



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



JOELMA DOS SANTOS GARCIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Anatomia do caule e raiz, e estrutura do xilema secundário de duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e duas de *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae) ocorrentes em Mato Grosso do Sul.

Orientador(a): Edna Scremin Dias
Co-orientador(a): Patrícia Soffiatti

CAMPO GRANDE – MS
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



JOELMA DOS SANTOS GARCIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Anatomia do caule e raiz, e estrutura do xilema secundário de duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e duas de *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae) ocorrentes em Mato Grosso do Sul.

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal junto ao Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

CAMPO GRANDE – MS
2008

Garcia, J. dos S.

Anatomia do caule e raiz, e estrutura do xilema secundário de duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e duas de *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae) ocorrentes em Mato Grosso do Sul.

82 de páginas

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Comissão Julgadora

Profa. Dra. Verônica Angyalossy

Profa. Dra. Edna Scremin Dias

Profa. Dra. Érika Amano

Ao meu amado esposo, companheiro e amigo **Hernane** dedico!! Foi Deus quem me mostrou o extremo valor que há em você, meu querido!

Agradecimentos

A **Deus** Pai, **Deus** Filho e **Deus** Espírito Santo pelo amor, sustento e força!

À Dra. **Edna** Scremin Dias... Mais do que orientadora, nossa “**mãezona**” de todos os dias! Obrigada por todo carinho, afeto, atenção e conhecimento dispensados a mim! Sempre pronta para resolver os “pepinos”, e dando “jeito” para tudo! Você é e sempre será muito especial!

À Dra. Patrícia **Soffiatti**, que mesmo longe, sempre esteve tão perto... Muito amiga e atenciosa, sempre despertou saudades em mim! A qualidade deste trabalho se deve ao seu conhecimento!

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (**FUNDECT**) pela concessão de bolsa.

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal Mato Grosso do Sul pelo apoio financeiro e suporte de equipamentos.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica de Varredura da Universidade Federal do Paraná, e em especial à Dra. **Cleusa** Bonna por todo apoio e atenção na utilização do equipamento.

Ao Dr. **Geraldo** Alves Damasceno Jr. e Msc. **Vali** Joana Pott pelo auxílio na determinação dos locais de coleta e identificação do material botânico. Além de serem ótimos profissionais, são grandes amigos e motivadores. Obrigada mesmo!

Ao Msc. **Paulo Robson** de Souza, apaixonado pela natureza, grande fotógrafo responsável pelas melhores fotos deste trabalho – incluindo a capa! Obrigada pela atenção!

À **Rede de Sementes do Pantanal** pelo apoio logístico.

À **Secretaria Estadual de Educação** pela concessão de Licença para Estudo.

Ao **Lúcio** pela autorização, apoio e atenção na coleta de material botânico, obrigada!

À **Mineradora Corumbaense** pela autorização e apoio na coleta de material botânico.

A todos o **professores** do Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal por todo o conhecimento transmitido! Não há preço que pague o conhecimento.

Ao **Hernane**, que muitas vezes fez janta, lavou louça e esperou, esperou na faculdade... Sempre será meu indiozinho lindo, presente de Deus para mim! Nós temos uma verdadeira aliança!

Obrigada família, que cresce, cresce! Meus **pais**, minha **avó**, minhas **irmãs**, **cunhados** e **sobrinhas** mais lindas do mundo! Fizeram minha vida uma porção mais feliz e abençoada!

Dra. **Ângela** Lúcia Sarttori, grande taxonomista e ótima professora, além de ser motorista, pôde proporcionar momentos alegres e inesquecíveis, obrigada pelas goiabinhas! À amiga de todas horas, Cristiane Kalife, sempre pronta para ajudar... raras são como você! Zilda **fiona** trouxe muita alegria ao meu coração, e mesmo passando por períodos difíceis, sempre foi exemplo de garra e bom humor, nem parece que só há dois anos eu a conheço... mas foram suficientes para amar e me

apegar a este coração tão sincero e tão pronto a ajudar! Meus incansáveis amigos moradores da Botânica: **Geciane, Ana Cristina, Fábio e Leila**, vou sentir muitas saudades dos almoços, pipocas, sucos, lanchinhos, conversas e do prazer proporcionado pela companhia de cada um! À irmã em Cristo **Esther**, de sobrenome Amolar... ela nunca mais será a mesma! Estagiárias... áhh se não fossem elas... **Silvana, Tamires, Jane, Ana Paula e Mari** obrigada pelo apoio no laboratório, além, é claro, dos tererés, brigadeiro, pipoca e todos os momentos alegres que passamos juntas trabalhando! **Rosana**, uma amiga divertida, sincera e ajudadora de quem sinto saudades! **Kasinha**, obrigada pela ajuda com o xilema e suas peculiaridades... **Povo do Chaco** brasileiro, Cida, João e professores... não mediram esforços para nos ajudar nas coletas. Querida família do **Ministério Bíblico da Fé**, são pessoas essenciais e especiais para mim, amo a todos cada vez mais!

Obrigada a **todos** que de forma direta ou indireta fazem parte deste trabalho e deste tempo em minha vida! Obrigada!

Índice

Resumo	08
Abstract	09
Introdução Geral	10
Referências Bibliográficas	14
Artigo 01: Anatomia de duas espécies de <i>Discocactus</i> Pfeiff. e duas de <i>Echinopsis</i> Zucc. (Trichocereae, Cactaceae)	17
Normas editoriais Revista Brasileira de Botânica	18
Abstract/Resumo	22
Introdução	24
Material e métodos	25
Resultados	27
Discussão.....	30
Agradecimentos.....	36
Referências bibliográficas.....	36
Artigo 02: O xilema secundário do caule e raiz de duas espécies de <i>Discocactus</i> Pfeiff. e <i>Echinopsis</i> Zucc. (Trichocereae, Cactaceae).....	51
Normas editoriais Acta Botanica Brasílica	52
Resumo/Abstract	55
Introdução	56
Material e métodos	57
Resultados	58
Discussão.....	60
Agradecimentos.....	64
Referências bibliográficas.....	64
Considerações finais	82

Resumo. Poucos trabalhos sobre anatomia de Cactaceae são desenvolvidos no Brasil, inexistindo relatos para Mato Grosso do Sul, onde várias espécies são endêmicas e algumas ameaçadas de extinção. Dentre as subfamílias, Cactoideae é a maior em número de espécies e diversificada em formas de hábitos, e Trichocereae é uma de suas tribos, que apresenta várias espécies em Mato Grosso do Sul. Este trabalho objetivou descrever a anatomia do caule e da raiz de *Discocactus ferricola*, *D. heptacanthus*, *Echinopsis calochlora* e *E. rhodotricha*. As espécies foram coletadas, herborizadas e incluídas no Herbário CGMS/UFMS. Três espécimes de cada espécie foram fixados e armazenados seguindo técnicas usuais em anatomia. O laminário foi confeccionado a partir de secções da região mediana e basal dos caules, e basal das raízes, coradas em azul de Astra e Safranina. Mensurações dos elementos de vaso que ocorrem no caule e na raiz, e das traqueídes, que ocorrem exclusivamente no caule, foram realizadas em lâminas de macerado. A região mediana caulinar foi processada para Microscopia Eletrônica de Varredura. Resultados evidenciaram características comuns às já descritas para espécies de Cactaceae. Algumas diferenças foram encontradas, principalmente com relação ao caule de *E. rhodotricha*, que apresentou maior número de diferenças em relação às outras espécies, como epiderme bisseriada, estômatos abaixo do nível da epiderme, calotas de fibras externamente ao floema, lenho fibroso, elementos de vaso mais longos e largos, placas de perfuração incompleta a reticulada. Outras diferenças encontradas quanto ao caule foram: cristais prismáticos presentes na epiderme e hipoderme somente nas espécies de *Discocactus*; células de mucilagem exclusivas às espécies de *Echinopsis*. Com relação à raiz, todas apresentaram lenho fibroso, com as características comumente descritas para a família. Algumas diferenças podem ser citadas, como células dos raios lignificadas e esclereídes externas ao floema apenas em *Echinopsis*; fibras septadas e elementos de vaso com placa de perfuração incompleta a reticulada exclusivamente em *E. rhodotricha*. As semelhanças constatadas entre *D. ferricola*, *D. heptacanthus* e *E. calochlora* podem estar relacionada ao porte semelhante destas plantas. Nesta dissertação são apresentados dois artigos: um primeiro com a anatomia geral das quatro espécies e um segundo tratando especificamente do xilema secundário das mesmas.

Palavras Chave: Trichocereae; anatomia; xilema secundário, lenho fibroso e não fibroso.

Abstract. Few works regarding cacti anatomy are developed in Brazil, and there are not reports to Mato Grosso do Sul, where several species are endemic and some are threatened of extinction. Among the subfamilies, Cactoideae is the largest one in number of species and diversity of forms and habits, where Trichocereae is one of the tribes that presents several species in Mato Grosso do Sul. This work aimed to describe the anatomy of stem and root of *Discocactus ferricola*, *D. heptacanthus*, *Echinopsis calochlora* and *E. rhodotricha*. The species were collected and exsiccates kept in CGMS/UFMS Herbarium. Three specimens of each species were fixed and stored following standard techniques in anatomy. Slides were made from sections taken at median and basal region of stems, and base of roots, stained in Astra Blue and Safranin. Measurements of length and diameter of vessel elements of stem and root, and wide band tracheids of stem, were taken in dissociated material. Samples from stem median region were observed in Scanning Electron Microscopy, prepared following usual techniques. Results showed common characteristics already described for Cactaceae. Some differences were found, though, especially regarding the stem of *E. rhodotricha*, which presented the largest number of difference when compared to the other species: biseriate epidermis, stomata below epidermis level, cap of sclereids extern to phloem, fibrous wood, longer and wider vessel elements, with perforation plates incomplete to reticulate. Other differences found regarding the stems are: prismatic crystals in epidermis and hypodermis only present in species of *Discocactus*; mucilage cells exclusive to *Echinopsis* species. Regarding root anatomy, all present fibrous wood, commonly described for the family. Some differences can be mentioned, such as lignified ray cells and sclereids extern to phloem only found in *Echinopsis*; septate fibers and vessel elements with incomplete to reticulate perforation plate were seen only in *E. rhodotricha*. The great similarity found among *D. ferricola*, *D. heptacanthus* and *E. calochlora* can be correlated their size and habit. This work is divided in two papers: the first one dealing with the general anatomy of the four species and the second one focusing specifically on the anatomy of their secondary xylem.

Key- words: Trichocereae; secondary xylem, anatomy, fibrous and non fibrous wood.

Introdução Geral

O Pantanal, a maior planície contínua inundável do Planeta, com mais de 110.000 Km² (Conservation International 1999), possui dois terços de sua área no Estado de Mato Grosso do Sul, e um terço em Mato Grosso. Este bioma abriga diversas unidades de paisagens, diferenciadas pela intensidade ou regularidade do pulso de inundação a que estão submetidas (Pozer & Nogueira 2004). O Pantanal sofre influências de outros biomas e constitui-se em um ecossistema único (Câmara & Vital 2004) formando um mosaico de paisagens (GEF 2004).

A importância da conservação deste bioma tem seu reconhecimento internacional, sendo considerado Patrimônio da Humanidade e Reserva Nacional da Biosfera. No entanto, tem sofrido vários tipos de ameaças como: desmatamento acelerado, fogo, contaminação de solos e recursos hídricos, mega-projetos de industrialização, entre outros (GEF 2004).

Dentre as paisagens que o compõe, o Maciço do Urucum é considerado uma área prioritária para conservação, devido à composição e riqueza de espécies vegetais (Conservation International 1999). Além disso, é uma região de alto valor geoeconômico na Bacia do Alto Paraguai em razão de suas grandes reservas de ferro e manganês, o que vem ocasionando constante degradação do ambiente e de sua flora pelo homem (Silva *et al.* 2000), e extinguindo ambientes únicos, como é o caso de campos rupestres. Neste sentido, o Zoneamento ambiental realizado por Silva e colaboradores (2000) definiram as morrarias do Urucum, São Domingos, Santa Cruz e Grande, como “Área para extração mineral com restrição”, e salientou que, devido a Formação Santa Cruz ser extremamente sensível às atividades humanas, seu uso inadequado pode provocar desequilíbrios dando origem a grandes movimentos de massa e queda de blocos e o subsequente recobrimento de áreas adjacentes.

Outra paisagem peculiar encontrada no Pantanal, a bancada laterítica, é um tipo de terreno composto por diferentes tipos de rochas nuas, brandas ou duras, com reduzidas porções de material detrítico com incidência de sítios arqueológicos e vegetação classificada como relíquia (Silva *et al.* 2000). Estes mesmos autores definem as bancadas lateríticas como “Áreas para preservação e criação de unidade de conservação” Em condições muito adversas, de solos extremamente rasos, ocorrem predominantemente plantas herbáceas, xerófitas e espinhosas, como Cactáceas de pequeno porte e também do tipo candelabro, e mesmo sem potencial agropecuário, alguns proprietários utilizam esta área para o gado (Silva *et al.* 2000).

Embora este bioma seja conhecido como “área úmida”, Hoehne (1936) já afirmava que o Pantanal seria um misto de Hilea e Caatinga, esta última de caráter xérico representada por espécies pertencentes à família Cactaceae, como *Cereus peruvianus* (L.) J.S. Muell. Esta flora, segundo um dos maiores estudiosos do Pantanal, Ab’Sáber (1988), “pôde resistir, localmente, ao aumento da

umidade e das precipitações”. A instalação desta vegetação teria ocorrido no Pantanal e nas serras circundantes entre 13 e 23 mil anos, o que torna estas formações verdadeiros “museus vivos”.

O termo Chaco é empregado para caracterizar um bioma constituído de florestas úmidas, xerófitas e formações de aspecto savânico, composto por um estrato arbustivo descontínuo, com ocorrência de cactáceas (Cabrera & Willink 1980). Prado *et al.* (1993) consideram a única formação verdadeira de Chaco brasileiro no município de Porto Murtinho, sudoeste de Mato Grosso do Sul, onde sua composição ainda é pouco conhecida (Nunes 2006) e carente de áreas de preservação (Costa 2003). Contudo, alguns elementos do Chaco podem ser encontrados até as proximidades de Corumbá, no Pantanal.

O Cerrado, que abrange 200 milhões de hectares no Brasil, é reconhecido internacionalmente como área prioritária para a conservação da biodiversidade do planeta (Mittermeier *et al.* 1999). Modernamente, este bioma é considerado como um mosaico de comunidades pertencentes a um gradiente de formações ecologicamente relacionadas, que vai de campo limpo, com predomínio do componente herbáceo-subarbustivo, a cerradão no qual predomina o componente arbóreo-arbustivo (Coutinho 2006). Embora o Cerrado venha sofrendo nas últimas décadas um processo de degradação acentuada, sua diversidade biológica ainda é muito alta e continua sendo um importante bioma para o Brasil, devendo, por isso, ser objeto de ações que determinem sua manutenção e conservação (Pagotto & Souza 2006).

No território brasileiro, estes biomas, Pantanal, Chaco e Cerrado, consistem no habitat de muitas espécies xerófitas, dentre elas destacam-se as cactáceas, sendo várias espécies endêmicas a estas formações (Egglí 2002). Cactaceae é composta por 104 gêneros e cerca de 2.000 espécies (Anderson 2001) geralmente xerófitas, com caule e ramos suculentos, com folhas muito reduzidas e modificadas em espinhos (Rocha & Agra 2002, Terrazas & Mauseth 2002) e notável por sua grande diversidade das formas de crescimento (Nyffeler 2002).

Muitas espécies pertencentes a esta família possuem importância econômica, principalmente pelo valor ornamental e forrageiro (Rocha & Agra 2002). Andrade-Lima (1966) destacou que *Cereus jamacaru* DC. é utilizada para alimentação de bovinos, caprinos e ovinos na época de estiagem na Caatinga. Pott *et al.* (2001) constataram que frutos de *C. peruvianus*, encontrada no Parque Nacional do Pantanal, são muito comidos por aves, que são dispersores da espécie. No Chaco argentino, *Echinopsis rhodotricha* é utilizada como alimento por indígenas (Arenas & Scarpa 2007).

As Cactaceae são um grupo bastante natural, endêmicas ao Novo Mundo, com exceção de uma espécie de *Rhipsalis* (*R. baccifera*), que ocorre na África (Taylor 1997, Anderson 2001). A família está subdividida em quatro subfamílias: Pereskioideae, Maihuenioideae, Opuntioideae e Cactoideae, seguindo o proposto por Anderson (2001).

Entre as subfamílias, Cactoideae é a maior em número de espécies, e mais diversificada, em termos de formas e hábitos, incluindo cerca de 80% dos cactos, composta por nove tribos (Taylor 2000, Nyffeler 2002), dentre elas, Trichocereae possui importante representatividade em Mato Grosso do Sul (Eggl 2002).

Mesmo sendo uma importante ferramenta para subsidiar e elucidar delimitações taxonômicas (Gibson & Horak 1978, Gasson 1981, Gibson & Nobel 1986, Soffiatti & Angyalossy 2007, Terrazas & Arias 2003, Arruda *et al.* 2005), possibilitar um melhor entendimento sobre a evolução do grupo (Terrazas & Arias 2003) e as adaptações para sobreviver em ambientes áridos (Conde 1975), a anatomia de Cactaceae no Brasil ainda têm recebido pouca atenção. Citamos Soffiatti & Angyalossy (2007), que abordaram a anatomia de três gêneros de cactos colunares pertencentes à Cereae, com fins taxonômicos. Soffiatti & Angyalossy (2003 e 2005) estudaram a anatomia do gênero *Cipocereus*, buscando caracteres para a taxonomia das espécies e do gênero, e pesquisam a anatomia de membros da tribo de Cereae, bem como suas relações filogenéticas. Arruda *et al.* (2005) estudaram cinco espécies da Caatinga, encontrando vários caracteres anatômicos diagnósticos e adaptativos. Silva & Alves (1999), que abordam a anatomia de seis espécies de *Pilosocereus*, confirmando a separação de dois subgêneros com base nos resultados de anatomia. No entanto, características anatômicas são raramente incorporadas dentro de análises filogenéticas em Cactoideae (Terrazas & Arias 2003).

Para Cactaceae, caracteres anatômicos como epiderme, hipoderme (Gibson & Horak 1978, Gasson 1981), ocorrência de cristais (Terrazas & Arias 2003, Soffiatti & Angyalossy 2003), ocorrência de feixes medulares (Terrazas & Arias 2003) e corticais (Gibson & Nobel 1986, Arruda *et al.* 2005) e esclereídes no córtex (Soffiatti & Angyalossy 2003), têm sido utilizados na delimitação de taxos. Algumas peculiaridades na anatomia de cactáceas podem ser observadas, como a ocorrência de feixes colaterais corticais e medulares proporcionalmente menores (Arruda *et al.* 2005), que são responsáveis pelo suprimento de fotossintatos e água do tecido parenquimático cortical e medular, geralmente amplo, sendo importante principalmente em cactos globosos (Mauseth & Sajeve 1992).

Nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Eggl (2002) registra 33 espécies nativas (além das subespécies), sendo 27 delas pertencentes à Cactoideae, distribuídas nas tribos Cereae, Hylocereae, Notocactae, Rhipsalideae e Trichocereae. Só para esta última, são registrados seis gêneros: *Arthrocerus*, *Cleistocactus*, *Discocactus*, *Echinopsis*, *Gymnocalycium* e *Harrisia*. No entanto, pesquisas para estes gêneros ainda são raras, e no Estado de Mato Grosso do Sul, por exemplo, inexistem estudos anatômicos descritivos completos para esses gêneros, como *Discocactus* e *Echinopsis*.

Dentre os gêneros que se distribuem em Mato Grosso do Sul, *Discocactus* apresenta apenas sete espécies de caule achatado-globoso com cefálio (Taylor 2000), uma estrutura reprodutiva não fotossintetizante, totalmente coberta por espinhos e tricomas, que ostenta flores e frutos (Gibson & Nobel 1986). Das sete espécies, seis são endêmicas ao Brasil, a maioria com distribuição restrita ou extremamente local, rara ou frequentemente em perigo de extinção (Taylor 2000) por serem encontradas em ambientes seriamente ameaçados (Anderson 2001), consideradas muito vulneráveis (Barthlott & Hunt 1993). Dentre as espécies, duas distribuem-se em Mato Grosso do Sul: *D. ferricola* é encontrada em bancada laterítica, Pantanal, e *D. heptacanthus* tem distribuição mais ampla, ocorrendo em formações rupícolas no Pantanal e Cerrado (Egglí 2002). Cabe ressaltar que *D. heptacanthus* está inserida na “Lista Vermelha” da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza) na categoria “DD”, ou seja, suas informações atuais são deficientes (Baillie *et al.* 2004).

Desde o início do século passado, estudos anatômicos com Cactaceae vêm sendo realizados, no entanto alguns gêneros, como *Discocactus*, vêm recebendo pouca atenção. Neste sentido, raras citações podem ser encontradas na literatura, como a descrição estomática para *D. placentiformis* analisada por Egglí (1984). Além da falta de informações, este gênero apresenta circunscrição controversa devido à alta variabilidade morfológica encontrada entre seus indivíduos e populações (Anderson 2001).

Outro gênero de Trichocereae, *Echinopsis* é caracterizado por possuir formas de crescimento que podem variar de cactos lenhosos grandes a pequenos e globosos (Anderson 2001) distribuídos do Brasil e Equador até a Argentina e Chile (Egglí 2002). É um grande gênero, composto por 128 espécies (Anderson 2001), que só tem sido aceito devido a todas pertencerem a um mesmo ancestral, resultando em relações obscuras devido a esta grande variação na forma caular de suas plantas (Mauseth *et al.* 2002). Para o estado de Mato Grosso do Sul, este gênero é representado por *E. rhodotricha* e *E. calochlora* com caule em forma cilíndrica (Egglí 2002). A primeira espécie, maior que a segunda, é encontrada no Chaco, com ausência de registros anatômicos. *E. calochlora* é endêmica a altas altitudes do Maciço do Urucum (Egglí 2002), uma espécie indicadora de ocorrência de ferro de alta qualidade, o que resulta em evidente perigo à sobrevivência da espécie e de seu habitat natural.

Em vista da grande lacuna de informações para cactos em Mato Grosso do Sul, a controversa taxonômica para *Discocactus* e *Echinopsis*, bem como a ausência de estudos anatômicos completos para *D. ferricola*, *D. heptacanthus*, *E. calochlora* e *E. rhodotricha*, este trabalho objetivou analisar a morfologia e anatomia destas espécies a fim de contribuir com informações que possam apoiar os estudos taxonômicos do grupo, e dar início aos estudos anatômicos da família na região Centro-Oeste.

Referências bibliográficas:

- A B´Sáber, A. N. 1988. **O Pantanal Mato-grossense e a teoria dos refúgios**. São Paulo.
- Anderson, E. F. 2001. **The cactus family**. Timber Press, Portland, Oregon.
- Andrade-Lima, D. 1966. Contribuição ao estudo do paralelismo da flora amazônica-nordestina. **IPA, Recife 19**: 3-30.
- Arenas, P. & Scarpa, G. F. 2007. Edible wild plants of the Chorote Indians, Gran Chaco, Argentina. **Botanical Journal of the Linnean Society 153**: 73–85.
- Arruda, E.; Melo-De-Pinna, G. F.; Alves, M. 2005. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Botânica 28**(03): 589-601.
- Baillie, J. E.M.; Hilton-Taylor, C. & Stuart, S. N. 2004. **IUCN Red List**. A Global Species Assessment. McHale Ward Associates, Ware, UK.
- Barthlott, W. & Hunt, D. R. 1993. Cactaceae. Pp. 161-197. In: **The families and genera of vascular plants**. K. Kubitzki. Springer-Verlag, Berlin.
- Cabrera, A. L. & Willink, A. 1980. **Biogeografía de America Latina**. 2nd Ed. Serie de Biología. Washington D. C.: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
- Câmara, P. E. A. S. & Vital, D. M. 2004. Briófitas do Município de Poconé, Pantanal de Mato Grosso, MT, Brasil. **Acta Botânica Brasílica 18**(04): 881-886.
- Conde, L. 1975. Anatomical comparisons of five species of *Opuntia* (Cactaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden 62**: 425-473.
- Conservation International. 1999. **Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal**.
- Costa, R. B. da. 2003. **Fragmentação Florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande/MS. UCDB.
- Coutinho, L. M. 2006. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasílica 20**(1): 13-23.
- Eggl, U. 2002. Synopsis of the Cactaceae of Mato Grosso, Brazil. **Haseltonia 9**: 146-166.
- Eggl, U. 1984. Stomatal types of Cactaceae. **Plant Systematics and Evolution 146**: 197-214.
- Gasson, P. 1981. Epidermal anatomy of some North American globular cacti. **The cactus and Succulent Journal of Great Britain 43**(4): 101-108.
- GEF. Fundo para o Meio Ambiente Mundial. 2004. **Implementação de Práticas e Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e a Bacia do Alto Paraguai. Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado do Pantanal e da Bacia do Alto Paraguai**. Relatório Final. Brasília. Athalaia Gráfica e Editora.
- Gibson, A. C. & Horak, K. 1978. Systematic anatomy and phylogeny of Mexican Columnar Cacti. **Annals of the Missouri Botanical Garden 65**(4): 1013-1057.

- Gibson, A. C. & Nobel, P. S. 1986. **The cactus primer**. Harvard University Press, Cambridge, London.
- Hoehne, F. C. 1936. O Pantanal de Matto Grosso. **Bol Agrícola de São Paulo** 37: 443-470.
- Mauseth, J. D.; Kiesling, R. & Ostolaza, C. 2002. **A cactus odyssey: journeys in the wilds of Bolivia, Peru and Argentina**. Timber press. Portland, Oregon.
- Mauseth, J. D. & Sajeve, M. 1992. Cortical Bundles in the Persistent, Photosynthetic Stems of Cacti. **Annals of Botany** 70: 317-324.
- Mittermeier, R.S.; Myers, N.; Gil, P.R. & Mittermeier, C.G. 1999. **Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Cidade do México, México, Cemex Conservation International.
- Nunes, G. P. 2006. **Estudos Florísticos de formações chaquenhas brasileiras e caracterização estrutural de um remanescente de Chaco de Porto Murtinho, MS, Brasil**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande/MS..
- Nyffeler, R. 2002. Phylogenetic relationships in the Cactus Family (Cactaceae) based on evidence from Trnk/ Matk and Trnl-Trnf sequences. **American Journal of Botany** 89(2): 312–326.
- Pagotto, T. C. S. & Souza, P. R. de. 2006. **Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú – Subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado**. Campo Grande, MS. Ed. UFMS.
- Pott, A.; Cunha, C. N. da; Pott, V. J.; Silveira, E. A.; Sartori, A. L. B. 2001. **Plano de Manejo do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense - Anexo 4 - Avaliação Ecológica Rápida - Componente Botânica**. Relatório técnico.
- Pozer, C. G. & Nogueira, F. 2004. Pastagens nativas inundáveis da região norte do Pantanal de Mato Grosso: variações de biomassa e de produtividade primária. **Brazilian Journal Biology** 64(04): 859-866.
- Prado, D. E.; Gibbs, P. E.; Pott, A. & Pott, V. J. 1992. The Chaco – Pantanal transition in southern Mato Grosso, Brazil. Pp. 451-470. In: **Nature and dynamics of forest – savanna boundaries**. P. A. Furley; J. Proctor & J. A. Ratter. London: Chapman & Hill.
- Rocha, E. A.; Agra, M. De F. 2002. Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae Juss. **Acta Botânica Brasilica** 16(1): 15-21.
- Silva, J. dos S. V. da; Pott, A.; Cardoso, E. L.; Moraes, A. S. de; Salis, S. M.; Pott, V. J.; Mauro, R. de A., & Galdino, S. 2000. **Zoneamento ambiental – Borda Oeste do Pantanal: Maciço do Urucum e Adjacências**. Embrapa. 1ª edição.
- Silva, D. C. & Alves, J. L. H. 1999. Anatomia dos órgãos vegetativos de seis espécies de *Pilosocereus* Byles & Rowley (Cactaceae). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 18: 53-60.

- Soffiatti, P. & Angyalossy, V. 2003. Stem anatomy of *Cipocereus* (Cactaceae). **Bradleya** **21**: 39-48.
- Soffiatti, P. & Angyalossy, V. 2005. Wood Anatomy of *Cipocereus* (Cactaceae). **IAWA Journal** **26**(3): 299–308.
- Soffiatti, P. & Angyalossy, V. 2007. Anatomy of Brazilian Cereae (subfamily Cactoideae, Cactaceae): *Arrojadoa* Britton & Rose, *Stephanocereus* A. Berger and *Brasilicereus* Backeberg. **Acta Botanica Brasilica** **21**(4): 813-822.
- Taylor, N.P. 1997. Cactaceae. Pp. 17-23. In: **Cactus and Succulent Plants – Status Survey and Conservation Action Plan**. S. Oldfield. IUCN/SSC Cactus and Succulent Specialist Group. IUCN, Gland and Cambridge.
- Taylor, N. P. 2000. Cactaceae of Estearn Brazil. PhD Thesis, Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Terrazas, T. & Arias, S. 2003. Comparative Stem Anatomy in the Subfamily Cactoideae. **The Botanical Review** **68**(4): 444-473.
- Terrazas, T. & Mauseth, J. D. 2002. Shoot anatomy and morphology. Pp. 41-56. In: **Cacti biology and uses**. S. Nobel. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London.

ARTIGO 01

Anatomia de duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e duas de *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae)

Joelma dos Santos Garcia, Edna Scremin Dias & Patrícia Soffiatti

Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), **em quatro cópias**, devem ser enviados ao [Editor Responsável](#) da **Revista Brasileira de Botânica** no [endereço abaixo](#).

A aceitação dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir(em) o custo adicional de sua publicação. Igualmente, fotografias coloridas poderão ser publicadas a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir(em) os custos de publicação das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Serão fornecidas gratuitamente 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio quite da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas mediante pagamento.

Instruções aos autores

Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos ou palavras e expressões em latim.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo dos autores (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), RESUMO (incluir título do trabalho em português), Key words (até 5, em inglês). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados/ Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas.

Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al.* (1990) / (Smith *et al.* 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al.* 1996, Sanches 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: Mato Grosso: Xavantina, s.d., H.S. Irwin s.n. (HB 3689). São Paulo: Amparo, 23/12/1942, J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290 (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8/6/1961, G. Eiten *et al.* 2215 (SP, US).

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).
- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.
- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg.dia⁻¹ ao invés de mg/dia, μmol.min⁻¹ ao invés de μmol/min).

Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a página onde a mesma foi citada.

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.

YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* Monocots: Systematics and Evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* Flora brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p.1-6.

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

Citar dissertações ou teses **somente em caráter excepcional**, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis ao entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).

Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de peso seco) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início da página, à esquerda.

Figuras

Submeter **um conjunto de figuras originais** em preto e branco e **três cópias** com alta resolução.

Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no **tamanho máximo de 15 x 21 cm**, incluindo-se o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper".

Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (7,2 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas **devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original**.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, sequencialmente, em outra(s) página(s).

Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da Revista.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto quanto ao mérito científico como quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.

Anatomia de duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e duas de *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae).

JOELMA DOS SANTOS GARCIA¹

EDNA SCREMIN DIAS²

PATRÍCIA SOFFIATTI³

Anatomia de *Discocactus* e *Echinopsis* (Trichocereae, Cactaceae).

¹ Aluna do Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E mail para correspondência: joelmagarcia@yahoo.com.br

² Docente do Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

^{1 e 2} Avenida Costa e Silva, sem número. Caixa Postal 549. Cidade Universitária. CEP 79070 900. Campo Grande/MS Brasil.

³ Docente da Universidade Federal do Paraná. Av. Cel. Francisco H. dos Santos, s/n. Bairro: Jardim das Américas. CEP: 81530-900. Curitiba/PR.

ABSTRACT – Anatomy of two species of *Discocactus* Pfeiff. and two species of *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae). Trichocereae presents several species distributed in Mato Grosso do Sul, Brazil, where many are endemic and some of them threatened of extinction such as *Echinopsis calochlora*. Stem and root anatomy of *Discocactus ferricola*, *D. heptacanthus*, *E. calochlora* and *E. rhodotricha* are here described. Three specimens of each species were fixed, stored and prepared following usual techniques in anatomy, for observations in light and scanning electronic microscopy. The species have thick cuticle, uniseriate epidermis, parallelocytic stomata at the epidermis level and well-developed hypodermis. Crystals in epidermis and hypodermis were found only in *Discocactus* species, and mucilage cells only in *Echinopsis*. In roots and stem cortical and medullary bundles are present. Secondary phloem is composed of sieve tube elements, companion cells and axial and parenchyma. Xylem is non fibrous in stem and fibrous in roots. Sclereids were found in outer regions of phloem in roots of *Echinopsis* species. Most of these characteristics are commonly mentioned to Cactaceae species, and are important adaptations for these plants survival in xeric environments.

RESUMO - Morfo-Anatomia de duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e duas de *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae). Dentro de Cactoideae, Trichocereae possui várias espécies de ocorrência no Estado Mato Grosso do Sul, Brasil, onde muitas são endêmicas e algumas ameaçadas de extinção, como *Echinopsis calochlora*. O objetivo do presente trabalho é descrever a anatomia do caule e da raiz de *Discocactus ferricola*, *D. heptacanthus*, *E. calochlora* e *E. rhodotricha*. Três espécimes foram estudados, fixados, armazenados e preparados seguindo técnicas usuais em anatomia, para observação em microscopia de luz e de varredura. As espécies possuem epiderme unisseriada, cutícula espessa, estômatos paralelocíticos, no mesmo nível das células epidérmicas, e hipoderme evidente. Cristais na epiderme e hipoderme ocorrem somente nas espécies de *Discocactus*, e células de mucilagem, somente em *Echinopsis*. Feixes corticais e medulares ocorrem em todas as espécies. O floema secundário é formado por elemento de tubo crivado, células

companheiras e parênquima axial e radial, no caule e na raiz. O xilema secundário é não fibroso nos caules, com exceção de *E. rhodotricha*, e fibroso na raiz. Esclereídes estão presentes apenas no floema da raiz das espécies de *Echinopsis*. Muitas destas características são comumente relatadas para espécies de Cactaceae, sendo importantes adaptações para a sobrevivência destas plantas em ambientes xéricos.

Key words: Anatomy, Trichocereae, *Discocactus*, *Echinopsis*

Introdução

A família Cactaceae, composta por 104 gêneros e cerca de 2.000 espécies (Anderson 2001), é considerada um grupo altamente especializado (Metcalf & Chalk 1950), composto por plantas geralmente xerofíticas, com caule e ramos suculentos, e folhas muito reduzidas e modificadas em espinhos (Gibson & Nobel 1986, Anderson 2001, Rocha & Agra 2002, Terrazas & Mauseth 2002). Dentre as quatro subfamílias que compõem Cactaceae, Cactoideae é a maior em número de espécies, e mais diversificada em termos de formas e hábitos (Taylor 2000, Terrazas & Arias 2003), subdivididas em nove tribos, com aproximadamente 1600 espécies (Terrazas & Arias 2003). Destas tribos, representantes de Cereeae, Rhipsalideae e Trichocereae ocorrem no Brasil.

A anatomia de Cactaceae no Brasil ainda têm recebido pouca atenção, mesmo sendo uma importante área para subsidiar e elucidar delimitações taxonômicas (Gibson & Horak 1978, Gasson 1981, Gibson & Nobel 1986, Terrazas & Arias 2003, Arruda *et al.* 2005, Soffiatti & Angyalossy 2007), possibilitar um melhor entendimento sobre a evolução do grupo (Terrazas & Arias 2003) e as adaptações para sobreviver em ambientes áridos (Conde 1975). Neste contexto, pode-se citar Soffiatti & Angyalossy (2007), que abordaram a anatomia de três gêneros de cactos colunares pertencentes à Cereeae, com fins taxonômicos; Arruda *et al.* (2005), que estudaram cinco espécies da Caatinga, encontrando caracteres anatômicos diagnósticos e adaptativos; Yoshikawa *et al.* (2004) que analisaram caule e raiz de duas espécies de *Melocactus* Link & Otto; Soffiatti & Angyalossy (2003, 2005) que estudaram a anatomia do gênero *Cipocereus* F. Ritter, buscando caracteres para a taxonomia das espécies e do gênero; Silva & Alves (1999) que abordaram a anatomia de seis espécies de *Pilosocereus* Byles & G.D. Rowley, confirmando a separação de dois subgêneros com base anatômica.

Eggli (2002) ressalta a escassez de conhecimento sobre Cactaceae, especialmente para a região sudoeste do Brasil, e compila um “checklist” de 33 espécies nativas dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo 27 delas pertencentes à Cactoideae, distribuídas nas tribos Cereeae, Hylocereeae, Notocactaeae, Rhipsalideae e Trichocereae. Só para esta última, são

registrados seis gêneros: *Arthrocerus* (A. Berger) Backeb. & F.M. Knuth, *Cleistocactus* Lem., *Discocactus* Pfeiff., *Echinopsis* Zucc., *Gymnocalycium* Pfeiffer in Pfeiffer & Otto e *Harrisia* Britton. No entanto, pesquisas para estas espécies ainda são raras, e para o Estado de Mato Grosso do Sul, escassos relatos anatômicos podem ser encontrados para esses gêneros.

Discocactus é um gênero composto por sete espécies, seis delas endêmicas ao Brasil, a maioria de distribuição restrita a poucas localidades (Taylor 2000). O gênero apresenta circunscrição controversa devido à alta variabilidade morfológica encontrada entre seus indivíduos e populações (Anderson 2001). Suas espécies são encontradas em ambientes seriamente ameaçados, consideradas muito vulneráveis (Barthlott & Hunt 1993), e além disso, uma das espécies, *Discocactus heptacanthus* (Barb. Rodr.) Britton & Rose está inserida na “Lista Vermelha” da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza) na categoria “DD” pelo fato das informações atuais serem deficientes (Baillie *et al.* 2004), indicando a necessidade de estudos para a espécie.

Echinopsis é um dos maiores gêneros de Trichocereae, composto por 128 espécies distribuídas nas regiões central e sul da América do Sul e devido ao grande número de espécies, apresenta circunscrição controversa (Anderson 2001). *Echinopsis calochlora* K. Schum. é endêmica às altas altitudes do Maciço do Urucum (Eggli 2002), local que tem sido intensamente explorado em decorrência das reservas de ferro e manganês (Silva *et al.* 2000), ameaçando seriamente a sobrevivência desta espécie e de seu habitat natural.

Neste trabalho é descrita a morfologia e a anatomia de *Discocactus ferricola* Buining & Brederoo, *Discocactus heptacanthus*, *Echinopsis calochlora* e *Echinopsis rhodotricha* K. Schum. no Mato Grosso do Sul, gerando informações inéditas, dando início aos estudos anatômicos da família na região Centro-Oeste.

Material e métodos

Áreas de estudo. As espécies foram coletadas em afloramentos rochosos e formações argilo-arenosas de diferentes Municípios, abrangendo os biomas Pantanal (*D. ferricola* e *E. calochlora*), Cerrado (*D. heptacanthus*) e Chaco (*E. rhodotricha*).

O Pantanal, a maior planície contínua inundável do Planeta, com mais de 110.000 Km² (Conservation International 1999), possui dois terços de sua área no Estado de Mato Grosso do Sul, e um terço em Mato Grosso. Este bioma abriga diversas unidades de paisagens, diferenciadas pela intensidade ou regularidade do pulso de inundação a que estão submetidas (Pozer & Nogueira 2004). O Pantanal sofre influências de outros biomas e constitui-se um ecossistema único (Câmara & Vital 2004).

O termo Chaco é empregado para caracterizar um bioma constituído de florestas úmidas, xerófitas e formações de aspecto savânico, composto por um estrato arbustivo descontínuo, com ocorrência de cactáceas (Cabrera & Willink 1980). Prado *et al.* (1992) consideram a única formação verdadeira de Chaco brasileiro no município de Porto Murtinho, sudoeste de Mato Grosso do Sul, onde sua composição ainda é pouco conhecida e carente de áreas de preservação (Costa 2003).

O Cerrado, que abrange 200 milhões de hectares no Brasil (Mittermeier *et al.* 1999), é considerado como um mosaico de comunidades pertencentes a um gradiente de formações ecologicamente relacionadas, que vai de campo limpo, com predomínio do componente herbáceo-subarbustivo, a cerradão no qual predomina o componente arbóreo-arbustivo (Coutinho 2006).

Coleta. Espécimes foram coletados para herborização seguindo técnicas usuais, e posteriormente depositados em Herbário no CGMS/UFMS da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Tabela 01 e Figuras 01 a 04). A análise morfológica, baseada em caracteres morfológicos listados por Anderson (2001), resultou na delimitação das subespécies coletadas: *D. heptacanthus* ssp. *heptacanthus* identificada a partir do número de costelas (10-14); *E. calochlora* ssp. *calochlora*, pela média do diâmetro do caule (9,9cm) e número médio de costelas (17,3), e *E. rhodotricha* ssp. *rhodotricha*, pelo número de costelas (8-13) e espinhos radiais (4-7).

Para análise anatômica do caule e da raiz, três espécimes de cada espécie foram seccionados e separados por região (basal, mediana e apical) para posterior fixação em FAA 70 por 72 horas, sendo lavados em água corrente, desidratados em série etílica e armazenamento em etanol 70% (Jensen 1962). Foram realizadas secções transversais da região mais externa do ápice, mediana e basal do caule, além de cortes paradérmicos na região mediana. Para análise do xilema e floema, as secções foram feitas nos planos transversal, longitudinal radial e tangencial, na base do caule e da raiz. Lâminas semi-permanentes das secções à mão livre e das amostras incluídas em Polietilenoglicol 1500 (Richter 1985) e seccionadas em micrótomo rotativo, foram coradas em azul de astra e safranina (Jensen 1962), montadas em glicerina 50%. Amostras de raiz de *Echinopsis rhodotricha* foram seccionadas em micrótomo de deslize. Para a observação dos elementos celulares isolados, foi empregado o método de Franklin modificado (Franklin 1945), corados com safranina 1% em etanol 50% e montados em glicerina.

Testes histoquímicos para detecção de amido, lignina e mucilagem foram realizados com lugol, floroglucinol e azul de astra, respectivamente (Richter 1977, Jensen 1962). A documentação foi elaborada em micrôscópio fotônico Leica DMLB, acoplado ao sistema de captura de imagem e câmara fotografica Leica DC 300F.

Secções transversais da região mais externa do caule mediano, e paradérmicas foram observados em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Para tanto, as amostras foram desidratadas e mantidas em etanol P.A. efetuando-se trocas a cada um hora durante 12 horas antes do ponto crítico. Este foi realizado em BAL-TEC CPD030 – Critical Point Dryer. O material foi levado ao metalizador SCC030 – Balzers Union FL9496 Balzers e então levados ao MEV, onde as imagens foram capturadas através do Programa JEOL – JSM 6360LV.

Resultados

Caule. Epiderme unisseriada presente nas regiões fotossintetizantes do caule, na região mediana do caule de *Discocactus ferricola*, *Discocactus heptacanthus* e *Echinopsis calochlora*, e

em grande parte da região apical de *Echinopsis rhodotricha*; com células de contorno quadrado a retangular em corte transversal, e cutícula evidente e espessa (figura 05). *E. rhodotricha* possui epiderme bisseriada na região mediana (figura 06) originada a partir de divisões periclinais das células epidérmicas no ápice caulinar (figura 07). Algumas células epidérmicas de *E. calochlora* se encontram em divisão periclinial na região mediana do caule (figura 08). Cristais prismáticos estão presentes nas espécies de *Discocactus*, ausentes nas espécies de *Echinopsis* (figura 09). Cera epicuticular ocorre em todas as espécies analisadas, formando placas ao longo da epiderme (figuras 07, 09, 10). Em vista frontal, as células possuem paredes anticlinais de contorno levemente sinuoso a reto (figura 11), com diferenças na espessura destas células apenas em *E. rhodotricha* (figura 11).

Estômatos paralelocíticos estão presentes em todas as espécies analisadas (figura 12), posicionados ao nível da epiderme (figura 05), exceto em *E. rhodotricha*, onde os estômatos estão localizados levemente abaixo do nível dessa camada (figura 06). As câmaras sub-estomática são conspícuas e atravessam toda hipoderme, podendo continuar até as primeiras camadas de parênquima paliçádico (figuras 05, 06).

O felogênio origina-se na epiderme (figura 13). A periderme que recobre o caule nas porções não fotossintetizantes basais (figura 14) é composta por feloderme que, em corte transversal, possui células com paredes primárias delgadas, de formato retangular, variando de dois a 11 estratos em *D. heptacanthus*, três a quatro em *D. ferricola*, três a sete em *E. calochlora*, e cinco a sete em *E. rhodotricha*. O súber possui células de paredes delgadas suberizadas, justapostas ou não, que se alternam com estratos de células de paredes lignificadas, predominantemente com um a sete estratos celulares, a exemplo de *E. rhodotricha*. Estas camadas alternadas podem variar de duas em *D. ferricola* e *E. calochlora*, três em *D. heptacanthus*, e 10 em *E. rhodotricha*, que são eliminadas periodicamente.

A hipoderme do caule é colenquimática, com células de paredes espessadas irregularmente; geralmente com dois estratos celulares em *D. ferricola* (figura 05), três em *D. heptacanthus* e *E.*

calochlora, e quatro em *E. rhodotricha* (figura 06). As duas espécies de *Discocactus* apresentam abundantes cristais prismáticos neste tecido (figuras 05, 13).

Em todas as espécies o córtex da região mediana apresenta a porção mais externa diferenciada em parênquima paliçádico, clorofiliano (figuras 05, 15). Na região interna do córtex, estas células são arredondadas a irregulares em secção transversal (figura 15). Feixes corticais colaterais em estrutura primária são numerosos (figura 15, 16) em todas as espécies. Drusas estão abundantes no córtex de *D. ferricola*, *D. heptacanthus*, pouco observadas em *E. calochlora* e *E. rhodotricha* (figura 17).

Células de mucilagem foram encontradas apenas em *E. calochlora* e *E. rhodotricha* distribuídas por todo córtex, evidenciadas pelo formato diferenciado: são maiores, mais volumosas e arredondadas em relação às demais células parenquimáticas (figura 18). A medula na região mediana e basal do caule apresenta células parenquimáticas isodiamétricas em secção transversal, onde se distribuem feixes vasculares colaterais primários (figura 19).

Nos indivíduos adultos o floema primário apresenta-se colapsado e é formado por células de paredes celulósicas (figura 20), sendo parcialmente lignificado apenas em *E. rhodotricha*. O floema secundário é formado por elementos de tubo crivado e células companheiras estreitos, com placa crivada simples, normalmente transversal a levemente oblíqua (figura 20). Somente em *E. rhodotricha* esparsas esclereides e formando calotas ocorrem na periferia do floema, e entre as células do floema primário (figura 21).

O xilema secundário é, em sua maior parte, formado por lenho não fibroso, composto por traqueídes com espessamento de banda larga, alguns elementos de vaso com placa de perfuração simples, parênquima axial e radial não lignificados, raios altos e largos (figura 22).

Raiz. A raiz adulta é revestida por periderme, semelhante ao caule, com o mesmo padrão estrutural em todas as espécies (figura 23) – a periderme é composta por feloderme com um estrato celular em *D. ferricola*, e até cinco ou seis nas demais espécies; composta por células de formato retangular em plano transversal, com paredes primárias delgadas, seguida pelo felogênio; súber

formado por camadas de células de paredes delgadas, justapostas, que se alternam com estratos de células de paredes lignificadas. As camadas de células de paredes lignificadas geralmente possuem três estratos celulares. Estas camadas alternadas podem chegar ao número de quatro, eliminadas periodicamente.

O córtex é formado por, no mínimo, quatro estratos celulares em todas as espécies, alcançando 11 camadas em *E. rhodotricha*, com células de formato e tamanho irregulares em secção transversal, com paredes primárias. (figuras 23, 24). Drusas são abundantes no córtex das espécies de *Discocactus*, menos freqüentes em *E. calochlora* e ausentes em *E. rhodotricha* (figura 24).

O floema primário, colapsado, é formado por células de paredes celulósicas (figura 25), parcialmente lignificadas apenas em *E. calochlora*. O floema secundário possui células companheiras e elementos de tubo crivado estreitos e curtos, com placa crivada simples, transversal a levemente oblíqua (figura 25); células companheiras igualmente pequenas são observadas. Uma calota de esclereídes na periferia do floema primário está presente em *E. rhodotricha*, e até duas em *E. calochlora*, sendo uma interna, de origem de células do floema secundário não funcional, outra externa ao floema primário (figura 26), raras em *D. heptacanthus*, e não observadas em *D. ferricola*. A raiz de *E. calochlora* é tetrarca, pentarca em *D. heptacanthus* (figura 28), e hexarca em *D. ferricola* e *E. rhodotricha* (figura 29). O xilema secundário é fibroso para todas as espécies estudadas, composto por elementos de vaso pontoados, com placa de perfuração simples, parênquima paratraqueal escasso, fibras libriformes, raios altos e largos (figuras 23, 27).

Discussão

As características anatômicas das espécies estudadas são comuns às já descritas para outras espécies de Cactaceae, como cutícula espessa (Gibson & Nobel 1986), epiderme unisseriada, hipoderme colenquimática, câmaras subestomáticas atravessando a hipoderme e alcançando o parênquima paliçádico clorofiliano (Metcalf & Chalk 1950, Gibson & Horak 1978, Soffiatti &

Angyalossy 2003, 2007, Yoshikawa *et al.* 2004, Arruda *et al.* 2005). A origem do felogênio, a partir de divisões periclinais da epiderme também já foi relatada (Gibson & Horak 1978, Gibson & Nobel 1986, Mauseth 1989, Nyffeler 1997, Soffiatti & Angyalossy 2003, Yoshikawa *et al.* 2004), bem como a ocorrência de clorênquima formado por múltiplas camadas de células arranjadas perpendicularmente à epiderme do caule, composto por células parenquimáticas com grande quantidade de cloroplastos (Mauseth *et al.* 1998, Terrazas & Mauseth 2002). O floema primário colapsado, e o secundário formado por elementos de tubo crivado e célula companheira, ambos em pequena quantidade, também é padrão para outras espécies de Cactaceae estudadas, tanto para caule (Mauseth 1999, Terrazas & Mauseth 2002, Soffiatti & Angyalossy 2003, Yoshikawa *et al.* 2004, Arruda *et al.* 2005) como raiz (Mauseth & Ross 1988, Mauseth 1989, Yoshikawa *et al.* 2004).

A hipoderme colenquimática juntamente com a epiderme e cutícula, forma o que os autores denominam coletivamente de “skin” (Gibson & Horack 1978, Gibson & Nobel 1986). Estas estruturas exercem importante função, pois atuam restringindo a perda d’água, permitindo uma absorção mais eficiente da radiação fotossintetizante ativa, e protegem o clorênquima das radiações alfa e beta, (Gibson & Nobel 1986, Darling 1989) e, conseqüentemente, diminuem a temperatura do caule (Gibson & Nobel 1986).

Juntamente à “skin”, a cera epicuticular espessa evita a perda excessiva de água durante a transpiração, além de reduzir a lixiviação na superfície, atuar como anteparo à radiação, aclimatando a planta ao resfriamento, e proteger as espécies contra microorganismos patogênicos e insetos herbívoros (Oliveira 2005). É uma camada que dá uma tonalidade esbranquiçada às espécies de cactos (Metcalf & Chalk 1950, Nyffeler 1997, Anderson 2001), e sua composição pode ter valor taxonômico (Maffei *et al.* 1997).

Distinta das demais espécies estudadas, uma epiderme secundariamente bisseriada foi observada em *E. rhodotricha*, característica relatada para poucos gêneros pertencentes à Trichocereae, como *Harrisia* (Mauseth *et al.* 1998). Epiderme multisseriada é mencionada para *Espostoa* Britton & Rose - Trichocereae (Mauseth 1999), e todos os demais relatos de epiderme

multiestratificada referem-se a espécies pertencentes a outras tribos, como Pachycereeae (Gibson & Horak 1978, Barthlott & Hunt 1993, Terrazas & Mauseth 2002), Cacteeae (Terrazas & Mauseth 2002), Notocacteeae (Nyffeles & Eggli 1997, Terrazas & Mauseth 2002), Cereeeae (Darling 1989, Mauseth 1996) e Browningieae (Mauseth 1996), característica considerada incomum para Cactaceae (Gibson & Nobel 1986).

Cristais epidérmicos foram observados apenas em *Discocactus*, que podem atuar no aumento da reflectância de luz solar (Darling 1989). Além disto, juntamente com cristais na hipoderme, estes podem se constitui em caráter diagnóstico importante ao nível de gênero ou espécie (Terrazas & Arias 2003). Em *Pilosocereus*, Silva & Alves (1999) separam dois subgêneros com base neste caráter, e vários outros autores utilizam-no como subsídio taxonômico (Gibson & Horak 1978, Mauseth *et al.* 1998, Terrazas & Loza-Cornejo 2002, Soffiatti & Angyalossy 2003).

Estômatos do tipo paralelocítico são comumente encontrados em Cactoideae (Eggli 1984) e observados em todas as espécies estudadas. Contrário à maioria das xerófitas, grande parte das espécies de Cactaceae possuem estômatos superficiais (Eggli 1984, Gibson & Horak 1978, Fahn & Cutler 1992), como observados em *D. ferricola*, *D. heptacamthus* e *E. calochlora*, ligada ao tipo de mecanismo fotossintético, do tipo CAM, que facilitam as trocas gasosas no período noturno, onde a perda de água não é tão acentuada (Gibson & Horack 1978, Fahn e Cutler 1992). No entanto, *E. rhodotricha* apresenta estômato em depressões, como já citado por Metcalfe & Chak (1950) para algumas espécies de cactos, o que segundo Gibson & Horack (1978) e Fahn & Cutler (1992), está relacionado àquelas espécies que possuem cutícula muito espessa. Para algumas outras espécies de *Echinopsis*, entretanto, como *Echinopsis aurea* Britton & Rose, estômatos superficiais foram observados por Eggli (1984), enquanto que em outras, como *Echinopsis eyriesii* (Turpin) Zucc., estes estão abaixo do nível epidérmico, indicando que é uma característica variável neste gênero.

Como constatado no presente estudo, a hipoderme consiste geralmente de uma a muitas camadas celulares com paredes espessas, colenquimática e, devido ao alto acumulo de substâncias pécticas, possibilita o armazenamento de água na planta (Gibson & Nobel 1986). Terrazas &

Mauseth (2002) afirmam que a rigidez e xeromorfia do caule podem estar relacionadas ao número de camadas e espessura da parede celular deste tecido, que além de auxiliar no suporte mecânico (Gibson & Nobel 1986, Jimenez-Lopez *et al.* 1995), proporciona flexibilidade à planta (Gibson & Nobel 1986).

O córtex exerce duas funções importantes relacionadas à adaptação ao deserto: o córtex mais externo é paliádico e apresenta muitos cloroplastos, já que o caule consiste no principal órgão fotossintetizante para a maioria das Cactaceae. O córtex interno armazena água (Mauseth 1995), composto por células isodiamétricas de grandes dimensões e paredes delgadas, sendo capazes de expandir rapidamente quando as chuvas retornam (Mauseth 1984).

Feixes corticais e medulares analisados nas espécies estudadas, são comuns para a maioria dos membros de Cactoideae (Mauseth & Sajeve 1992, Mauseth *et al.* 1998), já descritos para *E. calochlora* e uma espécie de *Discocactus* por Mauseth & Sajeve (1992). Como observado no presente estudo, feixes corticais correm em todas as direções e lembram espacial e estruturalmente a venação das folhas, desempenhando três processos importantes nos cactos: transporte de fotossintéticos para os tecidos, transporte de açúcares para os amiloplastos e transporte de água por todo o córtex (Mauseth & Sajeve 1992).

A ocorrência de cristais de oxalato de cálcio no córtex de todas as espécies estudadas é freqüente em Cactaceae (Metcalf & Chalk 1950, Gibson & Nobel 1986, Barthlott & Hunt 1993, Terrazas & Mauseth 2002, Soffiatti & Angyalossy 2003, 2007, Yoshikawa *et al.* 2004, Duarte & Hayashi 2005). Algumas funções atribuídas aos cristais são: estabilidade mecânica (Franceschi & Horner 1980, Nyffeler *et al.* 1997), proteção contra herbivoria (Franceschi & Horner 1980, Terrazas & Mauseth 2002), reserva de cálcio e manutenção do equilíbrio iônico (Franceschi & Horner 1980), sendo até mesmo considerados como resíduos metabólicos (Gibson & Nobel 1986).

A ocorrência de células mucilaginosas, observada nas espécies de *Echinopsis*, é comumente descrita para outras espécies de Cactaceae (Trachtenberg & Fahn 1981, Gibson & Nobel 1986, Terrazas & Mauseth 2002, Soffiatti & Angyalossy 2003, 2007, Terrazas & Arias 2003, Yoshikawa

et al. 2004, Duarte & Hayashi 2005). Vários autores citam que a presença desta suporta o posicionamento de espécies mais derivadas em vários grupos de Cactaceae (Gibson & Horak 1978, Mauseth 1999). Cabe ressaltar que esta característica é variável para Trichocereae, pois os resultados demonstram sua ausência em *Discocactus*, enquanto a sua presença é citada para outra espécie do grupo, *Harrisia pomanensis* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Britton & Rose, por Gibson & Horack (1978), além de *Echinopsis*, como evidenciado neste trabalho. A presença de mucilagem relaciona-se ao armazenamento de água e se constitui em um importante caráter adaptativo a ambientes secos (Gibson & Nobel 1986, Fahn & Cutler 1992, Nyffeler 1997).

Segundo Gibson & Nobel (1986) a medula teve seu diâmetro ampliado durante a evolução de Cactaceae, e juntamente com feixes medulares, parece ser seletivamente vantajosos numa condição de estresse hídrico (Mauseth 1993a). Estes feixes medulares transportam água e nutrientes eficientemente (Mauseth 1993a, Terrazas & Mauseth 2002) e estão presentes apenas em Cactoideae (Gibson & Horak 1978, Mauseth & Ross 1988, Mauseth 1993a), já descritos para outras espécies de *Echinopsis* por Metcalfe & Chalk (1950). Frequentemente estes feixes são constituídos de floema e xilema, num arranjo colateral, como observado nas espécies deste trabalho.

O floema é bem reduzido em Cactaceae (Mauseth 1999, Terrazas & Mauseth 2002, Soffiatti & Angyalossy 2003, Yoshikawa *et al.* 2004, Arruda *et al.* 2005). Mauseth (1984) retrata que isto se deve pelo fato do caule ser o órgão fotossintetizante, e a real condução necessária do floema é apenas direcionada às raízes. Esclereídes encontradas externamente ao floema em *E. calochlora* e *E. rhodotricha*, são consideradas como uma característica relictual para Cactaceae (Mauseth 1999), podendo ocorrer solitárias ou em pequenos aglomerados (Mauseth & Landrum 1997, Nyffeler *et al.* 1997, Soffiatti & Angyalossy 2003), desempenhando função de suporte mecânico (Metcalf 1979). Soffiatti & Angyalossy (2007) constataram a ocorrência de calotas de esclereídes externamente ao floema condutor em *Arrojadoa*, *Stephanocereus* e *Brasilicereus*, e consideram sua origem do floema secundário não condutor e do floema primário colapsado, visto que podem ser formadas em grande quantidade.

Gibson (1977) e Gibson & Nobel (1986) relacionam o hábito com o tipo do lenho em Cactoideae, afirmando que cactos globosos (como *Discocactus*) e cilíndricos curtos (como *E. calochlora*) possuem lenho do tipo não fibroso, corroborando os dados aqui observados, pois ocorre em plantas em geral de pequeno porte, onde o suporte mecânico não é função primordial do xilema secundário. Em Cactaceae o lenho não fibroso é composto exclusivamente por traqueídes com espessamento de banda larga, elementos de vaso e células parenquimáticas não lignificadas, características que permitem às espécies contrair e expandir conforme a disponibilidade de água, (Mauseth 1993b, Yoshikawa *et al.* 2004).

São poucos os trabalhos que trazem descrições de raiz para Cactaceae (Mauseth & Ross 1988, Mauseth 1989, Silva & Alves 1999, Yoshikawa *et al.* 2004). Estes estudos geralmente revelam que a periderme da raiz é similar a do caule, exceto Yoshikawa *et al.* (2004), que verificam diferenças quanto ao tipo de células do súber comparando-se caule e raiz.

A não ocorrência de esclereídes no floema primário ou secundário da raiz de *Discocactus* corrobora o descrito por Mauseth (1988) e Yoshikawa *et al.* (2004), diferentemente do encontrado em *E. calochlora* e *E. rhodotricha*. No mais, a estrutura do floema e xilema secundários descritos para a raiz é geralmente semelhante ao observado no caule, sendo o tipo de lenho, fibroso, seguindo as descrições gerais de raízes de outras espécies, com a presença de lenho fibroso, elementos de vaso com placa de perfuração simples, fibras libriformes e raios largos (Mauseth & Ross 1988, Mauseth 1989, Yoshikawa *et al.* 2004).

Muitas características apresentadas neste estudo corroboram as descrições para Cactaceae. Alguns caracteres anatômicos mostram-se diagnósticos, permitindo separar *Discocactus* de *Echinopsis*, como a presença de cristais apenas na epiderme e hipoderme do caule de *Discocactus*, ausentes em *Echinopsis*; e células de mucilagem no caule e esclereídes externas ao floema na raiz, somente em *Echinopsis*.

Dentre as espécies, *Echinopsis rhodotricha* apresentou o maior número de características diferenciais, e até mesmo incomuns para a família, como a presença de epiderme bisseriada,

ornamentações da cutícula e estômatos abaixo do nível da epiderme. Por ser um gênero grande, abrangendo 128 espécies, é esperada uma grande variabilidade intraespecífica em *Echinopsis*.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi realizada com apoio financeiro da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) por meio da concessão de bolsa de Mestrado concedida à primeira autora, e dos recursos liberados pela Coordenadoria de Pesquisa – Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal Mato Grosso do Sul, ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal. Agradecemos ao Centro de Microscopia Eletrônica de Varredura da Universidade Federal do Paraná em especial à Dra. Cleusa Bonna pela utilização do equipamento. Ao Dr. Geraldo Alves Damasceno Jr. e Msc. Vali Joana Pott pelo auxílio na determinação dos locais de coleta e identificação do material botânico. À Rede de Sementes do Pantanal pelo apoio logístico nas coletas de campo.

Referências bibliográficas

- ANDERSON, E.F. 2001. The cactus family. Timber Press, Portland, Oxford.
- ARRUDA, E., MELO-DE-PINNA, G. F. & ALVES, M. 2005. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(3): 589-601.
- BARTHLOTT, W. & HUNT, D.R. 1993. Cactaceae. *In* The families and genera of vascular plants (K. Kubitzki, ed.). Springer-Verlag, Berlin, p. 161-197.
- BAILEY, I. W. 1962. Comparative anatomy of the leaf-bearing Cactaceae. VI. The xylem of *Pereskia sacharosa* and *Pereskia aculeata*. *Journal of the Arnold Arboretum* 43: 376-383.
- BAILEY, I. W. 1963a. Comparative anatomy of the leaf-bearing Cactaceae. VIII. The xylem of pereskias from southern Mexico and Central America. *Journal of the Arnold Arboretum* 44: 211-216.

- BAILEY, I. W. 1963b. Comparative anatomy of the leaf-bearing Cactaceae. VII. The xylem of pereskias from Peru and Bolivia. *Journal of the Arnold Arboretum* 44: 127-133.
- BAILLIE, J. E. M., HILTON-TAYLOR, C. & STUART, S. N. 2004. IUCN Red List. A Global Species Assessment. McHale Ward Associates, Ware, UK.
- CABRERA, A. L. & WILLINK, A. 1980. Biogeografía de America Latina. 2nd Ed. Serie de Biología. Washington D. C.: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
- CÂMARA, P. E. A. S. & VITAL, D. M. 2004. Briófitas do Município de Poconé, Pantanal de Mato Grosso, MT, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 18(04): 881-886.
- CONDE, L. 1975. Anatomical comparisons of five species of *Opuntia* (Cactaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 62: 425-473.
- Conservation International. 1999. Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal.
- COSTA, R. B. da. 2003. Fragmentação Florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste. Campo Grande/MS. UCDB.
- COUTINHO, L. M. 2006. O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica* 20(1): 13-23.
- DARLING, M. S. 1989. Epidermis and hypodermis of the Saguaro cactus (*Cereus giganteus*): anatomy and spectral properties. *Amer. J. Bot.* 76(11): 1698-1706.
- DUARTE, M. R. & HAYASHI, S. S. 2005. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 15(2): 103-109.
- EGGLI, U. 1984. Stomatal types of Cactaceae. *Pl. Syst. Evol.* 146: 197-214.
- EGGLI, U. 2002. Synopsis of the Cactaceae of Mato Grosso, Brazil. *Haseltonia*, 9: 146-166.
- FAHN, A. & CUTLER, D. F. 1992. Xerophytes. Gebruder Borntraeger. Berlin, Stuttgart.
- FRANCESCHI, V. R. & HORNER, H. T. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. *Bot. Rev.* 46: 361-427.
- FRANKLIN, G. L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155(39): 51.

- GASSON, P. 1981. Epidermal anatomy of some North American globular cacti. *The cactus and Succulent Journal of Great Britain*. Volume 43(4): 101-108.
- GIBSON, A. C. 1977. Vegetative anatomy of *Mahiuenia* (Cactaceae) with some theoretical discussions of ontogenetic changes in xylem types. *Bull. Torr. Bot. Club* 104(1): 35-48.
- GIBSON, A. C. & HORAK, K. 1978. Systematic anatomy and phylogeny of Mexican Columnar Cacti. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65 (4): 1013-1057.
- GIBSON, A. C. & NOBEL, P. S. 1986. *The cactus primer*. Harvard University Press, Cambridge, London.
- JENSEN, W. A. 1962. *Botanical Histochemistry, Principles and Practice*. San Francisco, W. H. Freeman, p. 408.
- JIMENEZ-LOPEZ, G. M., PIMIANTA-BARRIOS, E. & MUÑOZ-URIAS, A. 1995. Estudio anatomico del tallo de Pitayo (*Stenocereus queretaroensis* [Weber] Buxbaum). *Cact. Suc. Mex.* XL p. 51-58.
- MAFFEI, M.; MEREGALLI, M. & SCANNERINI, S. 1997. Chemotaxonomic significance of surface n-alkanes in the Cactaceae. *Biochem. Syst. Ecol.* 25: 241-253.
- MAUSETH, J. D. 1984. Introduction to cactus anatomy – Part 9. Primary and secondary growth. *Cactus & Succulent Journal (U.S.)* 56: 181-185.
- MAUSETH, J. D. 1989. Comparative structure-function studies within a strongly dimorphic plant, *Melocactus intortus* (Cactaceae). *Bradleya* 7:1-12.
- MAUSETH, J. D. 1993a. Medullary bundles and the evolution of cacti. *American Journal of Botany* 80(8): 928-932.
- MAUSETH, J. D. 1993b. Water-storing and cavitation-preventing Adaptations in Wood of Cacti. *Annals of Botany* 72: 81-89.
- MAUSETH, J. D. 1995. Collapsible water-storage cells in cacti. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 122(2): 145-151.

- MAUSETH, J. D. 1996. Comparative Anatomy of Tribes Cereeae and Browningieae (Cactaceae). *Bradleya* 14: 66-81.
- MAUSETH, J. D. 1999. Comparative anatomy of *Espostoa*, *Pseudoespostoa*, *Thrixanthocereus* and *Vatricania* (Cactaceae). *Bradleya* 17: 27-37.
- MAUSETH, J. D. 2000. Theoretical aspects of surface-to-volume ratios and water-storage capacities of succulent shoots. *American Journal of Botany* 87(8): 1107-1115.
- MAUSETH, J. D. & LANDRUM, J. V. 1997. Relictual Vegetative Anatomical Characters in Cactaceae: the Genus *Pereskia*. *J. Plant Res.* 110: 55-64.
- MAUSETH, J. D. & ROSS, R. G. 1988. Systematic anatomy of the primitive cereoid cactus *Leptocereus quadricostatus*. *Bradleya* 6: 49-64.
- MAUSETH, J. D. & SAJEVA, M. 1992. Cortical Bundles in the Persistent, Photosynthetic Stems of Cacti. *Annals of Botany* 70: 317-324.
- MAUSETH, J. D., TERRAZAS, A. & LOZA-CORNEJO, S. 1998. Anatomy of relictual members of Subfamily Cactoideae, IOS Group 1a (Cactaceae). *Bradleya* 16: 31-43.
- METCALFE, C. R. 1979. Some basic types of cells and tissues. *In* *Anatomy of dicotyledons* (C. R. Metcalfe & L. Chalk, eds.). 2d. ed., vol. 1. Clarendon Press, Oxford. p. 54-62, 207-214.
- METCALFE, C. R. & CHALK, L. 1950. *Anatomy of Dicotyledons – leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Volume I.* Oxford. At the Clarendon Press. p.724.
- MITTERMEIER, R.S.; MYERS, N.; GIL, P.R. & MITTERMEIER, C.G. 1999. Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Cidade do México, México, Cemex Conservation International.
- OLIVEIRA, A. F. M. de. 2005. Ceras epicuticulares como fator antiestresse. *In* *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas* (R. J. M. C. Nogueira, E. de L. Araujo, L. G. Willadino, U. M. T. Cavalcante, eds.). Recife: UFRPE. Imprensa Universitária. p. 32-41.

- POZER, C. G. & NOGUEIRA, F. 2004. Pastagens nativas inundáveis da região norte do Pantanal de Mato Grosso: variações de biomassa e de produtividade primária. *Brazilian Journal Biology* 64(04): 859-866.
- PRADO, D. E.; GIBBS, P. E.; POTT, A. & POTT, V. J. 1992. The Chaco – Pantanal transition in southern Mato Grosso, Brazil. Pp. 451-470. In: *Nature and dynamics of forest – savanna boundaries*. P. A. Furley; J. Proctor & J. A. Ratter. London: Chapman & Hill.
- NYFFELER, R. 1997. Stem Anatomy of *Uebelmannia* (Cactaceae) – with Special Reference to *Uebelmannia gummifera*. *Bot. Acta* 110: 489-495.
- NYFFELER, R. & EGGLI, U. 1997. Comparative Stem Anatomy and Systematics of *Eriosyce sensu lato* (Cactaceae). *Annals of Botany* 80: 767-786.
- NYFFELER, R., EGGLI, U. & LEUENBERGER, B. E. 1997. Noteworthy idioblastic sclereids in the stems of *Eulychnia* (Cactaceae). *American Journal of Botany* 84(9): 1192-1197.
- RICHTER, H.G. 1977. Differential staining of oil and mucilage in idioblasts of Lauraceae. *IAWA* 4: 76.
- RICHTER, H. G. 1985. Wood and bark anatomy of Lauraceae II. *Licaria* Aublet. *IAWA Bulletin* 6(3): 187-199.
- ROCHA, E. A. & AGRA, M. de F. 2002. Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae Juss. *Acta bot. bras.* 16(1): 15-21.
- SILVA, D. da C. & ALVES, J. L. de H. 1999. Anatomia dos órgãos vegetativos de seis espécies de *Pilosocereus* Byles & Rowley (Cactaceae). *Bol. Bot. Univ. São Paulo* 18: 53-60.
- SILVA, J. dos S. V. da; POTT, A.; CARDOSO, E. L.; MORAES, A. S. de; SALIS, S. M.; POTT, V. J.; MAURO, R. de A., e GALDINO, S. 2000. Zoneamento ambiental – Borda Oeste do Pantanal: Maciço do Urucum e Adjacências. Embrapa. 1ª edição.
- SOFFIATTI, P. & ANGYALOSSY, V. 2003. Stem anatomy of *Cipocereus* (Cactaceae). *Bradleya* 21: 39-48.

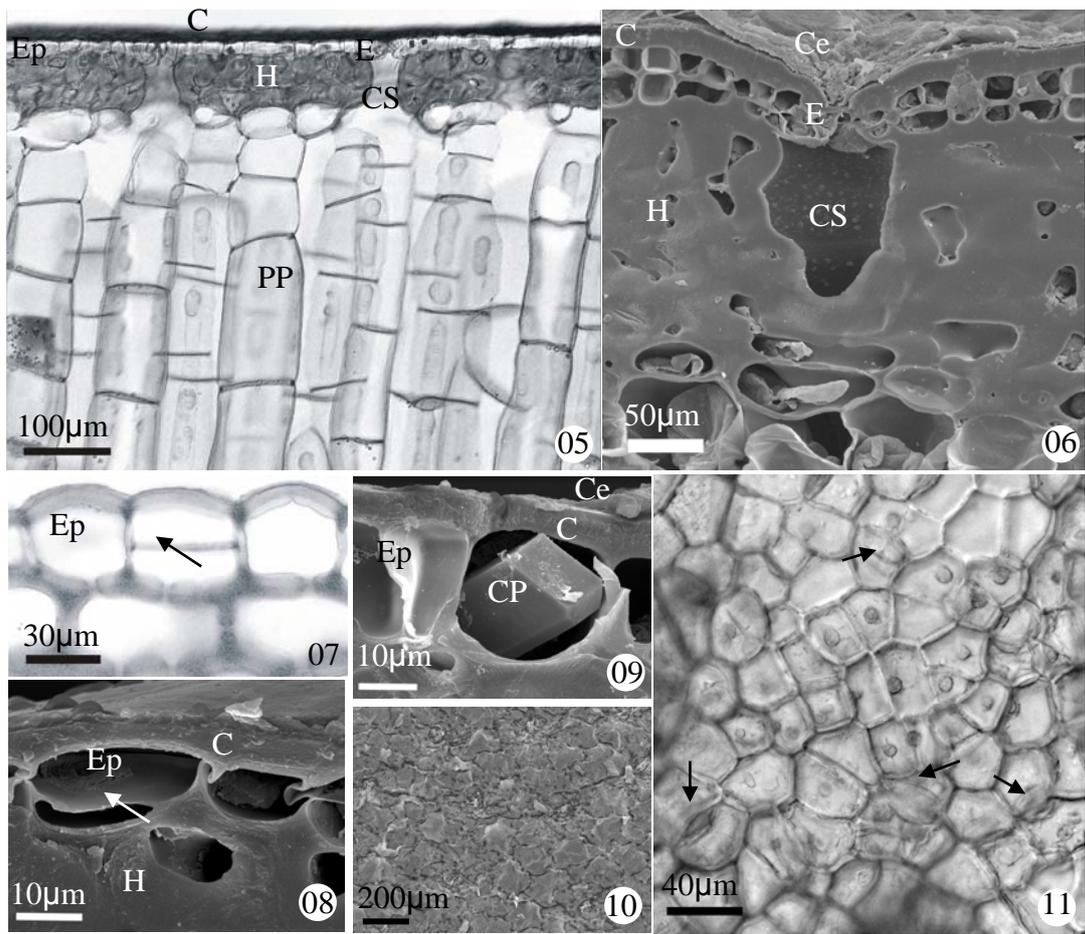
- SOFFIATTI, P. & ANGYALOSSY, V. 2007. Anatomy of Brazilian Cereae (subfamily Cactoideae, Cactaceae): *Arrojadoa* Britton & Rose, *Stephanocereus* A. Berger and *Brasilicereus* Backeberg. *Acta Botanica Brasilica* 21(4): 813-822.
- TAYLOR, N. P. 2000. Cactaceae of Estearn Brazil. PhD Thesis, Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- TERRAZAS, T. & ARIAS, S. 2003. Comparative Stem Anatomy in the Subfamily Cactoideae. *The Botanical Review*. 68(4): 444-473.
- TERRAZAS, T. & LOZA-CORNEJO, L. 2002. Phylogenetic relationship of Pachycereeae: a cladistic análisis based on anatomical-morphological data. *In* Evolution, ecology and conservation of the columnar cacti and their mutualist. (T. H. Fleming & A. Valiente-Banuet, eds.). Arizona University Press – Tucson. p. 66-86.
- TERRAZAS, T. & LOZA-CORNEJO, S. 2003. Anatomía de la madera y alometría de veinte especies de *Stenocereus* (Cactaceae). *Anales del Instituto de Biología. Universidad nacional Autónoma de México, Série Botánica* 74(2): 195-208.
- TERRAZAS, T. & MAUSETH, J. D. 2002. Shoot Anatomy and Morphology. *In* Cacti biology and uses (S. Nobel, ed.). University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London, p. 23-40.
- TRACHTENBERG, S. & FAHN, A. 1981. The mucilage cells of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. – development, ultrastructure, and mucilage secretion. *Botanical Gazette* 142(2): 206-213.
- YOSHIKAWA, R.C, SOFFIATTI, P. & ANGYALOSSY, V. 2004. Anatomia do caule e da raiz em *Melocactus bahiensis* e *Melocactus concinnus* (Cactaceae, subfamily Cactoideae – tribe Ceereae). *Revista de Biologia Neotropical* 1(1-2): 11-22.

Tabela 01. Relação das espécies pesquisadas, número e nome do Herbário onde estão depositadas e local de coleta.

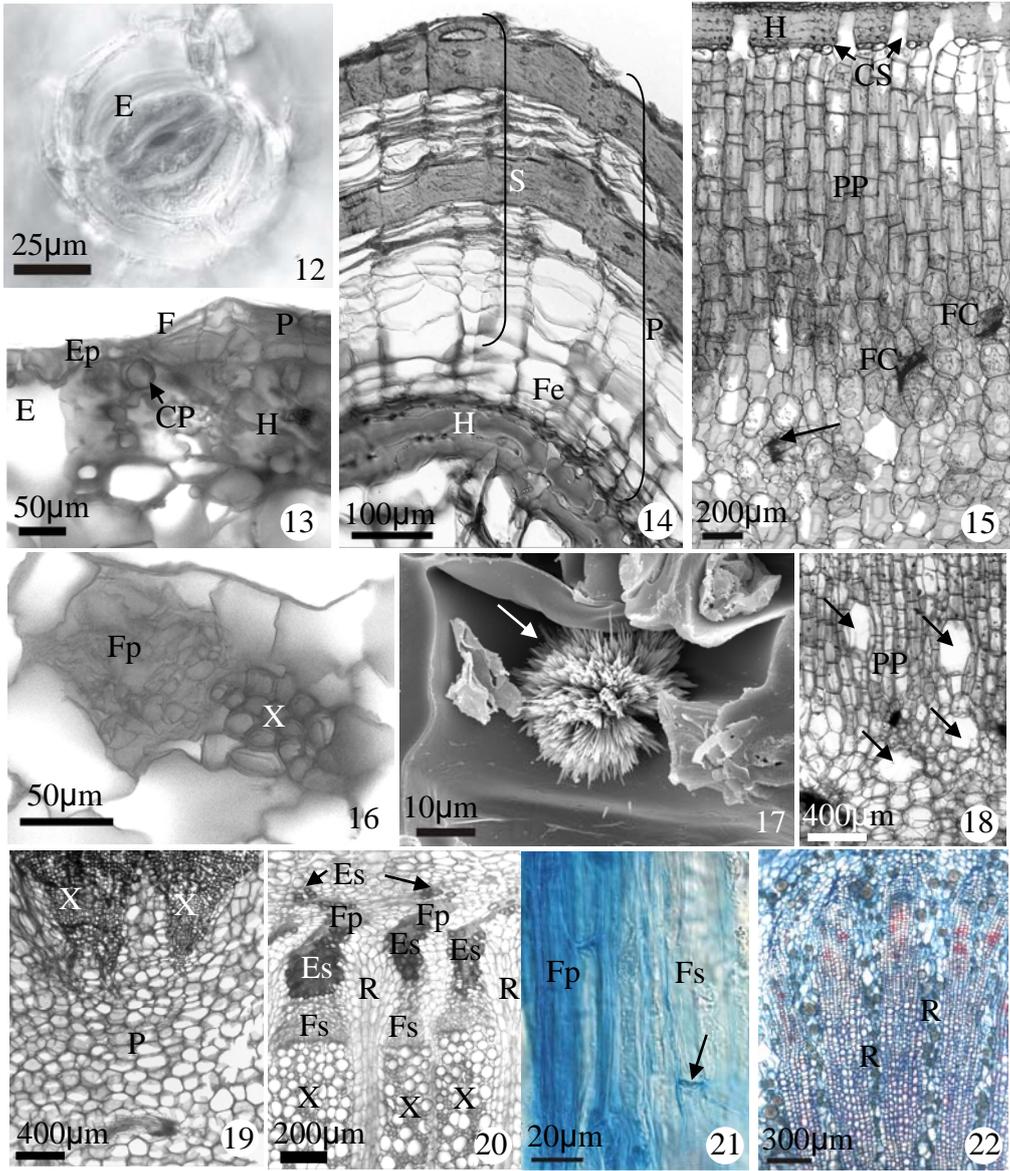
Espécie	Autor	Nº. Herbário	Local de coleta
<i>Discocactus ferricola</i>	Buining & Brederoo	CGMS - 17537	Corumbá/MS
<i>Discocactus heptacanthus</i>	(Barb. Rodr.) Britton & Rose	CGMS - 19317	Corguinho/MS
<i>Echinopsis calochlora</i>	K. Schum.	CGMS - 17536	Corumbá/MS
<i>Echinopsis rhodotricha</i>	K. Schum.	CGMS - 17590	Porto Murtinho/MS



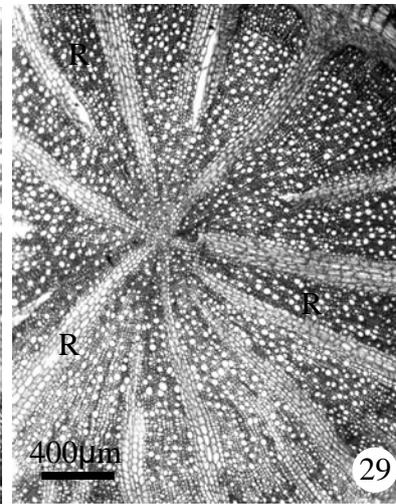
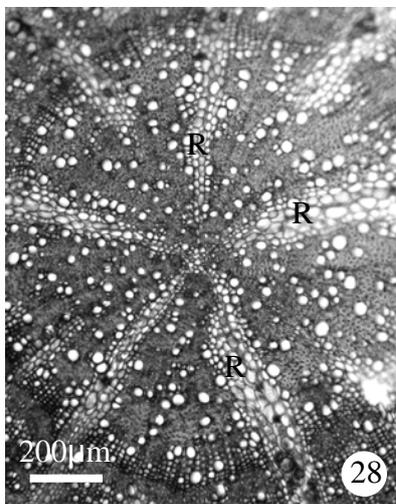
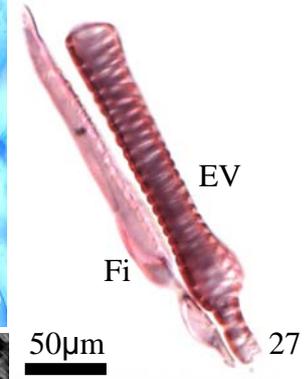
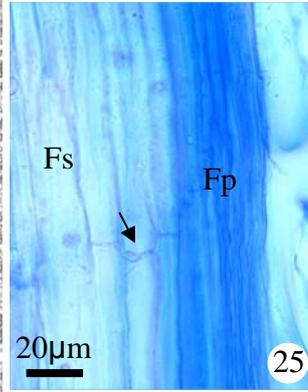
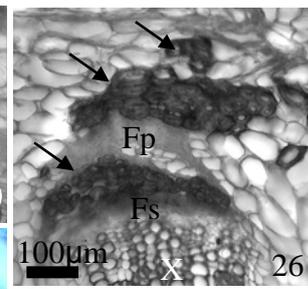
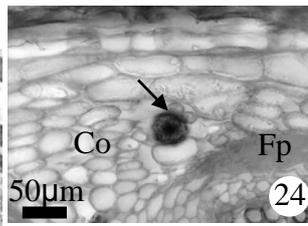
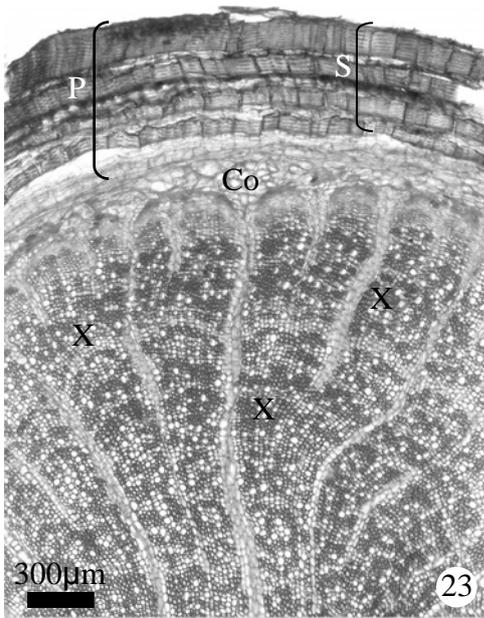
Figura 01. *Discocactus ferricola* em bancada laterítica, Corumbá/MS. Figura 02. *Discocactus heptacanthus* em afloramento rochoso no Cerrado, Corguinho/MS. Figuras 03. *Echinopsis calochlora* em área de minério de ferro e manganês, Corumbá/MS. Figura 04. *Echinopsis rhodotricha* em ambiente sombreado no Chaco em Porto Murtinho/MS. (Fotos 01 e 04: Paulo Robson de Souza. Foto 03: Zildamara dos Reis Holsback Menegucci).



Figuras 05-09. Secções transversais do caule. Figura 05. Visão geral do bordo mediano de *D. ferricola*. Note cutícula espessa, hipoderme e parênquima paliçádico. Figura 06. Eletromicrografica de varredura da região mediana de *E. rhodotricha*. Note cutícula espessa, hipoderme e câmara subestomática. Figura 07. Região apical de *E. rhodotricha*. Célula epidérmica em divisão periclinal (seta). Figura 08. Eletromicrografica de varredura da região mediana de *E. calochlora* com detalhe na célula epidérmica em divisão periclinal (seta). Figura 09. Eletromicrografica de varredura da região mediana do caule de *D. heptacanthus*. Note cristal prismático em célula epidérmica. Figura 10. Eletromicrografica de varredura com visão paradérmica da região mediana do caule de *E. rhodotricha*, evidenciando placas de cera epicuticular. Figura 11. Visão paradérmica da região mediana do caule de *E. rhodotricha*, evidenciando diferenças no espessamento das paredes (setas). (C=cutícula; Ep=epiderme; E=estômato; CS=câmara subestomática; H=hipoderme; PP=parênquima paliçádico; Ce=cera epicuticular; CP=cristal prismático; P=periderme; F=felogênio; Fe=feloderme; S=súber).



Figuras 12-20. Secções transversais do caule. Figura 12. Visão paradérmica do estômato paralelocítico da região mediana do caule de *E. rhodotricha*. Figura 13. Região mediana de *D. heptacanthus*. Figura 14. Base de *E. calochlora*. Note periderme formada por várias camadas de feloderme, e súber formado por camadas de células suberizadas que se alternam com camadas de células lignificadas. Figura 15. Região mediana de *E. rhodotricha* evidenciando células arredondadas do córtex interno (seta) e feixes corticais. Note hipoderme, parênquima paliçádico e câmaras subestomáticas. Figura 16. Feixe cortical da região mediana de *D. heptacanthus*. Figura 17. Eletromicrografia de varredura da região mediana de *D. ferricola*. Drusa (seta). Figura 18. Célula de mucilagem no córtex mediano de *E. calochlora* (seta). Figura 19. Células parenquimáticas da medula na região basal de *E. calochlora*. Figura 20. *E. rhodotricha* com xilema secundário, floema secundário, região do floema não funcional, composto por esclereides e porção externa ao floema primário, colapsado, correspondendo a esclereides. Figura 21. Secção longitudinal radial da base caulinar de *D. heptacanthus*: floema primário e secundário, note placa crivada transversal (seta). Figura 22. Secção transversal da base caulinar de *D. heptacanthus* evidenciando o xilema não fibroso. (H=hipoderme; CS=câmara subestomática; PP=parênquima paliçádico; FC=Feixe cortical; Fp=floema primário; Fs=floema secundário; X=xilema; P=parênquima medular; Et=elemento de tubo crivado; Es=esclereídes; EV=elemento de vaso; R=raio parenquimático).



Figuras 23-29. Raiz basal. Figura 23. Visão geral em secção transversal de *Echinopsis calochlora*. Note ritidoma formado por várias peridermes. Figura 24. Secção transversal de *Discocactus heptacanthus* evidenciando córtex com drusa (seta). Note floema primário colapsado. Figura 25. Secção longitudinal radial de *Discocactus ferricola* com detalhe das células colapsadas do floema primário e elementos de tubo crivado com placa crivada transversal (seta) no floema secundário funcional. Figura 26. Secção transversal evidenciando esclereídes (seta) na periferia do floema secundário funcional, externamente ao floema primário colapsado, e externas a este, de provável origem pericíclica. Figura 27. Fibra e elemento de vaso em *D. heptacanthus*. Figura 28. Secção transversal de *D. heptacanthus*. Raiz pentarca. Note raios largos. Figura 29. Secção transversal de *Echinopsis rhodotricha*. Raiz hexarca. Note raios largos. (S=súber; P=periderme; Co=córtex; Fp=floema primário; Fs=floema secundário; X=xilema; Et=elemento de tubo crivado; R=raio parenquimático; EV=elemento de vaso; Fi=fibra).

ARTIGO 02

O xilema secundário do caule e da raiz de duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e duas de *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae)

Joelma dos Santos Garcia, Edna Scremin Dias & Patrícia Soffiatti

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botânica Brasilica

1. A **Acta Botanica Brasilica** publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Espanhol ou Inglês. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.
2. Os artigos devem ser concisos, em **quatro vias, com até 25 laudas**, seqüencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho A4, margens ajustadas em 1,5 cm). A critério da Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).
3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* devem estar em itálico.
4. O título deve ser escrito em caixa alta e baixa, centralizado, e deve ser citado da mesma maneira no Resumo e Abstract da mesma maneira que o título do trabalho. Se no título houver nome específico, este deve vir acompanhado dos nomes dos autores do táxon, assim como do grupo taxonômico do material tratado (ex.: Gesneriaceae, Hepaticae, etc.).
5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.). Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer e-mail.
6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecer à seguinte seqüência:
 - **RESUMO e ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) - texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até cinco palavras-chave à escolha do autor, em ordem de importância. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Resúmen em Espanhol.
 - **Introdução** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de: a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) objetivos.
 - **Material e métodos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas - podem ser incluídos se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.
 - **Resultados e discussão** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas) estritamente necessárias à compreensão do texto. Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras.

Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas (uma para cada figura e/ou tabela) ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 17,5?23,5 cm. Tabelas - Nomes das espécies dos táxons devem ser mencionados acompanhados dos respectivos autores. Devem constar na legenda informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda.

As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica. Devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em .TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito.

As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto. **Fotografias coloridas poderão ser aceitas a critério da Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultada, e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.**

As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.

Legendas de pranchas necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas figuras e tabelas. Gráficos - enviar os arquivos em Excel. Se não estiverem em Excel, enviar cópia em papel, com boa qualidade, para reprodução.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4 µm), o número separado da unidade, com exceção de porcentagem (Ex.: 90%).

Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm; 125 exsiccatas.

Em trabalhos taxonômicos o material botânico examinado deve ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão e na seguinte ordem: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, *coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário).*

Ex.: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., *Milanez 435* (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.*

(atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, itálico).

Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

1. Plantas terrestres

2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.

..... 2. S. orbicularis

2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.

..... 4. *S. sagittalis*

1. Plantas aquáticas

3. Flores brancas 1. *S. albicans*

3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deve reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em itálico. Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.

Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou discussão devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de estudo - localiza se ...

Resultados e discussão devem estar incluídos em conclusões.

- **Agradecimentos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos; nomes de pessoas e Instituições devem ser por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos.

- **Referências bibliográficas**

- Ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.:

Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- Ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos:

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. Amaranthaceae. **Hoehnea** 33(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasílica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos recentes da Revista, ou os links da mesma na internet:

www.botanica.org.br, ou ainda artigos on line por intermédio de www.scielo.br/abb.

Não serão aceitas Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações resumos **simples** de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses **devem ser evitadas ao máximo; se necessário, citar no corpo do texto**. Ex.: J. Santos, dados não publicados ou J. Santos, comunicação pessoal.

O xilema secundário do caule e da raiz de duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e duas de *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae).

Joelma dos Santos Garcia^{1, 2}; Edna Scremin Dias^{1, 3}; Patrícia Soffiatti⁴

RESUMO (Xilema secundário do caule e da raiz de duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae)). O presente trabalho teve como objetivo analisar e descrever a estrutura do xilema secundário do caule e da raiz de *Discocactus ferricola*, *D. heptacanthus*, *Echinopsis calochlora* e *E. rhodotricha*. O xilema secundário do caule é não fibroso em todas as espécies, com lenho também fibroso em *E. rhodotricha*. O xilema não fibroso é caracterizado pela ocorrência de traqueídes com espessamento de banda larga em uma matriz de parênquima não lignificado, com poucos elementos de vaso com placas de perfuração simples, raios altos e largos, com paredes não lignificadas. O lenho fibroso de *E. rhodotricha* possui elementos de vaso com placa de perfuração simples, pontoações areoladas a semi-areoladas, parênquima paratraqueal escasso, fibras libriformes, raios altos e largos, com paredes lignificadas. As placas de perfuração de *E. rhodotricha* variaram de incompleta a reticulada. Elementos de vasos e traqueídes com maior comprimento foram observados em *E. rhodotricha*. As raízes possuem lenho fibroso, com estrutura semelhante à do caule, com vasos de maior comprimento e diâmetro quando comparados aos do caule. As diferenças encontradas entre o xilema das espécies estudadas podem estar relacionadas ao porte das espécies, com *E. rhodotricha*, espécie de maior porte a mais diferente das demais.

Palavras chave: Xilema secundário, traqueídes vasculares, Trichocereae, *Discocactus*, *Echinopsis*.

ABSTRACT: (The secondary xylem of stem and root of two species of *Discocactus* Pfeiff. and *Echinopsis* Zucc. (Trichocereae, Cactaceae)). The goal of the present work was to analyze and describe the wood anatomy of stem and root of the following species: *Discocactus ferricola*, *D. heptacanthus*, *Echinopsis calochlora* and *E. rhodotricha*. All the species present non fibrous wood in the stem, while *E. rhodotricha* also presents fibrous wood. The non fibrous wood is characterized by wide band tracheids in a matrix of unligified parenchyma cells, with scattered vessel elements with simple perforation plates among them, high and wide unligified rays. The fibrous wood, present in *E.*

² Bolsista da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect), Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Autor para correspondência: joelmagarcia@yahoo.com.br

³ Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Departamento de Biologia, Laboratório de Botânica. (scremin@nin.ufms.br)

¹ Avenida Costa e Silva, sem número. C. Postal 549, Cidade Universitária, CEP 79070 900 Campo Grande, MS Brasil.

⁴ Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, C. Postal 19031, CEP 81531-990, Curitiba, PR, Brasil. (patricia.soffiatti@ufpr.br)

rhodotricha, has vessel elements with simple perforation plate; bordered to semi-bordered circular, oval, horizontally elongate to scalariform pits, scanty axial parenchyma, libriform fibres, high and wide lignified rays. Different kinds of perforation plates were observed in *E. rhodotricha*, varying from incomplete to reticulate. Longer vessel elements and wide band tracheids were observed in *E. rhodotricha*. The root of all species has fibrous wood, with similar structure as observed in the fibrous wood of stem, where vessels are longer and wider when compared to stem vessels. The differences found among the studied species seem to be more related to the habit, being *E. rhodotricha* the largest and the most distinct one.

Key words: Secondary Xylem, Trichocereae, *Discocactus*, *Echinopsis*.

Introdução

Cactaceae é uma família originária das Américas, com exceção de *Rhipsalis baccifera*, que ocorre na África (Taylor 1997, Anderson 2001). Evolutivamente, o caule dos cactos adquiriu várias características permitindo que sua capacidade fotossintética e de armazenamento fosse ampliada. Estas estão relacionadas aos tecidos de revestimento, fundamental e de condução, onde o xilema secundário também se modificou, apresentando várias especializações, relacionadas a uma condução mais eficiente e segura (Mauseth 1993a).

Dentre as quatro subfamílias, Cactoideae alcançou altos níveis de especialização anatômica no xilema secundário, ocorrendo várias convergências entre espécies de diferentes tribos, que apresentam um mesmo hábito e ocorrem num mesmo habitat (Gibson 1973, Gibson & Nobel 1986, Barthlott & Hunt 1993, Mauseth 1993a, 1996, 1999, Mauseth & Plemons-Rodriguez 1998, Mauseth *et al.* 1998, Arias & Terrazas 2001, Terrazas & Mauseth 2002, Terrazas & Loza-Cornejo 2003, Soffiatti & Angyalossy 2003, 2005, 2007, Yoshikawa *et al.* 2004). Contudo, são poucos os trabalhos sobre a anatomia do xilema secundário de Cactaceae desenvolvidos no Brasil (Soffiatti & Angyalossy 2003, 2005, 2007), mesmo sendo um importante centro de distribuição da família.

Muitas espécies de Cactaceae apresentam distribuição restrita e endêmica. Trichocereae, uma das tribos pertencentes a Cactoideae, de ocorrência no Brasil, possui seis gêneros nativos registrados para os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde há extrema escassez de conhecimento para cactos (Egglí 2002), que se distribuem em ambientes únicos na região.

Dentre os gêneros que se distribuem em Mato Grosso do Sul, *Discocactus* Pfeiff. é composto por sete espécies, sendo seis endêmicas ao Brasil, e uma com ocorrência no leste da Bolívia, norte do Paraguai e Brasil (Anderson 2001). Exceto *Discocactus heptacanthus* (Barb. Rodr.) Britton & Rose que ocorre nestes três países, a maioria destas espécies possui ocorrência restrita e em áreas ameaçadas (N. P. Taylor, dados não publicados), a exemplo de *Discocactus ferricola* Buining & Brederoo, só

encontrada no Município de Corumbá/M.S. em ambiente único chamado de bancada laterítica, na região do Pantanal. Além da inexistência de trabalhos anatômicos para estas espécies, raros registros são encontrados na bibliografia sobre o gênero. Pode-se citar o trabalho de Eggli (1984), que estudou os tipos de estômatos que ocorrem na família, e menciona a espécie *Discocactus placentiformis*, e o trabalho de Mauseth & Sajeve (1992), que descrevem feixes corticais em *Discocactus* sp.

Um outro gênero pertencente a Trichocereae, de ocorrência no Brasil é *Echinopsis* Zucc., composto por 128 espécies, caracterizado por espécies com hábitos que variam de arbóreos de grande porte a pequenos e globosos (Anderson 2001). Para o estado de Mato Grosso do Sul, este gênero é representado por *Echinopsis calochlora* K. Schum. e *Echinopsis rhodotricha* K. Schum., que apresentam caules curtos e cilíndricos (Eggli 2002). *E. calochlora* é endêmica de altas altitudes do Maciço do Urucum (Eggli 2002), uma formação com grandes reservas de ferro e manganês em intensa degradação antrópica (Silva *et al.* 2000), o que vem resultando em constante destruição do habitat natural da espécie. *E. rhodotricha* apresenta distribuição mais ampla, ocorrendo no Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina (Eggli 2002), em formações de Chaco, um bioma atualmente pouco conhecido.

Não existem estudos anatômicos para nenhuma destas espécies até o momento, exceto para o lenho e feixes corticais de *E. calochlora* (Gibson 1973, Mauseth & Sajeve 1992) a partir de indivíduos não coletados em seu habitat natural. Neste trabalho apresenta-se uma análise e caracterização da estrutura do xilema secundário do caule e da raiz de *D. ferricola*, *D. heptacanthus*, *E. calochlora* e *E. rhodotricha*.

Material e Métodos

Quatro espécimes de cada espécie foram coletados, sendo um indivíduo destinado à herborização, depositado no Herbário no CGMS/UFMS da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Tab. 01). Os demais espécimes coletados foram mensurados (altura e diâmetro – Tab. 01) e fixados em FAA por 72 horas, lavados em água corrente, desidratados em série etílica e armazenados em etanol 70% (Jensen 1962). As secções da base do caule e raiz foram realizadas nos planos transversal, longitudinal radial e tangencial. Lâminas semi-permanentes foram confeccionadas e coradas em azul de Astra e Safranina (Jensen 1962), montadas em glicerina 50%. O material também incluído em Polietilenoglicol 1500 (Richter 1985) foi seccionado em micrótomo rotativo e as lâminas montadas em glicerina com a coloração anteriormente citada. Amostras de raiz de *Echinopsis rhodotricha* foram seccionadas também em micrótomo de deslize.

Para a observação dos elementos celulares isolados, foi empregado o método de Franklin modificado (Franklin 1945), corados com Safranina 1% em etanol 50% e confeccionadas lâminas permanentes e semi-permanentes dos macerados. De cada indivíduo foram realizadas mensurações do diâmetro e comprimento dos elementos de vaso do caule e raiz, e das traqueídes vasculares do caule, com “n” igual a 30, em lâminas de macerado. Os elementos isolados são a única forma de obter as

medições, pois em corte transversal não é possível diferenciar traqueídes de elementos de vaso. Foi empregada a Análise de Variância (ANOVA) para comparar os resultados obtidos nas mensurações. Diagramas esquemáticos dos elementos de vaso foram elaborados com auxílio de câmara clara acoplada ao microscópio óptico, com escalas projetadas em lâmina milimetrada, nas mesmas condições ópticas. Testes histoquímicos para detecção de amido, lignina e mucilagem foram realizados com Lugol, Floroglucinol e azul de Astra, respectivamente (Jensen 1962). A fotodocumentação foi elaborada em Microscópio Fotônico Leica DMLB, acoplado ao sistema de captura de imagem e câmara fotográfica Leica DC 300F.

Resultados

Caule. O xilema secundário é do tipo não fibroso (Fig. 01), caracterizado por traqueídes com espessamento de banda larga e elementos de vaso, numa matriz de parênquima - axial e radial - não lignificado, e fibras, raras, visualizadas na região próxima ao câmbio vascular. Xilema secundário do tipo fibroso ocorre somente em *E. rhodotricha* (Fig. 02), composto por elementos de vaso, parênquima axial do tipo paratraqueal escasso, raios lignificados e não lignificados, e fibras, raramente septadas. As espécies de *Echinopsis* apresentam câmbio estratificado, especialmente *E. calochlora*, resultando em xilema estratificado (Fig. 03).

Os vasos são predominantemente solitários a múltiplos de dois ou três, e menos freqüentemente múltiplos de quatro ou cinco no lenho fibroso de *E. rhodotricha* (Fig. 04). Os elementos de vaso em *D. ferricola* apresentam 18 - 34,39 - 51 μm de diâmetro e 32 - 162,16 - 275 μm de comprimento; em *D. heptacanthus*, 11 - 29,61 - 70 μm de diâmetro e 80 - 157,72 - 357 μm de comprimento; em *E. calochlora*, 16 - 36,74 - 94 μm de diâmetro e 57 - 184,89 - 343 μm de comprimento, e *E. rhodotricha* com 20 - 46,88 - 110 μm de diâmetro e 100 - 230,52 - 408 μm de comprimento (Tab. 02). O diâmetro e comprimento dos elementos de vaso de *E. rhodotricha* apresentaram valores significativamente maiores que das demais espécies (Tab. 02).

O espessamento da parede dos elementos de vaso variam de helicoidal (Fig. 05) a pontoado; as pontoações variam de areoladas e semi areoladas, arredondadas a alongadas, em todas as espécies (Fig. 06 a 09). Placas de perfuração simples estão presentes em todas as espécies; placas de perfuração com barras incompletas à reticulada de diversos formatos ocorrem somente em *E. rhodotricha* (Fig. 05 a 09). Placas transversais a oblíquas, terminal ou não-terminal estão presentes em todas as espécies analisadas, além da ocorrência de mais de duas placas por elementos de vaso, e cavidade intrusiva em alguns elementos (Fig. 10 e 11).

As traqueídes com espessamento de banda larga podem apresentar espessamento de parede anelado, helicoidal ou misto em todas as espécies (Fig. 12). As mensurações evidenciaram que *D. ferricola* apresenta 25 - 53,94 - 78 μm de diâmetro e 52 - 150,67 - 280 μm de comprimento; em *D. heptacanthus*, 31 - 51,3 - 92 μm de diâmetro e 70 - 162,23 - 330 μm de comprimento; em *E. calochlora*,

26 - 53,13 - 108 µm de diâmetro e 95 - 171,62 - 313 µm de comprimento, e *E. rhodotricha* com 30 - 46,37 - 73 µm de diâmetro e 96 - 203,38 - 369 µm de comprimento (Tab. 03). *E. rhodotricha* apresentou traqueídes mais estreitas e com maior comprimento em relação às outras espécies analisadas (Tab. 03).

Fibras libriformes ocorrem em pequena quantidade no lenho não fibroso, observadas na região próxima ao câmbio em *D. ferricola*, *D. heptacanthus* (Fig. 13), *E. calochlora*, abundantes no lenho fibroso em *E. rhodotricha*, que também apresentou raras fibras septadas (Fig. 14).

Parênquima não lignificado é observado no lenho fibroso de *E. rhodotricha*, e ocorre como regiões não lignificadas entre os elementos axiais lignificados, e como porções não lignificadas dos raios (Fig. 02 e 04). Em alguns indivíduos de *D. heptacanthus*, *E. calochlora* e *E. rhodotricha* ocorrem interrupções na produção de elementos axiais e radiais do xilema pelo câmbio vascular (elementos de vaso, traqueídes de banda larga, fibras e raios), que produz apenas camadas de células parenquimáticas (Fig. 15).

Raios multisseriados e não lignificados ocorrem em todas as espécies (Fig. 16); no lenho fibroso de *E. rhodotricha* ocorrem porções lignificadas dos raios (Fig. 02 e 04). Estes são heterogêneos (Fig. 17), compostos por células procumbentes, quadradas e eretas. Drusas são abundantes nos raios das duas espécies de *Discocactus*, e grãos de amido ocorrem nos raios nas duas espécies de *Echinopsis* e em *D. heptacanthus* (Fig. 13 e 17).

Feixes vasculares colaterais dispostos radialmente (Fig. 18) foram visualizados em todas as espécies estudadas.

Raiz. O xilema secundário da raiz é fibroso em todas as espécies (Fig. 19 e 20), caracterizado por vasos geralmente solitários, a múltiplos de dois ou três em todas as espécies; eventualmente múltiplos de quatro em *D. heptacanthus* e *E. rhodotricha*, e de cinco em *E. calochlora* (Fig. 21). Elementos de vaso podem ou não apresentar apêndice (Fig. 22); em *D. ferricola* apresentam 11 - 28,31 - 48 µm de diâmetro e 102 - 221,29 - 360 µm de comprimento; em *D. heptacanthus*, 11 - 28,28 - 46 µm de diâmetro e 100 - 254,1 - 406 µm de comprimento; em *E. calochlora*, 11 - 28,34 - 43 µm de diâmetro e 84 - 291,53 - 527 µm de comprimento, e em *E. rhodotricha* 17 - 41,52 - 83 µm de diâmetro e 134 - 239,84 - 386 µm de comprimento (Tab. 04). Esta espécie apresentou elementos de vasos mais largos em relação às demais espécies, e curtos como *D. ferricola* e *D. heptacanthus*. Placas de perfuração simples, transversais a oblíquas ocorrem em todas as espécies (Fig. 22); placas com barras incompletas a reticuladas, em diversos formatos, são observadas em *E. rhodotricha*, semelhante ao descrito para o caule. As pontoações variam de areoladas a semi areoladas, arredondadas a alongadas, em todas as espécies (Fig. 22).

Fibras libriformes são abundantes em todas as espécies (Fig. 22); raras fibras septadas, somente observadas em *E. rhodotricha*.

Parênquima axial paratraqueal escasso no lenho fibroso (Fig. 23). Faixas de parênquima não lignificado observado entre os elementos axiais, associado a uma maior frequência de vasos, mais evidentes em *D. ferricola*, *D. heptacanthus* e *E. rhodotricha* (Fig. 23).

Raios altos e largos, multisseriados e heterogêneos, formados por células eretas, quadradas e procumbentes, estão presentes em todas as espécies (Fig. 24 e 25). As duas espécies de *Echinopsis* apresentam porções dos raios lignificados (Fig. 21), enquanto que as duas espécies de *Discocactus* apresentam os raios sempre não lignificados (Fig. 23). Drusas presentes, abundantes nos raios das espécies de *Discocactus* (Fig. 24 e 25), e menos frequentes em *E. calochlora*, que possui muitos grãos de amido em seus raios. As principais diferenças evidenciadas no xilema secundário entre gêneros e espécies para caule e raiz estão citadas na Tab. 05.

Discussão

A ocorrência de lenho não fibroso, descrita para as espécies globosas (*Discocactus*) e de menor porte estudadas neste trabalho, corrobora com o observado por Gibson (1973) e Gibson & Nobel (1986), que associam a ocorrência deste tipo de lenho com a forma dos caules: globosos e de cilindros curtos. Outros trabalhos têm confirmado esta relação em gêneros pertencentes a outras tribos, como *Melocactus* (Mauseth 1989, Yoshikawa *et al.* 2004, Arruda *et al.* 2005) e *Tacinga* (Arruda *et al.* 2005). Gibson & Nobel (1986) afirmam que em lugar das fibras, nos cactos de pequeno porte, geralmente as espécies globosas, tendem a desenvolver xilema secundário caracterizado por uma predominância de traqueídes com espessamento de banda larga, em uma matriz de parênquima, como observado por Gibson (1973) em *Echinopsis multiplex*. Mauseth & Plemons-Rodriguez (1998) sugerem que, na história evolutiva da família, o lenho não fibroso é mais derivado em relação ao fibroso, sendo a ausência de fibras vantajosa para facilitar a contração e expansão da planta conforme a disponibilidade de água no ambiente, contribuindo para evitar o embolismo (Mauseth 1993a).

Diferentemente das demais espécies estudadas, *E. rhodotricha* apresenta caule mais colunar, de grande porte, sendo até cinco vezes maior do que as duas espécies de *Discocactus*, e duas vezes que *E. calochlora*. Neste sentido, a observação do lenho fibroso somente nesta espécie pode ser relacionado ao seu maior tamanho, sendo esta estratégia de suporte relacionada ao seu porte, como constatado por Mauseth & Plemons-Rodriguez (1997) para outras espécies da família. A estrutura do lenho fibroso em Cactoideae é bastante uniforme (Mauseth & Plemons-Rodriguez 1998, Terrazas & Mauseth 2002, Terrazas & Arias 2003, Terrazas & Loza-Cornejo 2003, Soffiatti & Angyalossy 2003, 2007). Neste contexto, *E. rhodotricha* apresentou várias características semelhantes às encontradas em outros cactos com lenho fibroso, como a distribuição dos vasos predominantemente solitários, parênquima paratraqueal escasso, fibras libriformes e a presença de células lignificadas no raio do caule (Metcalf & Chalk 1950, Gibson 1973, 1978, Mauseth 1993, Mauseth & Plemons-Rodriguez 1998, Terrazas 2000, Arias & Terrazas 2001, Terrazas & Loza-Cornejo 2003, Soffiatti & Angyalossy 2005).

Os resultados quantitativos evidenciaram que as médias de diâmetro e comprimento para elementos de vaso seguem o padrão para Cactoideae, com valores considerados pequenos em relação às demais eudicotiledôneas (Metcalf & Chalk 1950, Gibson 1973). Estes vasos mais estreitos são considerados mais especializados por Zimmermann (1983), pois aumentariam a fusão da coluna d'água, evitando o embolismo e conseqüentemente o colapso dos vasos. Uma amostra desta eficiência também pôde ser constatada por Terrazas & Loza-Cornejo (2003) para espécies de *Stenocereus* mostrando que aquelas espécies com vasos de diâmetro menor são menos susceptíveis à perda de condução de água.

Neste trabalho ficou evidenciado que as espécies mais altas apresentam elementos de vaso mais alongados enquanto que, em espécies de caules menores os elementos de vaso tendem a ser mais curtos, corroboram com diversos estudos realizados para subfamília Cactoideae (Gibson 1973, Gibson & Nobel 1986, Mauseth & Plemons-Rodríguez 1998, Terrazas & Loza-Cornejo 2003, Soffiatti & Angyalossy 2003, 2007). Além desta relação, estes autores afirmam que o diâmetro dos elementos de vaso também pode estar relacionado à altura da planta. No entanto, as mensurações do diâmetro médio dos elementos de vaso do lenho não fibroso de *D. heptacanthus* e *E. calochlora* demonstraram não haver diferença significativa deste parâmetro para estas espécies, apesar de *E. calochlora* ser maior.

Elementos de vaso com espessamento helicoidal são freqüentemente observados em Cactaceae, mas incomum para as demais eudicotiledôneas, exceto em Crassulaceae, uma família também suculenta (Gibson 1973). Esta redução da lignificação não apenas nos elementos de vaso, mas em todos os tecidos de cactos, é uma das estratégias observada na estrutura do xilema secundário para ampliar a suculência, tornando a condução mais eficiente, e a adequação dos tecidos do xilema à disponibilidade hídrica do ambiente (Mauseth & Ross 1988).

Placas de perfuração simples são comumente observadas em Cactaceae, tanto em caule como raiz (Metcalf & Chalk 1950, Gibson 1973, Mauseth 1996, Mauseth & Plemons-Rodríguez 1997, Mauseth *et al.* 1998, Terrazas 2000, Arias & Terrazas 2001, Terrazas & Loza-Cornejo 2003, Arruda *et al.* 2004, 2005, Yoshikawa *et al.* 2004, Soffiatti & Angyalossy 2003, 2007). No entanto, placas diferenciadas, como observadas em *E. rhodotricha*, só haviam sido citadas por Metcalf & Chalk (1950) para caule de *Harrisia*, uma outra espécie pertencente à Trichocereae. Desde então, apenas Soffiatti & Angyalossy (2005) descrevem placas irregulares com barras incompletas para caule de *Cipocereus*, um gênero de distribuição brasileira pertencente à tribo Cereeae, demonstrando esta ser uma característica que ocorre na família, geralmente observada nos elementos de vaso de caules.

Cavidades intrusivas ocorrentes nos elementos de vaso do presente trabalho para os dois gêneros, não foram relatadas para Cactaceae. Dias-Leme & Angyalossy-Alfonso (1998), em estudo com fibras de Euphorbiaceae, afirmam que estas cavidades se formam como consequência da presença de obstáculos que dificultam a expansão celular durante o processo de crescimento apical intrusito.

As traqueídes descritas para as espécies estudadas neste trabalho, já haviam sido relatadas por Schleiden (1845), para o xilema secundário de pequenos cactos, como *Mammillaria*. Elas são

comumente fusiformes com parede secundária que se espessa em direção ao lúmen celular, e por isso optou-se utilizar a nomenclatura “traqueídes com espessamento de banda larga”, traduzindo o que Mauseth (2004) denominou por “wide band tracheids” (WBTs). Além das Cactaceae (Gibson 1973, Gibson & Nobel 1986), estas células foram observadas em outras eudicotiledôneas, como em Aizoaceae e Portulacaceae (Landrum 2002). Mauseth & Plemons (1995) e Mauseth & Plemons-Rodriguez (1998) estudam o padrão de ocorrência destas traqueídes para vários grupos da família, incluindo espécies de Trichocereae. Mauseth (2004) levanta a hipótese de uma possível origem múltipla das traqueídes de banda larga na história evolutiva do grupo, que teriam surgido várias vezes na família, dentro de cada grupo.

Traqueídes com espessamento de banda larga foram observadas em todas as espécies estudadas, comumente relatadas para espécies de Cactaceae que apresentam lenho não fibroso (Gibson 1973, Mauseth 1993a, 1996, 1999, Mauseth & Plemons-Rodriguez 1997, Terrazas & Mauseth 2002, Arruda *et al.* 2004). A presença de traqueídes no caule oferece vantagens às plantas sujeitas ao estresse hídrico, uma vez que conferem maior resistência à cavitação, além de permitirem uma rápida expansão e contração do corpo da planta (Mauseth & Plemons-Rodriguez 1997, Sperry 2003, Yoshikawa *et al.* 2004). Além disso, estas traqueídes geralmente apresentam maior diâmetro que os elementos de vaso presentes na mesma planta (Sperry 2003). Com relação ao comprimento, entretanto, traqueídes mais curtas foram observadas nas menores espécies, o que contraria os resultados obtidos por Arruda *et al.* (2004).

Além de parênquima axial lignificado, *E. rhodotricha* apresentou parênquima não lignificado, como observado em outros cactos fibrosos (Bailey 1962, Gibson 1973, 1975, Mauseth e Plemons-Rodriguez 1997, 1998, Soffiatti & Angyalossy 2005). Estas regiões de parênquima não lignificado podem estar relacionadas à ocorrência de traqueídes de banda larga, como em *Cereus fendleri* (Preston 1901), ou a regiões de maior frequência de elementos de vaso, como em *Cipocereus* (Soffiatti & Angyalossy 2005), e *Arrojadoa* (Soffiatti & Angyalossy 2007), como observado para espécie *E. rhodotricha* objeto deste estudo. Este tecido desempenha papel importante em caules fibrosos, conferindo ao xilema secundário uma maior capacidade de condução e ao armazenamento de água (Gibson & Nobel 1986).

Quanto à interrupção da formação de células lignificadas do xilema (elementos de vaso, traqueídes com espessamento de banda larga e fibras), substituída pela formação exclusiva de células parenquimáticas, nenhum relato é observado na literatura. Gibson (1973), no seu amplo estudo do xilema secundário de espécies pertencentes à Cactoideae, embora tenha estudado o xilema secundário de *E. calochlora* não relata nenhuma situação semelhante. Este fenômeno, onde o câmbio vascular cessa a produção de células lignificadas do xilema, condutoras e não condutoras, pode ser entendido como um tipo de variação cambial, o que corrobora o observado para as demais famílias que pertencem à ordem Caryophyllales (Carlquist 1995, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001). Mauseth & Plemons-Rodriguez (1997,

1998) e Mauseth (2006) já haviam reportado outros tipos de variação cambial para Cactaceae, que o autor denomina por lenho polimórfico, estando mais relacionadas aos tipos de elementos condutores formados pelo câmbio - traqueídes com espessamento de banda larga e elementos de vaso – e também à formação de parênquima não lignificado entre os elementos lignificados do xilema. Contudo, situações como as descritas no presente trabalho não são reportadas na literatura até o momento, tendo somente sido observadas por T. Terrazas (comunicação pessoal) para espécies de Cactaceae mexicanas.

A presença de raios altos e largos provê tecido adicional para o armazenamento de água e amido, atuando eficientemente na condução radial entre os tecidos suculentos do córtex e da medula (Gibson 1973, Mauseth 1984). É interessante citar a provável tendência do aumento na altura do raio conforme se incrementa a altitude de ocorrência da espécie, ampliando o movimento de água onde a pressão atmosférica é maior (Arias & Terrazas 2001). No entanto, estudos mais detalhados precisam ser realizados para confirmar esta inferência para as espécies estudadas.

Poucos são os trabalhos que descrevem a anatomia da raiz em cactos, pois concentram maior atenção em sua morfologia (Anderson 2001, Gibson & Nobel 1986, Mauseth & Stone-Palmquist 200, Dubrovsky & North 2002) ou fisiologia e bioquímica (Huang & Nobel 1993, Dubrovsky *et al.* 1998, Linton & Nobel 1999, Dubrovsky & North 2002, Niklas *et al.* 2002).

Ao contrário dos caules, as raízes de cactos são geralmente não suculentas (Gibson & Nobel 1986), estando menos sujeitas à perda de água por sua própria condição subterrânea, além de serem superficiais e muito longas, desenvolvendo assim outras estratégias para garantir uma condução eficiente da água do solo para o corpo da planta (Dubrovsky & North 2002).

Mesmo em espécies com lenho não fibroso no caule, as raízes são fibrosas, como relatado para *Melocactus intortus* (Mauseth 1989), *M. bahiensis* e *M. concinnus* (Yoshikawa *et al.* 2004). As características observadas no lenho fibroso destas raízes foram reportadas para outras espécies de cactos (Mauseth & Ross 1988, Mauseth 1996, Dubrovsky & North 2002, Yoshikawa *et al.* 2004). No entanto, mesmo sendo fibroso, células não lignificadas do parênquima axial e radial foram observadas nas espécies estudadas, como ocorre em *Armatocereus* e *Cereus*, indicando que as espécies possuem capacidade morfogenética para produzir lenho parenquimatoso também na raiz (Mauseth 1996). O que diferencia as espécies é a quantidade de tecido não lignificado na raiz, principalmente nos raios: por exemplo, em *M. bahiensis* e *M. concinnus* os raios são completamente não lignificados (Yoshikawa *et al.* 2004), como encontrado nas duas espécies de *Discocactus*. Já em *Browningia*, *Cereus*, *Pilosocereus* e *Armatocereus* algumas regiões do raio podem ser não lignificadas (Mauseth 1996), como nas espécies analisadas de *Echinopsis*, sendo esta uma das diferenças observadas entre os gêneros estudados.

Segundo Fahn & Cutler (1992), vasos longos encontrados nas raízes é uma característica de plantas xerófitas para ampliar a capacidade de condução de água da chuva antes que infiltre das camadas do solo ou evapore, e por este motivo, os elementos de vaso encontrados nas raízes são mais longos em relação aos do caule, como constatado no presente estudo.

A ocorrência de cristais de oxalato de cálcio e o armazenamento de amido é uma característica associada ao xilema secundário de raiz (Dubrovsky & North 2002), observada em vários trabalhos realizados com cactos (Preston 1901, Mauseth & Ross 1988, Arruda *et al.* 2005).

Algumas características observadas neste trabalho são inéditas para Cactaceae, como câmbio estratificado, elementos de vaso com cavidade intrusiva no caule, e elementos de vaso com placas de perfuração com barras incompletas a reticulada na raiz. Dentre as características que distinguiram os gêneros analisados estão a presença de drusas nos raios do caule de *Discocactus*; câmbio estratificado no caule e células lignificadas do raio na raiz de *Echinopsis*. No entanto, no geral, *E. calochlora* apresentou maior similaridades com as espécies de *Discocactus* do que com *E. rhodotricha*, incluindo para o caule o tipo de lenho, tamanho de elementos de vaso e traqueídes, raios não lignificados e drusas nos raios, além de elementos de vaso apenas com placas de perfuração simples tanto para caule como raiz. Por sua vez, *E. rhodotricha* apresentou características diferenciadas, como caule com lenho fibroso, raio com células lignificadas, elementos de vaso mais compridos e amplos contendo placas de perfuração com barras incompleta a reticulada, fibras septadas e traqueídes mais longos e estreitos. Cabe ressaltar que estas características, segundo pesquisas, estão associadas ao tamanho dos indivíduos, reforçando assim esta relação para cactos, em especial para o comprimento dos elementos de vaso, como afirmam Terrazas & Loza-Cornejo (2003). Quanto ao diâmetro dos elementos de vaso no caule, a relação com o tamanho do indivíduo não é observada, discordando com pesquisas realizadas em outras espécies (Gibson 1973, Gibson & Nobel 1986, Mauseth & Plemons-Rodríguez 1998).

Agradecimentos

Esta pesquisa foi realizada com apoio financeiro da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) por meio da concessão de bolsa, e dos recursos da Coordenadoria de Pesquisa - Pró-Reitoria de Pesquisa liberados ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal Mato Grosso do Sul. Agradecemos especialmente ao Dr. Geraldo Alves Damasceno Jr. e Msc. Vali Joana Pott pelo auxílio na determinação dos locais de coleta e identificação do material botânico. À Rede de Sementes do Pantanal pelo apoio logístico.

Referências bibliográficas

- Anderson, E.F. 2001. **The cactus family**. Timber Press, Portland, Oxford.
- Arias, S. & Terrazas, T. 2001. Variación en la anatomía de la madera de *Pachycereus pecten-aboriginum* (Cactaceae). **Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica** 72(02): 157-169.
- Arruda, E.; Alves, M. & Melo-de-Pinna, G. F. 2004. Elementos traqueais de cinco táxons de Cactaceae da caatinga pernambucana, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** 18(4): 731-736.

- Arruda, E.; Melo-de-Pinna, G. F. & Alves, M. 2005. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Botânica** **28**(03): 589-601.
- Bailey, I. W. 1962. Comparative anatomy of the leaf-bearing Cactaceae. VI. The xylem of *Pereskia sacharosa* and *Pereskia aculeata*. **Journal of the Arnold Arboretum** **43**: 376-383.
- Barthlott, W. & Hunt, D. R. 1993. Cactaceae. In: **The families and genera of vascular plants**. K. Kubitzki. Springer-Verlag, Berlin: 161-197.
- Carlquist, S. 1995. Wood anatomy of Caryophyllaceae: ecological, habital, systematic, and phylogenetic implications. **Aliso** **14**:1-17.
- Carlquist, S. 1997. Wood anatomy of Portulacaceae and Hectorellaceae: ecological, habital, and systematic implications. **Aliso** **16**: 137-153.
- Carlquist, S. 1998. Wood anatomy of Portulacaceae and Hectorellaceae: ecological, habital, and systematic implications. **Aliso** **16**:137-153.
- Carlquist, S. 1999. Wood anatomy of Agdestis (Caryophyllales): systematic position and nature of the successive cambia. **Aliso** **18**: 35-43.
- Carlquist, S. 2000. Wood and Stem Anatomy of Sarcobatus (Caryophyllales): Systematic and Ecological Implications. **Taxon** **49**(1): 27-34.
- Carlquist, S. 2001. Wood and Stem Anatomy of Rhabdodendraceae is consistent with placement in Caryophyllales sensu lato. **IAWA Journal** **22**(2): 171-181.
- Dias-Leme, C.L. & V. Angyalossy-Alfonso. 1998. Intrusive cavities in Euphorbiaceae fibre walls. **IAWA Journal** **19**: 279–283.
- Dubrovsky, J. G. & North, G. B. 2002. Root structure and function. In: **Cacti biology and uses**. S. Nobel. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London: 41-56.
- Dubrovsky, J. G., North, G. B. & Nobel, P. S. 1998. Root growth, developmental changes in the apex, and hydraulic conductivity for *Opuntia ficus-indica* during drought. **New Phytologist** **138**: 75-82.
- Eggl, U. 1984. Stomatal types of Cactaceae. **Plant Systematics and Evolution** **146**: 197-214.
- Eggl, U. 2002. Synopsis of the Cactaceae of Mato Grosso, Brazil. **Haseltonia** **9**: 146-166.
- Franklin, G. L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature** **155**(39): 51.
- Gibson, A. C. 1973. Comparative Anatomy of secondary Xylem in Cactoideae (Cactaceae). **Biotropica** **5**(1): 29-65.
- Gibson, A. C. 1975. Another look at the cactus research of Irving Widmer Bailey. **Cactus and Succulent Journal**: 76-85. (Suppl.).
- Gibson, A. C. 1978a. Dimorphism of secondary xylem in two species of cacti. **Flora** **167**: 403-408.
- Gibson, A. C. & Nobel, P. S. 1986. **The cactus primer**. Harvard University Press, Cambridge, London.

- Huang, B. & Nobel, P. S. 1993. Hydraulic Conductivity and Anatomy Along Lateral Roots of Cacti: Changes with Soil Water Status. **New Phytologist** **123**(03): 499-507.
- Jensen, W. A. 1962. **Botanical Histochemistry, Principles and Practice**. San Francisco, W. H. Freeman.
- Landrum, J. V. 2002. Four succulent families and 40 million years of evolution and adaptation to xeric environments: What can stem and leaf anatomical characters tell us about their phylogeny? **Taxon** **51**: 463-473.
- Linton, M. J. & Nobel, P. S. 1999. Loss of water transport capacity due to xylem cavitation in roots of two CAM succulents. **American Journal of Botany** **86**(11): 1538-1543.
- Mauseth, J. D. 1984. Introduction to cactus anatomy – Part 9. Primary and secondary growth. **Cactus and Succulent Journal (U.S.)** **56**: 181-185.
- Mauseth, J. D. 1989. Comparative structure-function studies within a strongly dimorphic plant, *Melocactus intortus* (Cactaceae). **Bradleya** **7**:1-12.
- Mauseth, J. D. 1993a. Water-storing and Cavitation-preventing Adaptations in Wood of Cacti. **Annals of Botany** **72**: 81-89.
- Mauseth, J. D. 1996. Comparative Anatomy of Tribes Cereeae and Browningieae (Cactaceae). **Bradleya** **14**: 66-81.
- Mauseth, J. D. 1999. Comparative anatomy of *Espostoa*, *Pseudoespostoa*, *Thrixanthocereus* and *Vatricania* (Cactaceae). **Bradleya** **17**: 27-37.
- Mauseth, J. D. 2004. Wide-band tracheids are present in almost all species of Cactaceae. **Journal of Plant Research** **117**: 69-76.
- Mauseth, J. D. 2006. Structure-function relationships in highly modified shoots of Cactaceae. **Annals of Botany** **98**: 901-926.
- Mauseth, J. D & Plemons, B. J. 1995. Developmentally variable, polymorphic woods in cacti. **American Journal of Botany** **82**: 1199-1205.
- Mauseth, J. D. & Plemons-Rodriguez, B. J. 1997. Presence of paratracheal water storage tissue does not alter vessel characters in cactus wood. **American Journal of Botany** **84**(6): 815-822.
- Mauseth, J. D. & Plemons-Rodriguez, B. J. 1998. Evolution of extreme xeromorphic characters in wood: a study of nine evolutionary lines in Cactaceae. **American Journal of Botany** **85**(2): 209-218.
- Mauseth, J. D. & Ross, R. G. 1988. Systematic anatomy of the primitive cereoid cactus *Leptocereus quadricostatus*. **Bradleya** **6**: 49-64.
- Mauseth, J. D. & Sajeva, M. 1992. Cortical Bundles in the Persistent, Photosynthetic Stems of Cacti. **Annals of Botany** **70**: 317-324.
- Mauseth, J. D. & Stone-Palmquist, M. E. 2001. Root wood differs strongly from shoot wood within individual plants of many Cactaceae. **International Journal of Plant Sciences** **162**:767-776.

- Mauseth, J. D., Terrazas, A. & Loza-Cornejo, S. 1998. Anatomy of relictual members of Subfamily Cactoideae, IOS Group 1a (Cactaceae). **Bradleya** **16**: 31-43.
- Mauseth, J.D.; Uozumi, Y.; Plemons, B.J. & Landrum, J.V. 1995. Structural and systematic study of an unusual tracheid type in cacti. **Journal of Plant Research** **108**: 517-526.
- Metcalf, C. R. & Chalk, L. 1950. **Anatomy of Dicotyledons – leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Volume I. Oxford. At the Caredon Press.
- Niklas, K. J., Molina-Freaner, F., Tinoco-Ojanguren, C. & Paolillo Jr., D. J. 2002. The biomechanics of *Pachycereus pringlei* root systems. **American Journal of Botany** **89**(1): 12-21.
- Preston, C. E. 1901. Structural Studies on Southwestern Cactaceae. **Botanical Gazette** **32**(01): 35-55.
- Schleiden, M. J. 1845. Beiträge zur Anatomie der Cacteen. **Mémoires de l' Académie des Sciences (St. Petersburg)** **4**: 335-380.
- Silva, J. dos S. V. da; Pott, A.; Cardoso, E. L.; Moraes, A. S. de; Salis, S. M.; Pott, V. J.; Mauro, R. de A., E Galdino, S. 2000. **Zoneamento ambiental – Borda Oeste do Pantanal: Maciço do Urucum e Adjacências**. Embrapa. 1ª edição.
- Soffiatti, P. & Angyalossy, V. 2003. Stem anatomy of *Cipocereus* (Cactaceae). **Bradleya** **21**: 39-48.
- Soffiatti, P. & Angyalossy, V. 2005. Wood Anatomy of *Cipocereus* (Cactaceae). **IAWA Journal** **26**(3): 299–308.
- Soffiatti, P. & Angyalossy, V. 2007. Anatomy of Brazilian Cereae (subfamily Cactoideae, Cactaceae): *Arrojadoa* Britton & Rose, *Stephanocereus* A. Berger and *Brasilicereus* Backeberg. **Acta Botanica Brasilica** **21**(4): 813-822.
- Sperry, J. S. 2003. Evolution of water transport and xylem structure. **International Journal Science** **164** (3 Suppl.): 115-127.
- Taylor, N.P. 1997. Cactaceae. Pp. 17-23. In: **Cactus and Succulent Plants – Status Survey and Conservation Action Plan**. S. Oldfield. IUCN/SSC Cactus and Succulent Specialist Group. IUCN, Gland and Cambridge.
- Terrazas, T. 2000. Occurrence of Perforated Ray Cells in genera of *Pachycereae* (Cactaceae). **IAWA Journal** **21**(4): 457– 462.
- Terrazas, T. & Arias, S. 2003. Comparative Stem Anatomy in the Subfamily Cactoideae. **The Botanical Review** **68**(4): 444-473.
- Terrazas, T & Loza-Cornejo, S. 2003. Anatomía de la madera y alometría de veinte especies de *Stenocereus* (Cactaceae). **Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Série Botánica** **74**(2): 195-208.
- Terrazas, T. & Mauseth, J. D. 2002. Shoot Anatomy and Morphology. Pp. 23-40. In: **Cacti biology and uses**. S. Nobel. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London.

Yoshikawa, R. C., Soffiatti, P. & Angyalossy, V. 2004. Anatomia do cladódio e da raiz em *Melocactus bahiensis* e *Melocactus concinnus* (Cactaceae, subfamily Cactoideae – tribe Ceereae). **Revista de Biologia Neotropical** 1 (1-2): 11-22.

Zimmermann, M. H. 1983. **Xylem structure and the ascent of sap**. Springer, Berlin Heidelberg, New York.

Tabela 01. Relação das espécies pesquisadas, número e nome do Herbário onde estão depositadas e local de coleta.

Espécie	Autor	Média (cm): altura X diâmetro	Nº. Herbário	Local de coleta
<i>Discocactus ferricola</i>	Buining & Brederoo	7,83 X 16	CGMS - 17537	Corumbá/MS
<i>Discocactus heptacanthus</i>	(Barb. Rodr.) Britton & Rose	8,84 X 16,67	CGMS - 19317	Corguinho/MS
<i>Echinopsis calochlora</i>	K. Schum.	17,34 X 10,17	CGMS - 17536	Corumbá/MS
<i>Echinopsis rhodotricha</i>	K. Schum.	49,17 X 16,34	CGMS - 17590	Porto Murtinho/MS

Tabela 02. Valores de Média, mínima e máxima, e desvio padrão para comprimento e diâmetro de elementos de vaso obtidos para as espécies de *Discocactus* Pfeiff. e *Echinopsis* Zucc. estudadas. As letras (a, b, c) diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para $p < 0,05$.

	<i>D. ferricola</i>	<i>D. heptacanthus</i>	<i>E. calochlora</i>	<i>E. rhodotricha</i>
Elemento de vaso				
diâmetro (μm)	b	c	b	a
	34,39 $\pm 7,96$	(18-51) 29,61 (11-70) $\pm 8,97$	36,74 $\pm 10,71$	(16-94) 46,88 $\pm 17,08$
comprimento (μm)	c	c	b	a
	162,16 $\pm 51,71$	(32-275) 157,72 $\pm 44,51$	(80-357) 184,89 $\pm 60,99$	(57-343) 230,52 $\pm 59,12$

Tabela 03. Valores de Média, mínima e máxima, e desvio padrão para comprimento e diâmetro de traqueídes obtidas para as espécies de *Discocactus* Pfeiff. e *Echinopsis* Zucc. estudadas. As letras (a, b, c) diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para $p < 0,05$.

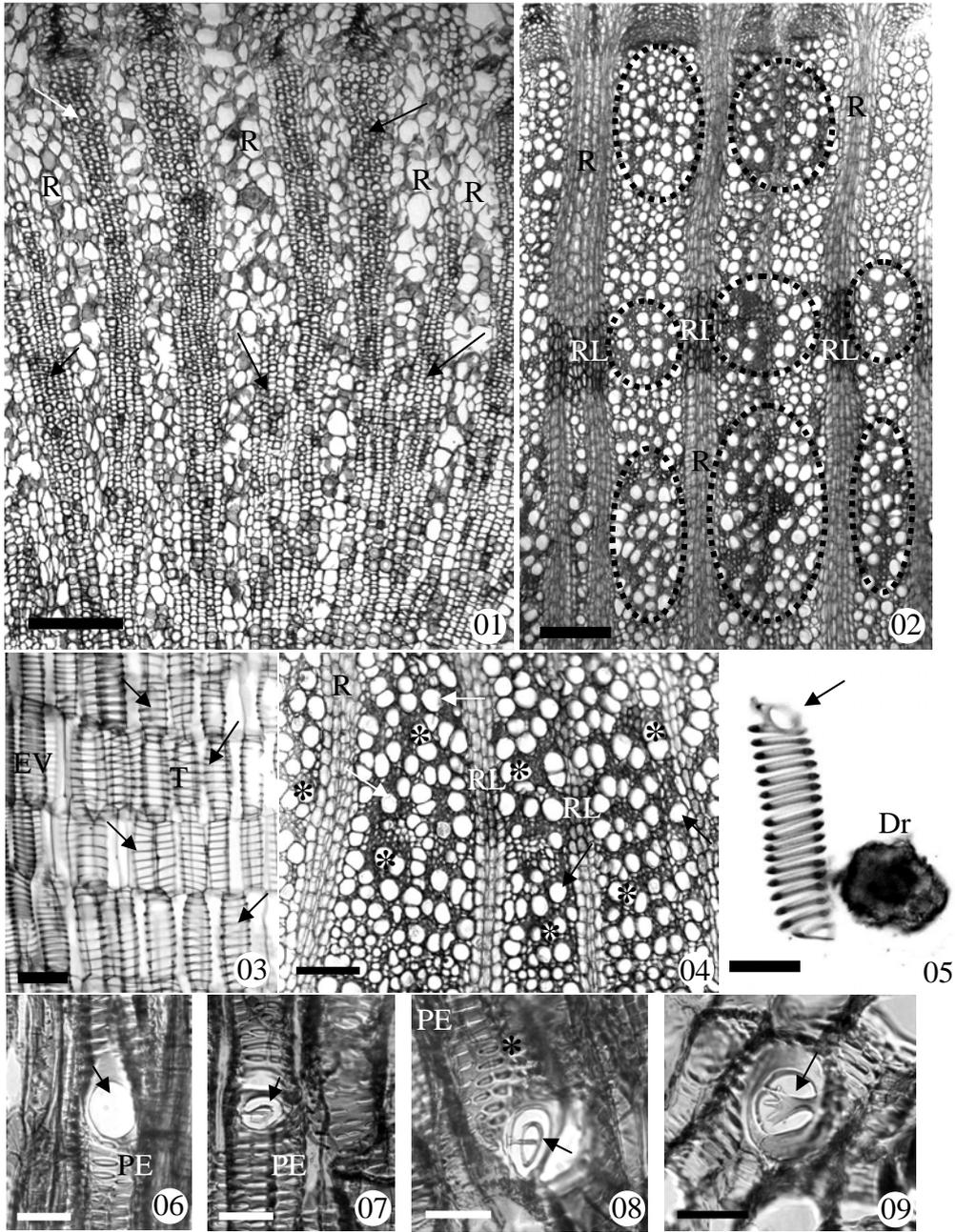
	<i>D. ferricola</i>	<i>D. heptacanthus</i>	<i>E. calochlora</i>	<i>E. rhodotricha</i>
Traqueíde				
diâmetro (μm)	a	a	a	b
	53,94 (25-78) \pm 10,25	51,3 (31-92) \pm 10,85	53,13 (26-108) \pm 15,79	46,37 (30-73) \pm 9,04
comprimento (μm)	c	b, c	b	a
	150,67 (52-280) \pm 43,56	162,23 (70-330) \pm 51,86	171,62 (95-313) \pm 52,04	203,38 (96-369) \pm 67,75

Tabela 04. Valores de Média, mínima e máxima, e desvio padrão para comprimento e diâmetro de elementos de vaso em raiz das duas espécies de *Discocactus* Pfeiff. e *Echinopsis* Zucc.

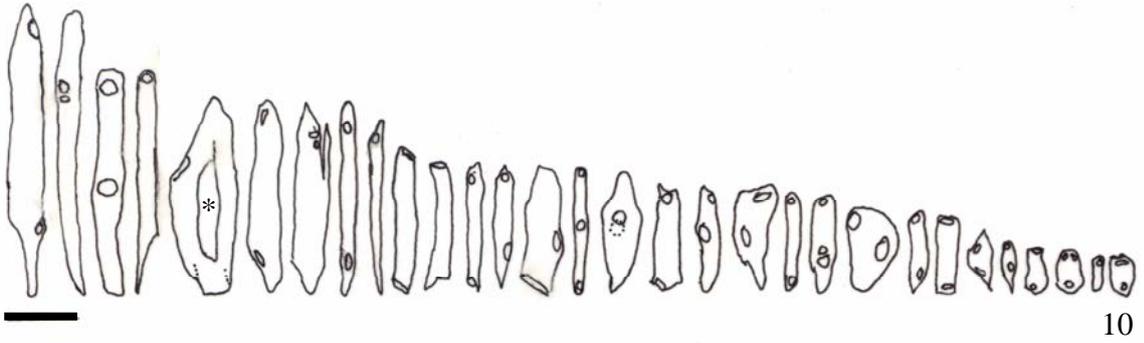
	<i>D. ferricola</i>	<i>D. heptacanthus</i>	<i>E. calochlora</i>	<i>E. rhodotricha</i>
Elemento de vaso				
diâmetro (µm)	b	b	b	a
	28,31 (11-48) ±9,23	28,28 (11-46) ±7,37	28,34 (11-43) ±7,05	41,52 (17-83) ±13,13
comprimento (µm)	c	b	a	b, c
	221,29 (102-360) ±63,10	254,1 (100-406) ±58,73	291,53 (84-527) ±82,67	239,84 (134-386) ±57,54

Tabela 05. Principais características diferenciais do caule e raiz entre os gêneros e as espécies estudadas.

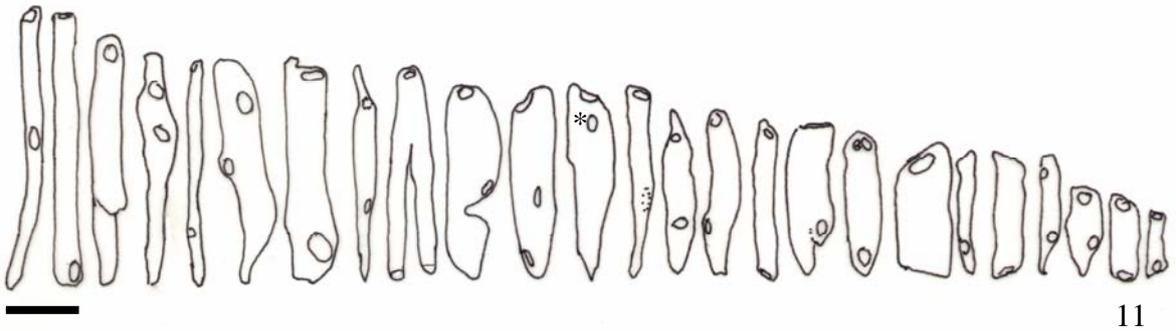
Caule	<i>Discocactus</i> Pfeiff.		<i>Echinopsis</i> Zucc.	
	<i>D. ferricola</i>	<i>D. heptacanthus</i>	<i>E. calochlora</i>	<i>E. rhodotricha</i>
Xilema secundário	não fibroso	não fibroso	não fibroso	não fibroso/fibroso
Cambio	não estratificado	não estratificado	estratificado	estratificado
Placa de perfuração	simples	simples	simples	simples e incompleta a reticulada
Fibras libriformes	raras	raras	raras	abundantes
Parênquima axial não lignificado	ausente	ausente	ausente	presente
Células lignificadas nos raios	ausente	ausente	ausente	presente
Drusas no raio	presente	presente	ausente	ausente
Grãos de amido no raio	ausente	presente	presente	presente
Raiz				
Arranjo	hexarca	pentarca	tetrarca	hexarca
Placa de perfuração	simples	simples	simples	simples e incompleta a reticulada
Células lignificadas nos raios	ausente	ausente	presente	presente
Drusas no raio	presente	presente	presente	ausente
Grãos de amido no raio	ausente	ausente	presente	ausente



Figuras 01 a 09. Caule. Figura 01. Secção transversal de *Discocactus heptacanthus* (Barb. Rodr.) Britton & Rose. Note raios largos (R). Figura 02. Secção transversal de *Echinopsis rhodotricha* K. Schum. com xilema secundário fibroso no círculo pontilhado. Figura 03. Secção longitudinal radial de *Echinopsis calochlora* K. Schum. evidenciando xilema estratificado. Note traqueídes com espessamento de banda larga (seta). Figura 04. Secção transversal de *Echinopsis rhodotricha* com vasos solitários (seta) e múltiplos (*) em uma matriz de fibras. Note raios largos (R) com porções lignificadas e não lignificadas. Figura 05. Material dissociado de *Discocactus ferricola* Buining & Brederoo. Elemento de vaso com espessamento de parede em espiral. Note placa de perfuração simples (seta). Drusa. Elemento de vaso com espessamento em espiral (seta) e drusa em caule. Figuras 06 a 09. Secções longitudinais radiais de *Echinopsis rhodotricha*. Figura 06. Elemento de vaso com placa simples (seta) e pontoação escalariforme. Figura 07. Elemento de vaso com placa incompleta (seta) e pontoação escalariforme. Figura 08. Elemento de vaso com placa incompleta (seta) e pontoação escalariforme e arredondada areolada (*). Figura 09. Variação da placa de perfuração incompleta (seta). Raio =R; Raio Lignificado=RL; Traqueíde com espessamento de banda larga=T; Elementos de vaso=EV; Drusa=Dr; PE=Pontoação escalariforme. Barra: 01=400µm; 02=300µm; 03=100µm; 04=200µm; 05=40µm; 06 a 09=30µm

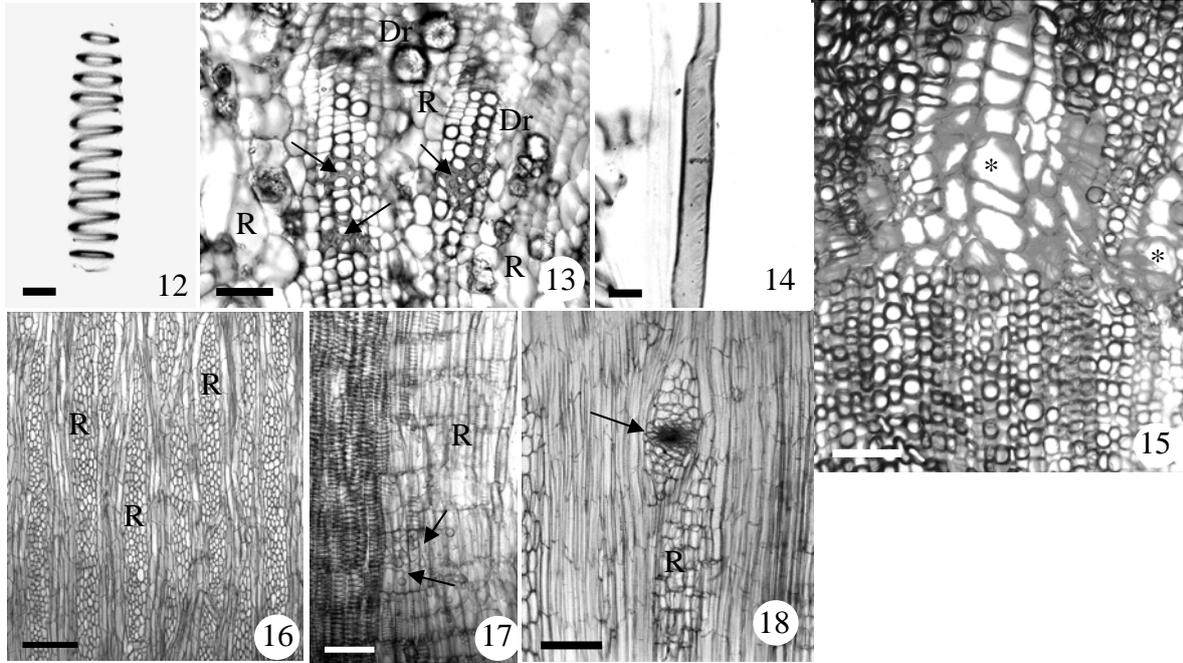


10

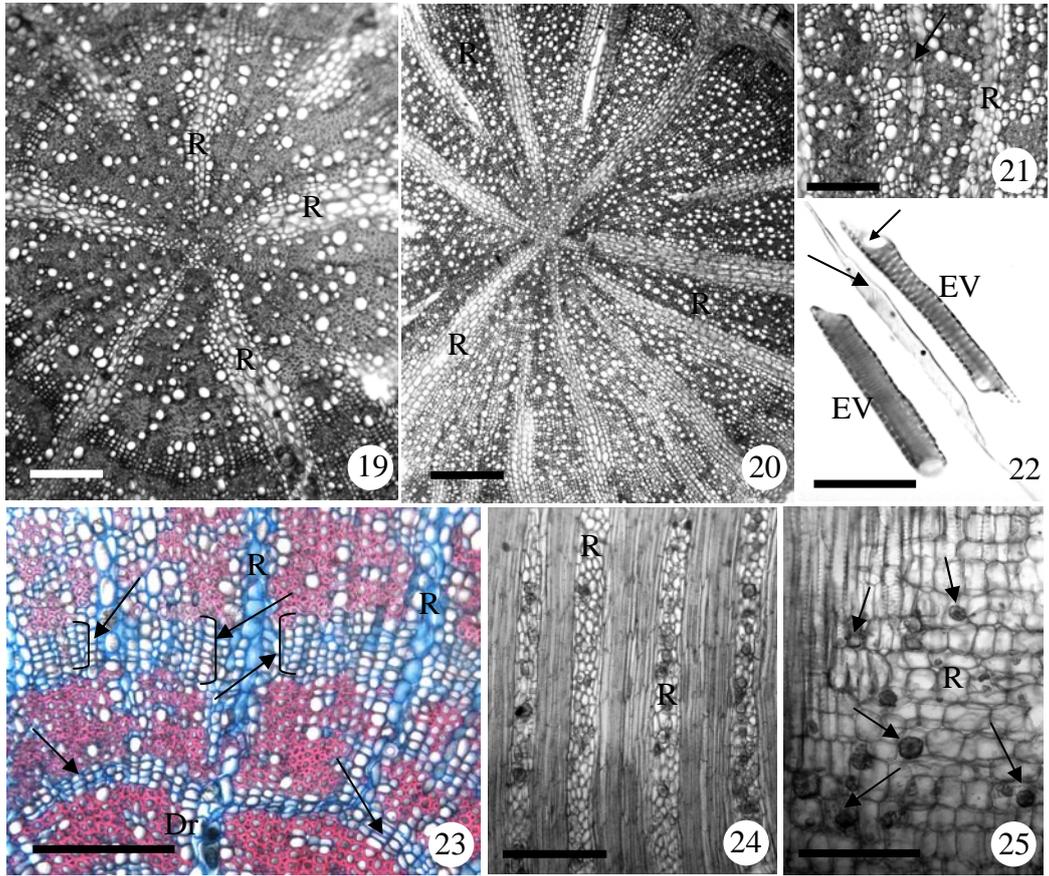


11

Figuras 10 e 11. Macerado caulinar: esquemas dos elementos de vaso evidenciando as variações em formato e tamanho. Figura 10. *Discocactus* Pfeiff. Figura 11. *Echinopsis* Zucc. Cavidade intrusiva=*. Barra=100 µm



Figuras 12 a 18. Caule. Figura 12. Material dissociado de *Echinopsis calochlora* K. Schum. Traqueíde com espessamento anelado e espiralado. Figura 13. Secção transversal de *Discocactus heptacanthus* (Barb. Rodr.) Britton & Rose. Fibras na região próxima ao câmbio (seta). Figura 14. Material dissociado de *Echinopsis rhodotricha* K. Schum. Fibra septada. Figura 15. Secção transversal de *Echinopsis calochlora*. Note porções de células parênquimáticas (*) entre elementos lignificados do xilema. Figura 16. Secção longitudinal tangencial de *Echinopsis rhodotricha*. Note raios altos e largos. Figura 17. Secção longitudinal radial de *Echinopsis calochlora*. Raio heterogêneo com células contendo grãos de amido (seta). Figura 18. Secção longitudinal tangencial de *Echinopsis rhodotricha*. Note feixe colateral no raio (seta). Traqueíde com espessamento de banda larga=T; C=Câmbio; Raio=R; Drusa=Dr; Elemento de vaso=EV. Barra: 12, 14=30µm; 13=100µm; 15, 17 e 18=200µm; 16=400µm



Figuras 19 a 25. Raiz. Figura 19. Secção transversal de *Discocactus heptacanthus* (Barb. Rodr.) Britton & Rose. Raiz pentarca. Note raios largos. Figura 20. Secção transversal de *Echinopsis rhodotricha* K. Schum. Raiz hexarca. Note raios largos. Figura 21. Secção transversal de *Echinopsis calochlora* K. Schum. Lenho fibroso formado por elementos de vasos solitários a múltiplos, parênquima axial escasso, fibras e raios largos. Note porções lignificadas dos raios (seta). Figura 22. Material dissociado de *Discocactus ferricola* Buining & Brederoo. Elementos de vaso com placa de perfuração simples (seta menor) e fibra libriforme (seta). Figura 23. Secção transversal de *Discocactus ferricola* evidenciando faixas de parênquima axial não lignificado (seta). Note raios não lignificados. Figura 24 e 25. *Discocactus heptacanthus*. Figura 24. Secção longitudinal tangencial. Note raios altos e largos. Figura 25. Secção longitudinal radial. Note raio heterogêneo, composto por células quadradas, eretas e procumbentes, contendo drusas (seta). Raio =R; Elemento de vaso=EV; Drusa=Dr. Barra: 19, 21, 23, 25=200µm; 20, 24=400µm; 22=100µm

Considerações finais

Com base neste trabalho, evidenciaram-se várias características anatômicas que permitem a individualização dos gêneros *Discocactus* e *Echinopsis*: cristais prismáticos na epiderme e hipoderme do caule, e raios não lignificados na raiz de *Discocactus*; células mucilaginosas e câmbio estratificado no caule, células lignificadas no raio da raiz de *Echinopsis*. Os resultados sugerem que estes caracteres podem ser considerados caracteres diagnósticos ao nível de gênero, a partir do estudo de mais indivíduos e espécies de cada gênero.

Alguns resultados podem ser correlacionados com o porte da planta, especialmente os relacionados ao xilema secundário, pois as espécies de menor porte (*D. ferricola*, *D. heptacanthus* e *E. calochlora*) apresentaram semelhanças evidentes no caule, como a presença de lenho não fibroso, células do raio não lignificadas e elemento de vaso com menor diâmetro e comprimento quando comparado à *E. rhodotricha*, espécie de maior porte e que apresenta lenho fibroso, havendo uma clara relação entre o porte da espécie e a presença de um tecido de sustentação mais lignificado.

Placas de perfuração variando de incompletas a reticuladas também são pouco relatadas na literatura, sendo esta uma observação inédita para raiz, em *E. rhodotricha*. Esta espécie também apresentou algumas características incomuns para Cactaceae, embora comuns para xerófitas, como epiderme bisseriada e estômatos abaixo do nível da epiderme.

Este trabalho deu início ao estudo das Cactaceae da região Centro-oeste do país, trazendo informações básicas importantes sobre espécies que ocorrem no Mato Grosso do Sul. Sem dúvida mais estudos são necessários, especialmente abrangendo mais espécies de cada gênero, para que se possam fazer inferências taxonômicas e filogenéticas, além de estudos em nível populacional, visando elaborar uma proposta de conservação.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)