *Noticastrum hatschbachii* Zardini
(Asteraceae) - uma espécie endêmica da restinga

**Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do
Título de “Licenciado em Ciências Biológicas” e aprovado em sua forma final
pelo Curso de Ciências Biológicas**

Florianópolis, 17 de setembro de 2021.

Prof. Dr. Carlos Roberto Zanetti

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Makeli Garibotti Lusa

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Ana Claudia Rodrigues

Avaliadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Ma. Josiane Wolff

Avaliadora

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao LAVeg, pela estrutura que me permitiu a preparação e análise de amostras para a realização deste trabalho. Agradeço à professora Dra. Makeli Garibotti Lusa, pelo seu total apoio, incentivo, paciência e por todas suas contribuições a esta pesquisa. Agradeço também à Dra. Ana Claudia Rodrigues pelas orientações em técnicas de anatomia vegetal, e ao Mestre Everton Richetti por me auxiliar nas coletas de campo, identificação da espécie, interpretação e discussão dos resultados. Também gostaria de agradecer ao Laveg (Laboratório de Anatomia Vegetal da UFSC), por toda a infraestrutura que permitiu a realização desse trabalho e ao Lafic (Laboratório de Ficologia da UFSC) por ceder o uso do microscópio de fluorescência.

Sou grata à Universidade Federal de Santa Catarina que me proporcionou o acesso ao ensino superior, e a continuidade do curso através do benefício Bolsa Estudantil. E a todos que de alguma forma me incentivaram e contribuíram para a realização deste trabalho!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Morfologia externa de <i>Noticastrum hatschbachii</i> Z.....	5
Figura 2 – Estruturas secretoras encontradas em <i>N. hatschbachii</i> em microscopia de luz.....	9
Figura 3 – Secções transversais e paradérmicas de folhas de <i>N. hatschbachii</i> em microscopia de luz.....	11
Figura 4 – Secções transversais de Caule em crescimento primário de <i>N. hatschbachii</i> em microscopia de luz.....	13
Figura 5 – Secções transversais de Caule em crescimento secundário de <i>N. hatschbachii</i> em microscopia de luz.....	14
Figura 6 – Secções transversais de Raiz de terceira e segunda ordem de <i>N. hatschbachii</i> em microscopia de luz.....	16
Figura 7 – Secções transversais de Raiz de primeira ordem de <i>N. hatschbachii</i> em microscopia de luz.....	18

SUMÁRIO

RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1. ASTERACEAE.....	2
1.2 RESTINGA.....	3
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GERAL.....	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3- MATERIAIS E MÉTODOS	6
3.1 COLETAS, FIXAÇÃO, PROCESSAMENTO DE INCLUSÃO.....	6
3.2 MICROSCOPIA FOTÔNICA.....	7
4- RESULTADOS	8
4.1 MORFOLOGIA DE <i>NOTICASTRUM HATSCHBACHII</i> ZARDINI.....	8
4.2 ANATOMIA DAS FOLHAS.....	8
4.3 ANATOMIA DO CAULE.....	12
4.4 ANATOMIA DA RAIZ FINA (RAIZ DE TERCEIRA ORDEM).....	14
4.4.1 Raiz com espessamento intermediário	15
4.4.2 Anatomia da raiz espessada	17
5- TESTES HISTOQUÍMICOS	19
6- DISCUSSÃO	20
7- CONCLUSÃO	26
8- REFERÊNCIAS	27

RESUMO

O sucesso adaptativo de Asteraceae está relacionado à eficientes formas de dispersão e a distintas estruturas de adaptação morfológicas e anatômicas, entre elas uma grande diversidade de estruturas secretoras. *Noticastrum hatschbachii* Z. é uma espécie endêmica da restinga do Sul do Brasil, com distribuição importante no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (Florianópolis, Brasil), sendo ameaçada de extinção pela forte pressão antrópica da área litorânea. O objetivo principal deste estudo foi identificar as estratégias que conferem sucesso à espécie nesse ambiente. Em *N. hatschbachii* canais secretores foram encontrados nas folhas, no caule, e mais raramente nas raízes, com presença de compostos fenólicos, compostos pécticos, substâncias lipofílicas e cumarinas no conteúdo. Tricomas alongados foram observados nas folhas e caules podendo auxiliar na redução de temperatura em ambientes secos, como é o caso da restinga. Tricomas capitados encontrados principalmente nas folhas, sugerem um importante papel de defesa contra a herbivoria e o ataque de patógenos. Além disso, entre outras características as folhas apresentaram um amplo parênquima perivascular e extensões de bainha do feixe, enquanto os caules, uma medula parenquimática conspícua, que podem estar relacionados à economia de água pela espécie. E por fim, a raiz espessada apresentou crescimento secundário anômalo, com formação de parênquima radial abundante e câmbios adicionais, que além da economia de água podem conferir resistência e flexibilidade ao sistema radicular no substrato arenoso, cujos indivíduos sofrem a ação de ventos fortes e constantes, sugerindo uma adaptação importante da espécie à restinga.

Palavras-chave: Morfoanatomia, folha, caule, raiz, câmbios adicionais, estruturas secretoras, adaptações

1. INTRODUÇÃO

1.1. ASTERACEAE

Asteraceae é uma das maiores famílias de Angiospermas, representada por aproximadamente 24.000 espécies, em 1.600-1700 gêneros, o que corresponde a cerca de 10% das Angiospermas (FUNK *et al.*, 2009). No Brasil são mais de 250 gêneros e 23.600 espécies descritas (STEVENS, 2012), sendo uma família característica de vegetações abertas, como áreas de campos (ANDERBERG *et al.* 2007) e de restinga (GUIMARÃES, 2006). Seus variados tipos de hábitat contribuem para sua alta diversidade morfológica, assim como para o desenvolvimento de um sistema químico de defesa para sua sobrevivência (CRONQUIST, 1988; FUNK *et al.*, 2009).

Em Asteraceae encontra-se grande diversidade de estruturas secretoras, podendo estar em folhas, caules, raízes e flores (FERNANDES *et al.*, 2018). Essa diversidade de estruturas secretoras é responsável pela produção/armazenamento e liberação de metabólitos secundários (LUSA *et al.*, 2016), os quais estão relacionados ao sucesso evolutivo e distribuição do grupo (CALABRIA *et al.*, 2009). Essas estruturas podem ser observadas em diversas regiões da superfície da planta, na forma de tricomas glandulares, nectários, coléteres e apêndices glandulares e também ocorrem internamente aos órgãos como: idioblastos, canais, cavidades, laticíferos, hidatódios, ou simplesmente representados por tecidos que secretam e/ou acumulam os metabólitos (METCALFE & CHALK 1950; CARLQUIST, 1959; LERSTEN, & CURTIS 1985; CASTRO, *et al.* 1997, LUSA, *et al.*, 2016a).

Tricomas glandulares ocorrem com frequência em Asteraceae, acumulando especialmente compostos terpenóides e flavonóides entre suas paredes celulares glandulares e cutículas, o que confere variadas funções importantes em interações ecológicas e defesa contra condições de estresse biótico e abiótico (AMREHN, 2014). Segundo Werker, Fahn, (1981), a espécie *Inula viscosa* (L.) Ait. secreta lipídeos, terpenóides pelos seus tricomas glandulares, que auxiliam na reflexão da luz, diminuindo a temperatura foliar, assim como na proteção contra herbivoria. Em *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray (Asteraceae: Heliantheae) observou-se que

há atividade inibitória contra larvas de *Chlosyne lacinia* (Doubleday & Hewitson) (Insecta: Lepidoptera) devido a presença de 14 lactonas sesquiterpênicas, um flavonóide e um diterpenóide em seus tricomas, sendo a face abaxial evitada pelas lagartas, onde contém maior quantidade de tricomas (AMBRÓSIO, *et al.*, 2008). Conforme o estudo de Smiljanic, (2005), os tricomas tectores também podem apresentar a função de manter o vapor d'água ao redor da folha, formando uma camada de ar em volta do órgão, comumente em ambientes xéricos, o que reduz a temperatura foliar e a transpiração excessiva. Esses tricomas e outras estruturas contribuem para a geração de um microclima em torno da planta, auxiliando na sobrevivência a condições ambientais abióticas extremas.

1.2 RESTINGA

Nas restingas de Santa Catarina, em vegetações mais próximas ao mar, é encontrada grande riqueza de espécies sobre dunas móveis e semi-fixas, predominando uma vegetação herbácea que exerce papel fundamental para a estabilização do solo (BRESOLIN, 1979). *Noticastrum hatschbachii* Zardini localiza-se nos dois tipos de dunas costeiras, (FALKENBERG, 1999).

Essa vegetação ocorre sobre dunas móveis quando cobertas por pouca ou nenhuma vegetação, e sobre dunas semi-fixas quando está presente cobertura vegetal relativamente densa de espécies herbáceas, subarbustos ou arbustos, (Scarano, *et al*, 2001).

Dentre as espécies mais frequentes estão *Spartina ciliata* Brongn, *Panicum racemosum* (Beauv.) Spr. e *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet, (BRESOLIN, 1979), e entre as espécies de Asteraceae predominantes estão *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC., *Ambrosia elatior* L., *Baccharis mesoneura* DC., *Baccharis* sp., *Eupatorium casarettoi* (B.L. Rob.) e *Wedelia trilobata* (L.) Hitchc, (MELO, 2008).

Noticastrum malmei Z. está entre as cinco espécies mais utilizadas para intenso forrageamento por parte de *Acromyrmex striatus*, na praia de Joaquina, Florianópolis-SC. Essa preferência está relacionada com ambientes não modificados (LOPES, 2005). A alteração da distribuição de espécies na restinga

vem sofrendo influência antrópica, o que torna a regeneração da restinga mais lenta quando comparadas com a regeneração de outras Florestas da Mata Atlântica, devido às condições edáficas (MAM OLIVEIRA, 2015).

Plantas de regiões costeiras são influenciadas pelo mar, pela alta salinidade, por ventos constantes, além de estarem sujeitas a temperaturas altas, a inundações ou secas, e à falta de nutrientes, (Scarano, *et al*, 2001). Esses fatores ambientais estressantes podem provocar alterações nas características funcionais e estruturais da vegetação (BACHTOLD, 2015). Desta forma, a seleção de novas características na anatomia das plantas contribuem para seu crescimento e sobrevivência representando um grande potencial de adaptação (DA SILVA, HAYASHI, APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2014). O estudo da anatomia tem contribuído para a compreensão de quais estratégias são utilizadas por elas em resposta aos fatores ambientais. Em um estudo de Junior, *et al*, em 2009, foi verificado que as folhas de *Mikania glomerata* Sprengel (Compositae) sob condições de sombra se desenvolvem com uma área foliar maior do que as que se desenvolvem em condições de radiação solar intensa, nesse caso, uma área foliar reduzida diminui a perda de água.

Análises anatômicas são essenciais para distinguir as estruturas que fornecem informações sobre adaptações que ocorrem nesses ambientes, ainda com uma importância pouco enfatizada, mas úteis para estudos ecológicos, químicos e de conservação da biodiversidade. O presente estudo tem enfoque na morfoanatomia de *Noticastrum hatschbachii* Zardini, herbácea endêmica do sul do país, na restinga de dunas frontais e internas. É uma das espécies que encontra-se ameaçada de extinção devido ao aumento das atividades antrópicas (Falkenberg, 1999; CNCFlora, 2012). Assim, objetivou-se analisar a morfoanatomia de *N. hatschbachii* para entender quais estratégias adaptativas a espécie apresenta para se desenvolver em seu ambiente natural, e qual a importância ecológica dessas estratégias.



Fig. 1. *N. hatschbachii* coletado no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição. A: Aspecto geral de *N. hatschbachii* com raízes expostas. B: Raiz principal (primeira ordem) e raízes laterais (segunda ordem) com espessamento intermediário; C: População de *N. hatschbachii*. D: Folhas da roseta com detalhes da nervação. E: Flor de *N. hatschbachii*. F: Folhas da rosetas e ramos vegetativos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Compreender morfoanatomicamente os órgãos vegetativos de *Noticastrum hatschbachii* Z. (Asteraceae) e as características adaptativas ao ambiente de restinga.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever as estruturas secretoras, o sistema radicular, o sistema caulinar e o sistema foliar de *N. hatschbachii*.
- Analisar características histoquímicas.
- Relacionar como essas estruturas e características permitem sua adaptação em condições de pressão ambiental como no ambiente de restinga.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 COLETAS, FIXAÇÃO, PROCESSAMENTO DE INCLUSÃO

Foram coletados três indivíduos de *N. hatschbachii*, em Florianópolis, SC, no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, coordenadas 27° 37' 35" S 48° 27' 22" O. Utilizamos a chave de Zardini, (1985) para identificação da espécie, e exsiccatas foram também enviadas para especialista no gênero, para confirmação.

Os estudos anatômicos foram realizados em material fresco e fixado. A fixação do material foi feita em FAA 50% (formol, ácido acético e álcool 50% na proporção de 1:1:18v/v durante 24 horas, e posteriormente estocadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Foram analisadas três porções de caule, raízes e terço médio das folhas (nas regiões da nervura central e margem foliar), da fase reprodutiva.

As amostras foram desidratadas em série etanólica crescente, do etanol 80% para o etanol 96% a cada uma hora. Posteriormente foram pré-infiltradas por 15 dias em historesina na geladeira e infiltradas durante 24h em historesina no freezer (resina plástica hidróxi-etil-metacrilato, Leica Historesin®, Heraeus-Kulzer, Hanau, Germany), conforme instrução do fabricante, adaptada por Paiva, Pinho, & Oliveira (2011). Posteriormente retiradas para polimerização em temperatura ambiente.

Secções transversais e paradérmicas foram feitas com auxílio de micrótomo de rotação (Modelo RM 2245, Leica Microsystems Nussloch GmbH, Nussloch, Germany), e navalha de aço. A espessura dos cortes variou entre 5-7 micrômetros (μm) e afixadas em lâminas histológicas. As secções obtidas foram coradas com Azul de toluidina 0,05% (em tampão citrato-fosfato, pH 4,5) (SAKAI, 1973).

3.2 MICROSCOPIA FOTÔNICA

Para as análises morfoanatômicas, as amostras foram montadas em verniz vitral incolor (Acrilex®, São Bernardo do Campo, Brasil) (PAIVA, *et al.*, 2006), entre lâmina e lamínula para observação em microscópio óptico (Leica, DM 2500).

Também foram obtidos cortes à mão livre de material fresco das regiões de folha, caule e raiz para realização dos seguintes testes histoquímicos: Sudan III para verificar a presença de substâncias de natureza lipofílicas (SASS, 1951), cloreto férrico para verificar a presença de compostos fenólicos (JOHANSEN, 1940), lugol para verificar a presença de amido (SASS, 1951), e azul de toluidina (O'BRIEN *et al.*, 1965). Também foi realizada reação com Hidróxido de sódio, visualizada sob fluorescência (filtro de excitação UV 340-380) para detecção de cumarinas (CASSOLA, *et al.* In prep.).

As lâminas permanentes e temporárias (testes) foram selecionadas e fotografadas com câmera acoplada (Leica DFC 295) e também por dispositivo móvel Samsung SM-A205G/DS. As fotos da morfologia foram obtidas através da câmera Nikon D-500 DSLR. As imagens de fluorescência sob luz UV foram obtidas no Microscópio Olympus IX53-II, Japão.

4- RESULTADOS

4.1 MORFOLOGIA DE *NOTICASTRUM HATSCHBACHII* ZARDINI

Segundo a descrição morfológica de Zardini, E. M. (1985) *Noticastrum hatschbachii* Z. é uma erva ereta de até 50 cm de altura, folhas basais em rosetas estão sempre presentes, com folhas até o ápice, e caules ramificados em forma de candelabro. Possui flores marginais brancas e flores do disco amarelas. A consistência foliar é membranácea, com superfície abaxial e adaxial pilosa, cobertas por pêlos glandulares capitados em ambas as faces. Possui margem denteada na estrutura laminar, base foliar séssil, sem presença de pecíolo. Apresentam um tipo de venação camptódroma, em que as nervuras secundárias saem de uma nervura principal central, em direção oposta a esta e ao final se curvam em direção ao ápice, mas não chegam a tocar o bordo, as terciárias são opostas às secundárias e se juntam com as quaternárias formando “câmaras”.

Além disso, o sistema radicular é pivotante, constituído de raiz principal (de primeira ordem) visualmente espessada, de raízes de segunda ordem (também espessadas) e de raízes de terceira ordem (finas), (Fig.1A-1B).

4.2 ANATOMIA DAS FOLHAS

Nas folhas de *Noticastrum hatschbachii* foram encontrados dois tipos de tricomas (Fig. 2A-2D): tricoma glandular capitado (Fig. 2A), que apresenta um pedúnculo bisseriado curto, cabeça secretora com cutícula que se distende e espaço subcuticular amplo. A frequência desse tipo de tricoma na superfície foliar é baixa, mas quando presente há uma maior quantidade na face abaxial, (Fig. 2A).

O outro tricoma (Fig. 2B-E) é alongado e unisseriado, possuindo na base uma célula volumosa com espessamento parietal (Fig. 2B), seguida de um pedúnculo com quatro a cinco células (Fig. 2B-C), pescoço com uma célula pouco alongada (Fig. 2C-F) e uma célula terminal muito alongada e curvilínea (Fig. 2A-D). Esse tricoma é muito abundante e forma um emaranhado ao longo da superfície

foliar em ambas as faces da folha (Fig. 2B). A célula da base, do pedúnculo e do pescoço desse tricoma possuem conteúdo (Fig. 2D-F), apontando atividade secretora. Além disso, a célula terminal longa possui espessamento péctico (Fig. 2D). As células terminais se rompem facilmente, restando a porção inferior do tricoma até a célula alongada do pescoço (Fig. 2E).

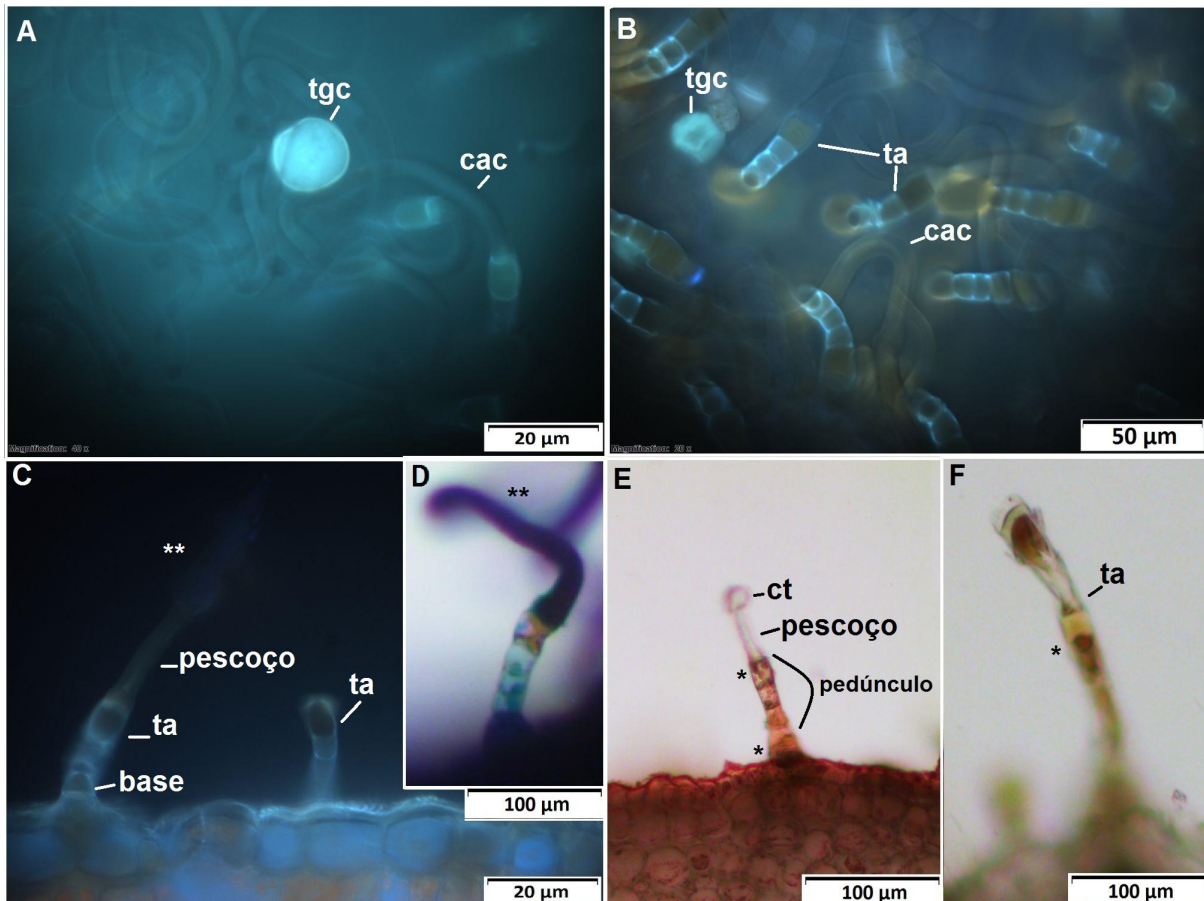


Fig 2 Secções transversais de estruturas secretoras encontradas em *Noticastrum hatschbachii* Z. A, B e C: Imagem de auto fluorescência de tricomas glandulares em superfície foliar adaxial. D: Imagem de Tricoma unisseriado alongado em reação com azul de toluidina. E: Imagem de Tricoma unisseriado alongado em reação com Sudan III em caule jovem. F: Imagem de Tricoma unisseriado alongado em reação com Cloreto férrico em superfície foliar. Tgc: Tricoma glandular capitado. Ta: Tricoma unisseriado alongado. Ct: Célula terminal. Cac: Célula terminal alongada curvilínea*: Células da base e terminais com conteúdo **Célula terminal de Ta.

A epiderme foliar em secção paradérmica apresenta estômatos anisocíticos e anomocíticos (Fig. 3A) em ambas as faces, o que a caracteriza como anfiestomática. Estômatos em secção transversal estão posicionados no mesmo nível em que as demais células epidérmicas, com câmaras subestomáticas conspícuas (Fig. 3B). A epiderme é unisseriada com cutícula delgada, apresentando

células comuns de formato variado, alongadas ou arredondadas, e contorno reto em vista frontal (Fig. 3B).

O limbo possui mesofilo isobilateral (Fig. 3B), com parênquima clorofiliano paliçádico ocupando a sua maior parte, e um parênquima incolor de células volumosas, ocupando o meio do mesofilo conectando os feixes vasculares lateralmente, denominado de parênquima perivascular (Fig. 3B). Esse tecido perivascular é provavelmente de origem endodérmica. Nos feixes de maior calibre se observa uma extensão da bainha do feixe de natureza igualmente parenquimática, que alcança a epiderme em ambas as faces, conectando-a ao parênquima perivascular (Fig. 3B). Externamente ao floema dos feixes, pode ser observado canais secretores de diferente calibre (Fig. 3B). Em corte paradérmico, pode ser observado que essas estruturas secretoras possuem pelo menos duas vezes o comprimento do seu diâmetro, caracterizando canais secretores (Fig. 3C).

A região da nervura central apresenta epiderme delgada seguida internamente por colênquima angular tanto na face adaxial quanto na face abaxial e parênquima de preenchimento envolvendo o feixe vascular central (Fig. 3D). O feixe vascular é colateral apresentando algumas fibras perivasculares adaxialmente, (Fig. 3E). Associado ao feixe vascular, ocorre um canal secretor de tamanho conspícuo, possivelmente originado pela bainha do feixe (Fig. 3E).

O bordo foliar (Fig. 3F) apresenta, transversalmente células epidérmicas com formato variado, alongadas a arredondadas. Internamente à epiderme ocorrem camadas de parênquima clorofiliano paliçádico, enquanto o feixe vascular é envolvido pelo parênquima perivascular. Na porção mais distal do bordo, as células do parênquima são menores e sem muitos espaços intercelulares, lembrando um epitema de hidatódio.

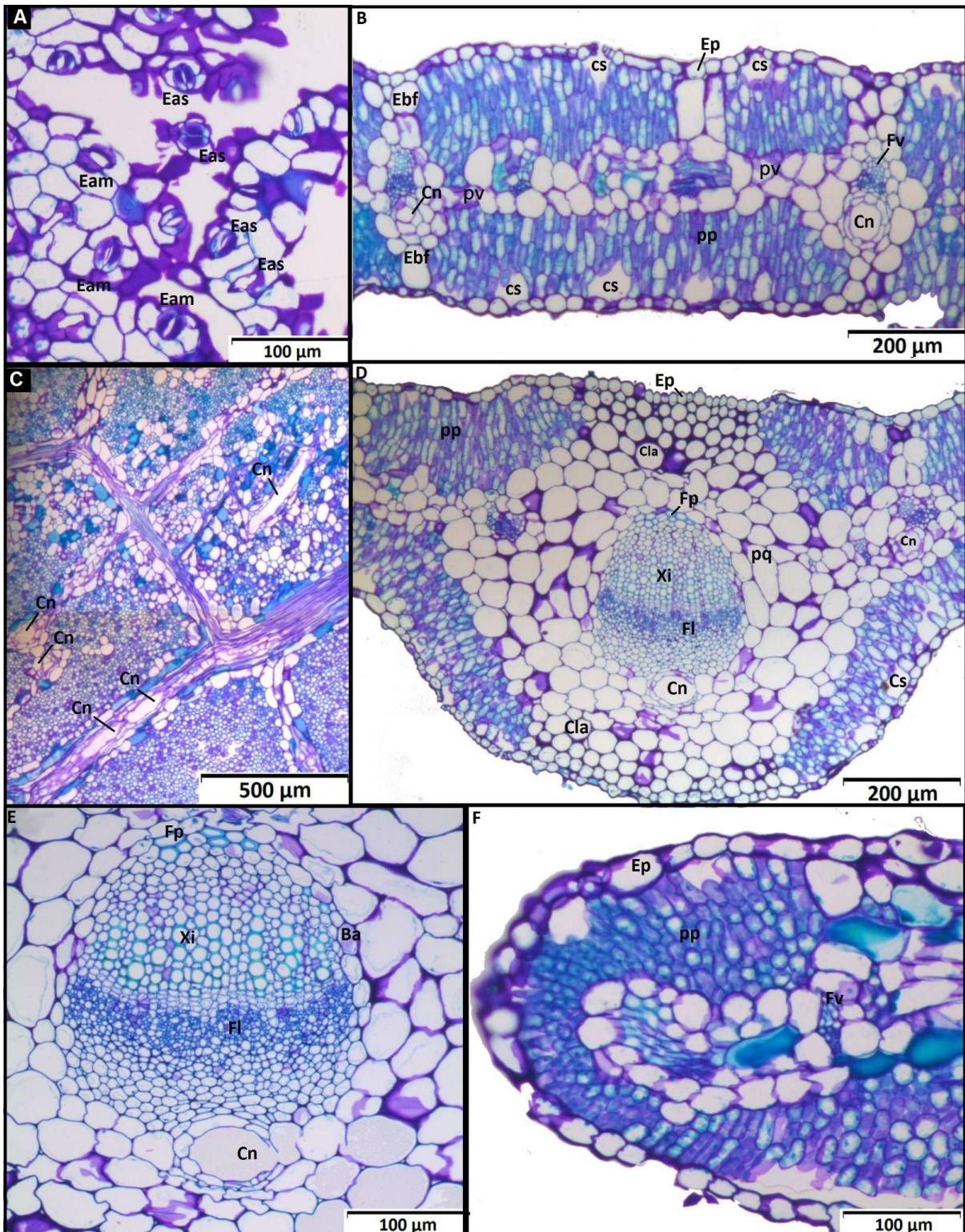


Fig.3 A) Secção paradérmica da face adaxial apresentando estômatos anisocíticos e anomocíticos. B) secção transversal do mesófilo isobilateral, apresentando extensão de bainha do feixe. C) Secção paradérmica da face adaxial evidenciando canais. D) Nervura central foliar. E) Feixe vascular colateral com fibras perivasculares. F) Bordo foliar. Eas: Estômato anisocítico. Eam: Estômato anomocítico. Cs: Câmaras subestomáticas. Cla: Colênquima angular. Ep: Epiderme. Fl: Floema. Xi: Xilema. Fp: Fibras perivasculares. Ebf: Extensão da bainha do feixe. Cn: Canal. Pp: Parênquima clorofiliano paliçádico. Pq: Parênquima de preenchimento. Pv: Parênquima perivascular. Ba: Bainha.

4.3 ANATOMIA DO CAULE

O caule vegetativo jovem, em crescimento primário (Fig. 4A-4D) exhibe, em secção transversal, formato circular com a região cortical pouco ampla em relação à região medular.

A epiderme é uniestratificada com paredes periclinais externas espessadas, com ornamentação e recobertas por cutícula que acompanha a ornamentação da parede (Fig. 4B e 4D). A epiderme caulinar apresenta estômatos no mesmo nível das demais células epidérmicas (Fig. 4A). Os mesmos tricomas relatados para folha estão presentes no caule jovem.

Na região subepidérmica estão presentes cerca de quatro camadas de parênquima clorofiliano, que se intercalam com porções de colênquima predominantemente lamelar com cerca de três a quatro camadas (Fig. 4B e 4C).

A região mais interna do córtex é composta por parênquima de preenchimento e, junto à endoderme, ocorrem canais secretores, possivelmente derivados da mesma, que se localizam opostos aos feixes vasculares (Fig. 4C). Esses canais apresentam epitélio uniestratificado, com seis a 15 células e lúmen amplo (Fig. 4B, 4C).

O periciclo apresenta células com paredes esclerificadas, envolvendo todo o feixe vascular (Fig. 4B). O sistema vascular é composto por feixes colaterais (Fig. 4A-4B). Uma calota de fibras gelatinosas ocorre externamente ao floema primário (Fig. 4B-4C), sendo possível notar camadas de natureza parietal distinta. Na região medular predomina parênquima de paredes delgadas (Fig. 4B). O parênquima medular possui células de volume consideravelmente maior que as do parênquima cortical (Fig. 4A). As células medulares centrais possuem tamanho conspícuo originando pequenos espaços intercelulares (Fig. 4B).

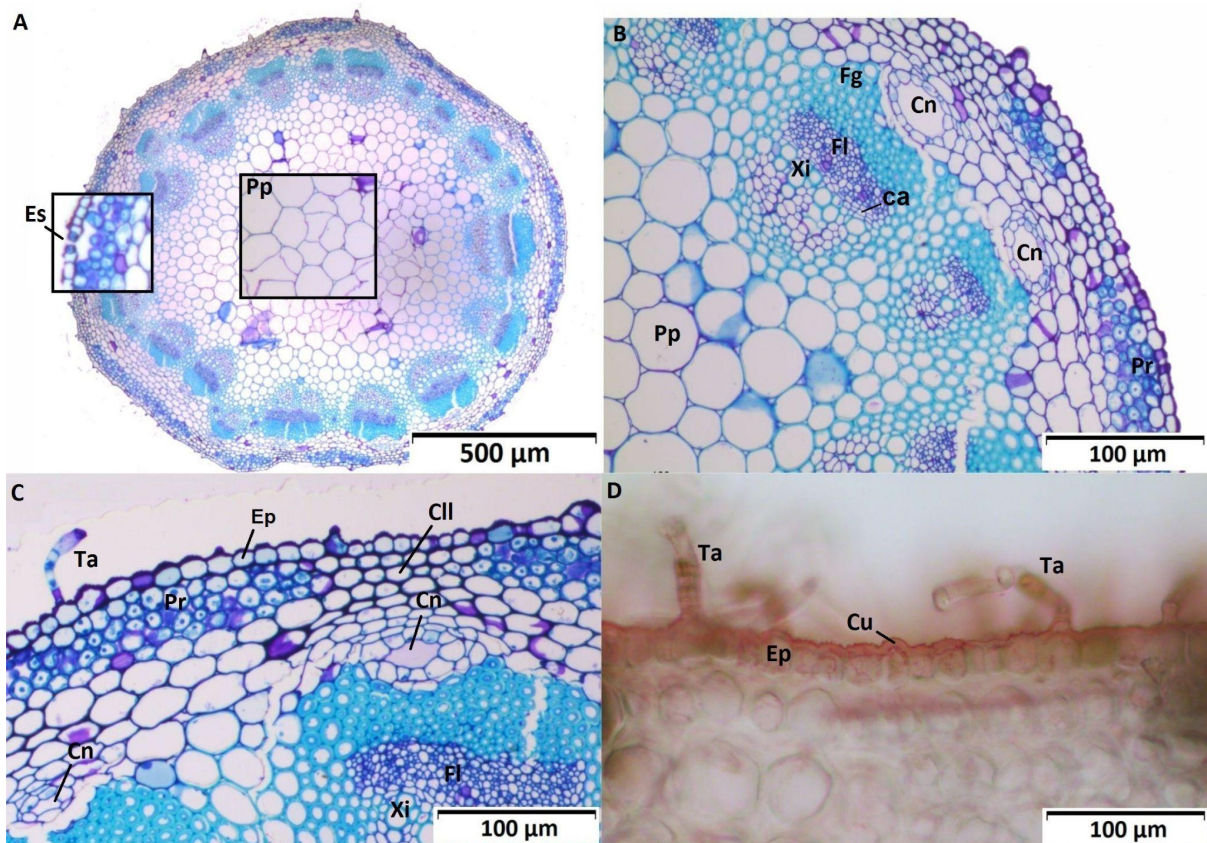


Fig.4: Fig.4: A,B,C: Secções transversais de Caule em crescimento primário de *Noticastrum hatschbachii*. D: Secção transversal de Caule em crescimento primário corado com Azul de Toluidina. A) Apresenta caule com formato circular, mostrando detalhe do parênquima de preenchimento com células amplas e detalhe de estômato no mesmo nível que as demais células epidérmicas. B) Canais secretores opostos aos feixes, com fibras gelatinosas envolvendo parcialmente o floema primário. C) apresenta reação no canal secretor e o mesmo tricoma alongado na epiderme também presente nas folhas. D) Reação com Sudan III. Es: Estômato. Fg: Fibra gelatinosa. Cll: Colênquima lamelar. Cu: Cutícula. Ep: Epiderme. Fl: Floema Xi: Xilema. Ca: Câmbio. Cn: Canal. Pr: Parênquima clorofiliano regular. Pp: Parênquima de preenchimento. Ta: Tricoma unisseriado alongado. Ca: Câmbio.

O caule em crescimento secundário é espessado (Fig. 5A-5C), embora apresente muitas características semelhantes às descritas para o caule jovem. No entanto, o caule espessado exibe um diâmetro maior do órgão, devido ao crescimento secundário do mesmo e especialmente à presença de uma ampla medula (Fig. 5A). Apresenta epiderme como tecido de revestimento, e uma quantidade mais escassa de tricomas (Fig. 5A, 5B). O sistema vascular secundário apresenta xilema secundário com amplo parênquima axial e elementos de vaso de diâmetro conspícuo (Fig. 5C). Na medula há poucos espaços intercelulares e praticamente não há células medulares centrais rompidas (Fig. 5A).

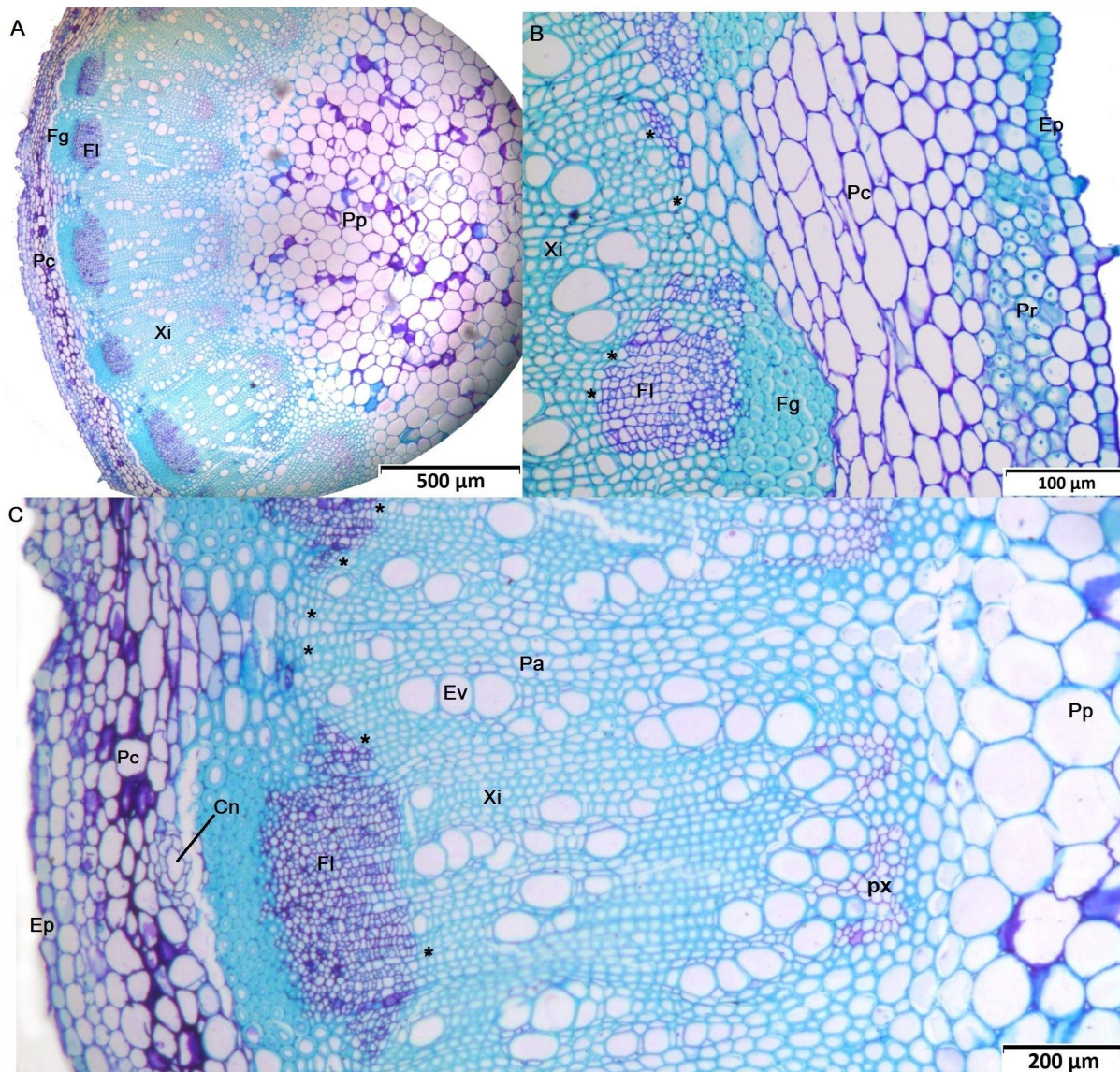


Fig. 5 Imagens A, B e C: Secções transversais de Caule em crescimento secundário corados em Azul de Toluidina. A) apresenta espessamento péctico no parênquima medular. B) Presença de parênquima clorofiliano regular intercalado com colênquima lamelar na região cortical. C) evidencia espessamento péctico no parênquima cortical e presença de canal secretor oposto ao feixe vascular. Fg: Fibras gelatinosas. CII: Colênquima lamelar. Ep: Epiderme. Fl: Floema. Xi: Xilema. Cn: Canal. Pc: Parênquima cortical. Pp: Parênquima de preenchimento. Pr: Parênquima clorofiliano regular. Px: parênquima do xilema primário. Ev: Elemento de vaso. Pa: Parênquima axial. Detalhe do câmbio mostrado por (*).

4.4 ANATOMIA DA RAIZ FINA (RAIZ DE TERCEIRA ORDEM)

Na secção transversal, a região de raiz mais fina (Fig. 6A e 6B) possui epiderme unisseriada, cujas células apresentam paredes periclinais externas levemente espessas (Fig. 6B). Na região subepidérmica há uma primeira camada

de células parenquimáticas com formato arredondado, volume amplo e paredes menos espessas. Logo abaixo encontram-se cerca de quatro camadas de células parenquimáticas com menor volume e formato variável (Fig. 6B). Nessa região cortical observam-se divisões celulares anticlinais. A raiz fina já apresenta crescimento secundário com câmbio vascular visível (Fig. 6B) e o xilema secundário apresenta elementos de vaso de tamanho conspícuo. O cilindro vascular é originalmente triarco (Fig. 6A). Na raiz fina não foi observada a presença de canais secretores como no caule e na folha.

4.4.1 Raiz com espessamento intermediário (raiz de segunda ordem)

A raiz com espessamento intermediário (Fig. 6C-6H) apresenta um súber estratificado como tecido de revestimento (Fig. 6C; 6D e 6E). O córtex é bastante reduzido, com três a quatro camadas com numerosas divisões anticlinais e cuja porção mais interna apresenta eventualmente cavidades secretoras (Fig. 6D). O xilema secundário apresenta fibras gelatinosas, elementos de vaso de diâmetro conspícuo, e amplo parênquima axial cujas células apresentam esclerificação (Fig. 6E e 6F), de forma semelhante ao observado no caule. Além disso, ocorrem raios parenquimáticos conspícuos com células com espessamentos pécticos (Fig. 6F) (Fig 6C e 6E). Na região do floema secundário também há presença de fibras gelatinosas e os raios parenquimáticos são dilatados (Fig. 6C e 6F). Também são visíveis cunhas de floema secundário inseridas no tecido xilemático (Fig. 6E) indicando variação da atividade cambial. Essas cunhas floemáticas apresentam uma porção esclerificada conspícuo Fig. (6D).

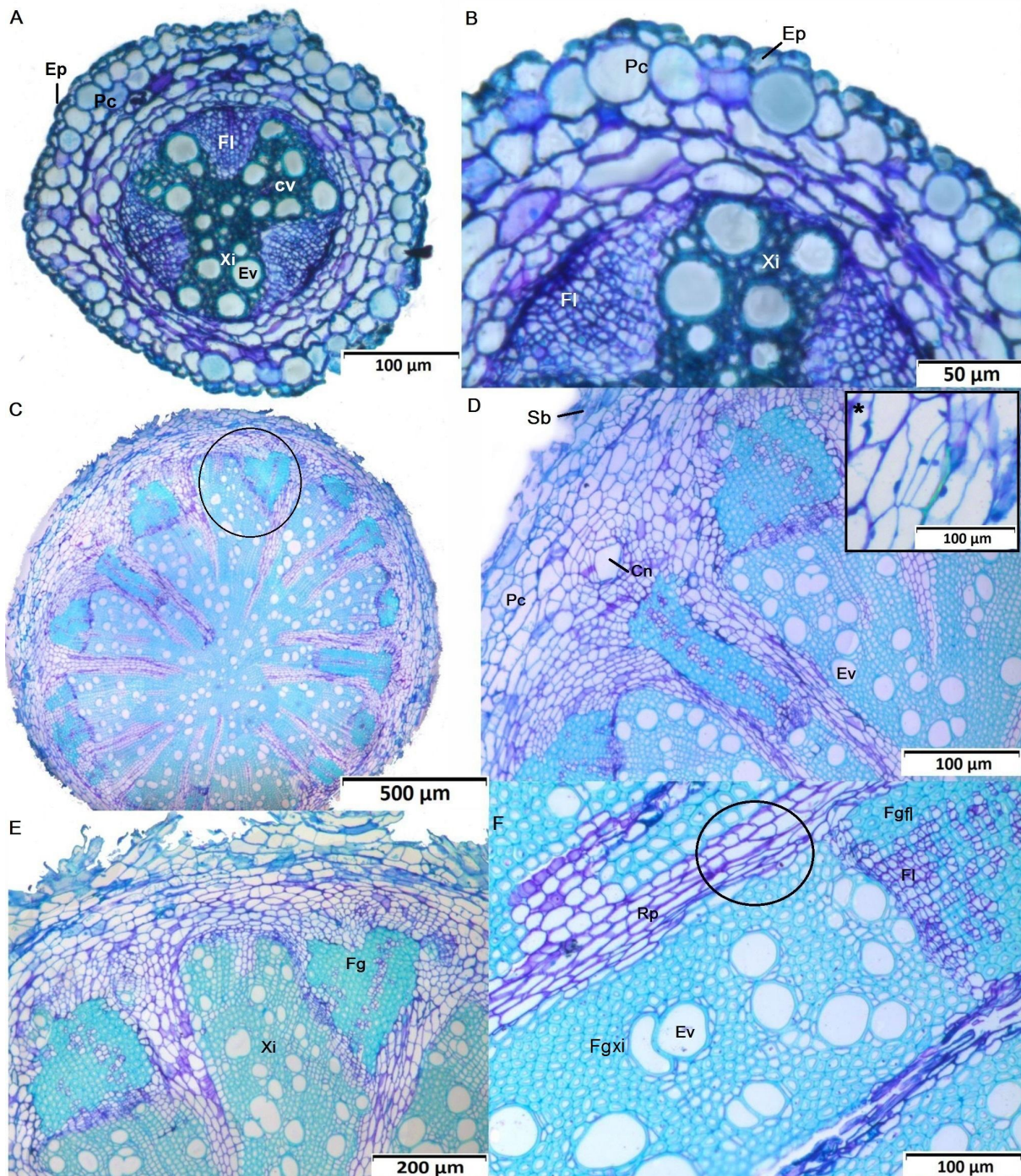


Fig. 6: A e B: Secções transversais de raiz fina coradas em Azul de Toluidina. C-H: Secções transversais de raiz intermediária coradas em Azul de Toluidina. A) cilindro vascular apresenta-se originalmente triarco. B) raiz fina evidencia paredes periclinais levemente espessas. C) cunhas de floema secundário em tecido xilemático (círculo). D) uma cavidade secretora. (*) Detalhe de cavidade secretora da raiz com espessamento intermediário). E) súber estratificado como tecido de revestimento. F: células do raio parenquimático com espessamento péctico (círculo). Fgfl: Fibra gelatinosa no floema. Fgxi: Fibra gelatinosa no xilema. Sb: Súber. Fl: Floema. Xi: Xilema. Cv: Cavidade secretora. Ev: Elemento de vaso. En: Endoderme. Rp: Raio parenquimático. Cv: Cilindro vascular originalmente triarco.

4.4.2 Anatomia da raiz espessada (raiz principal ou de primeira ordem)

A raiz em sua região mais espessa (Fig. 7A-7F) se diferencia por apresentar floema secundário formando o súber estratificado (Fig. 7A-B e 7 D). Além disso, as regiões de floema secundário, especialmente nas cunhas, desenvolvem câmbios adicionais, que formam novos núcleos de xilema e floema secundários (Fig. 7B e 7F, círculos indicam esses núcleos). As dilatações dos raios floemáticos também são mais conspícuas (Fig. 7D-E). Não foram visualizadas estruturas secretoras nessa porção radicular.

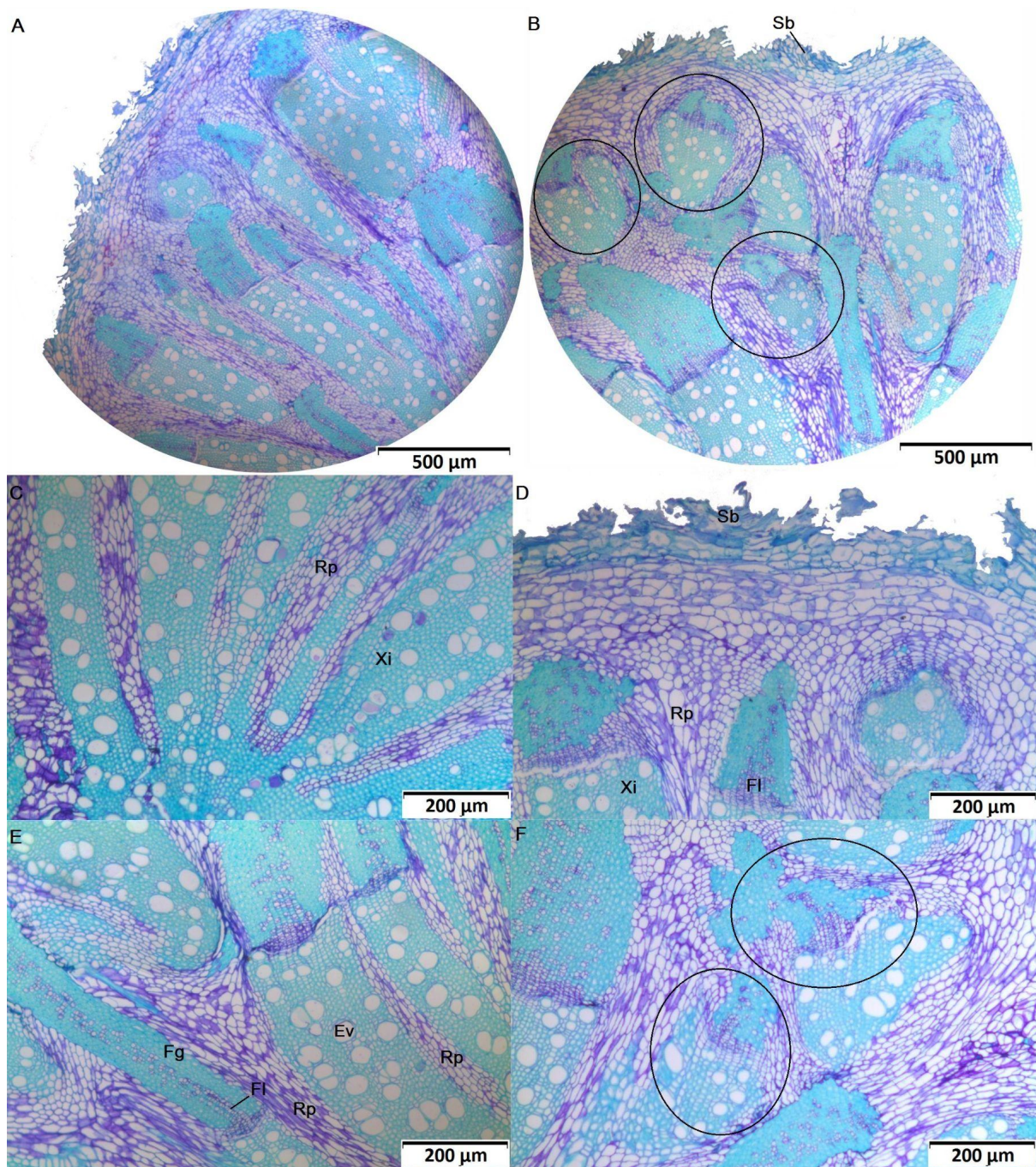


Fig. 7: A-F: Secções transversais de raiz espessa coradas em Azul de Toluidina. A) espessamentos pécticos nos raios parenquimáticos. B) formação de novos núcleos de floema e xilema secundários (círculo). C) Nota-se espessamentos pécticos na região do xilema secundário. D) apresenta floema secundário formando o súber estratificado. E) evidencia variação na formação e desenvolvimento de novos câmbios, e de xilema e floema secundários. F) núcleos de floema e xilema secundários (círculo). Fg: Fibra gelatinosa. Sb: Súber. FI: Floema. Xi: Xilema.

5- TESTES HISTOQUÍMICOS

A tabela abaixo apresenta os resultados de testes histoquímicos e reações observadas nos órgãos vegetativos de *Noticastrum hatschbachii* Zardini, bem como aponta as regiões de secreção ou as estruturas secretoras relacionadas ao metabólito indicado.

Tabela 1. Testes histoquímicos e reações realizadas nos órgãos vegetativos de *Noticastrum hatschbachii* Zardini

Reagente	Grupo químico	Lâmina foliar	Caule cresc. primário	Caule cresc. secundário	Raiz fina	Raiz espessada
Azul de Toluidina	Compostos fenólicos	CL, PF	CL, EP, TA	CL, EP, PC, TA	SE	CO, SE
Azul de Toluidina	Compostos pécnicos	CO, CS, EB, EP, PF	CO, CS, EP, PC, PM, TA	CO, EP, PC, PM	-	PV
Cloreto férrico	Compostos fenólicos	CL, TA, CS	CL, CS, EN, EP, TA	CL, CS, EN, EP, PC, PM	-	PC, PV
Hidróxido de sódio em luz UV	Cumarinas	CL	CS	CS	-	-
Lugol	Amido	CL	CL	CL, EN, PC, PV	-	PC, PV
Sudan III	Substâncias lipofílicas	CS, EP	CS, EP, EN, PC	CS, XI	-	XI
"Autofluorescência em luz UV"	Cristais/ráfides	-	-	PM	-	-
"Autofluorescência em luz UV"	(substâncias não identificadas)	TA	-	XI	-	-

Clorênquima (CL), Colênquima (CO), Canal secretor (CS), Cutícula (CU), Extensão de bainha do feixe (EB), Endoderme (EN), Epiderme (EP), Parênquima cortical (PC),

Parênquima medular (PM), Parênquima perivascular foliar (PF), Parênquima vascular (PV), Súber estratificado (SE), Tricoma alongado (TA), Tricoma capitado (TC), Vasos do xilema (XI).

6- DISCUSSÃO

As folhas de *Noticastrum hatschbachii* Z. são pequenas, o que pode ser considerado como uma estratégia contra perda de água, já que uma menor área foliar pode minimizar danos fisiológicos de estresse de água, pois minimiza a área de transpiração (POORTER, 1999).

Em relação às folhas anfiestomáticas de *Noticastrum hatschbachii*, essa característica é relativamente comum na família Asteraceae, tendo grande significado adaptativo, pois estômatos em ambas as faces epidérmicas aumentam o fluxo de dióxido de carbono em um curto intervalo de tempo (FAHN e CUTLER, 1992; METCALFE & CHALK, 1950). Essa característica pode conferir vantagens a *N. hatschbachii* que se encontra em um ambiente com alta luminosidade e baixa disponibilidade de água. O tipo dos estômatos de *N. hatschbachii* são características frequentes na família Asteraceae (METCALFE & CHALK, 1950), mas com uma predominância de estômatos do tipo anomocítico em ambas as faces epidérmicas.

O limbo pode estar associado à otimização da captação da luz em situações de estresse hídrico (ZAGDANSKA & KOZDOJ, 1994), à proteção do aparato fotossintético em alta luminosidade (LUSA, *et al.* 2014) e, possivelmente, ao aproveitamento da luz refletida pela areia no ambiente de restinga.

Na região mediana do mesofilo, o parênquima perivascular conecta os feixes vasculares lateralmente, possivelmente atuando na reserva de água nas folhas, já que apresentam paredes com composição péctica prevalente, evidenciada pela coloração com o azul de toluidina. Situação semelhante onde um parênquima incolor conecta os feixes vasculares lateralmente também foi observada em espécies do gênero *Minasia* sp. (Asteraceae) com ocorrência em campos rupestres por Lusa, *et al.* (2018) e possivelmente está relacionada à economia de água pelas

espécies que ocorrem em locais de intensa luminosidade e solos bem drenados. Assim, essa pode ser considerada mais uma estratégia importante para o sucesso de *N. hatschbachii* no ambiente restinga.

Além disso, nos feixes vasculares de maior calibre se observa uma extensão da bainha do feixe que alcança a epiderme em ambas as faces. Extensões de bainha do feixe podem estar relacionadas com o transporte de água entre o sistema vascular e os tecidos que apresentam paredes com conteúdo preponderantemente péctico como é o caso do parênquima incolor e da epiderme de *N. hatschbachii*, característica que é associada à retenção de água nas plantas (FAHN e CUTLER, 1992; TURNER, 1994; LUSA *et al.*, 2018). Segundo Karabourniotis, *et al.*, (2000), essas extensões também podem favorecer a passagem de luz para as camadas mais internas do mesofilo e áreas vizinhas, assegurando uma melhor eficiência fotossintética para o sistema.

Além desses aspectos estruturais, os apêndices epidérmicos também podem representar um importante recurso para sobrevivência em ambientes de condições extremas, como é o caso da restinga. Os tricomas não glandulares são estruturas valiosas por auxiliarem na redução de temperatura em ambientes secos, podendo refletir a luz solar, gerando o efeito de reduzir a transpiração e aumentar a economia de água da planta (FAHN e CUTLER, 1992; LARCHER, 2000). Já aos tricomas glandulares sugere-se um importante papel de defesa contra a herbivoria e o ataque de patógenos (WERKER, 2000; SIEBERT, 2004; MACHADO, *et al.* 2006; LUSA *et al.* 2015) e, portanto, de conservação de recursos já despendidos pela planta na formação de órgãos do sistema caulinar aéreo. Além disso, substâncias mucilaginosas encontradas na secreção de tricomas podem proteger estruturas foliares contra dessecação (ROCHA *et al.*, 2011; LUSA *et al.* 2015). Segundo Rocha *et al.*, (2002), substâncias lipofílicas secretadas por esses tricomas também podem funcionar como proteção contra a alta radiação solar e temperatura elevada, evitando a perda de água.

Característica similar ao tricoma alongado de *N. hatschbachii* foi encontrada nos tricomas de *Noticastrum acuminatum* (DC.) Cuatrec, observado no estudo de

Liesenfeld *et al.*, (2019), uma espécie com ocorrência em áreas de campos arenosos do pampa, sugerindo uma possível convergência adaptativa, pois ambos os ambientes são abertos, com altas taxas de radiação solar, presença de ventos e apresentam solo arenoso, o qual pode refletir a luz solar. O emaranhado de tricomas pode atenuar a passagem da radiação diminuindo a temperatura das folhas, (VIANA, *et al.*, 2018; PERVEEN, *et al.* 2016), o que pode compensar a cutícula não tão espessa da epiderme de *N. hatschbachii*, embora nesse caso, poderia ser interessante uma análise mais detalhada da cutícula, pois conforme a composição química da camada a permeabilidade da cutícula pode variar (OLIVEIRA, 1999).

Segundo Molina-Montenegro, *et al.*, (2006), em Asteraceae, a densidade de tricomas também está relacionada com a taxa de herbivoria apresentando um maior consumo de insetos em locais da folha com menor densidade de tricomas. Além disso, compostos fenólicos foram identificados no tricoma alongado de *N. hatschbachii* podendo auxiliar contra predação.

Em *Noticastrum hatschbachii* os canais estão associados ao floema e essa é uma característica comum dentre as Asteraceae (METCALFE & CHALK, 1950). Através da caracterização histoquímica de *N. hatschbachii* verificou-se substância de natureza mista nos canais secretores, ou seja, foram observados tanto compostos fenólicos, substâncias lipofílicas, quanto compostos pécticos. Além de canais secretores e tricomas glandulares, hidatódios também são estruturas que contribuíram para o sucesso adaptativo de Asteraceae (FAHN, 1982; LERSTEN, e CURTIS, 1985; CLARO, 1994; CASTRO, *et al.*, 1997;). Além da função mais conhecida de eliminação de água, os hidatódios localizados principalmente nos dentes da margem foliar podem ter relação com a eliminação de excesso de sais dissolvidos (ESAU, 1976). No estudo de Burgess, & Dawson, (2004) encontraram hidatódios desempenhando a função inversa coletando água condensada do nevoeiro. O fluxo inverso de água nos hidatódios pode reduzir significativamente o impacto na planta causado pela limitação de água devido ao estresse salino.

Em *N. hatschbachii* a presença de hidatódios é sugerida pela margem denteada da folha, embora não tenha sido observado uma estrutura anatômica clássica de hidatódio.

No caule, compostos fenólicos e compostos pécnicos foram identificados no tricoma alongado de *N. hatschbachii*, podendo auxiliar na proteção do órgão jovem, como já discutido anteriormente na discussão das folhas.

Na região mais interna do córtex foi observada a presença de canais secretores, possivelmente derivados da endoderme. Os canais reagiram positivamente a compostos fenólicos, compostos pécnicos, substâncias lipofílicas e cumarinas. Essas substâncias podem desempenhar funções de defesa contra predação (FAHN, 2000), além de estarem relacionadas à retenção de água (LUSA *et al.*, 2014; LUSA *et al.*, 2015; LUSA *et al.*, 2018).

As células epidérmicas comuns do caule de *N. hatschbachii* apresentam paredes com conteúdo pécnico, também presentes nas folhas. As paredes periclinais externas espessas funcionam como estratégia adaptativa, evitando a perda excessiva de água, além de proteger contra a radiação (FAHN & CUTLER, 1992; DICKINSON, 2000).

Foram observadas fibras gelatinosas localizadas externamente ao floema primário, bem como no caule de crescimento secundário. Esse tipo de fibra possui grande capacidade de absorver e armazenar água em suas paredes, permitindo à planta tolerar condições de estresse como a falta de água, além de proporcionar flexibilidade para resistir a fortes ventos (ESAU, 1959; PAVIANI, 1978). Estudos indicam a relação do desenvolvimento de fibras em ambientes mais secos (BAAS & CARLQUIST, 1985; FAHN, *et al.*, 1986; PAVIANI, 1978; SILVA, Lazaro Benedito da *et al.*, 2009), sendo estas, um indicador ecológico de adaptação em ambientes com menor disponibilidade de água (CARLQUIST & HOEKMAN, 1985; ALVES, & ANGYALOSSY-ALFONSO, 2002; MELO JÚNIOR *et al.*, 2011).

As células da medula parenquimática de *N. hatschbachii* apresentam paredes de natureza pécnica, com espessamento pécnico mais conspícuo na medula e no

parênquima cortical do caule espessado, podendo contribuir com a retenção de água nas paredes e, conseqüentemente, para o aumento da economia hídrica (WAISEL, 1972; LARCHER, 2000; LUSA, *et al*, 2014).

O parênquima cortical, parênquima vascular e endoderme reagiram positivamente no teste para a presença de grãos de amido. Kuster, *et al*, (2018), identificaram em outras espécies de restinga como um caráter anatômico de adaptação. A presença de grãos de amido no parênquima cortical, vascular e na endoderme pode estar associada a diferentes funções. Conforme Evert, (2013) grãos de amido são produtos de reserva temporária e se acumulam somente quando a planta está fotossintetizando ativamente, podendo ser armazenado em várias regiões do corpo vegetal. Kuster, *et al*. (2018) apontam que em espécies da restinga o amido armazenado em tecidos do caule está associado à reprodução vegetativa.

A raiz em crescimento primário apresentou epiderme com paredes periclinais externas levemente espessas. Segundo estudo de Kuster, *et al*, (2018), esse espessamento em espécies de restinga pode evitar perda de água excessiva e auxiliar a tolerar a elevada temperatura das dunas de areia devido a refletância da radiação. Em *N. hatschbachii* pode funcionar como uma adaptação de proteção para as raízes mais finas.

Foi observado em teste histoquímico a presença de compostos fenólicos no súber estratificado, assim como no parênquima cortical da raiz em crescimento secundário. Estes compostos sugerem se tratar de um recurso de defesa contra invasão fúngica ou como proteção de microfauna. Conforme Baptista, *et al*, (1999) a dosagem de compostos fenólicos feita da raiz de *Eucalyptus urophylla* St Blake aumentou após 96 h de inoculação ectomicorrízica, indicando uma restrição do desenvolvimento de fungos pelo tecido radicular. De acordo com Appezzato-da-Glória, e Cury (2011) compostos fenólicos foram visualizados na periderme de raízes tuberosas de outras espécies de Asteraceae do Cerrado como recursos de defesa contra herbivoria e microorganismos patogênicos.

O parênquima cortical também apresentou amido na caracterização histoquímica, assim como no parênquima vascular. Essa característica é apontada por Kuster, *et al*, (2018), como recurso de espécies de planícies costeiras de restinga em períodos de baixa disponibilidade de água, em que o amido pode ser hidrolisado em carboidratos para ser utilizado na osmorregulação, ajudando a manter a umidade nas raízes.

As raízes de *Noticastrum hatschbachii* possuem um crescimento secundário não usual. Essas variações cambiais mostram-se conhecidas dentre as lianas, como observado por Bastos, *et al*, (2015) na espécie *Serjania caracasana* (Jacq.) Willd, e por Joshi, (1973) nos caules e raízes de espécies de *Amaranthaceae* e *Chenopodiaceae*. Nessas espécies de liana, a abundância de tecido parenquimático confere flexibilidade aos órgãos, o que no caso de *N. hatschbachii*, poderia auxiliar na sustentação das raízes nas dunas, ou seja, num substrato com grande mobilidade e cujas espécies vegetais estão sujeitas à força dos ventos.

Além disso, Dickinson, (2000), observou diferentes tipos de crescimento secundário e relatou que essa sucessão de câmbios protege os tecidos vasculares e possibilita maiores conexões com as raízes adventícias, podendo estar associados a adaptações fisiológicas de ambientes sob intenso estresse hídrico.

Cavidades secretoras foram observadas de forma eventual nas porções mais internas do córtex das raízes de segunda ordem, ou seja, em raízes que apresentavam as porções corticais ainda conservadas. Nas raízes de primeira ordem, não foram vistas estruturas secretoras, com região do parênquima cortical bastante reduzida. Estruturas secretoras internas, como cavidades e canais são frequentemente associados a produção de substâncias lipofílicas que possivelmente detém herbívoros (DA SILVA; HAYASHI; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2014), o que pode ser mais uma estratégia de resistência dessa espécie e auxilie no seu sucesso no ambiente restinga, já que a areia é um substrato que abriga uma grande microfauna.

7- CONCLUSÃO

Foi descrita pela primeira vez a morfoanatomia de *Noticastrum hatschbachii* para a literatura, com importantes estratégias adaptativas, como estruturas secretoras do tipo canais, tricomas alongados e tricomas glandulares capitados. As estruturas subterrâneas apresentaram crescimento secundário anômalo, parênquima radial abundante e cavidades. Nas folhas, foram encontradas extensões de bainha do feixe e o parênquima perivascular, possivelmente associados à retenção de água nas plantas, além de medula conspícua no caule. Essas características são mecanismos adaptativos que contribuem para o crescimento e sobrevivência de *N. hatschbachii*, embora a perturbação antrópica dificulte esse processo devido a uma regeneração naturalmente lenta da restinga (MAM OLIVEIRA, 2015).

Salienta-se a necessidade de estudar outros representantes do gênero, bem como novas análises da espécie estudada, em busca da possibilidade de ocorrência de hidatódios, pois embora a presença de hidatódios em *N. hatschbachii* seja sugerida pela margem denteada, não foi possível confirmar a partir das técnicas utilizadas. Além disso, foi indicada a presença de cavidades nas estruturas subterrâneas menos espessas, sendo necessárias maiores investigações sobre a estrutura e o tipo de substância ocorrida no interior destes, visto que não houve reação positiva nos testes histoquímicos realizados.

Essas análises fornecem informações úteis para estudos, não somente anatômicos, mas também taxonômicos, podendo ser inserida na chave de identificação da espécie analisada, e em estudos ecológicos e químicos. O estudo também indica a necessidade de conservação da biodiversidade da restinga, uma vegetação rica em espécies endêmicas, que apresentam um grande potencial de adaptação em resposta às condições adversas, mas que estão muito ameaçadas pela ação antrópica, como é o caso de *Noticastrum hatschbachii*, espécie endêmica e classificada como ameaçada de extinção (CNCFlora, 2012).

8- REFERÊNCIAS

ALVES, Edenise Segala; ANGYALOSSY-ALFONSO, Veronica. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **Iawa Journal**, v. 23, n. 4, p. 391-418, 2002.

AMBRÓSIO, Sérgio Ricardo *et al.* Constituents of glandular trichomes of *Tithonia diversifolia*: relationships to herbivory and antifeedant activity. **Phytochemistry**, v. 69, n. 10, p. 2052-2060, 2008.

AMREHN, Evelyn; HELLER, Annerose; SPRING, Otmar. Capitate glandular trichomes of *Helianthus annuus* (Asteraceae): ultrastructure and cytological development. **Protoplasma**, v. 251, n. 1, p. 161-167, 2014.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; CURY, Graziela. Características morfoanatômicas de sistemas subterrâneos em seis espécies de Asteraceae do Cerrado brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, p. 981-992, 2011.

BAAS, Pieter; CARLQUIST, Sherwin. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. **Iawa Journal**, v. 6, n. 4, p. 349-353, 1985.

BACHTOLD, Barbra Aliane; DE MELO JÚNIOR, João Carlos Ferreira. Plasticidade morfológica de *Calophyllum brasiliense* Camb.(Calophyllaceae) em duas formações de restinga no sul do Brasil. **Acta Biológica Catarinense**, v. 2, n. 2, 2015.

BAPTISTA, Mirian J. *et al.* Produção de compostos fenólicos durante a infecção ectomicorrízica por dois isolados de *Pisolithus tinctorius* em *Eucalyptus urophylla* in vitro. **Brazilian Journal of Botany**, v. 22, p. 309-315, 1999.

BASTOS, Carolina Lopes. Decifrando raízes e caules de lianas de Sapindaceae: diversidade macroscópica e conexões vasculares. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2015.

BERETTA, Mariane Elis *et al.* A família Asteraceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n. 3, p. 189-216, 2008.

BRESOLIN, Antonio. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina Material Suplementar: carta chorographica do município de Florianópolis. **INSULA Revista de Botânica**, v. 10, p. 3-54, 1979.

BURGESS, Stephen S.O.; DAWSON, Todd E. A contribuição da névoa para as relações hídricas de *Sequoia sempervirens* (D. Don): absorção foliar e prevenção da desidratação. **Planta, célula e ambiente**, v. 27, n. 8, pág. 1023-1034, 2004.

CALABRIA, Lalita M.; VICENTE P. Emerenciano; MARCUS T. SCOTTI AND TOM J. MABRY. Secondary Chemistry of Compositae in: Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae. Washington, D.C., USA. Vicki Ann. Funk, Alfonso Susanna, Tod F. Stuessy, Randall J. Bayer. cap.5, p. 76-86. 2009.

CASTRO, Marília de Moraes; LEITÃO-FILHO, Hermógenes de Freitas; MONTEIRO, Walkyria Rossi. Utilização de estruturas secretoras na identificação dos gêneros de Asteraceae de uma vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 20: 163–174.1997.

CLARO, Silvia Maria Castex Aly *et al.* Levantamento dos tipos de estruturas secretoras em folhas de Asteraceae da restinga de Setiba, Guarapari (ES). 101 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

CARLQUIST, Sherwin. The leaf of *Calydenia* and its glandular appendages. **American Journal of Botany** 46: 70-80. 1959.

CARLQUIST, Sherwin; HOEKMAN, David A. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. **Iowa Journal**, v. 6, n. 4, p. 319-347, 1985.

CNCFlora. Noticastrum hatschbachii in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Noticastrum hatschbachii](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Noticastrum_hatschbachii). Acesso em 2 setembro 2021.

CRONQUIST, Arthur. The evolution and classification of flowering plants, 2.ed., **Columbia University Press**, New York.1988.

DA SILVA, Edilmara Michelly Souza; HAYASHI, Adriana Hissae; APPEZZATO-DA-GLORIA, Beatriz. Anatomy of vegetative organs in *Aldama tenuifolia* and *A. kunthiana* (Asteraceae: Heliantheae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, n. 4, p. 505-517, 2014.

DICKINSON, William C. Integrative plant anatomy. **Academic Press**, San Diego. 2000.

ESAU, Katherine. “Anatomía vegetal”, **Ediciones Omega**, Barcelona. 1959.

ESPINDOLA JUNIOR, Ari *et al.* Variação na estrutura foliar de *Mikania glomerata* Spreng.(Asteraceae) sob diferentes condições de luminosidade. **Brazilian Journal of Botany**, v. 32, n. 4, p. 749-758, 2009.

EVERT, Ray F.; ESAU, Katherine. Anatomia das plantas de Esau, meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento / trad. da 3ª ed. americana – São Paulo: Blucher, 2013.

FAHN, Abraham, CUTLER, David F. Xerófitas. **Gebrüder Borntraeger**, 1992.

FAHN, Abraham *et al.* Anatomia da madeira e identificação de árvores e arbustos de Israel e regiões adjacentes . **Academia de Ciências e Humanidades de Israel**, 1986

FALKENBERG, Dantel De Barcellos. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. *INSULA Revista de Botânica*, v. 28, p. 01-01, 1999.

FERNANDES, Valéria Ferreira *et al.* How to distinguish cavities from ducts in *Casearia Jacq.* (Salicaceae): Anatomical characterization and distribution. *Flora*, v. 240, p. 89-97, 2018.

FUNK, Vicki Ann; SUSANA, Alfonso; STUESSY, Tod F., & ROBINSON, Harold. R.J. 2009. **Classification of Compositae**. Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae. Vienna, Austria: International Association for Plant Taxonomy (IAPT) 23-26.

GUIMARÃES, Thaís de Beauclair *et al.* Florística e fenologia reprodutiva de plantas vasculares na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa de Conceição, Florianópolis, SC. 2006.

JOHANSEN, H.W. Coralline algae, a first synthesis. **Florida, CRC Press**. 239p. 1981.

JORDAN, Gregory J.; DILLON, Rebecca A.; WESTON, Peter H. Solar radiation as a factor in the evolution of scleromorphic leaf anatomy in Proteaceae. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 5, p. 789-796, 2005.

JORDAN, Gregory J.; CARPENTER, Raymond J.; BRODRIBB, Timothy J. Using fossil leaves as evidence for open vegetation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 395, p. 168-175, 2014.

JOSHI, Amar Chand. Alguns pontos salientes na evolução do cilindro vascular secundário de *Amarantaceae* e *Chenopodiaceae*. **American Journal of Botany**, p. 3-9, 1937.

KARABOURNIOTIS, George.; BORNMAN, Janet F.; NIKOLOPOULOS, D. A possible optical role of the bundle sheath extensions of some heterobaric leaves. *Plant, Cell and Environment*, 23: 423–430. 2000.

KUSTER, Vinícius Coelho *et al.* Structural adaptation and anatomical convergence in stems and roots of five plant species from a “Restinga” sand coastal plain. *Flora*, v. 243, p. 77-87, 2018.

LARCHER, Walter. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa. 2000.

LERSTEN, Nels R.; CURTIS, John D. Distribution and anatomy of hydathodes in Asteraceae. *Bot. Gaz.*, v. 146, n. 1, p. 106- 114, 1985.

LERSTEN, Nels R.; CURTIS, John D. Distribution and anatomy of hydathodes in Asteraceae. **Botanical Gazette** 146: 106-114. 1985.

LIESENFELD, Vanessa; GENTZ, Patricia, DE FREITAS, Elisete Maria, & MARTINS, Shirley. Leaf morphology and anatomy of Asteraceae of the Pampas biome (Sand-fields). *Flora*, 151418. 2019.

LIESENFELD, Vanessa *et al.* Morphological diversity of foliar trichomes in Asteraceae from Sand-fields of the Pampa biome, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Hoehnea*, v. 46, n. 3, 2019.

LUSA, Makeli Garibotti; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; LOEUILLE, Benoit; BARTOLI, Giacomo; CICCARELLI, Daniela. Functional groups in Lychnophorinae (Asteraceae: Vernonieae) based on morphological and anatomical traits. **Australian Journal of Botany**, v. 62, n. 2, p. 150-163, 2014.

LUSA, Makeli Garibotti; CRISTINA CARDOSO, Elaine; RODRIGUES MACHADO, Silvia; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; Trichomes related to an unusual method of water retention and protection of the stem apex in an arid zone perennial species. **AoB Plants**, v. 7, 2015.

LUSA, Makeli Garibotti; DA COSTA, Fernando B.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz. Histolocalization of chemotaxonomic markers in Brazilian Vernonieae (Asteraceae). **Botanical journal of the Linnean Society**, v. 182, n. 3, p. 581-593, 2016.

LUSA, Makeli Garibotti, LOEUILLE, Benoit Francis Patrice. CICCARELLI, Daniela, & APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz. Evolution of stem and leaf structural diversity: a case study in Lychnophorinae (Asteraceae). **The Botanical Review**, 84(3), 203-241. 2018.

MACHADO, Silvia Rodrigues; GREGÓRIO, Elisa A.; GUIMARÃES, Elza. Ovary Peltate Tri-chomes of *Zeyheria Montana* (Bignoniaceae): developmental ultrastructure and secretion in relation to function. **Annals of Botany** 97:357–369. 2006.

MELO JÚNIOR, João Carlos Ferreira de; CECCANTINI, Gregório; BONA, Cleusa. Anatomia ecológica do lenhoff de *Copaifera langsdorffii* Desf.(Leguminosae)

distribuída em diferentes condições edáficas do cerrado sul-brasileiro. *Iheringia, Série Botânica*, v. 66, n. 2, p. 189-200, 2011.

MELO, Sara; LACERDA, Victoria Duarte; HANAZAKI, Natalia. Espécies de restinga conhecidas pela comunidade do Pântano do sul, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Rodriguésia*, v. 59, p. 799-812, 2008.

METCALFE, Charles Russell & CHALK, Laurence. *Anatomy of the dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford. 1950.

MOLINA-MONTENEGRO, Marco A. *et al.* Leaf trichome density may explain herbivory patterns of *Actinote* sp. (Lepidoptera: Acraeidae) on *Liabum mandonii* (Asteraceae) in a montane humid forest (Nor Yungas, Bolivia). *Acta Oecologica*, v. 30, n. 2, p. 147–150, 1 set. 2006.

O'BRIEN, T.P., FEDER, N. & MCCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59(2): 367-373. 1965.

O'BRIEN, Terence; MCCULLY, Margaret. **The study of plant structure principles and selected methods**. Melbourne, Tennarcaphi Pty Ltd. p. 345. 1981.

OLIVEIRA, Marcelo Augusto Meratti de *et al.* Dinâmica da regeneração natural em uma floresta baixa de restinga degradada. *Hoehnea*, v. 42, p. 759-774, 2015.

OLIVEIRA, Virginia del Carmen; BASTOS, Esther Margarida. Aspectos morfo-anatômicos da folha de *Baccharis dracunculifolia* DC. (Asteraceae) visando a identificação da origem botânica da própolis. *Acta Botanica Brasilica*, v. 12, p. 431-439, 1998.

OLIVEIRA, Virginia Del Carmen; SAJO, Maria Das Graças. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. *Brazilian Journal of Botany*, v. 22, p. 365-374, 1999.

PAIVA, Élder Antônio Sousa; DE PINHO, Sheila Zambello; OLIVEIRA, Denise Maria Trombert. Large Plants Samples: How to Process for GMA embedding? In: Chiarini-Garcia H, Melo RCN, eds. *Light microscopy: methods and protocols*. New York: Springer/Humana, 37–49. 2011.

PAIVA, José Geraldo Antunes de *et al.* Verniz vitral incolor 500: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. *Acta Botanica Brasilica* 20: 257–264. 2006.

PAVIANI, T.I. Anatomia vegetal e cerrado. *Ciência e Cultura* 30: 1076-1086. 1978.

PERVEEN, Anjum *et al.* Morphological studies on trichome of family Asteraceae. *International Journal of Biology and Biotechnology*, v. 13, p. 177-182, 2016.

POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology** 13: 396-410. 1999.

ROCHA, Joecildo Francisco *et al.* Estruturas secretoras em folhas de *Hibiscus tiliaceus* L. e *Hibiscus pernambucensis* Arruda. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências de Vida 22: 43-55. 2002.

ROCHA, Joecildo Francisco; PIMENTEL, Rafael Ribeiro; MACHADO, Silvia Rodrigues. Estruturas secretoras de mucilagem em *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): distribuição, caracterização morfoanatômica e histoquímica. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, p. 751-763, 2011.

SAKAI, William S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue O. **Stain Technology** 48: 247-249. 1973.

SCARANO, Fabio Rubio *et al.* Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic distribution to ecophysiological parameters. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 136, n. 4, p. 345-364, 2001.

SIEBERT, Daniel J. Localização de salvinorina A e compostos relacionados em tricomas glandulares do sábio psicoativo, *Salvia divinorum*. **Annals of botany**, v. 93, n. 6, pág. 763-771, 2004.

SILVA, Lazaro Benedito da *et al.* Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul.(Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta botânica brasileira**, v. 23, p. 436-445, 2009.

SMILJANIC, Katya Bonfim Ataídes. Espécies de Asteraceae do Afloramento Rochoso do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (MG). 2005.

STEVENS, Peter Francis. **Angiosperm Phylogeny Website**. 2012. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acessado em: 07 Dez. 2019.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artmed. 719 p. 2004.

VIANA, Aline *et al.* Morfologia e anatomia foliar de espécies de angiospermas com ocorrência nos campos de areas do bioma pampa. 2018.

WAISEL, Yoav. Biology of halophytes. New York, London: **Academic Press**. 1972.

WERKER, E. Diversidade e desenvolvimento de tricomas. 2000.

WERKER, Ella; FAHN, A. N. D. A. Secretory hairs of *Inula viscosa* (L.) Ait.-development, ultrastructure, and secretion. **Botanical Gazette**, v. 142, n. 4, p. 461-476, 1981.

ZAGDAŃSKA, Barbara; KOZDÓJ, Janusz. Water stress-induced changes in morphology and anatomy of flag leaf of spring wheat. **Acta Soc. Bot. Pol.**, 63: 61-66. 1994.

ZARDINI, Elsa Matilde. Revisión del género *Noticastrum* (Compositae-Astereae). **Revista del Museo de La Plata**, v. 13, n. 86, p. 313-424, 1985.