

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
- INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

JÚLIA GONÇALVES BARRETO

**ÓRGÃOS REPRODUTIVOS E BIOLOGIA REPRODUTIVA EM
CACTACEAE: UMA VISÃO GERAL**

SÃO VICENTE
2022

JÚLIA GONÇALVES BARRETO

**ÓRGÃOS REPRODUTIVOS E BIOLOGIA REPRODUTIVA EM
CACTACEAE: UMA VISÃO GERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Ciências Biológicas - Habilitação em Gerenciamento Costeiro.

Orientador: Prof^o. Dr. Odair José Garcia de Almeida

SÃO VICENTE
2022

B273o

Barreto, Júlia Gonçalves

Órgãos reprodutivos e biologia reprodutiva em Cactaceae: Uma
visão geral / Júlia Gonçalves Barreto. -- São Vicente, 2022

82 p. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
Biotecnologia, São Vicente

Orientador: Odair José Garcia de Almeida

1. Cactos. 2. Botânica Morfológica. 3. Anatomia Vegetal. 4.
Flores. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biotecnologia, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente ao Professor Odair José Garcia de Almeida, pela paciência, dedicação e compreensão e que soube superar as dificuldades da ausência presencial, sempre disponível no atendimento online imposto pela pandemia.

Agradeço ao Laboratório de Morfologia Vegetal, que apesar do pouco contato me inspirou e me ajudou. Agradeço a Verônica Tozarini Teixeira por ceder o tempo dela e revisar meu texto. Agradeço também a Camilla Eizo pela paciência e por me ajudar a editar o trabalho final.

À comunidade do CLP que me proporcionou estar aqui presente hoje.

Agradeço imensamente à minha família que me apoiou durante esse período, que não foi fácil com várias provas e problemas de saúde no último ano, por me ajudar e me apoiar do jeito que eles conseguiram.

À Turma XVII e por todos os momentos que passamos juntos, sejam esses momentos de felicidade ou de estresse, me proporcionaram situações e momentos que marcaram a minha vida.

Quero agradecer ao meu grupo de amigos, e ocasionalmente grupo de trabalhos, durante esses anos, Jobson, formado pela Amazonas, Caio, Catu, Malagueta e Trem, e também em especial, a Churras, a Gorote, a Base e o Charel.

À todas as minhas amigas, por todo o amor, suporte emocional e vídeos engraçados no insta, em especial a Roberta, a Letícia e a Sofia.

Quero agradecer a minha psicóloga Márcia que me acalmou e me tranquilizou esses meses todos.

E por último, mas não menos importante quero agradecer aos meus gatos de estimação, Sid e Mocho, pelo apoio emocional e carinho que recebi nesses últimos anos de pandemia.

RESUMO

Cactaceae se distribui por todo o continente americano, do Canadá à Patagônia, possuindo cerca de 1866 espécies. Estudos sobre morfologia e anatomia de suas flores e frutos são de extrema importância para fornecer informações para classificação sistemática e biologia reprodutiva da família. O principal objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica que contemplasse o estado-da-arte sobre morfologia e anatomia dos órgãos reprodutivos e biologia reprodutiva de Cactaceae, realizado através de consultas a literatura disponível e a distribuição em uma tabela para apresentar informações. Foram encontrados mais trabalhos referentes à morfologia do que à anatomia de Cactaceae. A morfologia das flores de Cactaceae é extremamente diversa, com o formato, o tamanho, a coloração e a parte externa variando de espécie para espécie, com a principal distinção entre os grupos basais para os derivados, sendo o ovário súpero, o número reduzido de carpelos e a transição abrupta entre pericarpelo e perianto, que em grupos derivados se tornam ovário ínfero, número aumentado de carpelos e uma transição mais gradual entre pericarpelo e perianto. A biologia reprodutiva é bastante diversa, com antese, síndrome polinizadora e sistemas reprodutivos variando dentro de Cactaceae. A morfologia dos frutos e sementes também é diversa, variando a morfologia externa, o formato, a cor e o tamanho, com o número de sementes aumentando conforme as espécies se tornam mais derivadas. Apesar dos resultados encontrados ao decorrer do trabalho, ainda existe uma grande lacuna no conhecimento sobre a anatomia e a morfologia das flores e frutos de Cactaceae, sendo um campo aberto para futuras pesquisas na área.

Palavras chave: Morfologia, Anatomia, Biologia Reprodutiva, Flor, Fruto, Semente, Cactaceae

ABSTRACT:

Cactaceae is distributed throughout the American continent, from Canada to Patagonia, having about 1866 species. Studies about the morphology and anatomy of its flowers and fruits are extremely important to provide information for the systematic classification and reproductive biology of the family. The main objective of this study is to present a literature review that contemplates the state-of-art on morphology and anatomy of reproductive organs and reproductive biology in Cactaceae, accomplished by consulting the available literature and distributing in a table to present information. There are more studies regarding the morphology than about the anatomy of reproductive organs in Cactaceae. The morphology of Cactaceae flowers is extremely diverse, with shape, size, color and the outside of the flower varying from species to species, with the main distinction between the basal to the derivatives, the ovary being superior, the reduced number of carpels and the abrupt transition between pericarpel and perianth, which in derived groups become an inferior ovary, an increased number of carpels and a more gradual transition between the pericarpel and perianth. The reproductive biology is diverse, with anthesis, pollinator syndrome and reproductive systems varying within Cactaceae. The morphology of fruits and seeds is also diverse, varying the external morphology, the color and the size, with the number of seeds increasing as the species become more derived. Despite the results found during this study, there is still a large gap-of-knowledge about the anatomy and morphology of flowers and fruits of Cactaceae, standing an open field for future research in the area.

Keywords: Morphology, Anatomy, Reproductive Biology, Flower, Fruit, Seed, Cactaceae.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Morfologia e anatomia da flor de Pereskioideae	21
Figura 2 – Morfologia e anatomia das flores de Opuntia	23
Figura 3 - Flores de Cactoideae	25
Figura 4 - Morfologia da flor de Cereeae.....	27
Figura 5 - Morfologia e anatomia floral em Hylocereeae	29
Figura 6 – Morfologia e Anatomia de Rhipsalideae	31
Figura 7 – Morfologia e Anatomia de Trichocereae.....	33
Figura 8 – Morfologia e anatomia de Pachycereeae.....	35
Figura 9 - Polinizadores, visitantes florais e dispersores de Cactaceae	37
Figura 10 - Frutos de Pereskioideae (A - F) e Opuntioideae (G - I).....	39
Figura 11 - Frutos de Cactoideae: A: Blossfeldieae. B, C: Cacteeae. D: Notocacteeae. E- G: Cereeae. H- K:Trichocereae	41
Figura 12 - Frutos de Cactoideae. A-F: Hylocereeae. G-J: Rhipsalideae.	43
Figura 13 – Sementes de Cactaceae.....	44

TABELAS

Tabela 1. Quantitativo de estudos sobre Morfoanatomia e Biologia Reprodutiva em Cactaceae.....	17
Tabela 2. Compilação de Literatura referente a Morfologia Floral em Cactaceae.....	53
Tabela 3. Compilação de literatura referente à Anatomia Floral de Cactaceae.....	64
Tabela 4. Compilação de literatura referente a Morfoanatomia do Fruto em Cactaceae	73
Tabela 5. Compilação de literatura referente à Morfoanatomia da Semente em Cactaceae.....	79

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Classificação	9
1.2. Morfologia floral	14
2. OBJETIVO	16
3. METODOLOGIA	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. Perfil floral em Cactaceae	17
4.1.1. Leuenbergioideae	18
4.1.2. Pereskioideae	18
4.1.3. Maihuenioideae	21
4.1.4. Opuntioideae	21
4.1.5. Cactoideae	24
4.2. Biologia Reprodutiva	35
4.3. Morfologia do fruto (Pericarpo e Semente)	37
4.3.1. Leuenbergioideae	38
4.3.2. Pereskioideae	38
4.3.3. Opuntioideae	38
4.3.4. Cactoideae	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
GLOSSÁRIO	51
APENDICE A – TABELAS	52

1. INTRODUÇÃO

Estudos relacionados às características morfológicas e anatômicas dos órgãos reprodutivos e a biologia reprodutiva de Cactaceae são importantes para fornecer informações que auxiliem nas classificações sistemáticas e taxonômicas em Cactaceae (Almeida et al., 2013; Cardoso et al. 2019), além de prover informações sobre as relações ecológicas (síndromes de polinização) e o papel que essas espécies têm na natureza, relevando a importância para a conservação das espécies *in* e *ex situ* (Cardoso et al. 2019).

A família Cactaceae é uma das famílias botânicas mais conhecidas por apresentar espécies perenes, não depender de muita água para sua sobrevivência, possuir tecidos ricos em mucilagem, não possuem folhas fotossintetizantes (com exceção de *Pereskia* e *Leuenbergeria*), possuem caules suculentos fotossintetizantes que são capazes de armazenar água, no qual as aréolas são estruturas exclusivas de Cactaceae (Anderson, 2001). A família é nativa das Américas, ocorrendo desde o Canadá até a região da Patagônia, no Chile e Argentina, com alguns exemplares de *Rhipsalis baccifera* presentes na África tropical e Madagascar (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Wallace & Gibson, 2002; Stevens, 2017). Atualmente, a família apresenta 139 gêneros com 1866 espécies (Stevens, 2017). Apesar de não haver consenso sobre quando começou a diferenciar-se de outras famílias da ordem Caryophyllales, estima-se que Cactaceae começou a diferenciar-se durante o Cenozóico, de 30 a 29,1 milhões de anos atrás (Stevens, P. F. 2017), e que a família tenha idade aproximada entre 28.6 Ma. (Arakaki et al. 2011) e 26.88 Ma. (Hernández-Hernández et al. 2014).

Por conta de pressões antrópicas, como destruição e degradação de habitats causado pela agropecuária, aquicultura e pelo aquecimento global, 31% das espécies de Cactaceae estão na lista da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) como ameaçadas de extinção, sendo 47% dessas espécies ameaçadas, devido a coleta de plantas destinadas ao comércio de horticultura, além da coleta de espécimes vivos e sementes, para abastecer coleções ornamentais privadas (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Ortega-Baes et al., 2010; Goettsch, et al., 2015; Margullies, et al., 2019; Santos, 2019). Segundo Ortega-Baes (2010), o Brasil contém a maior proporção de espécies ameaçadas em escala global.

1.1. Classificação

A classificação sistemática de Cactaceae muitas vezes encontra problemas pelas características dessa família: por serem de desenvolvimento lento que muitas vezes levam anos para desenvolver flores e frutos, que são partes fundamentais para determinar e identificar uma espécie, além de ocorrerem casos de hibridização entre espécies, também dificultando sua classificação (Anderson, 2001).

Tradicionalmente, Cactaceae se dividia em quatro subfamílias, sendo Pereskioideae, Maihuenioideae, Opuntioideae e Cactoideae, cada uma com suas respectivas tribos, com a subfamília Cactoideae sendo a mais diversa e apresentando nove tribos (Anderson, 2001). Atualmente, a classificação sistemática passou por mudanças e agora está dividida em cinco subfamílias, após a separação da subfamília Pereskioideae em Pereskioideae e Leuenbergioideae e mantendo as outras três (Arakaki et al. 2011; Stevens, 2017; Singh, 2019; Kamikawachi, 2019).

Leuenbergioideae é uma das subfamílias mais basais encontradas na América Central e no Brasil, e junto com Pereskioideae, possuem as características mais ancestrais de Cactaceae. É estimado que o grupo coroa desta subfamília tenha surgido a 25,8 milhões de anos atrás (Arakaki et al. 2011; Stevens, 2017). As plantas são semelhantes a árvores ou arbustos, possuindo caules finos, folhas fotossintetizantes, poucos espinhos com flores diurnas. Podem ou não ser lianescentes, ou seja, apoiam-se ou enrolam-se em outras espécies para crescer. Não possuem estômatos em seu caule, tem um gênero (*Leuenbergeria*) com oito espécies (Arakaki et al. 2011; Stevens, 2017).

Pereskioideae é endêmica do continente Sul Americano. Assim como o grupo anterior, sua morfologia é semelhante a árvores e arbustos, possuindo caules finos, folhas fotossintetizantes, espinhos, flores solitárias ou em inflorescências e diurnas, podendo ser lianescentes. A principal diferença que dividiu o grupo, segundo Stevens (2017), é a habilidade de fotossíntese realizada pelo caule das espécies, através do metabolismo CAM (metabolismo ácido das crassuláceas) ou CAM facultativo, enquanto as folhas realizam fotossíntese do tipo C₃ (Anderson, 2001; Stevens, P. F. 2017). Essa subfamília tem apenas um gênero (*Pereskia*) com nove espécies (Stevens, 2017). Arakaki et al. (2011) sugere que a idade do grupo coroa de Pereskioideae seja de 27 a 25 milhões de anos.

Maihuenioideae é a única subfamília de Cactaceae que não possui representantes em território brasileiro, com indivíduos restritos a Argentina e o Chile. Seus caules são suculentos, em forma de um cilindro pequeno a globoso, cespitosos, semelhantes a arbustos e fotossintetizantes do tipo CAM ou CAM facultativa, com folhas pequenas, fotossintetizantes e perenes e flores solitárias que florescem na região axial (Anderson, 2001; Stevens 2017). Pequena, possui apenas um gênero (*Maihuenia*) com duas espécies (Stevens, 2017). Segundo Hernández-Hernández et al. (2014), estima-se que o grupo coroa de Maihuenioideae tenha a idade de 1.36 milhões de anos.

Opuntioideae é a segunda subfamília mais diversa, atrás de Cactoideae, com 16 gêneros e 349 espécies (Stevens, P. F. 2017). Presente em praticamente todo o continente americano, se distribui em diversos tipos de habitats, de regiões áridas a tropicais, apresentando diversos tipos de morfologia semelhantes a árvores e arbustos ou cespitosos. Seus caules são suculentos e geralmente segmentados e achatados, suas folhas são atrofiadas, fotossintetizantes e de curta duração, com gloquídeos e espinhos presentes, realizando fotossíntese CAM ou CAM facultativa e com flores laterais em sua maioria, sésseis, solitárias e diurnas (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Hernández- Hernández et al. 2011; Stevens, 2017; Singh, 2019). Há discordância sobre a idade do grupo coroa de Opuntioideae, com Arakaki et al. (2011) estimando que a idade seja de 15.1 Ma, enquanto que Hernández-Hernández et al. (2014) estimam uma data mais recente para o grupo coroa, 9.3 Ma. Três tribos principais estão presentes em Opuntioideae: Opuntuieae, composta por cactos semelhantes a árvores com caules achatados; *Cylindropuntieae*, que possuem folhas maiores (em relação ao resto da subfamília) e sub persistentes; e *Tephrocactaeae* que possui uma morfologia geófito e semelhantes a pequenas árvores, com raízes tuberosas (Stevens, 2017).

Em Cactoideae encontra-se o maior número de espécies: 1498 em 112 gêneros, que corresponde a mais de 80% das espécies da família (Ortega - Baes et al., 2010; Singh, 2019), além de concentrar o maior número de espécies endêmicas (Ortega - Baes et al., 2010). Sua distribuição abrange diversos tipos de habitats, de regiões desérticas e áridas a florestas tropicais úmidas (Anderson, 2001). A morfologia é diversificada, podendo ser semelhante a árvores ou arbustos, cespitosos, lianas ou epífitas. Suas raízes são tuberosas ou fibrosas, os caules são suculentos, geralmente não segmentados, globosos ou colunares, podem apresentar nervuras ou serem

tuberculados, bem como também podem apresentar zonas de reprodução diferenciadas, conhecidas como cefálio. As folhas nessa subfamília são meramente vestigiais ou ausentes. As flores podem ser diurnas ou noturnas e os frutos podem ser deiscentes. A fotossíntese realizada pelo grupo pode ser tanto CAM quanto CAM facultativa (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Stevens, 2017). Quanto à idade do grupo coroa de Cactoideae, Arakaki et al. (2011) sugerem que o grupo tenha 21.8 Ma, enquanto que Hernández-Hernández et al. (2014) estimam que a idade do grupo seja mais recente, a 17.15 Ma. Atualmente, Cactoideae apresenta dez tribos (Stevens, P. F., 2017), que se dividem em dois clados irmãos: Blossfeldieae como irmã de Cacteeae e o grupo Cactoideae central (Cereeeae, Fraileeeae, Hylocereeae, Lymanbensoeieae, Notocacteeae, Pachycereeae, Rhipsalideae, Trichocereeae) (Hernández-Hernández et al., 2014; Stevens, 2017).

A tribo Blossfeldieae está distribuída pela Argentina e Bolívia, constituída por apenas um gênero. É considerada um dos menores cactos da família, chegando a 9 mm de diâmetro, e possui características presentes em poucos outros cactos, como espinhos ausentes, epiderme e cutícula finas e com estômatos presentes apenas na região areolar, e sem feixes corticais (Anderson, 2001; Stevens, 2017). Previamente o gênero *Blossfeldia* estava localizado na tribo Notocacteeae (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson 2001). O primeiro estudo que questionou a posição de *Blossfeldia* em Cactoideae foi Nyffeler (2002), propondo que esse gênero seria um grupo irmão de todas as outras tribos de Cactoideae. Esta pesquisa levou a muitas hipóteses e estudos para que se explicasse a origem desse grupo: Gorelick (2004) propôs diversas hipóteses sobre o porquê das características únicas desse grupo, inclusive que esse possua origens de hibridização. Estudos de filogenética molecular realizados por Crozier (2004), sugerem a criação de uma subfamília própria para *Blossfeldia*. Outros trabalhos de filogenia molecular confirmaram *Blossfeldia* como grupo irmão das outras tribos de Cactoideae: Butterworth (2006) mostrou a presença do íntron *rpoC1* em *Blossfeldia* e Hernández-Hernández (2011), apresentou resultados baseado em dados de cinco locus, e em locus independentes.

Cacteeae está distribuída principalmente na América do Norte e também apresenta espécies no Brasil, Bolívia e Venezuela, com maior diversidade de espécies na região do México. Seus indivíduos são solitários, podendo também ser cespitosos. Os caules de seus indivíduos não são segmentados, com morfologia predominantemente globosa, também apresenta indivíduos colunares curtos. Cacteeae

apresenta diversos tipos de aréolas (ovais, bandadas, em ranhura ou dimórficas) e suas áreas reprodutivas não apresentam diferenciação, com as flores subapicais e antese diurna (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Hernández - Hernández et al., 2011; Stevens, 2017). A idade desse nodo de Cactoideae é controversa, Arakaki et al. (2011) sugeriram a idade de 19.7 Ma, enquanto Hernández Hernández et al. (2014), 15.27 Ma.

A tribo Cereeae se distribui principalmente pelo Leste da América do Sul, América Central e o Caribe. Tem indivíduos semelhantes à árvores ou arbustos, algumas lianas. Seus caules não apresentam segmentação, tem morfologia alongada a globosa, com nervuras e muitos espinhos. As zonas reprodutivas em Cereeae são diferenciadas em um cefálio lateral ou terminal. Suas flores são noturnas ou diurnas, geralmente laterais, às vezes subapicais (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Stevens, 2017).

A maioria dos cactos em Notocacteeae são solitários, e distribuem-se pelo Sul da América do Sul. Raramente apresentam morfologia semelhante à árvores ou a arbustos. Suas raízes podem ser napiformes e seus caules são majoritariamente globosos, de pequenos a médios, e com sua zona reprodutiva não diferenciada, entretanto as flores tendem a surgir na região subapical. Suas flores são diurnas e pequenas a médias (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001).

A tribo Hylocereeae é composta por plantas trepadeiras ou epífitas semelhantes a arbustos, que distribuem-se majoritariamente nas florestas tropicais da América Central, com algumas espécies ocorrendo na América do Sul. Suas raízes são adventícias e seus caules são achatados ou com poucas nervuras e com a zona reprodutiva não diferenciada, não têm folhas. As flores surgem lateralmente, sendo médias a grandes, em sua maioria apresentando antese noturna, com algumas espécies de antese diurna (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001).

Fraileeae, assim como Blossfeldieae, é uma tribo monotípica que antes estava classificada como gênero na tribo Notocacteeae. Ocorre apenas na América do Sul. Consiste em um grupo de espécies solitárias ou cespitosas, diminutas, com caules suculentos e morfologia globular e com seu ápice achatado, com nervuras no caule apresentando arranjos regulares e geométricos. As raízes são tuberosas ou napiformes, sempre grandes e retráteis. Seus espinhos são pequenos. Suas flores são diurnas e geralmente solitárias, aparecendo na região apical (Anderson, 2001; Hernández - Hernández et al., 2011; Chéron, 2016; Stevens, 2017).

Lymanbensonieae é uma tribo relativamente jovem, proposta por Korotkova e Barthlott (2010), que rearranjaram as espécies *Pfeiffera micrantha*, *Lepismium incachacanum* e *Pfeiffera brevispina* para o gênero *Lymanbensonia*, e colocaram sob a mesma tribo os gêneros *Calymmanthium* (uma espécie) - e *Lymanbensonia* (quatro espécies). Os cactos dessa tribo se divergem em duas morfologias principais: epífitos, pendentes com caules achatados semelhantes a folhas (*Lymanbensonia*) e terrestres colunares, que chegam a 8 metros de comprimento (*Calymmanthium*). Lymanbensonieae ocorre no Oeste da América do Sul, presente na Bolívia, Peru e se estendendo para o Sul do Equador (Korotkova et al. 2010; Stevens, 2017).

Rhipsalideae é uma tribo composta por cactos epífitos, litófitos, podendo ser pendentes, rastejantes ou semelhantes a arbustos, não ocorre espécies lianescentes. Os caules nessa tribo podem apresentar muitas morfologias, sendo segmentados, arredondados, angulares ou achatados quando cortados na transversal. Suas aréolas podem ser imersas ou emersas, com flores diurnas laterais, porém mantendo-se aberta durante o período noturno. O padrão de crescimento dos segmentos caulinares pode ser determinado ou indeterminado. Essa tribo se distribui majoritariamente a leste da América do Sul, com espécies expandindo para a América Central e do Norte, e uma espécie *Rhipsalis baccifera* sendo encontrada no continente africano (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Stevens, 2017).

A distribuição da tribo Trichocereae se dá ao sul do Equador, na América do Sul e nas Ilhas Galápagos. Sua morfologia é semelhante a árvores e arbustos, com caules normalmente desprovidos de segmentações. A zona reprodutiva de Trichocereae pode ou não ser diferenciada, com as zonas diferenciadas sendo divididas em cefálio lateral ou terminal. Suas flores podem nascer na lateral ou subapical do indivíduo, variando no tamanho, com antese noturnas ou diurnas (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001).

Pachycereae, possui uma distribuição que vai principalmente do Sudoeste dos EUA até a América Central, especialmente México, Venezuela e nas Antilhas. São cactos de grande porte, com morfologia semelhante a árvores ou a arbustos, caules não segmentados, colunares e com nervuras. Suas zonas reprodutivas podem ou não ser diferenciadas, em cefálio lateral ou subapical, com as flores surgindo desse cefálio ou da região lateral ou subapical do cacto. As flores variam de pequenas a médias, e em sua maioria com antese noturna, raramente apresentando flores de antese diurna (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Stevens, 2017).

1.2. Morfologia floral

De forma geral, as flores de Cactaceae são extremamente diversas, porém uniformes, com o tamanho variando de 5 mm a 40 cm (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001). Se desenvolvem pelas aréolas apicais ou laterais, quando não florescem nas regiões específicas do cefálio lateral ou terminal, com as aréolas podendo produzir espinhos ou tricomas. Geralmente são solitárias e sésseis, com algumas espécies de Pereskioideae e Leuenbergioideae podendo formar inflorescências (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001). Grande parte das flores são actinomorfas (simétricas radialmente), com exceções de alguns gêneros que apresentam zigomorfia (simétricas bilateralmente) que são polinizados por aves (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Pimienta- Barrios e Del Castillo, 2002; Del Carmen Mandujano et al., 2010). Costumam ser envolvidas parcialmente pelo tecido do caule (pericarpelo). O pericarpelo pode ser nu ou possuir estruturas externas, ser coberto por brácteas, que possuem mini aréolas produtoras de tricomas e espinhos. As brácteas na região do perianto tornam-se mais semelhantes a tépalas. O néctar é produzido por nectários que ocorrem internamente ao tubo floral. Possuem muitos estames localizados no interior do tubo floral, e suas anteras são do tipo 2-locular tetraesporangiadas com deiscência longitudinal. O gineceu possui um estilete longo e o estigma usualmente multilobado, seco ou úmido (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Del Carmen Mandujano et al., 2009). São flores normalmente epíginas, com ovário ínfero dentro do pericarpelo, com exceção de algumas espécies de Pereskioideae e Leuenbergioideae (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Pimienta-Barrios e Del Castillo, 2002; Del Carmen Mandujano et al., 2010). Os óvulos são numerosos, com a placentação sendo sugerida por Barthlott e Hunt (1993) como tendo dois tipos: basal-laminal e hipantial, e Booke(1980) e Anderson (2001) sugerem que a placentação é parietal.

O pólen de Cactaceae é produzido em grandes quantidades em mônades e varia de tamanho médio a grande, o formato pode variar de esferoidal a alongado e apresentando de 3 a 12 poros semelhantes a fendas. A exina (parede celular externa) é dura e pode ser tectada a semi tectada, com sexinas diferenciadas em columelas e teto, que pode ser perfurado a reticulado, podendo também ser espinuloso. O pólen é

um componente importante para a identificação sistemática e taxonômica de Cactaceae (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001).

A maioria das flores de Cactaceae são hermafroditas, com relatos de outros tipos de tipos de expressão sexual, como dioecia e trioecia, em algumas espécies (Pimienta- Barrios e Del Castillo, 2002). Possuem diferentes síndromes de polinização, que facilitam a polinização por aves, morcegos ou insetos (Hymenoptera e Lepidoptera sendo os principais) (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Del Carmen Mandujano et al., 2010). A coloração das flores vai de branco a magenta, e geralmente esse fator, junto com o formato, o odor, quantidade de néctar e outros fatores, têm um papel importante para a polinização, com flores brancas geralmente florescendo durante a noite e coloridas durante o dia. De modo geral, Cactaceae é uma família majoritariamente composta por espécies que necessitam de polinização cruzada, e possuem muitas adaptações que favorecem esse tipo de mecanismo, como por exemplo a auto incompatibilidade, hercogamia (separação espacial do androceu e do gineceu) e dicogamia (separação temporal, com o amadurecimento dos órgãos sexuais ocorrendo em tempos diferentes), porém contêm grupos que realizam autogamia (auto fertilização) e cleistogamia (flores não abrem para que ocorra a polinização) (Barthlott e Hunt, 1993; Anderson, 2001; Pimienta- Barrios e Del Castillo, 2002; Del Carmen Mandujano et al., 2010). Em sua revisão, Del Carmen Mandujano et al. (2010) sugeriram que espécies que possuem uma expectativa de vida menor (como cactos globosos) tendem a apresentar um sistema de reprodução misto de autogamia com polinização cruzada, enquanto que espécies com expectativas mais longas tendem majoritariamente a polinização cruzada. O desenvolvimento das flores também é variado, com flores em diversos estágios de desenvolvimento podendo ocorrer ao mesmo tempo, além de fatores ambientais e fisiológicos também terem efeito sobre a época de início de floração (Pimienta- Barrios e Del Castillo, 2002).

Os frutos de Cactaceae, assim como as flores, apresentam grande diversidade morfológica e possuem muitas sementes. Variam de suculentos a seco, dependendo da presença das aréolas no pericarpelo, podem apresentar ou não escamas e espinhos, deiscentes ou indeiscentes quando maduros. O formato pode variar de globoso ao ovalado e possui um grande espectro de cores, desde branco, amarelo, verde, variações de vermelho e azul brilhante a preto. Toda essa variabilidade ajuda a entender interações que as espécies possuem com o seu ambiente, além de

fornecerem informações sobre síndromes de dispersão (por aves, formigas, mamíferos, répteis e vento) (Barthlott e Hunt 1993; Anderson, 2001). As sementes também apresentam grande diversidade no formato, tamanho, aspecto do hilo e micrópila, tegumento e padrão da testa da semente. A característica das sementes possui enorme significância para a classificação sistemática das espécies, já que suas características não costumam mudar devido a fatores ambientais (Barthlott e Hunt 1993; Anderson, 2001).

2. OBJETIVO

Revisar a literatura que contempla o estado-da-arte sobre morfologia e anatomia dos órgãos reprodutivos e biologia reprodutiva de Cactaceae.

3. METODOLOGIA

A revisão de literatura deste trabalho foi realizada consultando as bases de dados: Google Acadêmico, Scielo, Periódicos Capes e Missouri Botanical Garden (Mobot.com). Foram utilizadas as palavras-chave: "floral biology", "flower", "flower morphology", "flower anatomy", "fruit", "fruit morphology", "flores", "anatomia floral", "morfologia floral", "fruto", "floral biology". Buscou-se escolher aqueles trabalhos cujo foco de estudo fosse a análise morfológica e anatômica, biologia reprodutiva e por fim trabalhos sobre descrição morfológica simples de tribos ou gêneros.

Após a leitura, os dados foram distribuídos em uma tabela para a organização e apresentação de informações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa, foram encontrados mais trabalhos contendo descrições morfológicas do que anatômicas, ao todo foram encontrados 31 trabalhos (Tabelas 1, 2 e 3), nas quais, 28 continham descrições morfológicas sobre flores e 21 sobre frutos, 11 apresentaram resultados sobre anatomia floral e 11 continham resultados sobre anatomia do fruto (pericarpo e semente), com apenas seis trabalho apresentando

análises anatômicas da semente. Relativo à biologia reprodutiva (polinização, sistema reprodutivo) foram encontrados 17 trabalhos, entre estes 8 tendo foco somente na biologia reprodutiva e polinização, totalizando 31 que mostraram algum resultado relativo à reprodução das Cactáceas.

Tabela 1. Quantitativo de estudos sobre Morfoanatomia e Biologia Reprodutiva em Cactaceae

Táxon	Morfolo- gia floral	Anato- mia floral	Biologia Reprodu- tiva	Morfolo- gia do fruto	Anatomia do fruto	Morfologia da semente	Anatomia da semente
Pereskioide- -ae	4	4	0	3	4	3	1
Maihuenioi- deae	1	0	0	0	0	0	0
Opuntioide- ae	1	2	1	2	1	2	0
Cactoideae							
Blossfeldie ae	1	0	1	1	0	1	0
Cacteeae	1	0	1	1	0	1	1
Cereeae	6	0	4	5	0	5	1
Notocac- teae	1	0	0	1	0	1	0
Fraileeae	1	0	0	1	0	1	0
Lymanben- sonieae	0	0	0	0	0	0	0
Hyloce- reeae	3	1	3	3	2	3	2
Rhipsali- deae	3	1	2	1	1	0	0
Trichoce- reeae	6	1	5	4	1	3	2
Pachyce- reeae	3	1	2	0	0	0	0

4.1. Perfil floral em Cactaceae

Abaixo, apresentamos de maneira resumida, baseado nas informações compiladas da literatura (Tabelas 2-3), o perfil floral de Cactaceae, dividido por subfamílias.

4.1.1. Leuenbergioideae

Apesar da importância desse pequeno grupo de cactáceas para a compreensão da evolução dos órgãos reprodutivos da família não encontramos muitos trabalhos que detalhassem a estrutura e desenvolvimento desses órgãos na literatura. Podemos citar o trabalho de Jiménez-Durán et al. (2014), na qual os autores estudaram a embriologia e o desenvolvimento da semente de *Leuengeria lychnidiflora* (*Pereskia lychnidiflora*). A anatomia das anteras foi descrita como tetraesporangiada biteca, com o conectivo rico em drusas, produzindo pólen que pode ser de tri a pentacolpado e que podem possuir perfurações e espínulas em sua superfície. O gineceu é formado por numerosos carpelos (Tabela 3), ovário ínfero com placentação laminar-basal, com os estiletos se ramificando em lóbulos cobertos de papilas. O óvulo descrito é campilótropo crassinucleado bitégmico, com a área da calaza rica em druzas e a parte ventral do funículo sendo papilosa.

4.1.2. Pereskioideae

As flores desse grupo basal de Cactáceas são modelos importantes para entender a evolução floral na família, devido a suas características plesiomórficas, apresentadas nos trabalhos de Boke (1963; 1966; 1968) e de Rosa e Souza (2003):

A morfologia externa das flores de Pereskioideae possui formato campanulado, variando de pequenas a grandes (Tabela 1) e actinomorfa. A coloração pode variar de branco a magenta, possuindo simetria actinomorfa (Fig.1 A). O pericarpelo é dotado de brácteas e aréolas, que podem possuir acúleos, cerdas e/ou tricomas. No perianto, características comuns no hipanto, como tricomas e as constrições presentes nas brácteas, não estão presentes (Fig.1E-G) (Boke, 1963; 1966).

A vascularização das estruturas florais de Pereskioideae pode variar de acordo com o número de feixes vasculares colaterais que entram pela base do hipanto, podendo variar de espécie para espécie (Buxbaum, 1953). Feixes vasculares de porte pequeno a grande são responsáveis por irrigar todos os segmentos foliares, e no caso de *P. aculeata*, se organizam em anéis ao longo do tubo floral (Boke, 1966; Rosa e Souza, 2003) (Fig. 1 D). O nectário anelar é irrigado pelo anel vascular inferior, formando um segundo anel vascular, e é composto por tecido secretor, circundando a base do gineceu (Boke, 1966).

O androceu é composto por numerosos estames que variam na cor de filamentos e anteras, com os filamentos variando de branco a magenta e as anteras variando de brancas a amareladas (Boke, 1968). Os filetes dos estames são ricos em mucilagem e vascularizados por feixes anficrivais (xilema rodeado por floema) (Boke, 1963; 1966).

O gineceu, nessa subfamília, tem ovário súpero e semi-ífero, com o número total de carpelos variando entre as espécies (Tabela 2 e 3), que podem ou não serem fusionados, resultando na variação do número de lóculos dentro dos ovários (Boke, 1966 e 1968). O canal estilar do gineceu é aberto, coberto por toda a sua extensão por tecido estigmático papiloso (Buxbaum, 1953; Boke, 1964, 1966, 1968), e um tecido transmissor composto por tricomas (Boke, 1963). Os lóculos do ovário são semelhantes a bolsos e podem ser desenvolvidos, sendo não totalmente fechados mas ainda sim apresentando divisões (*P. sacharosa*, Buxbaum, 1953; *P. pititache*, Boke, 1963), ou reduzidos e pequenos, sendo apenas parcialmente divididos tornando-o unilocular, como em *P. aculeata* (Boke, 1966). A placentação dos óvulos no ovário é axilar (Boke 1963, 1964, 1968). A vascularização do gineceu é realizada por feixes vasculares que tem origem em um anel vascular, que dá origem a feixes carpelares dorsais (Fig.1D) (*P. aculeata* - Boke, 1966), ou é realizada simplesmente por feixes carpelares ventrais e dorsais (*P. diazromeroana* - Boke, 1968), com os feixes vasculares do estigma e do estilete se tornando concêntricos (anficrivais) (Boke, 1963). Áreas da placenta das espécies estudadas por Boke (1963, 1964, 1966, 1968), quando ainda em desenvolvimento estão em formato de "U" (Fig. 1 C), às vezes em "V", devido aos carpelos não estarem totalmente fusionados. Em sua revisão de 1964 sobre o gineceu de Cactaceae, Boke concluiu que esse tipo de placentação é comum não apenas nas espécies de *Pereskia*, mas de *Opuntia* também pelo trabalho realizado por Payer (1852), sendo uma informação importante para entender a evolução do gineceu na família.

A quantidade de óvulos pode variar (Tabela 3), e são organizados em duas fileiras no lóculo (às vezes aparecendo entre as margens fusionadas) (Boke, 1963; 1966). O óvulo é anfítropo, bitegumentado e crassinucleado, com funículo curto (Rosa e Souza, 2003). Os feixes vasculares que irrigam os óvulos têm origem no anel vascular abaixo do ovário (Boke, 1963), também podendo ter origem dos feixes carpelares ventrais (Boke, 1968).

Após a polinização nas flores de *P. pititache* tende a afundar no receptáculo floral, fazendo com que o gineceu pareça inferior (Boke, 1963).

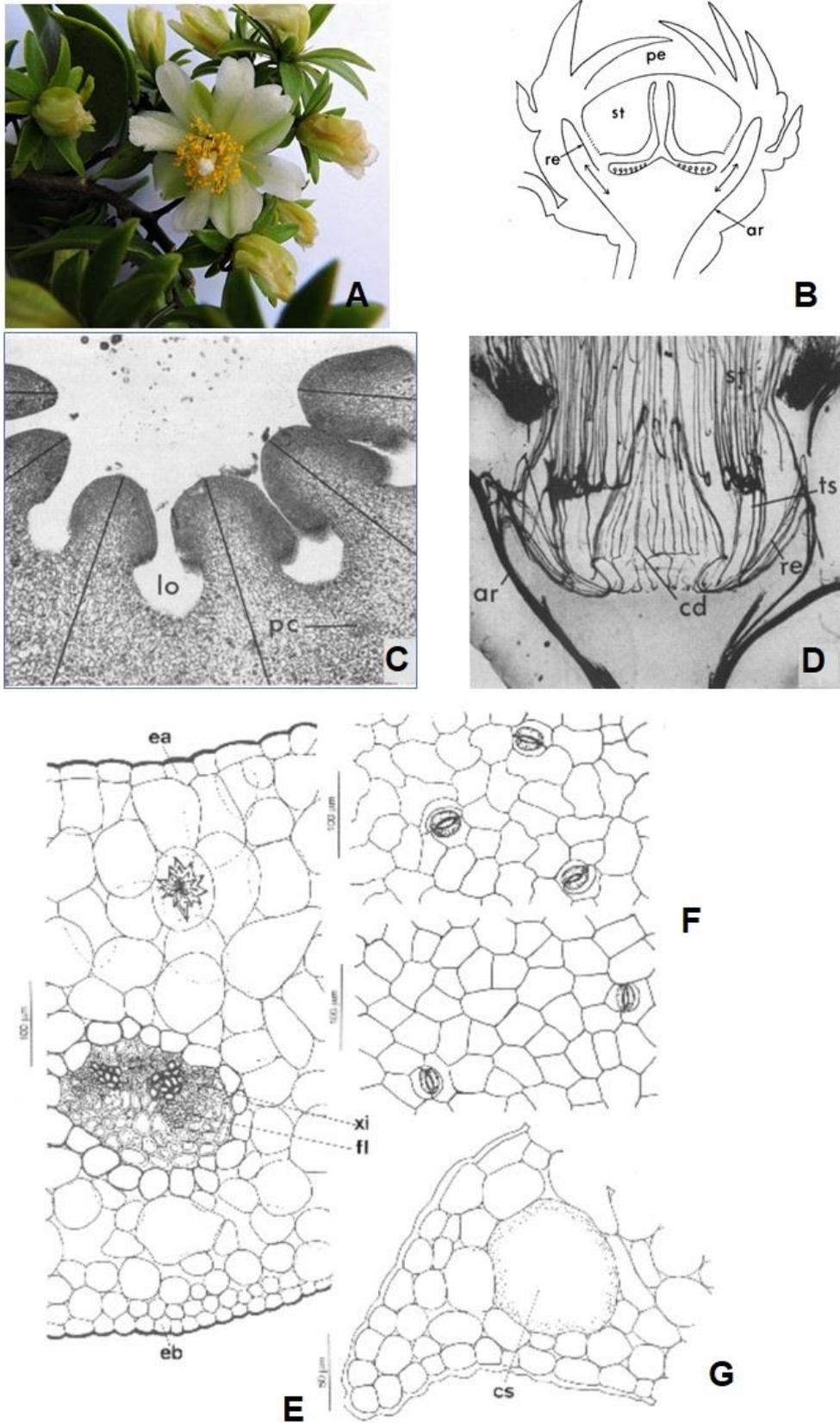


Figura 1 - Morfologia e anatomia da flor de Pereskioideae – A, D-G: *Pereskia aculeata*. B-C: *P. pititache*. A: Vista geral da flor. B: Diagrama floral. C: Transecção do gineceu com placentas em U. D: Sistema vascular. E, F e G: Anatomia da bractéola. Fontes: A: Herbário UNIRIO Disponível em: [<http://www.unirio.br/ccbs/libio/herbariohuni/pereskia-aculeata-mill>]. B-D: Boke (1963, 1966). E, F, G: Rosa e Souza (2003).

4.1.3. Maihuenioideae

Existe pouca informação na literatura a respeito dos órgãos reprodutivos de *Maihuenia*. Segundo Buxbaum (1953), o gineceu de Maihuenioideae é semelhante ao de *Pereskia*. Como em *Pereskia sacharosa* os óvulos surgem nos cantos do ovário, com este sendo semelhante ao de *Pereskia*, mal fundido pelas paredes laterais do carpelo na região basal.

4.1.4. Opuntioideae

As características florais dessa importante sub-família, serão apresentados de acordo com os trabalhos de Fuentes-Pérez et al. (2009) e Cota-Sanchez et al. (2013):

Opuntioideae apresenta suas flores em formato campanulado, tamanho variado (Tabela 1) e simetria actinomorfa (Cota-Sánchez et al., 2013) (Fig. 2 A-B). Em algumas espécies, o pericarpelo pode apresentar brácteas que possuem nectários extranupciais (Cota-Sanchez et al., 2013), com outras espécies de *Opuntia* apresentando brácteas de epiderme simples não secretoras (Fuentes-Pérez et al., 2009). Espécies estudadas por Fuentes-Pérez et al. (2009) possuíam a epiderme das tépalas externas papilosa, com drusas obstruindo o lúmen celular da epiderme, e as epidermes abaxial e adaxial das peças do perianto possuem características semelhantes e feixes vasculares colaterais. O nectário no gênero *Opuntia*, é do tipo hipantial e rico em tecidos vasculares (Fig. 2 C) (Fuentes-Pérez et al., 2009; Cota-Sánchez et al., 2013).

O androceu é composto por numerosos estames (Tabela 1), que em algumas espécies como em *O. polyacantha*, podem ser tigmonásticos (Cota-Sánchez et al., 2013). O pólen pode ser encontrado em maior quantidade em anteras mais basais da flor (Cota-Sánchez et al., 2013). Os filetes do androceu podem possuir anatomias diversas, dependendo da espécie a ser estudada: podem apresentar uma camada contínua e grossa com papilas unicelulares, com dobras longitudinais ao redor da

papila, distribuídas, cutícula grossa revestindo a epiderme e apresentando curvas nas camadas internas de células (Fig. 2D) (Cota-Sanchez et al., 2013) ou podem possuir epidermes simples, com cutícula lisa ou estriada (Fuentes-Pérez, 2009). As anteras são tetraesporangiadas, com epiderme simples papilosa e com o tecido do conectivo sendo rico em drusas e com cada filete sendo fornecido por um feixe vascular anficrival (Fig.2E) (Fuentes-Pérez, 2009).

A coluna (região localizada entre o teto do ovário e base do tubo floral) é constituída por células parenquimatosas repletas de mucilagem e drusas (Fuentes-Pérez, 2009). O gineceu possui um ovário ínfero, lóculos em formato de elíptico a ovalados e apresentando epiderme lisa ou rugosa, com o parênquima adjacente à epiderme em algumas espécies possuindo taninos, drusas e grãos de amido (Fuentes-Pérez, 2009). O estigma possui uma forma obclaviforme, e com a cavidade estilar aberta, papilosa e completamente obstruída por taninos, com a epiderme dos lóbulos do estigma também podendo apresentar drusas e taninos (Buxbaum, 1953; Fuentes-Pérez 2009). O gineceu é irrigado por feixes vasculares anficrivais (Fig. 2G). As características do estilete em *Opuntia* são semelhantes às encontradas em *Pereskia* (Boke 1964, 1966, 1968) (Fig.2 F). Os óvulos são campilótrofos, bitegmentados e crassinucleados, com algumas espécies apresentando taninos no funículo (Fig. 2H) (Fuentes-Pérez, 2009).

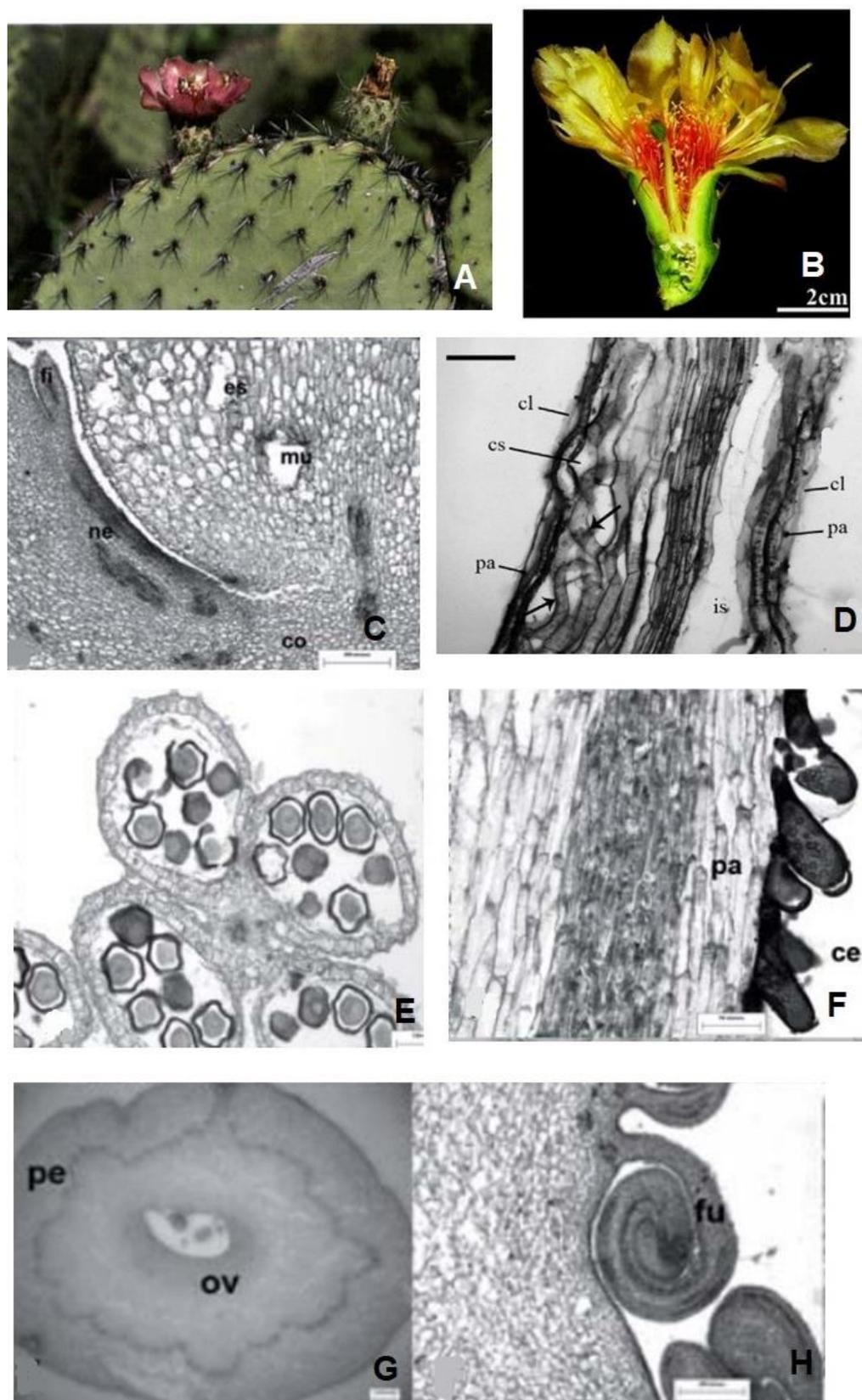


Figura 2 – Morfologia e anatomia das flores de *Opuntia* – A: *Opuntia pilifera*. B, D: *O. polyacantha*. C, E: *O. cantabrigiensis*. F, H: *O. decumbens*. G: *O. pubescens*. A: Visão geral da flor B: Corte longitudinal. C: Anatomia do Nectário. D: Anatomia do filete. E: Anatomia da antera

de *O. Cantabrigiensis*. F: Anatomia do estilete. G: Ovário. H: Óvulo campilótopo. Fontes: A: Anderson (2001) p.512. B, D: Cota-Sánchez et al. (2013). C,E-H: Fuentes-Pérez et al. (2009).

4.1.5. Cactoideae

Por ser a subfamília com o maior número de espécies, grande parte dos trabalhos revisados foram referentes a Cactoideae e são importantes para entender a diversidade morfológica de Cactaceae. Contudo, apesar disso o número de trabalhos não foi proporcional entre as tribos, com Blossfeldiae, Cacteeae, Fraileeae e Notocacteeae apresentando apenas um trabalho cada, Cereeae, Trichocereeeae e Pachycereeeae apresentando mais de três, e para Lymanbensoniae não foi encontrado nenhum trabalho.

A tribo Blossfeldiae possui poucos estudos focados em sua morfologia floral, com os trabalhos encontrados sendo sobre uma morfologia do cacto como um todo. Barthlott e Porembski (1996) descreveram a flor como campanulada, com 1 cm de diâmetro, de coloração branco amarelada (Fig. 3A), com Anderson (2001) sugerindo que a flor seja capaz de autopolinização.

Cacteeae, assim como Blossfeldiae, possui poucos estudos que focaram em sua morfologia floral, com trabalho de Grant e Grant (1979) que descreveu a morfologia básica da flor, entretanto, o foco do trabalho era polinização. Os autores descrevem a flor de *Ferocactus wislizenii*, como campanulada, com 5 cm de diâmetro, com a coloração variando de vermelho a amarelo, apresentando simetria actinomorfa, numerosos estames, com os lobos do estigma ficando acima do nível das anteras (Fig. 3B-C). Buxbaum (1953), sobre o gênero *Mammillaria* descreve tubo do perianto semelhante ao de *Schlumbergera*, com o pericarpelo nu, e às vezes apresentando escamas e aréolas com cerdas e o nectário do tipo sulco.

A tribo Fraileeae possui poucos trabalhos detalhando a sua morfologia floral, com o encontrado realizando uma descrição morfológica geral da tribo. Possui flores actinomórficas, de cor amarelada, com o receptáculo amarelo esverdeado (Fig.3 F) (Chéron, 2016).

Existem poucos trabalhos detalhando a morfologia floral de espécies da tribo Notocacteeae. No trabalho de Machado et al. (2008), os autores descrevem a flor de *Parodia gaucha* como sendo funicular, com 4 cm de altura por 5 de diâmetro e com

as cores do tubo floral interno sendo vermelho arroxeados a amarelo e com o perianto amarelo. O pericarpelo possui brácteas que subtendem as aréolas que podem carregar pelos e cerdas de até 2 cm. O androceu é composto por centenas de estames sensitivos ao toque, com filamentos de 0.7 cm, que variam do vermelho arroxeados a amarelos. O gineceu apresenta ovário ínfero, com um estilete amarelo de 1.6 cm x 0.2 cm, com 10 a 12 lobos estigmáticos salientes e vermelhos escuros (Fig. 3D-E).

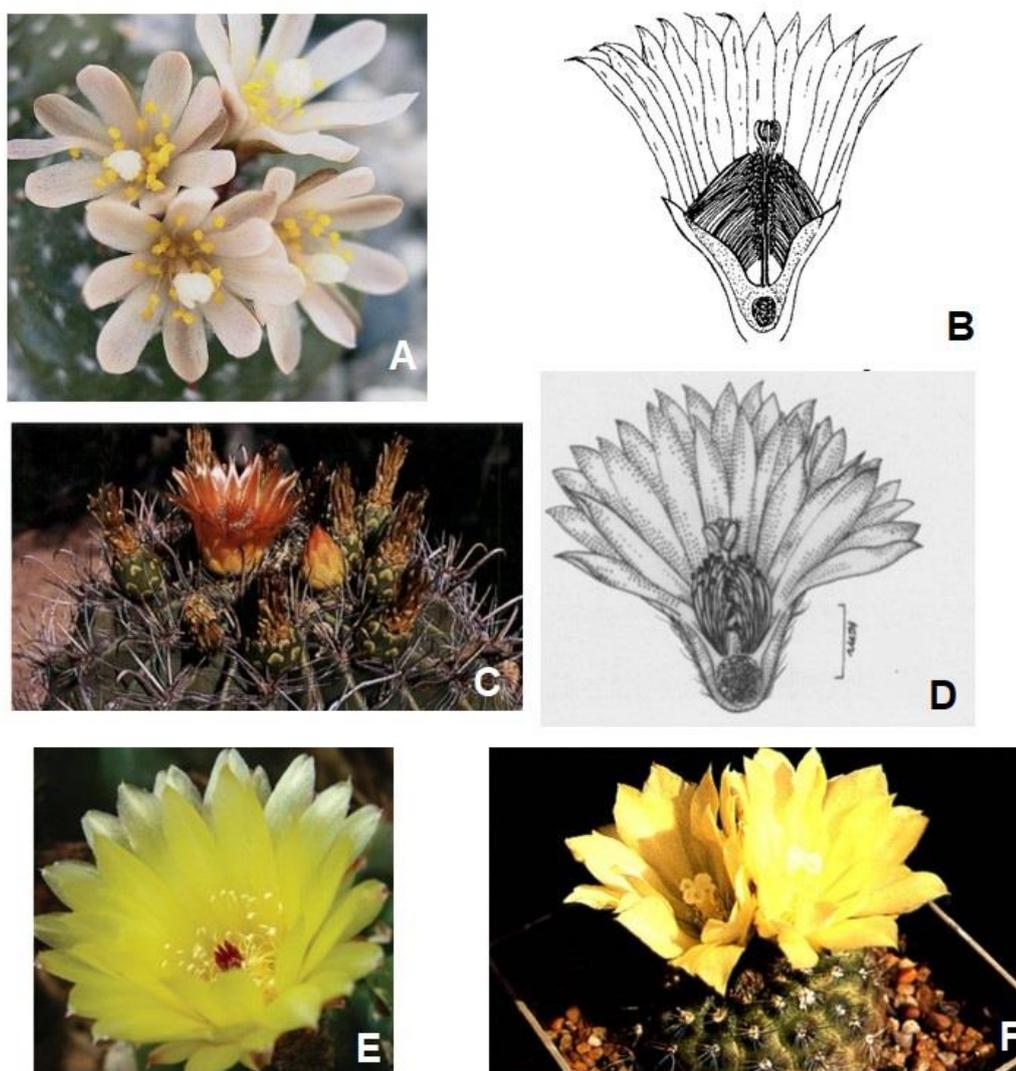


Figura 3 - Flores de Cactoideae – A: Blossfeldieae. B-C: Cacteeae. D,E: Notocacteeae. F: Fraileeae. A: *Blossfeldia*. B-C: (B) Diagrama floral e (C) Flor de *Ferocactus wislizenii*. D-E: (D) Diagrama floral e (F) Flor de *Parodia gaucha*. F: *Frailea schilinzkyana*. Fontes: A: Humphrey (2018). B: Grant e Grant (1979). C, F: Anderson (2001) pp. 336, 341. D: Machado et al. (2008). E: Carneiro et al. (2016) p.144.

A tribo Cereeae se diferencia das outras por possuir um cefálio nas zonas reprodutivas, onde as flores e frutos se desenvolvem e ficam protegidos, as vezes

mais de dois terços da flor ficam dentro do cefálio (Fig.4 D-F) (Taylor, 1991). O formato das flores varia de tubular (Zappi e Taylor, 2011; Gomes et al., 2014; Martins et al., 2020) a infundibuliforme (Nassar e Ramírez, 2004), com a altura e o diâmetro variando de pequeno a grande (Tabela 1). As flores apresentam coloração branca (Martins et al., 2020) magenta e vermelha, com simetria actinomorfa (Taylor, 1991; Nassar e Ramírez, 2004; Zappi e Taylor, 2011; Gomes et al., 2014; Martins et al., 2020), embora algumas espécies apresentam flores levemente zigomorfas (Zappi e Taylor, 2011). O pericarpelo costuma ser nu, variando de tamanho (Tabela 1), com a transição entre brácteas e os segmentos do perianto sendo gradual (Buxbaum, 1953). O tipo de nectário é do tipo câmara nectarífera (Nassar e Ramírez, 2004; Zappi e Taylor, 2011; Gomes et al., 2014; Taylor et al., 2014), que pode variar de tamanho conforme a espécie (Fig.4) (Tabela 1).

O androceu de Cereeae é composto por numerosos estames (Tabela 1), brancos, com diminutas anteras que cercam o estilete e estão inseridos acima da câmara nectarífera (Zappi e Taylor, 2011). O pólen é amarelo, com cada flor produzindo mais de 150 mil grãos de pólen (Nassar e Ramírez, 2004), e com algumas espécies disponibilizando-o até duas horas antes da antese (Gomes et al., 2014).

O gineceu é composto por um ovário ínfero (Nassar e Ramírez, 2004), estilete branco e estigma multilobado, com o número de lobos do estigma variando (Tabela 1) também brancos (Taylor et al., 2014). O número de óvulos produzidos por flor também varia muito na tribo (Tabela 1).

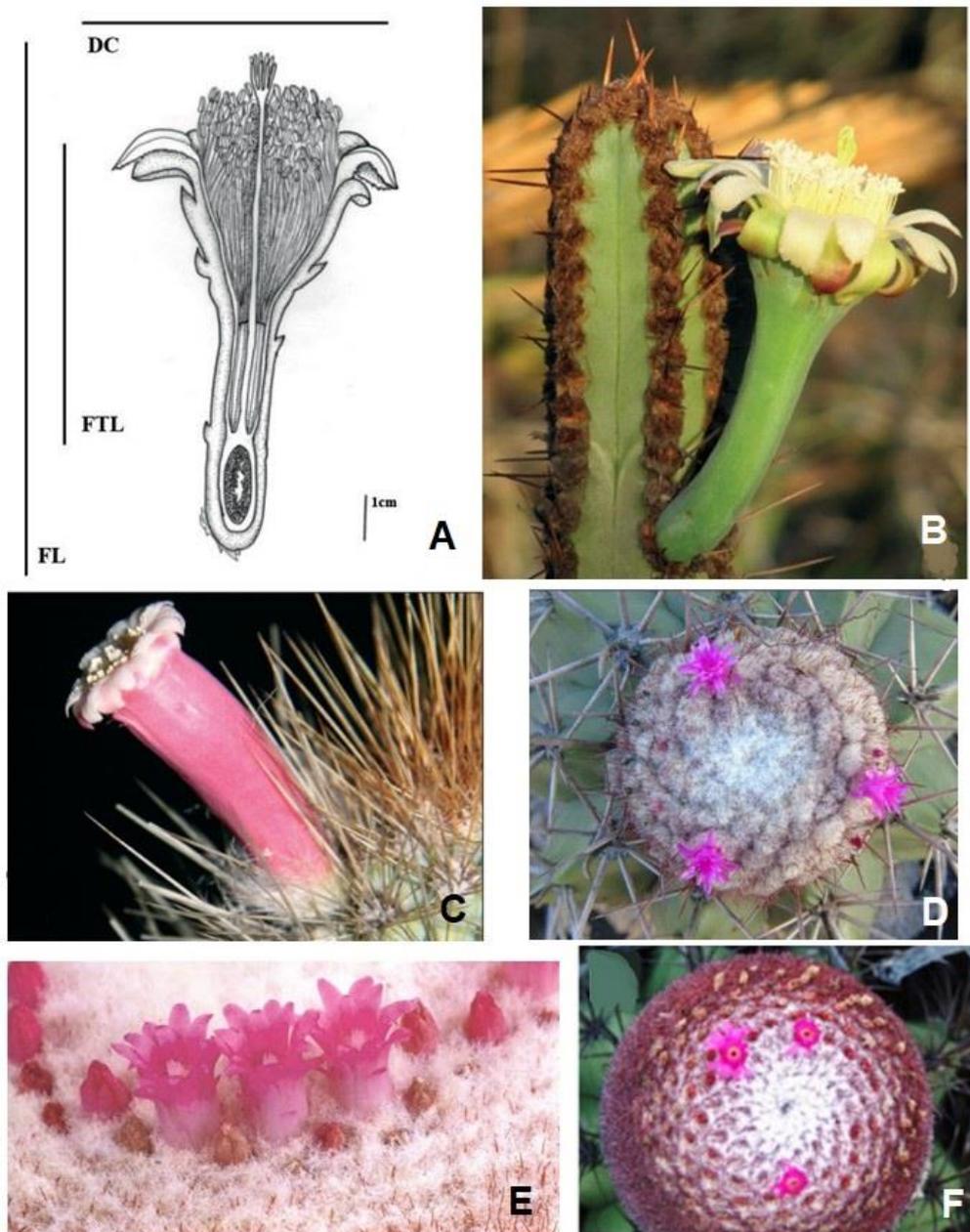


Figura 4 - Morfologia da flor de Cereaceae – A-B: *Cipocereus crassisepalus*. C: *Pilosocereus* subg. *Gounellea*, *P. frewenii*. D: *Melocactus sergipensis*. E: *M. bellavistensis*. F: *M. ernestii*. A: Diagrama floral. B – F: Vista geral das flores. Fontes: A-B: Martins et al. (2020). C: Zappi e Taylor (2011). D: Taylor et al. (2014). E: Taylor (1991) p. 68. F: Gomes et al. (2014)

A tribo Hylocereeae possui algumas das maiores flores em Cactaceae. O formato das flores pode variar de salverforme a infundibuliforme, bem como a altura e o diâmetro da flor (Tabela 1) (Barthlott et al., 1997; Almeida et al., 2010; 2013). A cor varia de branco a vermelho (sumarizado em Almeida et al., 2013), com algumas espécies refletindo luz ultravioleta (Barthlott et al., 1997), e com a maioria das espécies apresentando simetria actinomorfa, algumas vezes apresentando leve zigomorfia (Fig.5A, B) (Almeida et al., 2013). O pericarpelo de algumas espécies pode

ter brácteas, bractéolas e/ou espinhos com cerdas (Fig.5C) (Barthlott et al., 1997; Almeida et al., 2010; 2013). A anatomia do pericarpelo de *Epiphyllum phyllanthus* mostra uma epiderme unisseriada glabra, com estômatos paralelocíticos e com um tecido parenquimatoso cheio de grãos de amido, parênquima com idioblastos portando cristais e feixes vasculares (Fig.5 G,H) (Almeida et al., 2010). O nectário floral de Hylocereeae é do tipo câmara nectarífera e pode ser do subtipo aberto ou difuso, e a secreção do néctar ocorre através de tricomas e estômatos (Fig.5D,E) (Almeida et al., 2010; 2013).

O androceu é composto por numerosos estames organizados em séries primárias e secundárias (sumarizado em Almeida et al., 2013), com filamentos brancos, sendo fornecidos por feixes vasculares anficrivais concêntricos centrais, região do conectivo sendo composta por tecido colenquimático e feixe vascular e anteras marrons tetraesporangiadas bitecas com deiscência longitudinal em *E. phyllanthus* (Fig.5F) (Almeida et al., 2010). O pólen descrito por Barthlott et al. (1997) em *Selenicereus witii*, é hexocolpado, com exina tectada, espinulosa e anulopuntada.

Conforme descrito por Almeida et al., (2010), a coluna de *E. phyllanthus* é composta por parênquima, cavidades secretoras e feixes vasculares, que rodeiam o tecido transmissor e cobrindo o teto do ovário. O gineceu é sincárpico, multicarpelar, composto por um ovário ínfero de placentação parietal. Os óvulos são circinotropos, bitegmentados, crassinucleados, com funículo grande e vascularizado por um feixe vascular, possuindo tricomas em sua epiderme (Fig.5I). A epiderme interna do ovário é papilosa, e as camadas do ovário são ricas em idioblastos amilíferos e conteúdo fenólico (Fig.5L). O estilete é longo, com tecido transmissor sólido (Fig.5J), não aberto como em *Opuntia* (Fuente-Peres et al., 2009), possui estômatos na epiderme externa e feixes vasculares colaterais. O estigma é multilobado com tricomas na superfície receptiva de grãos de pólen (Almeida et al., 2010) (Fig.5K) (Tabela 1).

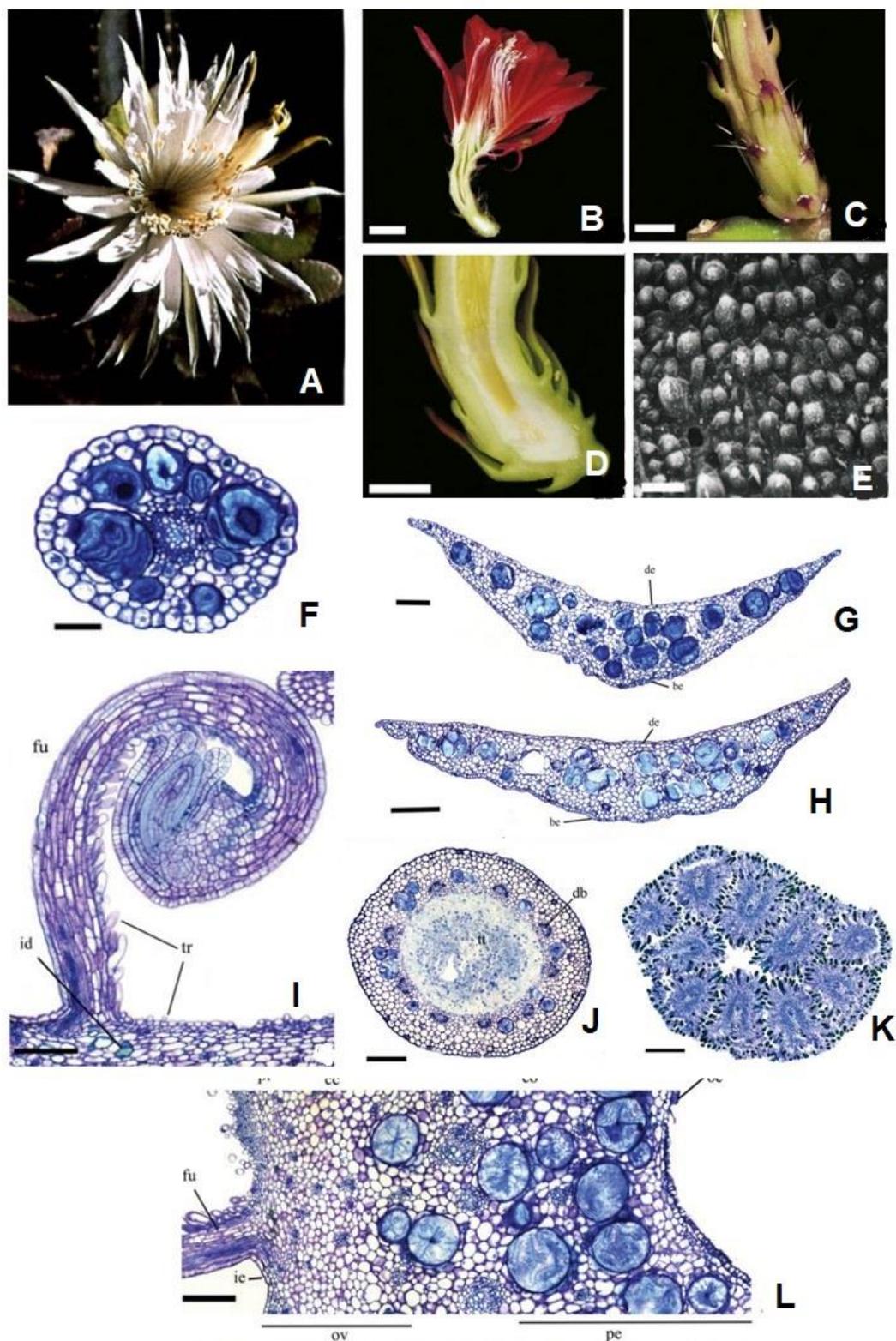


Figura 5 - Morfologia e anatomia floral em Hylocereeae – A: *Selenicereus witii*. B: *Disocactus ackermannii*. C: *Hylocereus setaceus*. D: *H. undatus*. E: *Epiphyllum oxypetalum*. F-L: *E. phyllanthus*. A: Visão geral da Flor. B: Corte longitudinal da flor. C: Pericarpelo. D: Nectário câmara nectarífera. E: Anatomia do nectário. F-L: Anatomia de (F) Filete, (G) Bractéola, (H) Perianto, (I) Óvulo, circinótopo, (J) Estilete, (K) Estigma e (L) Ovário. Fontes: A: Anderson (2001),p. 637. B-L: Almeida et al., 2010 (F-L), 2013 (B-E).

A tribo Rhipsalideae possui diversos tipos morfológicos de flores, com o formato variando de tigela, campânula e discóide, com o gênero *Schlumbergera* sendo o único a apresentar uma flor de formato tubular (sumarizado em Almeida et al., 2013). As flores podem ser pequenas ou relativamente grandes (Tabela 1), variando em altura e diâmetro. As cores variam de branco (Almeida et al., 2012; 2013 e Santos e Almeida, 2019) a vermelho arroxeadado (Almeida et al., 2013). A simetria da maioria dos gêneros é actinomorfa, com exceção de *Schlumbergera*, que é zigomorfa (Almeida et al., 2013). O pericarpelo de Rhipsalideae geralmente é nu (Buxbaum, 1953; Almeida et al., 2013), e em algumas espécies como em *Rhipsalis teres*, o tubo floral é reduzido (Fig.6A-C) (Santos e Almeida, 2019).

A maioria das espécies em Rhipsalideae possui nectários do tipo anelar ou do tipo sulcado, com *Schlumbergera* possuindo nectários do tipo sulcado fechado, com néctar sendo secretado por estômatos em todas as espécies, como observado nas Figuras 6 D-H (Almeida et al., 2012; 2013 e Santos e Almeida, 2019). *Rhipsalis teres* é uma das espécies que possui nectário extrafloral bracteolar, em formato de garra (Fig.6 I), que não secreta néctar por estômatos (Almeida et al., 2012), e o nectário floral não apresenta tricomas, apenas estômatos na epiderme, o parênquima nectarífero é cercado por feixes vasculares colaterais abundantes em floema (Santos e Almeida, 2019).

O androceu é formado por poucos estames (*R. teres* por exemplo, contém 15 estames (Fig.6 L) (Santos e Almeida, 2019). A classificação de estames primários e secundários é importante apenas para o gênero *Schlumbergera* (Almeida et al., 2013).

O gineceu em *Rhipsalis* também é composto por ovário ínfero (Fig.6J), com estilete e estigma trilobados (Buxbaum, 1953; Santos e Almeida, 2019), com os lobos cobertos por papilas (Buxbaum, 1953). Em *Schlumbergera*, as papilas preenchem a cavidade estilar e os lobos do estigma, se estendendo até a cavidade do ovário (Buxbaum, 1953).

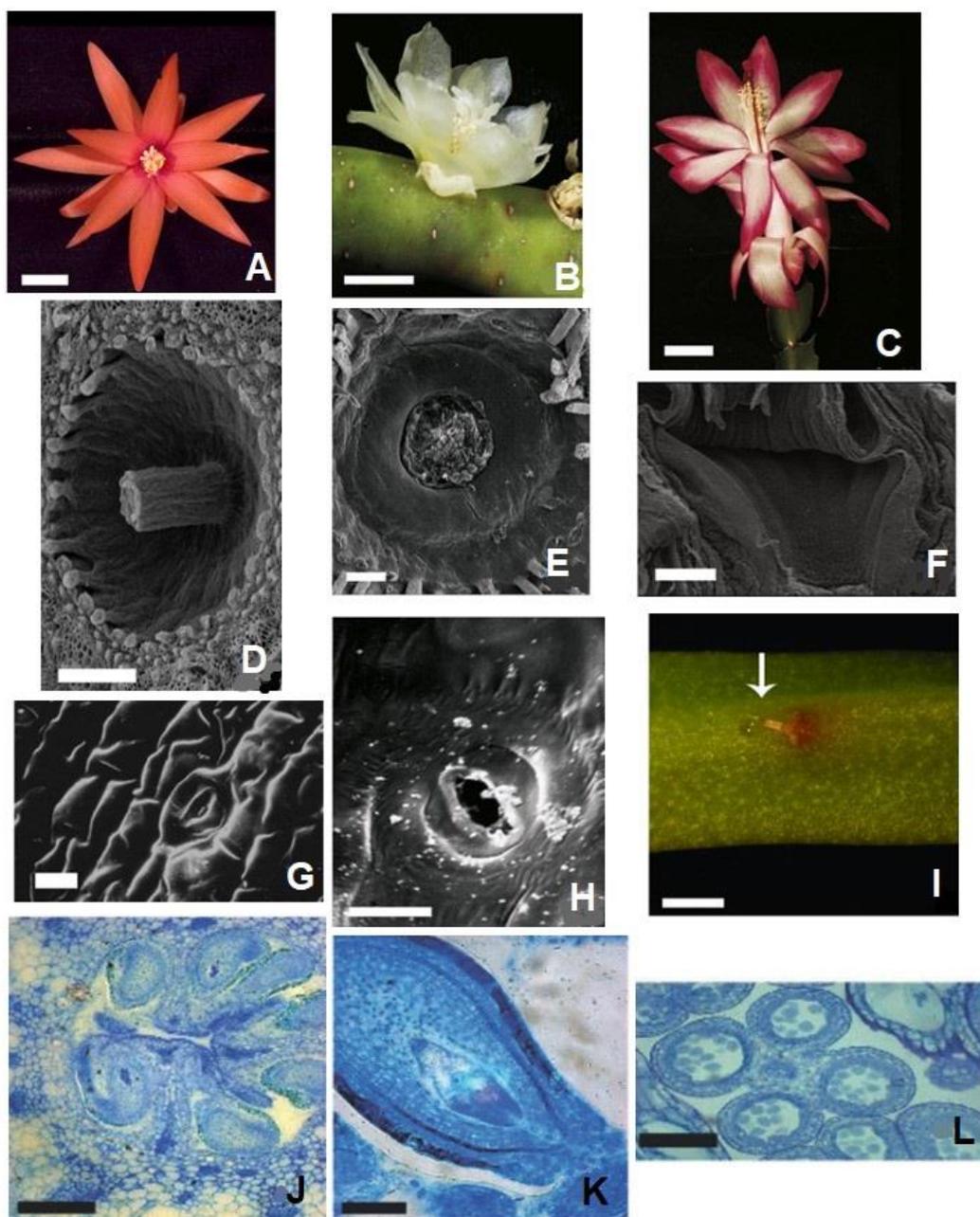


Figura 6 – Morfologia e Anatomia de Rhipsalideae – A, D, G: *Hatiora gaertneri*. B, E, H: *Rhipsalis neves-armondii*. C, F: *Schlumbergera truncata*. I-L: *R. teres*. A-C: Visão geral da flor. D: Nectário sulcado. E: Nectário em anel. F: Nectário sulcado fechado G-H: Estômato no tecido nectarífero. I: Nectário bracteolar. J: Anatomia do ovário. K: Óvulo Anátropo-campilótropo. L: Antera. Fontes: A-I: Almeida et al. (I) 2012, (A-H) 2013. J-L: Santos e Almeida (2019).

Foi encontrado maior número de trabalhos referentes à tribo Trichocereae. A maioria das flores da tribo possui formato infundibuliforme (Kiesling,1978; Sahley, 1996; Calderón et al.,2007), e algumas com formato campanulado (Fernández et al., 2020). Grande parte das flores são actinomorfas (Kiesling,1978; Calderón et al.,2007; Fernández et al., 2020) com algumas apresentando leve zigomorfia (Kiesling,1978 e

Calderón et al., 2007). O tamanho das flores difere muito entre as espécies (Tabela 1). Podem apresentar coloração branca (Kiesling, 1978; Sahley, 1996; De Viana et al., 2001; Calderón et al., 2007; Ortega-Baes et al., 2010; Fernández et al., 2020) a amareladas a avermelhadas e rosadas (Fig.7 D-F) (Kiesling, 1978; Sahley, 1996; Calderón et al., 2007; Fernández et al., 2020).

O pericarpelo carrega brácteas, que nas axilas possuem tricomas, espinhos, pêlos e/ou cerdas, como pode ser visto nas Figuras 7A e 7D (Kiesling, 1978; Calderón et al., 2007; Fernández et al., 2020). A epiderme das brácteas possui cutícula grossa, com poucos estômatos na superfície abaxial e são irrigadas por feixes vasculares colaterais na superfície adaxial (Fig.7H) (Fernández et al., 2020). As tépalas das flores se diferenciam pelo tamanho, espessura e cor, com feixes colaterais delgados, acompanhados de dutos secretores e idioblastos (Fig.7I) (Fernández et al., 2020).

O nectário encontrado em Trichocereae é do tipo câmara nectarífera (Kiesling, 1978; Calderón et al., 2007; Ortega-Baes et al., 2010; Fernández et al., 2020) podendo ser do subtipo tubular (Calderón et al., 2007) ou difusa (Kiesling, 1978).

O androceu é composto por numerosos estames (Tabela 1), que podem estar arranjados em séries (Kiesling, 1978; De Viana et al., 2001; Ortega-Baes et al., 2010; Fernández et al., 2020) ou não (Calderón et al., 2007), com anteras bitecas e basifixas (Kiesling, 1978 e Fernández et al., 2020). O pólen é tricolpado, esferoidal e puntitegilado, com espinhos e perfurações sendo presentes pelo grão (Kiesling, 1978).

O gineceu de Trichocereae possui um ovário ínfero multicarpelar (Fernández et al., 2020) uniloculado com placentação parietal (Kiesling, 1978; Fernández et al., 2020), com o ovário medindo 7.02 x 7.4mm (Sahley, 1996), com o hipanto e a parede do ovário parecendo estar fortemente fusionados (Fig.7K) (Fernández et al., 2020). O estilete possui um canal estilar por todo o comprimento e pode ser obstruído por papilas (Buxbaum, 1953; Kiesling, 1978; Fernández et al., 2020), possuindo tecido transmissor e sendo innervado por feixes vasculares anficrivais (Fig.7G) (Fernández et al., 2020). O estigma é multilobado (Tabela 1). Os lobos do estigma podem ser exercidos ou incluídos (Calderón et al., 2007), e muito papilosos (Kiesling, 1978 e Fernández et al., 2020). Os óvulos são numerosos (Tabela 1), podendo ser anfitropos (Kiesling, 1978) ou circinótopos, são bitegmentados, crassinucleados, e arranjados em buquês (Fig.7J, L) (Fernández et al., 2020).

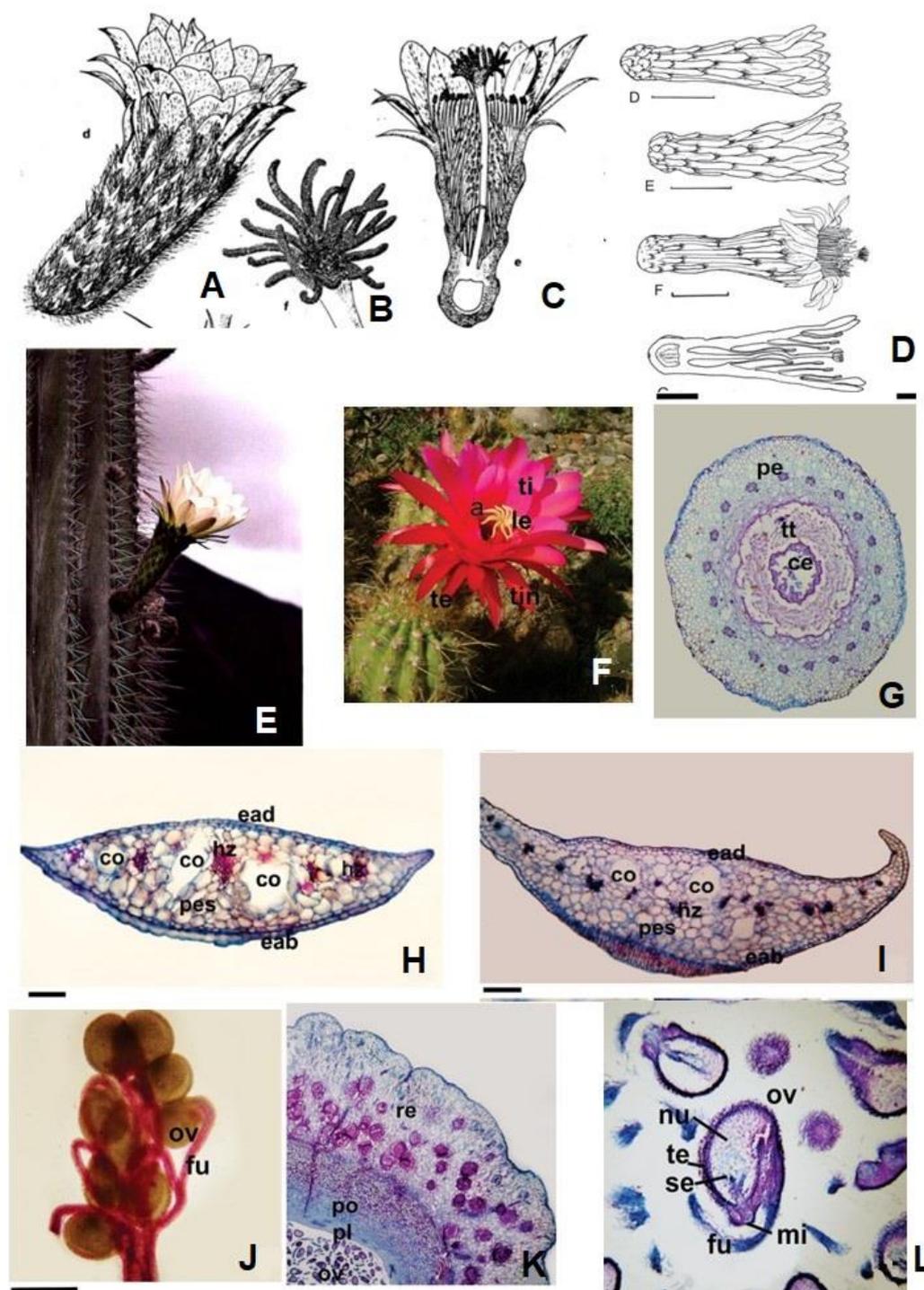


Figura 7 – Morfologia e Anatomia de Trichocereae – A-C: *Trichocereus huascha*. D: *Haageocereus acranthus*. E: *Echinopsis terscheckii*. F, J: *T. pseudocandicans*. G – I, K-L: *T. candicans*. A: Diagrama floral. B) Diagrama do estigma. C: Diagrama do corte lateral. D: Diagrama floral. E- F: Flor. F, J: Vista geral da flor. Anatomia: G: Estilete. H: Bráctea. I: Tépala interna J: Ramificação de óvulos. K: Ovário. L: Óvulo Circinótroto. Fontes: A-C: Kiesling (1978) p. 298. D: Calderón et al. (2007). E: Anderson (2001) pp.283, 367. G-L: Fernández et al. (2020).

A tribo Pachycereeae possuem flores que variam do formato campanulada (Grant e Grant, 1979 e Villalpando-Martínez et al., 2020) e infundibuliforme

(Villalpando-Martínez et al. 2020). Seu tamanho pode variar (Tabela 1) e suas cores variam de laranja a magenta forte com a simetria actinomorfa (Fig.8ADE) (Grant e Grant, 1979 e Villalpando-Martínez et al., 2020). Células do perianto são ricas em mucilagem e vascularizadas por feixes colaterais (Fig.8F) (Villalpando-Martínez et al., 2020). O pericarpelo tende a carregar brácteas e aréolas, que contém espinhos e/ou tricomas (Fig.8AC). O nectário é do tipo câmara nectarífera aberta e o néctar é secretado por estômatos (Fig.8HI) (Villalpando-Martínez et al., 2020). O pericarpelo é vascularizado por feixes vasculares colaterais e formam um anel (Villalpando-Martínez et al., 2020)

O androceu de Pachycereeae é composto por numerosos estames poliandros, organizados em camadas, com anteras bitecas, tetraesporangiada e basifixas, que podem variar na cor e que são inervados por um feixe vascular anficrival (Fig.8G) (Villalpando-Martínez et al., 2020). O pólen é amarelo (Grant e Grant, 1979), tricolpados e com espículas e perfurações na exina (Villalpando-Martínez et al., 2020). A coluna apresenta células com mucilagem e sua espessura varia de espécie para espécie (Villalpando-Martínez et al., 2020).

O gineceu de algumas espécies é sincárpico, com um ovário ínfero, placentação parietal e unilocular, com o estigma multilobado (Tabela 1), com o canal estilar obstruído por taninos, com epiderme papilosa (Fig.8 JLM) (Villalpando-Martínez et al., 2020). Gineceu é fornecido por feixes vasculares anficrivais e os óvulos são campilótopos, bitegmentados, crassinucleados com um longo funículo (Fig.8K) (Villalpando-Martínez et al., 2020)

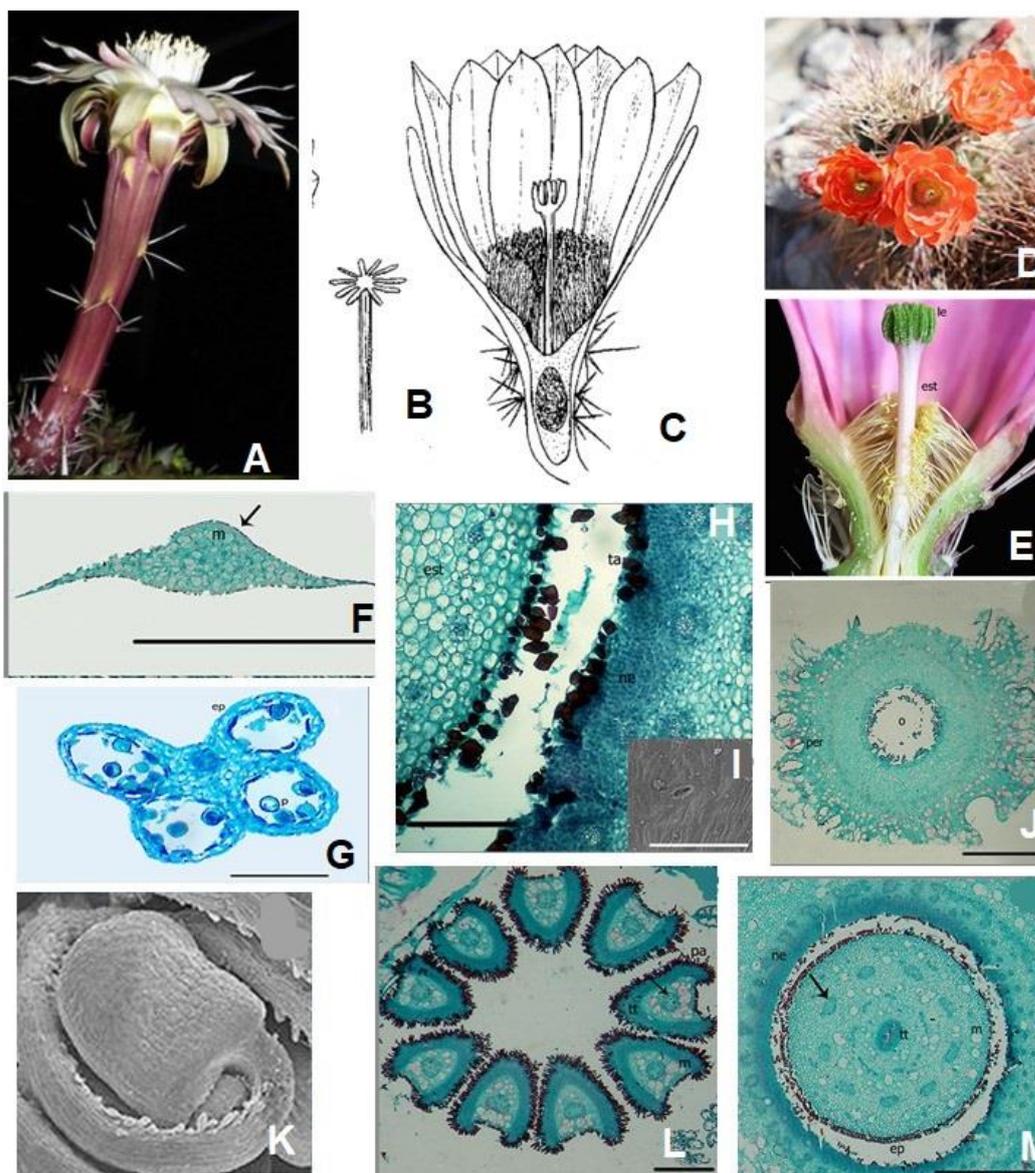


Figura 8 – Morfologia e anatomia de Pachycereeae – A: *Stenocereus eruca*. B-C: *Echinocereus fasciculatus*. D, I: *E. coccineus*. E-H, J-M: *E. stramineus*. A: Vista lateral da flor. B: Diagrama do Estigma. C: Diagrama Floral. D: Visão geral da flor. E: Corte longitudinal. Anatomia: F: Tépalas interna, G: Antera, H: Nectário, I: Estômato no nectário, J: Ovário, K: Óvulo campilótropo, L: Estigma e M: Estilete. Fontes: A: Flickr. Disponível em: [https://www.flickr.com/photos/succulents_love/27378121653/in/photostream/lightbox/]. B-C: Grant e Grant (1979), D-M: Villalpando-Martinez et al. (2020).

4.2. Biologia Reprodutiva

Dentre os trabalhos consultados sobre a biologia reprodutiva de Cactaceae, os principais polinizadores/visitantes florais encontrados foram espécies de abelhas, lepidópteros, pássaros e morcegos (Fig.9) (Tabela 1).

As espécies de Opuntioideae apresentam protandria, com antese diurna (Cota-Sanchez et al., 2013). Blossfeldieae é capaz de autopolinização (Anderson, 2001). Espécies de Cacteeae apresentam hercogamia e são protândricas, com antese diurna (Grant e Grant, 1979). Espécies de Cereeeae podem ser tanto auto compatíveis (Taylor, 1991; Nassar e Ramírez, 2004; Gomes, Quirino e Machado, 2014) quanto xenogâmicas (necessidade de polinização cruzada) (Taylor, 1991; Gomes, Quirino e Machado, 2014; Martins et al., 2019), com algumas espécies apresentando hercogamia (Nassar e Ramírez, 2004) e outras sejam cleistogâmicas (flores não se abrem e se reproduzem apenas por auto fertilização) (Taylor, 1991), e podendo apresentar tanto antese diurna (Taylor, 1991; Nassar e Ramírez, 2004; Gomes et al., 2014) quanto noturna (Zappi e Taylor, 2011 e Martins et al., 2019).

Notocacteeae pode abrir suas flores durante vários dias, durante o período diurno (Machado et al., 2008). Hylocereeeae possui boa parte das espécies com antese noturna (Barthlott et al., 1997; Almeida et al., 2010; 2013), com muitas durando apenas uma noite (Barthlott et al., 1997 e Almeida et al., 2010). Rhipsalideae possui a maioria das espécies com antese diurna, podendo durar mais de um dia (Almeida et al., 2012; 2013; Santos e Almeida, 2019). Trichocereeeae possui espécies cujas anteses podem durar mais de um dia (Kiesling, 1978 e De Viana et al., 2001), com anteses noturnas (Kiesling, 1978; Calderón et al., 2007; Ortega-Baes et al., 2010) e diurnas (Kiesling, 1978 e Sahley, 1996), podem ser autocompatíveis (Sahley, 1996) ou autoincompatíveis (Ortega-Baes et al., 2010). Pachycereeeae apresentam espécies não autogâmicas, autoincompatíveis, protândricas (Grant e Grant, 1979 e Clark-Tapia e Molina-Freaner, 2004) e dióicas (Villalpando-Martínez et al., 2020), com anteses podendo ser noturnas ou diurnas.

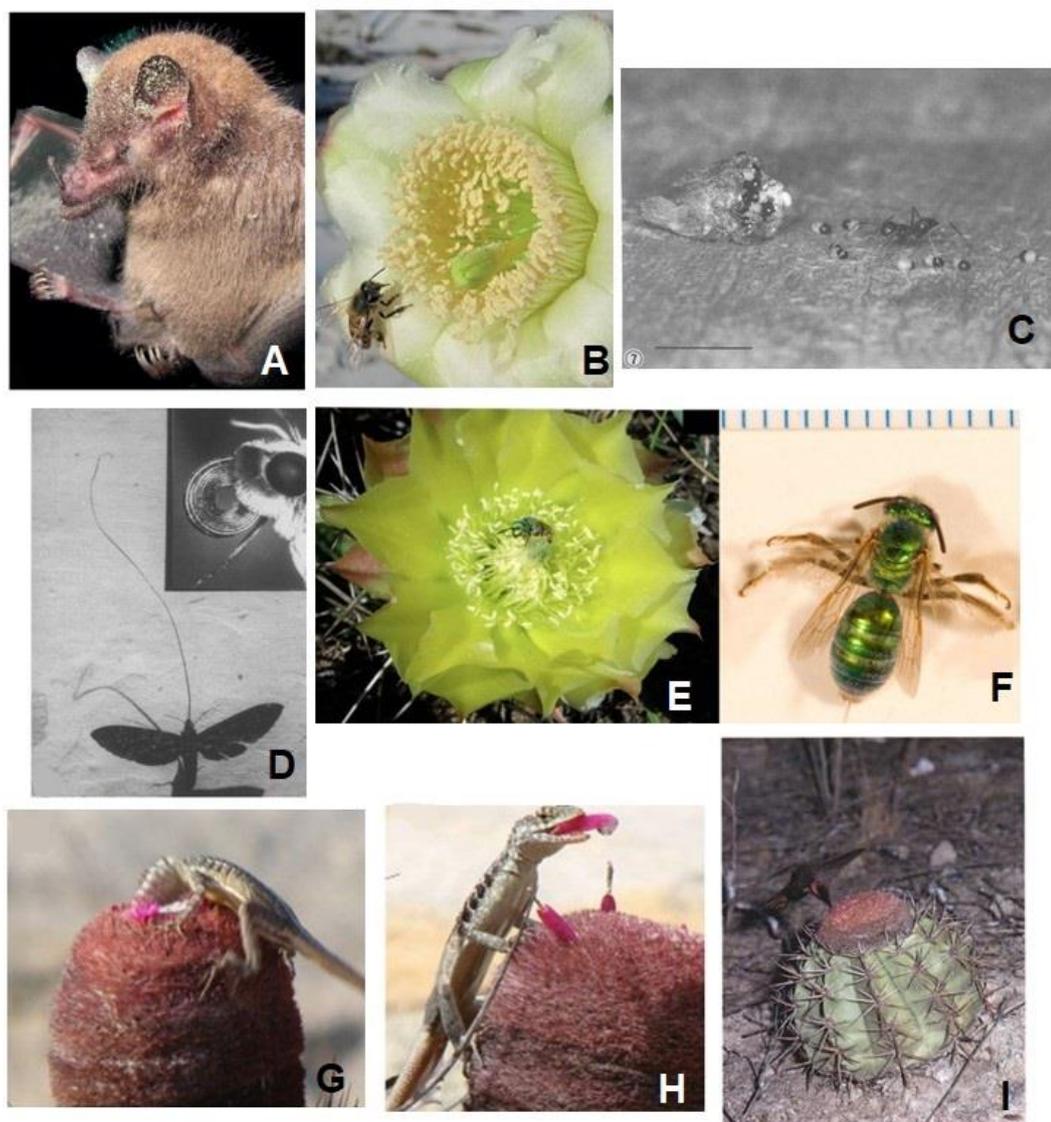


Figura 9 - Polinizadores, visitantes florais e dispersores de Cactaceae – A-B: Morcego *Anoura caudifer* (A) e *Apis mellifera* (B) polinizando *Cipocereus crassisepalus*. C: Formigas dispersam sementes de *Blossfeldia liliputana*. D: Mariposa Sphingidae, polinizadora de *Selenicereus witii* E-F: Abelha *Agapostemon* sp. polinizando *Opuntia polyacantha*. G-H: Lagarto *Tropidurus semitaeniatus* comendo flores e frutos de *Melocactus ernestii*. I: Beija flor *Chrysolampis mosquitos* polinizando *M. salvadorensis*. Fontes: A-B: Martins et al. (2020). C: Barthlott e Porembski (1996). D: Barthlott et al. (1997). E-F: Cota-Sánchez et al. (2013). G-H: Gomes et al. (2014). I: Taylor et al. (1991) p. 39.

4.3. Morfologia do fruto (Pericarmo e Semente)

Conforme descrito por Almeida et al. (2018), o fruto de cactaceae quando maduro é consequência do desenvolvimento dos tecidos carpelares, juntamente com tecidos do pericarpelo (Figura 12 EF, IJ), sendo classificado como cactídio.

Os frutos de Cactaceae variam de muito pequenos a médios (Tabela 3), com coloração variando de branco, amarelo, laranja, vermelho, rosa brilhante e preto. Os frutos são importantes fontes de alimentos para uma considerável variedade de animais, desde lagartos (Taylor, 1991 e Gomes et al., 2014), pássaros (Kiesling, 1978 e Calderón et al., 2007) e formigas (Taylor, 1991; Anderson, 2001; Cherrón et al., 2007) e também como alimento em algumas comunidades na América Latina (Anderson, 2001). As sementes podem ter coloração preta a marrom, com tamanho variando de muito pequenas a relativamente grandes para o tamanho do fruto (Tabela 4).

4.3.1. Leuenbergioideae

Conforme destacado na seção “perfil floral em Cactaceae” foi encontrado apenas um trabalho para esse grupo. Jiménez-Durán et al. (2014) descreveram o desenvolvimento embriológico e da semente de *Leuenbergeria lychnidiflora* (*Pereskia lychnidiflora*), na qual os autores apontaram características possivelmente comuns aos cactos basais como presença de perisperma e tegumento seminal com muitas camadas.

4.3.2. Pereskioideae

Os frutos das Cactáceas mais basais (*Pereskia*) se caracterizam por apresentar pericarpo carnoso (Rosa e Souza, 2003), com formato globoso (Boke, 1968 e Rosa e Souza, 2003), podendo ser pequenos a grandes (Tabela 3) podendo ser amarelados (Boke, 1966 e Rosa e Souza, 2003) a pretos (Boke, 1968), apresentando brácteas, aréolas e partes do perianto secas na superfície do fruto (Fig.10AD) (Boke, 1963; 1966; 1968; Rosa e Souza, 2003). Frutos de algumas espécies de *Pereskia* também podem ter a presença de esclereides fibrosas e/ou drusas em seu interior (Fig.10C) (Boke, 1963; 1966; Rosa e Souza, 2003). As sementes possuem formatos diferentes, pretas e podendo ser relativamente grandes a pequenas (Fig.13A) (Tabela 4) (Boke, 1966 e Boke, 1968).

4.3.3. Opuntioideae

Em Opuntioideae os frutos se caracterizam por apresentar pericarpo seco ou suculento, com formato claviforme a ovóide, variando do marrom para o amarelo e apresentando espinhos em sua superfície, e podendo apresentar o pericarpelo

relativamente grosso (Fig. 10G-I) (Kattermann, 2011 e Cota-Sánchez e Almeida et al., 2013). As sementes podem ser funiculares e achatadas, podendo apresentar um tipo de “lã” em seu exterior ou serem lisas, com um número total de sementes variando (Fig.13B) (Kattermann, 2011).

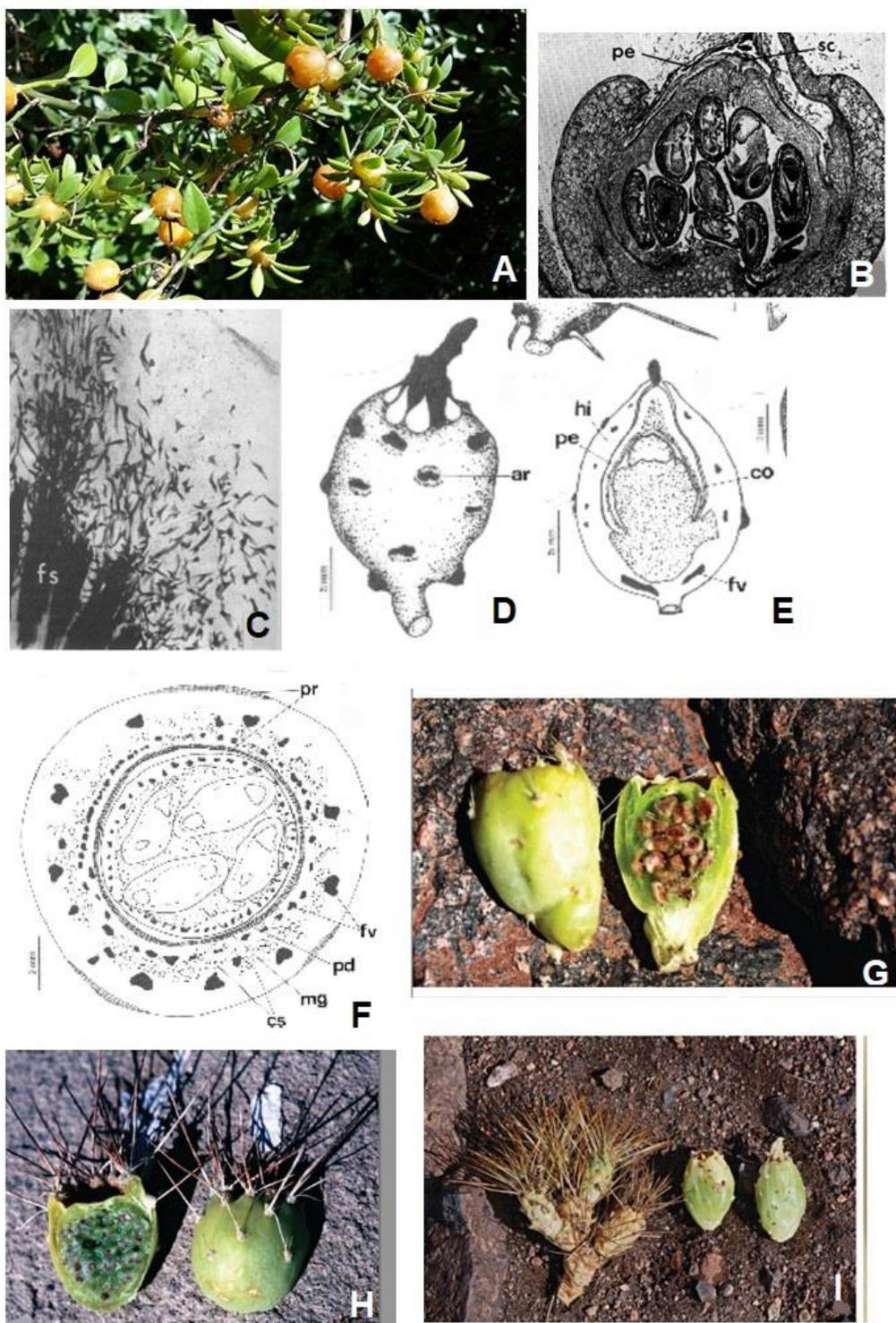


Figura 10 - Frutos de Pereskioideae (A - F) e Opuntioideae (G - I) – A, D-F: *Pereskia aculeata*. B: *P. diazromeroana*. C: *P. pititache*. G: *Maihueniopsis leoncito*. H: *M. camachoi*. I: *M. atacamensis*. A: Visão do Fruto B: Corte longitudinal de fruto jovem. C: Corte longitudinal do fruto, com esclereides. D-F: Diagrama do (D) Fruto, (E) Corte Longitudinal e (F) Transversal. G - I: Visão

geral e corte longitudinal. Fontes: A: Herbário UNIRIO Disponível em:[<http://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/pereskia-aculeata-mill>]. B-C: Boke (1963, 1968). D-F: Rosa e Souza (2003). G -I: Kattermann (2011) pp. 153, 156, 159.

4.3.4. Cactoideae

Cactoideae possui uma maior variação nos tipos de frutos e sementes, com algumas espécies apresentando deiscência nos frutos (Tabela 3).

Blossfeldieae apresenta os menores frutos e as menores sementes, com frutos amarronzados (Fig.11A) e sementes pretas (Fig. 13C) (Barthlott e Porembski, 1996).

Cacteae apresenta frutos suculentos, claviformes a ovóides, com tamanhos diferentes (Tabela 3) e variando do verde ao vermelho, com espécies podendo apresentar deiscência em sua base (Fig. 11BC) (Cornejo et al., 2012). Suas sementes podem ser ovais a reniformes, com tonalidades diferentes de marrom e variando de muito pequenas a médias (Tabela 4), com cada espécie variando a quantidade de sementes que carregam (Fig. 13 DE) (Cornejo et al., 2012).

Cereeae possui pericarpos carnudos (Nassar e Ramírez, 2004) ou suculento (Taylor, 1991 e Gomes et al., 2014), podendo apresentar um formato cônico (Nassar e Ramírez, 2004 e Gomes et al., 2014) ou funicular (Zappi e Taylor, 2011), e abrangendo cores de vermelho a magenta (sumarizado em Taylor, 1991), com algumas espécies podendo apresentar deiscência (Fig. 11E-G) (Zappi e Taylor, 2011). As sementes possuem formato isodiamétrico (Taylor, 1991), com um tamanho médio (Tabela 4), de cor preta (Fig. 13 G-I) (Nassar e Ramírez, 2004; Zappi e Taylor, 2011; Gomes et al., 2014; Taylor et al., 2014), com *Melocactus* apresentando o hilo mais alongado e *Coleocephalocereus* e *Melocactus* possuindo células da testa maiores e convexas do que outros gêneros da tribo (Taylor, 1991). A dispersão em *Melocactus* é realizada por lagartos e formigas (Taylor, 1991 e Gomes et al., 2014).

Foi encontrado apenas um trabalho que descrevia brevemente uma espécie da tribo Notocactaeae. O fruto de *Parodia gaucha* possui uma coloração esverdeada, de tamanho pequeno, com o pericarpelo apresentando, assim como em alguns casos de *Pereskia* (Boke, 1968), segmentos do perianto secos, bem como aréolas com pêlos e cerdas (Fig. 11D) (Machado et al., 2008). As sementes possuem formato galeiforme, e são pequenas, de tom marrom a preto, e com as células da testa convexas e alongadas (Fig.13F) (Machado et al., 2008).

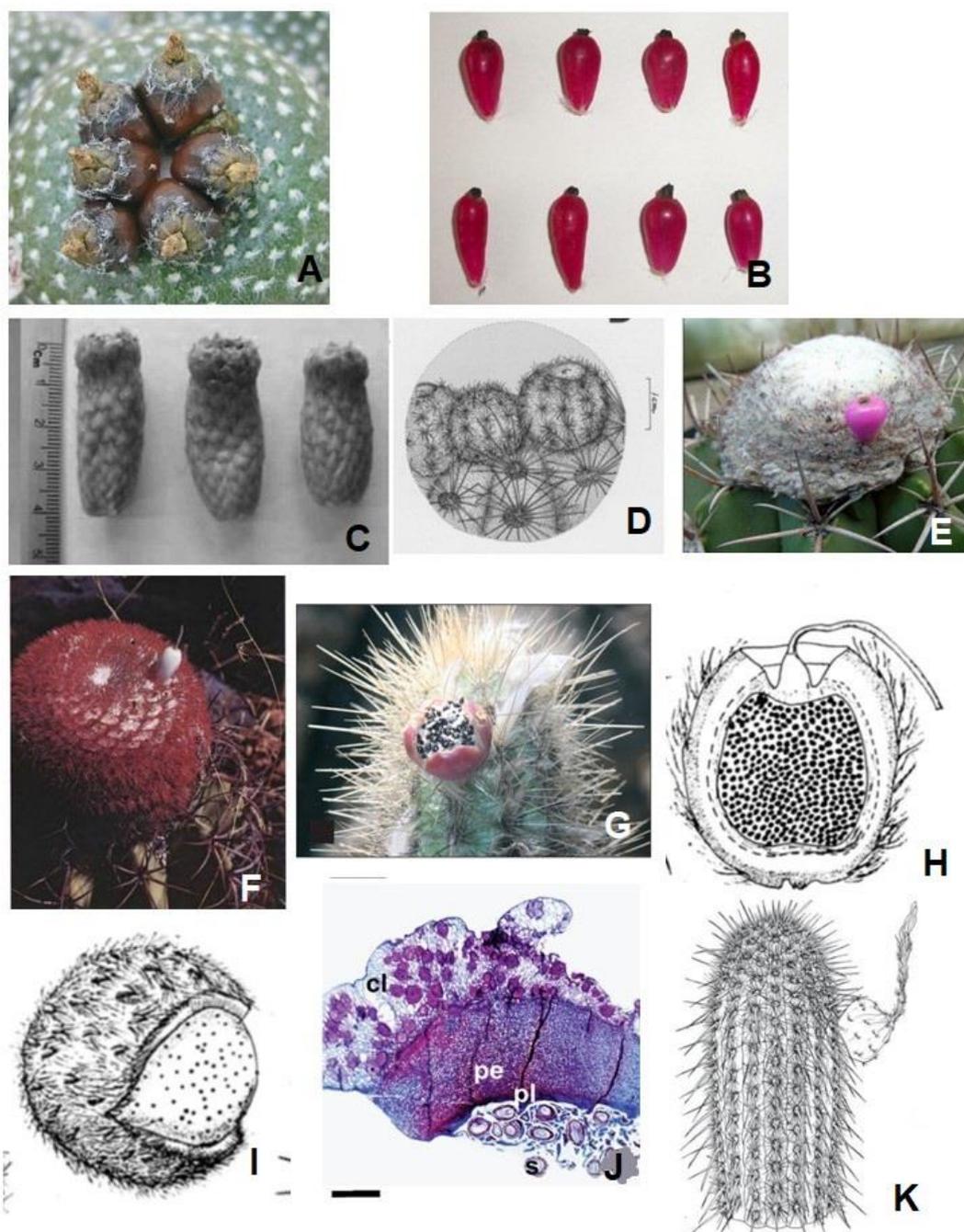


Figura 11 - Frutos de Cactoideae: A: Blossfeldieae. B, C: Cactaceae. D: Notocactaceae. E-G: Cereeae. H- K: Trichocereae – A: *Blossfeldia*. B: *Mammillaria uncinata*. C: *Ferocactus histrix*. D: *Parodia gaucha*. E: *Melocactus sergipensis*. F: *M. salvadorensis*. G: *Pilosocereus frewenii*. H: *Trichocereus terscheckii*. I: *T. candicans*. J: *T. pseudocandicans*. K: *Haageocereus versicolor*. A-C, E-F: Visão geral dos frutos. D: Desenho do fruto. G: Fruto deiscente. H: Diagrama do corte longitudinal do fruto. I: Diagrama do fruto deiscente. J: Anatomia do fruto. K: Desenho da visão geral do fruto. Fonte: A: Humphrey (2018). B: Aparicio- Fernandez et al. (2013), C: Cornejo et al. (2012). D: Machado et al. (2008). E: Taylor et al. (2014). F: Taylor (1991) p.39. G: Zappi e Taylor (2011). H, I: Kiesling, (1978) pp.290, 321. J: Fernández et al. (2020). K: Calderón et al. (2007).

Os frutos de Hylocereeae possuem formato oblongo ou esférico (Barthlott et al., 1997 e Almeida et al., 2018), podendo apresentar pericarpo seco e coloração

verde (Barthlott et al., 1997) a vermelho arroxeadado (Almeida et al., 2018). Os frutos podem ser grandes a pequenos (Tabela 3). Podem apresentar a superfície com brácteas, e em algumas espécies deiscências podem ocorrer (Fig.12 AB,D) (Barthlott et al., 1997).

As sementes podem ter formato de mexilhão (Barthlott et al., 1997), reniforme ou orbicular (Cota-Sánchez e Abreu, 2007), pretas (Barthlott et al., 1997; Cota-Sánchez e Abreu, 2007; Almeida et al., 2018), variando de pequenas a relativamente grandes (Tabela 4). As células de algumas espécies são adaptadas para a dispersão pela água, e possuem as células da testa grandes, mortas e cheias de ar (Fig.13JK) (Barthlott et al., 1997). Algumas espécies também podem apresentar cripto viviparidade (Fig.12C) (Cota-Sánchez e Abreu, 2007).

A tribo Frailleae possui frutos com um hipanto lanoso e aciculado. As sementes são galeiformes, podendo ter de 1 a 1.6mm e apresentando uma testa lisa ou com pequenos espinhos, com um hilo largo e marcado. A dispersão das sementes é feita por formigas ou pela água (Chéron, 2016).

Rhipsalideae possui frutos pequenos, esféricos e variando de branco translúcido a roxo escuro possuindo a superfície externa lisa, com o espaço intercelular e entre sementes é preenchido com mucilagem (Fig.12 G-J) (Almeida et al., 2018). As sementes são pretas e numerosas.

Frutos de Trichocereae podem ser carnosos (Kiesling, 1978 e Fernández et al., 2020) ou suculentos (Calderón et al., 2007), com formato globoso e variando do verde ao vermelho (Kiesling, 1978; Sahley, 1996; Calderón et al., 2007; Fernández et al., 2020) e com tamanho variados (Tabela 3). O lado externo pode apresentar brácteas e partes secas do perianto como em *Pereskia* e *Notocactaeae* (Fig.11 HIK) e algumas espécies podem apresentar deiscência (Fig.11I)(Kiesling, 1978; Calderón et al., 2007; Fernández et al., 2020). As sementes variam em formato, podendo conter mais de um tipo de formato dentro de um mesmo gênero, e são geralmente pequenas (Fig. 13 L-O) (Tabela 4). Aves e formigas podem atuar como dispersores de frutos e sementes dessa tribo (Kiesling, 1978 e Calderón et al., 2007).

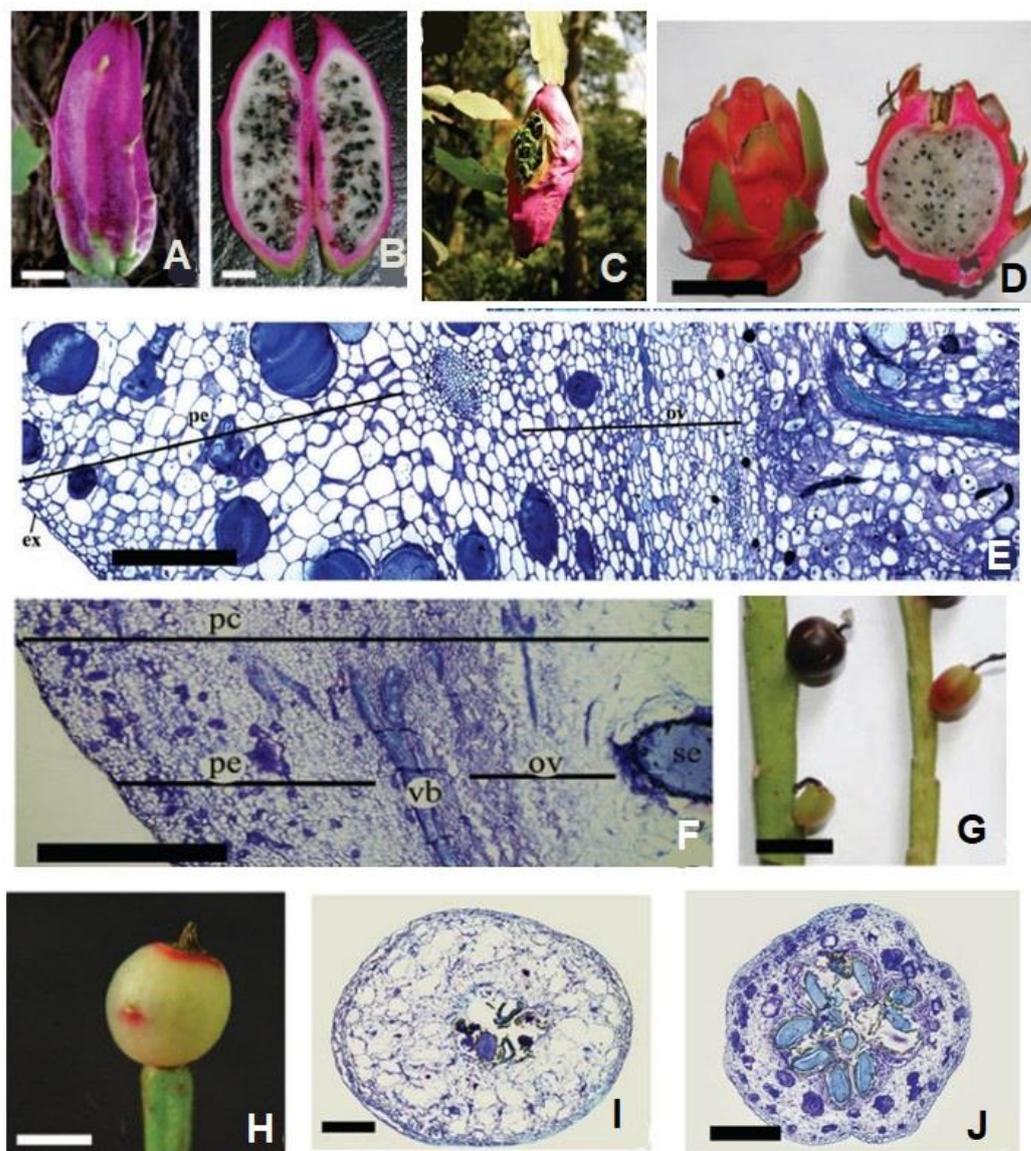


Figura 12 - Frutos de Cactoideae. A-F: Hylocereeae. G-J: Rhipsalideae – A-C, E: *Epiphyllum phyllanthus* D, F: *Hylocereus undatus*. G-I: *Lepismium warmingianum*. H-J: *Rhipsalis cereuscula*. A: Fruto. B: Corte longitudinal. C: Fruto em viviparidade. D: Fruto. E-F: Anatomia do Pericarpo. G-H: Frutos. I-J: Anatomia do fruto maduro. Fontes: A-B,D-J: Almeida et al. (2018). C: Cota-Sánchez e Abreu (2007).

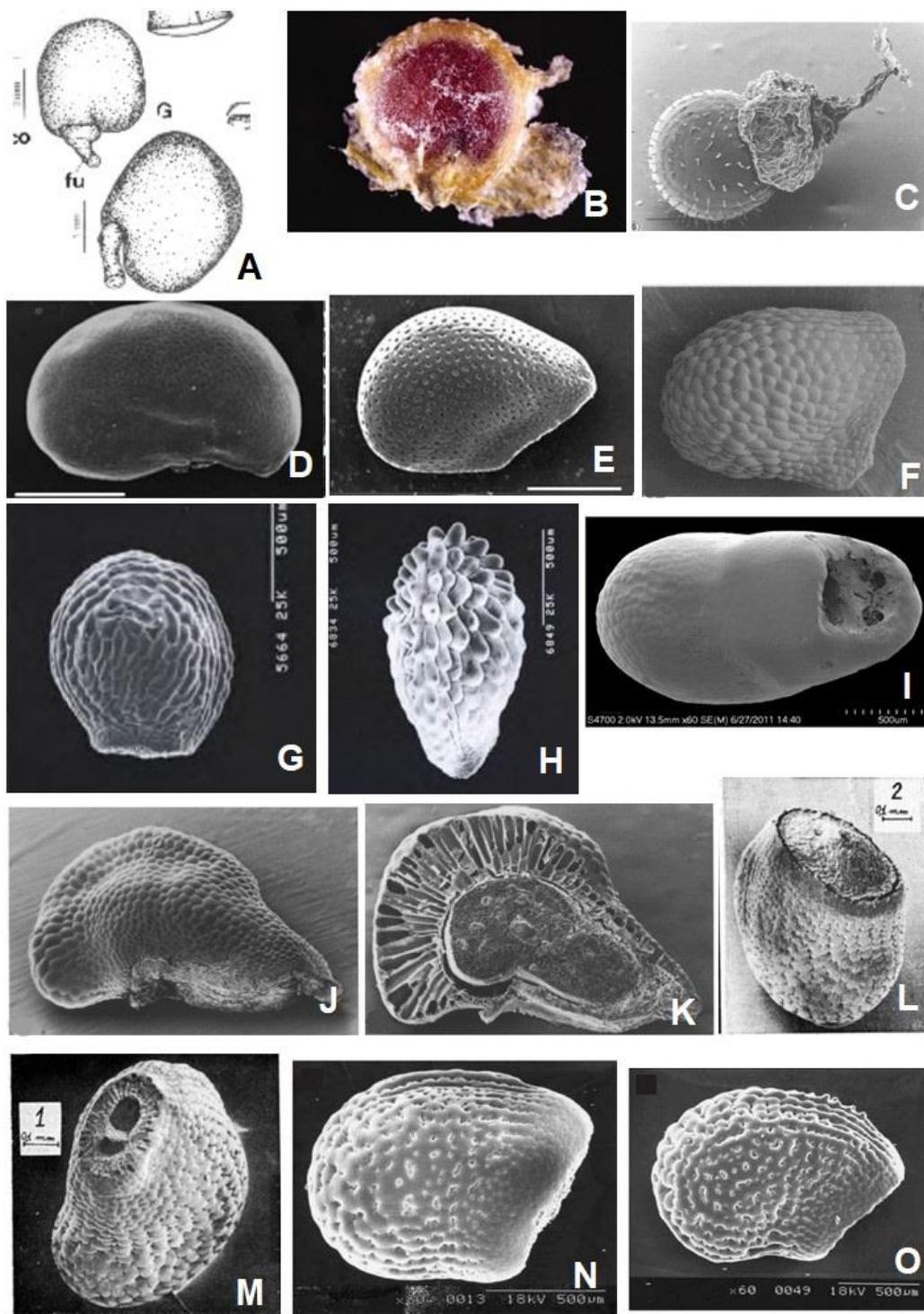


Figura 13 – Sementes de Cactaceae – A: *P. aculeata*. B: *M. Camachoii*. C: *Blossfeldia liliputana*. D: *Coryphantha bumamma*. E: *Ferocactus histrix*. F: *Parodia gaucha*. G: *Melocactus bahiensis*. H: *M. schatzlii*. I: *Pilosocereus frewenii*. J,K: *Selenicereus witii*, (J) semente e (K) Corte longitudinal da semente. L: *Trichocereus terscheckii*. M: *T. thelegonoides*. N: *Haageocereus versicolor*. O: *H. acranthus*. Fontes: A: Rosa e Souza (2003). B: Kattermann (2011) p. 159. C: Barthlott e Porembski (1996). D, E: Cornejo et al. (2012). F: Machado et al. (2008). G,H: Taylor (1991) pp. 7, 12. (I) Zappi e Taylor (2011). J,K: Barthlott et al. (1997). L,M: Kiesling (1978). N,O: Calderón et al. (2007) pp. 54, 59.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os órgãos reprodutivos de Cactaceae têm grande diversidade morfológica que reflete a história evolutiva das linhagens da família. As flores dos grupos mais basais de Cactaceae, também de algumas espécies em Cactoideae, possuem flores campanuladas, enquanto a maioria das espécies mais derivadas apresentam flores com um pericarpelo maior, possuem formato infundibuliforme, salverfome ou tubuladas. São coloridas, e a forma da flor parece ter relação com o tipo de nectário, ou seja, flores que possuem o tubo floral mais longo apresentam nectários do tipo câmara nectarífera, já as flores com tubos florais curtos geralmente apresentam nectários do tipo anelar. O gineceu foi o foco de muitos trabalhos encontrados, com os componentes do androceu não sendo muito explorados. O número de óvulos nos carpelos aumentou conforme a família evoluiu, com subfamílias mais basais como Pereskioideae e Opuntioideae possuindo relativamente poucos em relação a Cactoideae. A maioria dos óvulos variam de campilótopos a circinótopos. A biologia reprodutiva em Cactaceae é extremamente diversa, apresentando sistemas reprodutivos, horários e duração da antese, síndromes de polinização influenciados pelos ambientes em que as espécies ocorrem. Os frutos, assim como as flores, são diversos em tamanho, formato, cor e características externas, podendo apresentar deiscência em muitas espécies. As sementes são igualmente diversas variando em cor e formato, na qual, espécies mais derivadas tendem a possuir um maior número de sementes.

Apesar dos resultados apresentados nessa revisão bibliográfica, ainda existe uma grande lacuna de conhecimento relativo a morfologia e principalmente na anatomia dos órgãos reprodutivos de Cactaceae. Essa lacuna é composta pela falta de informações mais detalhadas sobre o androceu, além de estudos anatômicos e morfológicos em flores e principalmente em frutos e sementes, basicamente na família toda, principalmente em Leuenbergioideae e Maihuenioideae, que não apresentaram nenhum estudo referente a essas subfamílias, nas tribos de Cactoideae: Notocacteeae, Blossfeldieae, Fraileeae, Lymanbensoeae, Cacteeae, que possuem poucos a nenhum estudo, e Cereeae, Rhipsalideae, Hylocereeae, Trichocereeae e Pachycereeae, que apesar de possuírem uma quantidade relativa de estudos

morfológicos, ainda há uma falta em estudos anatômicos. Esse conhecimento é de extrema importância para subsidiar estudos sobre classificação taxonômica, evolução do grupo como um todo, relacionamento das espécies com o ecossistema, adaptações e principalmente para o entendimento de sua biologia reprodutiva. Ou seja, esse tema representa um campo aberto para pesquisas futuras na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Odair JG; COTA-SÁNCHEZ, J. Hugo; PAOLI, Adelita AS. The systematic significance of floral morphology, nectaries, and nectar concentration in epiphytic cacti of tribes Hylocereeae and Rhipsalideae (Cactaceae). **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 15, n. 5, p. 255-268, 2013.

DE ALMEIDA, Odair José Garcia; SARTORI-PAOLI, Adelita Aparecida; DE SOUZA, Luiz Antonio. Flower morpho-anatomy in *Epiphyllum phyllanthus* (Cactaceae). **Revista mexicana de biodiversidad**, v. 81, n. 1, p. 65-80, 2010.

DE ALMEIDA, Odair José Garcia; PAOLI, Adelita A. Sartori; COTA-SÁNCHEZ, J. Hugo. A macro-and micromorphological survey of floral and extrafloral nectaries in the epiphytic cactus *Rhipsalis teres* (Cactoideae: Rhipsalideae). **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 207, n. 2, p. 119-125, 2012.

DE ALMEIDA, Odair José Garcia et al. Pericarp development in fruit of epiphytic cacti: implications for fruit classification and macro-morphology in the Cactaceae. **Botany**, v. 96, n. 9, p. 621-635, 2018.

ANDERSON, E. F. **T H E Cactus Family**. [S.l.]: [s.n.], 2001.

APARICIO-FERNANDEZ, Xochitl et al. Chemical and morphological characterization of *Mammillaria uncinata* (Cactaceae) fruits. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 15, p. 32-41, 2013.

BARTHLOTT, Wilhelm; HUNT, David R. Cactaceae. In: **Flowering plants-Dicotyledons**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1993. p. 161-197.

BARTHLOTT, W.; POREMBSKI, S. T. Ecology and morphology of *Blossfeldia liliputana* (Cactaceae): a poikilohydric and almost astomate succulent. *Botanica Acta*, v. 109, n. 2, p. 161-166, 1996.

BARTHLOTT, Wilhelm et al. *Selenicereus wittii* (Cactaceae): an epiphyte adapted to Amazonian Igapó inundation forests. **Plant Systematics and Evolution**, v. 206, n. 1, p. 175-185, 1997.

BOKE, Norman H. Anatomy and development of the flower and fruit of *Pereskia pititache*. **American Journal of Botany**, v. 50, n. 8, p. 843-858, 1963.

BOKE, Norman H. The cactus gynoecium: a new interpretation. **American Journal of Botany**, v. 51, n. 6Part1, p. 598-610, 1964.

BOKE, Norman H. Ontogeny and structure of the flower and fruit of *Pereskia aculeata*. **American Journal of Botany**, v. 53, n. 6Part1, p. 534-542, 1966.

BOKE, Norman H. Structure and development of the flower and fruit of *Pereskia diazromeroana*. **American Journal of Botany**, v. 55, n. 10, p. 1254-1260, 1968.

BUTTERWORTH, CHARLES A. Resolving “Nyffeler's Puzzle”—the intriguing taxonomic position of *Blossfeldia*. **Haseltonia**, v. 2006, n. 12, p. 3-10, 2006.

BUXBAUM, F. 1953. Morphology of cacti. Section II. The Flower. Abbey Garden Press. Pasadena, California.

CALDERÓN, Natalia et al. Taxonomy and conservation of *Haageocereus Backeb.*(Cactaceae) in Peru. **Bradleya**, v. 2007, n. 25, p. 45-124, 2007.

CARDOSO, Weverson Cavalcante; CALVENTE, Alice; ALMEIDA, Odair JG; SAKURAGI, Cássia Monica. **Floral Biology of Cacti and Ecological Implications**. In: Santos, Mariana Rodriguez. CACTI Ecology, Conservaion, Uses and Significance. Nova Science Publishers, Inc., 2019. p. 57 - 78.

CARNEIRO, Andreia Maranhão et al. Cactos do Rio Grande do Sul. **Porto Alegre, fundação zoobotânica do Rio Grande do SUL**, 2016.

DEL CARMEN MANDUJANO, María et al. Reproductive biology of Cactaceae. **Desert plants**, p. 197-230, 2010.

CHÉRON, B.P.R. Fraileeae B.P.R. Chéron, Tribus nova. **Cactus Adventures International** n.111-112, p. 55-58, 2016. Disponível em: [<https://www.frailea.com/Articles/pdf/CAIENG111-112-2-2016.pdf>]

CLARK-TAPIA, R.; MOLINA-FREANER, F. Reproductive ecology of the rare clonal cactus *Stenocereus eruca* in the Sonoran desert. **Plant Systematics and Evolution**, v. 247, n. 3, p. 155-164, 2004.

CORNEJO, Sofía Loza; TERRAZAS, Teresa; MATA, Lauro López. Fruits, seeds and germination in five species of globose Cacteeae (Cactaceae). **Interciencia**, v. 37, n. 3, p. 197-203, 2012.

COTA-SÁNCHEZ, J. Hugo; ABREU, Deusa D. Vivipary and offspring survival in the epiphytic cactus *Epiphyllum phyllanthus* (Cactaceae). **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 14, p. 3865-3873, 2007.

COTA-SÁNCHEZ, J. Hugo et al. Intriguing thigmonastic (sensitive) stamens in the Plains Prickly Pear *Opuntia polyacantha* (Cactaceae). **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 208, n. 5-6, p. 381-389, 2013.

FERNANDEZ, Gimena et al . Morfo-anatomía de perigonio, gineceo y fruto en *Trichocereus candicans* y *T. pseudocandicans* (Cactaceae): implicancias taxonómicas y REPRODUCTIVAS. **Bol. Soc. Argent. Bot.**, Córdoba , v. 55, n. 4, p. 1-10, dic. 2020 .

FIGUEROA, Coyolxauhqui. Desarrollo y anatomía floral de dos especies de *Echinocereus* de la Sierra de Juárez, Chihuahua, México. **Instituto de Ciencias Biomédicas**, 2020.

FUENTES-PÉREZ, Mireya; TERRAZAS, Teresa; ARIAS, Salvador. Anatomía floral de cinco especies de *Opuntia* (Opuntioideae, Cactaceae) de México. **Polibotánica**, n. 27, p. 89-102, 2009

GOETTSCHE, Bárbara et al. High proportion of cactus species threatened with extinction. **Nature plants**, v. 1, n. 10, p. 1-7, 2015.

GOMES, V. G. N.; QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Pollination and seed dispersal of *Melocactus ernestii* V aupel subsp. *ernestii* (Cactaceae) by lizards: an example of double mutualism. **Plant Biology**, v. 16, n. 2, p. 315-322, 2014.

GORELICK, Root. Resolving the phylogenetic placement of *Blossfeldia liliputana* (Cactaceae): reticulate evolution, chloroplast inheritance, and graft-chimeras. **Bradleya**, v. 22, n. 22, p. 9-14, 2004.

GUERRERO, Pablo C. et al. Phylogenetic relationships and evolutionary trends in the Cactus family. **Journal of Heredity**, v. 110, n. 1, p. 4-21, 2019.

GRANT, Verne; GRANT, Karen A. Pollination of *Echinocereus fasciculatus* and *Ferocactus wislizenii*. **Plant Systematics and Evolution**, v. 132, n. 1, p. 85-90, 1979.

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, Tania et al. Phylogenetic relationships and evolution of growth form in Cactaceae (Caryophyllales, Eudicotyledoneae). *American journal of botany*, v. 98, n. 1, p. 44-61, 2011.

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, Tania et al. Beyond aridification: multiple explanations for the elevated diversification of cacti in the New World Succulent Biome. **New phytologist**, v. 202, n. 4, p. 1382-1397, 2014.

HUMPHREY, Bob. *Blossfeldia*. **CactusWorld**, v. 36, n. 3, p. 181-184, 2018.

JIMÉNEZ-DURÁN, Karina et al. Embryology and seed development in *Pereskia lychnidiflora* (Cactaceae). **Haseltonia**, v. 2014, n. 19, p. 3-12, 2014.

KAMIKAWACHI, Renan Canute. Estudo fitoquímico e potencial biológico de cactos da Mata Atlântica do gênero *Rhipsalis* Gärtner (Cactaceae). 2019.

KATTERMANN, Fred. Observations of the Chilean Opuntioideae. **Cactus and Succulent Journal**, v. 83, n. 4, p. 150-162, 2011.

KIESLING, ROBERTO. El género *Trichocereus* (Cactaceae): I: Las especies de la Rep. Argentina. **Darwiniana**, v. 21, n. 2/4, p. 263-330, 1978.

KOROTKOVA, Nadja et al. A phylogenetic analysis of Pfeiffera and the reinstatement of *Lymanbensonia* as an independently evolved lineage of epiphytic Cactaceae within a new tribe Lymanbensonieae. **Willdenowia**, v. 40, n. 2, p. 151-172, 2010.

MACHADO, Marlon C. et al. A New Species of *Parodia* (Cactaceae, Notocactaceae) from Rio Grande do Sul, Brazil. **Novon: A Journal for Botanical Nomenclature**, v. 18, n. 2, p. 214-219, 2008.

MARGULIES, Jared D. et al. Illegal wildlife trade and the persistence of “plant blindness”. **Plants, People, Planet**, v. 1, n. 3, p. 173-182, 2019.

MARTINS, Cristiane et al. Pollination biology of the endangered columnar cactus *Cipocereus crassisepalus*: a case of close relationship between plant and pollinator. **Acta Botanica Brasilica**, v. 34, p. 177-184, 2020.

NASSAR, J. M.; RAMÍREZ, N. Reproductive biology of the melon cactus, *Melocactus curvispinus* (Cactaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 248, n. 1, p. 31-44, 2004.

NYFFELER, Reto. Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from trnK/matK and trnL-trnF sequences. **American Journal of Botany**, v. 89, n. 2, p. 312-326, 2002.

ORTEGA-BAES, Pablo et al. Diversity and conservation in the cactus family. In: **Desert plants**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 157-173.

ORTEGA-BAES, P. et al. Reproductive biology of *Echinopsis terscheckii* (Cactaceae): the role of nocturnal and diurnal pollinators. **Plant Biology**, v. 13, p. 33-40, 2011.

Pimienta-Barrios E, del Castillo RF (2002) Reproductive biology. In: Nobel PS (ed) *Cacti: biology and uses*. University of California Press, Berkeley, p. 75–90

DA ROSA, Sônia Maciel; SOUZA, Luiz Antonio. Morfo-anatomia do fruto (hipanto, pericarpo e semente) em desenvolvimento de *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, n. 2, p. 415-428, 2003.

SANTOS, Beatriz Mendes; DE ALMEIDA, Odair José Garcia. ANATOMIA FLORAL DO CACTO EPÍFITO RHIPSALIS TERES (VELL.) STEUD.(CACTACEAE). **ANATOMIA FLORAL DO CACTO EPÍFITO RHIPSALIS TERES (VELL.) STEUD.(CACTACEAE)**, p. 1-388–416.

SAHLEY, Catherine T. Bat and hummingbird pollination of an autotetraploid columnar cactus, *Weberbauerocereus weberbaueri* (Cactaceae). **American Journal of Botany**, v. 83, n. 10, p. 1329-1336, 1996.

SINGH, Gurcharan. Major Families of Angiosperms. In: **Plant systematics: an integrated approach**. CRC Press, 2019. p. 448-449

Schoch CL, et al. *NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Database (Oxford)*. 2020: [baaa062](#). PubMed: [32761142](#) PMC: [PMC7408187](#).

Stevens, P. F. (2017). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 20170. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>

TAYLOR, Nigel P. The genus *Melocactus* (Cactaceae) in Central and South America. **Bradleya**, v. 1991, n. 9, p. 1-80, 1991.

TAYLOR, Nigel et al. A new *Melocactus* from the Brazilian state of Sergipe. **Bradleya**, v. 2014, n. 32, p. 99-104, 2014.

DE VIANA, Marta Leonor et al. Biología floral y polinizadores de *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en el Parque Nacional Los Cardones, Argentina. **Revista de Biología Tropical**, v. 49, n. 1, p. 279-285, 2001.

VILLALPANDO-MARTÍNEZ, Marlee Coral et al. Desarrollo y anatomía floral de dos especies de *Echinocereus* de la Sierra de Juárez, Chihuahua, México. *Botanical Sciences*, v. 98, n. 3, p. 545-559, 2020.

Wallace, R.S. & Gibson, A. (2002) Evolution and systematics (Pp. 1-21). In: Nobel, P. *Cacti: Biology and Uses*. University of California Press: Berkeley.

ZAPPI, Daniela; TAYLOR, Nigel. A new species of *Pilosocereus* subgenus *Gounellea*, *P. frewenii*, from SE Brazil. **Bradleya**, v. 2011, n. 29, p. 131-136, 2011.

GLOSSÁRIO

AUTOGAMIA: Fertilização dos gametas femininos e masculinos da mesma flor após autopolinização

CLEISTOGAMIA: Flores que não abrem e formam fruto por autopolinização

DICOGAMIA: Separação temporal do amadurecimento do androceu e do gineceu

DIOECIA: Existência de indivíduos femininos e masculinos em uma mesma população

ESCLEREIDE: Células do esclerênquima. Formam tecido rígido e resistente.

FLOR ACTINOMORFA: Flor com simetria radial, possui vários planos de simetria

FLOR ZIGOMORFA: Flor que apresenta simetria bilateral, possui apenas um plano de simetria

GLOQUÍDEOS: Espinhos curtos decíduos

HERCOGAMIA: Separação espacial do androceu e do gineceu

HERMAFRODITA: flores com os dois órgãos reprodutivos (Androceu e Gineceu), também com nome de flores: bissexuais ou monoclinas

OVÁRIO ÍNFERO: Ovário inserido dentro do receptáculo floral.

OVÁRIO SINCARPELAR: Carpelos do gineceu unidos na base.

OVÁRIO UNILOCULAR: Há apenas um lóculo no ovário

ÓVULO ANÁTROPO CAMPILÓTROPO: Óvulo um pouco mais curvado que o Campilótropo, mas não faz uma rotação de 180° como em Anátropo.

ÓVULO ANFÍTROPO: Óvulo em forma de ferradura, com curvatura afetando o nucelo

ÓVULO CAMPILÓTROPO: Óvulo onde ocorre uma maior ou menor curvatura do nucelo, calaza e micrópilo quase na mesma altura

ÓVULO CIRCINÓTROPO: Óvulo inicialmente com o funículo e a calaza alinhados, mas devido ao crescimento unilateral vira anátropo, e quando maduro o micrópilo parece alinhado.

PERICARPELO: Tecido receptacular que envolve o ovário na flor das cactáceas.

PLACENTA: Tecido do ovário onde os óvulos se desenvolvem

PLACENTAÇÃO AXIAL: Óvulo está inserido nas bordas dos carpelos.

PLACENTAÇÃO PARIETAL: Óvulos inseridos na parede do ovário.

PROTANDRIA: Tipo de dicogamia em que o androceu amadurece antes do gineceu

TRIOECIA: Existência de indivíduos femininos, masculinos e hermafroditas em uma única população

APENDICE A – TABELAS

Tabela 2. Compilação de Literatura referente a Morfologia Floral em Cactaceae

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tubo floral/pericarpelo/receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
Pereskioideae											
<i>Pereskia pititache</i>	Campanulada	6 cm	Laranja	Receptáculo possui muitas brácteas largas	Anelar		Súpero, largo e achatado, composto por 10-18 carpelos fundidos Estilete curto				Boke (1964)
<i>P. aculeata</i> Miller		3-4 cm	Branças com hipanto verde	Hipanto de consistência carnosa, com parede espessa com bractéolas verdes lanceoladas. Nas axilas ocorrem aréolas com acúleos e pelos longos		Estames numerosos	Composto por 5 carpelos. Ovário pentacarpelar e unilocular, carregando apenas 1 óvulo por carpelo. Ocorre no interior do hipanto, considerado súpero.				Boke (1966); Rosa e Souza (2003)
<i>P. diazromeroana</i> Cárdenas		1, 2cm x 1,5 cm	Magenta			Estames numerosos, filamento magenta e anteras brancas	Gineceu composto por 5 carpelos, indicado por 5 ramos do estilete. Estilete e estigma brancos. Ovário súpero				Boke (1968)
Opuntioideae											
<i>Opuntia polyacantha</i>	Campanulada	2.4-7cm x 2.1-7.3cm	Amarelas à laranja Filetes creme a avermelhado	Possui brácteas	Na base do tubo floral Nectários extranupciais nas brácteas	Média de 222.6 estames Tigmonásticos		Protandria		Diversos insetos: 5 espécies/tribos de abelhas, besouros e formigas	Cota-Sánchez et al (2013)

Tabela 2. Continuação

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tubo floral/ pericarpelo/ receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
Cactoideae											
Tribo Blossfeldieae											
<i>Blossfeldia liliputana</i>	Campanulada	1 cm	Branco amareladas					Capazes de autopolinização (Anderson, 2001)			Barthlott e Porembski (1996)
Tribo Cacteae											
<i>Ferocactus wislizenii</i>	Campanulada	5 cm	Vermelho, a salmão a amarelo			Numerosos estames cercam o estilete	Lobos do estigma maduros acima do nível das anteras	Hercogâmica, protândrica	Diurna	Abelhas médias <i>Megachilidae</i> e <i>Apidae</i>	Grant e Grant (1979)
Cereeae											
<i>Melocactus curvispinus</i>	Infundibuliforme	24.48 - 25,89 mm x 2,76 - 3.17 mm	Magenta		Câmara nectarífera basal	145.9 a 151.9 estames	Ovário ínfero Estigma multilobado (12 a 20 lobos) Óvulos por flor: 343.7 – 394.3	Hercogamia – lobos do estigma tocam as anteras antes da senescência da flor. Autogâmica e autocompatível	Diurna	Beija flor, Camacica. Abelhas antoforines (<i>Anthophorini</i> ; <i>Apis</i>); Borboletas (<i>Phoebis</i>); Lagartos	Nassar e Ramírez (2004)
<i>Pilosocereus</i> subg. <i>Gounellea</i> , <i>P. frewenii</i> ,	Tubulada	3.8- 4.0 cm x 1.5cm	Pericarpelo verde pálido, perianto magenta rosa externo e branco	Pericarpelo 0.6-0.7 cm x 0.7 cm, nu. Tubo floral 3 cm de comprimento, alargando a partir de 0.7 cm. Perto da base a 0.9 cm no vértice	Câmara nectarífera de 1 cm x 0.35 cm	Estames brancos inseridos acima da câmara nectarífera, com 1.1 cm Anteras pequenas	Estilete branco, com 9 lóbulos no estigma de 1mm		Antese noturna	Morcegos e beija flores crepusculares	Zappi e Taylor (2011)

Tabela 2. Continuação.

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tube floral/pericarpelo/receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
<i>Melocactus ernestii</i> Vaupel subsp. <i>ernestii</i>	Tubulada	12.5 mm x 2.0 mm	Lilás		Câmara nectarífer a. Néctar só é produzido após a antese, com o máximo de produção 2 horas após a antese	200 estames (2.0 a 1.0 mm) cercam o estilete	Estilete com 8.0 mm, com o estigma lobado em 4-5 lobos	Auto compatível Comportamento antagonístico de lagartos pode favorecer geitonogamia. Porém também promovem xenogamia	Flores dentro do cefálio aparecem gradualmente na superfície as 11, Antese ocorreu as 14hrs durou até as 18hrs	Lagartos, beija-flores e borboletas	Gomes, Quirino e Machado (2014)
<i>Cipocereus crassisepa-lus</i>	Tubular	9,29 cm x 5,59 cm	Branca, verde clara.	Pericarpelo nu; (Tubo: 5,57 cm)		500 estames, curva-dos pré - antese, com anteras introrsas, se tornam eretos ao longo da antese	Óvulos por flor: 2023	Xenogâmica	Antese ao entardecer (17:00). Estigma receptivo as 19:30. Flores começam a fechar para o dia as 9:00 e fechadas às 11-11:30	Visitantes noturnos: Morcegos (todos com pólen eram <i>Anoura caudifer</i>) Visitantes diurnos: Abelhas,	Martins et al. (2020)

Tabela 2. Continuação

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tubo floral/pericarpelo/receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
<i>Melocactus sergipensis</i> , sp.nov.		21-23 mm x 4-5 mm	Rosa intenso	Pericarpelo 4.0 -4.3 x 2.8-3.0mm	Câmara nectarífera 4.2-4.7 x 3.8-4.2 mm		5 lobos estigmáticos brancos				Taylor et al. (2014)
Gênero <i>Melocactus</i>		15-43 mm x 4-25 mm	Perian-to rosa ou vermelho	Cefálio, protege o pericarpelo, o ovário, a câmara nectarífera e boa parte do restante do tubo floral			Nível que os lobos do estigma estão exerci-dos varia	Autopolinização possível, adaptadas para xenogamia, com espécies autoincompatíveis. Maioria do grupo absente de hercogamia. Acredita-se que duas espécies sejam cleistogâmicas	Antese breve: flores abrem no meio-dia para fecharem no mesmo entarde-cer	Polinizador e visitante principal: beija flores, Outros visitantes: abelhas pequenas, Lepidoptera, lagartos pequenos, formigas	Taylor (1991)
Notocacteeae											
<i>Parodia gaucha</i>	Curta funicu-lar	4 x 5 cm	Tubo floral interno vermelho arroxeado e amarelo Perianto amarelo pálido esverdeado	Botão de flor coberto por uma densa camada de tricomas amarronzados Brácteas triangulares subtendem aréolas. Aréolas possuem pelos pálido amarronzados a amarelo cremosos e longas cerdas até 2 cm		Centenas de estames, sensitivos se movem em direção ao estilete quando tocados. Estames inferiores com filamentos vermelho arroxeados no 1/3 – ½ do tubo floral, com filamentos amarelos da metade para cima. Filetes com 0.7 cm	Estilete amarelo, 1.6 x 0.2 cm, com lobos do estigma salientes, 10-12 lobos, vermelho escuro		Diurna, abrindo por um ou vários dias 5 horas após o sol nascer e fechando 4 horas depois		Machado et al. (2008)

Tabela 2. Continuação

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tubeo floral/pericarpelo/receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
Tribo Hylocereeae											
<i>Hylocereeae</i> (5 gêneros: <i>Disocactus</i> , <i>Epiphyllum</i> , <i>Hylocereus</i> , <i>Selenicereus</i> , <i>Weberocereus</i>)	Salverforme, infundibuliforme	7,8 – 32.6 cm x 1.30 - 26.2 cm	Vermelho, laranja avermelhado e branco	Brácteas e espinhos em <i>Selenicereus</i>	Câmara nectarífera (aberta ou difusa)	Estames numerosos e organizados em series (primários internos; secundários – mais externos).			Noturnas uma noite; Diurna podendo durar mais de um dia – <i>Disocactus</i>	Beija flor, mariposas noturnas, borboletas e morcegos	Almeida et al. (2013)
<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	Salverforme	22.0 cm x 1.30 cm	Branca; amarelo esverdeado claro,	Bracteólas presentes	Câmara nectarífera	Anteras tetraesporangiadas bitecas. Multiestaminado, com filamentos de vários tamanhos brancos, anteras marrons clara, com deiscência longitudinal completa	Ovário ínfero Gineceu sincárpico com 9-10 carpelos, plurióvulado, placentação parietal Estigma com 9-10 lobos Estilete amarelo claro, tão longo quanto o hipanto		Antese noturna, durando apenas 1 noite	Esfingofilia	De Almeida, Sartori-Paoli e De Souza (2010)

Tabela 2. Continuação

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tubo floral/ pericarpelo/ receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
<i>Selenicereus wittii</i>	Salverforme	27cm x 12.5cm	Branca (refletem luz ultravioleta)	Tubo floral com 9 mm de largura. Pericarpelo e tubo floral com “escamas” e com espinhos “peludos”	Câmara nectarífera (grande quantidade de néctar na região basal)	Numerosos estames	Estigma com 10-14 lobos papilosos na parte mais baixa do estilete		Noturna com Antese ao anoitecer, dura apenas uma noite	Mariposas Sphingidae	Barthlott et al. (1997)
Rhipsalideae											
<i>Rhipsalideae</i> (4 gêneros: <i>Hattoria</i> , <i>Lepismium</i> , <i>Rhipsalis</i> e <i>Schlumbergera</i>)	Forma de tigela, a campanula da a rotata, com exceção de <i>Schlumbergera truncata</i> que tem forma tubular	0.9 x 1.1 cm – <i>L. cruciforme</i> , 0.4 x 0.4 cm – <i>R. baccifera</i> , 3.5x4.7 cm – <i>H. gaertneri</i> ; 6.5 x 29.9 cm – <i>Schlumbergera</i>	Variam de cor do vermelho arroxeado a branco	Glabro	Maioria das espécies com nectários do tipo anelar e <i>sulcado</i> . <i>Schlumbergera</i> com subtipo <i>sulcado</i> fechado <i>R. cereuscula</i> com anel embebido	Poucos estames, com a organização sendo importante na classificação de <i>Shlumbergera</i>			Diurnas com antese podendo durar de dois a nove dias	Adaptadas para abelhas e beija flores	Almeida et al. (2013)
<i>Rhipsalis teres</i>	Rotata	Pequena: 6.2-6.5mm diâmetro e 4.6-4.8mm largura	Branca, com pericarpelo verde Estames claros	Tubo floral reduzido	Anelar do tipo hipantial Nectários extraflorais presentes em formato de garra.	15 estames. Anteras rimosas	Ovário ínfero afundado no pericarpelo Estilete e Estigma trilobados		Antese diurna, durando 24hrs		De Almeida, Paoli e Cota-Sánchez (2012) e Santos e Almeida (2019)

Tabela 2. Continuação

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tubo floral/pericarpelo/receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
Trichocereae											
<i>Trichocereus candicans</i> e <i>T. pseudocandicans</i>	Campanuladas		Branças (<i>T. candicans</i>) e de amarelo a vermelho (<i>T. pseudocandicans</i>) Tépalas laranja avermelhado	Numerosas escamas na região externa do ovário e baixa do tubo floral. Nas "axilas" das escamas há tricomas glandulares, castanhos claros, abundantes	Câmara nectarífera.	Estames numerosos – média de 200 dispostos em duas camadas Anteras bitecas e basifixas	Ovário ínfero Estilete de 59apilh. 11cm, sobrepassando os estames e tépalas. Estigma multilobado com média de 18 (<i>T. candicans</i>) a 20 (<i>T. pseudocandicans</i>) lobos				Fernández et al. (2020)
<i>T. pasacana</i>		Comprimento 129.39 mm (12.9 cm) Diâmetro da corola 102.42 mm (10.2 cm)	Branca			Deiscência das anteras começa com a antese da flor. Há dois verticilos de estames Altura dos estames: Superior: 109.63 (mm); Inferior: 53.47 (mm)	Estigma receptivo durante todo o ciclo floral, durante e após a antese. Altura do estigma: 106.35 (mm) (10.6 cm)		Antese durando de 18 a 40 hrs	Abelhas carpintei-ras <i>Xylocopa sp.</i> E <i>Osmia sp.</i>	De Viana et al. (2001)

Tabela 2. Continuação

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tube floral/pericarpelo/receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
<i>Haageocereus</i>	Infundibuliforme	4.0 – 11.5 cm de altura	Tépalas externas variam de esverdeadas a avermelhadas, e tépalas internas variam de brancas a rosadas e avermelhadas	Receptáculo pode ser achatado ou curvado, carrega espinhos, e tricomas que emergem das axilas das brácteas/escamas. Pericarpelo tem brácteas/escamas e tricomas externamente	Câmara nectarífera	De 200 a 400 estames, inseridos em uma única série	9 -13 lóbulos do estigma, exercidos ou incluídos em relação às anteras. Estilete 34.7-78.0 x 0.8-2.5mm. Lobos do estigma 9-13, 2.3 – 8.0 mm, Lóculo do ovário 3.6 – 12.0 x 3.5 – 11.0mm		Crepuscular noturna, mas se mantém aberta até a próxima manhã	Pássaros, Morcegos e Mariposas	Calderón et al. (2007)
<i>Echinopsis terscheckii</i>		Altura 17.77cm x 11.90-20.10 cm	Branças		Câmara nectarífera com 9.08 cm de profundidade	844 estames arranjados em 2 camadas. Altura dos estames 14.06cm	Altura do estigma: 15.39 7750 óvulos por flor	Autoincompatível	Noturna, abrindo as 18h, com ciclo floral durando 24hrs	Noturnos: Mariposas. Diurnos: insetos (<i>Hymenoptera</i> , principalmente abelhas) e pássaros (beija-flores e 2 espécies Passeriformes)	Ortega-Baes et al. (2010)

Tabela 2. Continuação

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tubo floral/ pericarpelo/ receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
<i>Trichocheus</i>	Infundibuliforme	10 – 23 cm altura x 2.5- 19 cm largura	Perianto externo verde ou esverdeado, perianto médio para interno podendo variar de branco, a rosa, laranja ou vermelho .	Pericarpelo e receptáculo semelhantes, ambos com brácteas e apresentam pelos axilares, alguns casos apresentando cerdas na parte superior do receptáculo. Perianto com gradação entre as peças exteriores (sepalóides, carnosas, estreitas) para as partes média e interna (petalóide, delgadas e espatuladas com um apículo apical (ponta curta, diferenciada que acaba abruptamente).	Câmara nectarífera, tipo difuso, algumas espécies não possuem nectários	Androceu dividido em estames primários (inferiores arranjados em espiral) e secundários (mais exteriores arranjados em anel numa única fila) Anteras são bitecas, subretangulares e basifixas.	Multicarpelar. Ovário uniloculado placenta parietal com vários óvulos em cada placenta Óvulos anfitropos Estilete de cor branca cremosa, as vezes esverdeado na base. Canal estilar ocorre em todo o seu comprimento e pode ser obstruído com tecido muito tênue. Estigma extremamente piloso, amarelo, multilobular (12-19), lobos cilíndricos ou levemente cônicos, largos.		Flores brancas maiores com antese noturna de apenas uma noite e flores coloridas menores com antese diurna, durando até 3 dias		Kiesling (1978)

Tabela 2. Continuação

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tubo floral/ pericarpelo/ receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
<i>Haageocereus (Weberbauerocereus) weberbaueri</i>	Infundibuliforme	5.2 – 10.3 cm altura x 7,57 cm largura	Variável: brancas tingidas com vários graus de marrom avermelhado, brancas, castanho avermelhadas e rosa avermelhadas				Estilete com 7.49 cm e com uma média de 11.49 lobos por estigma Ovário com 7.02 mm x 7.4 mm	Resultados indicaram autocompatibilidade e autogamia, com apoximia podendo ser uma possibilidade, porém se reproduzem melhor com polinização cruzada	Antese durando 15-17 horas	Morcegos, beija flores e insetos diurnos são polinizadores efetivos	Sahley (1996)
Pachycereeae											
<i>Echinocereus fasciculatus</i>	Campanulada	6 cm de diâmetro	Pétalas magenta e rosa			Massa de estames cobrem o fundo da flor	Estilete com 3-4 cm Estigma verde com 10 lobos, comprimidos e eretos	Protândrica e não – autogâmica	Antese diurna. Flores individuais duram 3 – 4 dias	Polinizadores: Abelhas médias a grandes (<i>Megachile</i>) Visitantes: abelhas pequenas solitárias e besouros	Grant e Grant (1979)

Tabela 2. Continuação

Táxon	Forma	Tamanho (cm)	Coloração	Tubo floral/ pericarpelo/ receptáculo	Nectário	Androceu	Gineceu	Sistema Reprodutivo	Antese	Polinizador e visitante florais	Referência
<i>Echinocereus stramineus</i> (Engelm.)	Infundibuliforme	6 a 11 cm de altura	Magenta brilhante	Pericarpelo com brácteas verdes amareladas e aréolas, que possuem espinhos e abundantes tricomas brancos	Câmara aberta	Estames poliandros organizados em séries em espiral, mais internos com filetes curtos e finos, ligeiramente rosas ou amarelos, soldados ao tubo floral. Anteras são bitecas, basefixas, versáteis, adnatas e oblongas.	Gineceu sincárpico, formado por um ovário ínfero imerso no pericarpelo com placentação parietal e unilocular 10-12 lobos do estigma	Dióicas			Villalpando-Martinéz et al. (2020)
<i>E. coccineus</i> Engelm	Campanulada	4 – 6 cm de altura	Laranja brilhante	Pericarpelo com brácteas vermelhas e espinhos brancos de ponta escura nas aréolas	Câmara aberta	Filetes rosas na porção média apical e brancos na base. Anteras rosas	Gineceu sincárpico, formado por um ovário ínfero imerso no pericarpelo com placentação parietal e unilocular 8- 11 lobos do estigma				

Tabela 3. Compilação de literatura referente à Anatomia Floral de Cactaceae

Táxon (espécie, gênero)	Bráctea (bractéola), escamas	Tépalas Perianto (Sepalóide -Petalóide)	Tubo Floral/ Hipanto	Nectário	Androceu (antera, conectivo)	AndroceuGineceu (Estigma, filetes)	Gineceu (Ovário) (Estigma, Gineceu)	Óvulo	Referência
Leuenergioideae									
<i>Leuenergia</i> (<i>Pereskia lychnidiflora</i>)					Tetraesporangiada biteca, conectivo com drusas. Pólen tri, tetra e penta-colpado, tectados com perfurações e espínulas	Estiletos ramificados em lóbulos papilosos	Formado por 10 a 18 carpelos. Ovário inferior. Placentação laminar-basal	Saco embrionário monospórico, rico em depósitos de amido. Óvulo campilótropo, crassinucleado bitégmico, funiculado e endostômico. Área da calaza com drusas. Parte ventral do funículo papilhosa.	Jiménez-Durán et al. (2014)
Pereskioideae									
<i>Pereskia pititache</i>	Brácteas com abaxiais Brácteas receptaculares, ricas em mucilagem, mais baixas carregam espinhos e do meio e superiores apenas tricomas,	Seguimentos do perianto não possuem meristemas axilares e tricomas. Estruturas de constrição não presentes	Pedúnculo floral com 20-30 feixes vasculares Segmentos do perianto ricos em mucilagem	Formado de tecido secretor, circunda a base do gineceu	Filamentos dos estames ricos em mucilagem	Canal estilar aberto e ausência de estigma definitivo. Estigma decorrentes e 64papiloso64, do estigma até o canal estilar, próximo ao nível dos óvulos. Tecido transmissor desenvolvido composto por tricomas papilosos compactos.	Placentação axial Gineceu composto por 12 carpelos. Ovário em forma de disco. Bases dos 4 carpelos conados e involutos Placentas em formato de U (Fig.1C) Lóculos não são completamente fechados. Parte do teto do ovário rico em mucilagem	8 – 16 óvulos por lóculo Organizados em duas fileiras nos lóculos	Boke (1964)

Tabela 3. Continuação

<i>Táxon</i> (<i>espécie</i> , <i>gênero</i>)	Bráctea (bractéola), escamas	Tépalas Perianto (Sepalóide -Petalóide)	Tubo Floral/ Hipanto	Androceu Nectário (antera, conectivo)	Androceu filetes	Gineceu (Estigma, estilete)	Gineceu (Ovário)	Óvulo	Referên- cia
<i>P.</i> <i>aculeata</i> <i>Miller</i>			Hipanto: Epiderme externa e interna glabras, unisseriadas, cuticularizadas, células de parede delgadas e geralmente compridas. Parênquima de células de paredes finas, com formatos e tamanhos variados, com três regiões distintas: Externa com atividade meristemática; Central: células secretoras, numerosos idioblastos com drusas e feixes vasculares; Interna: células com paredes finas. Sob a epiderme externa pode ocorrer instalação de felogênio				Epiderme externa unisseriada cuticularizada, células prismáticas e paredes finas. Desprovida de tricomas e estômatos. Mesófilo parenquimático, com células de paredes delgadas, formatos e tamanhos diferentes. Parênquima, com feixes vasculares dorsais, ventrais e laterais do tipo colateral e poucas células secretoras. Epiderme interna uniestratificada, cuticularizada, com células quadrangulares.	Anfítropo, bitegumentado e crassinucleado. Tegumento externo formado por 2-3 camadas de células amplas na região apical. Tegumento interno com 3-4 camadas, maiores no ápice. Micrópila limitada ao tegumento interno, constitui a endóstoma. Funiculo reduzido com pelos longos na base do óvulo, pluricelulares e se estendem até a micrópila.	Rosa e Souza (2003)

Tabela 3. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Bráctea (bractéola), escamas	Tépalas Perianto (Sepalóide -Petalóide)	Tubo Floral/ Hipanto	Nectário	Androceu (antera, conectivo)	Androceu filetes	Gineceu (Estigma, estilete)	Gineceu (Ovário)	Óvulo	Referência
<i>P. aculeata</i> Miller	Brácteas receptaculares desenvolvem constrictões abaxiais. (Fig. 1E-G)	Estrutura de constrictão não presente no perianto					Ramificações do estilete cobertos dentro e fora com tecido estigmático 66apilhosos. É contínuo com um núcleo sólido de tecido transmissor tricomatoso no estilete e que cresce das margens dos carpelo fundido e dos funículos preenchendo o espaço ao redor dos óvulos. Perto da antese, idioblastos mucilaginosos aparecem em todos os apêndices florais e dos receptáculos	5 carpelos com pontas soltas e bases conatas Placenta em forma de U por carpelo, O lóculo do ovário extremamente pequeno e parcialmente dividido e por tiras de tecido que se estendem do teto do ovário para o assoalho – vestígios das margens fundidas de carpelos adjacentes.	Apenas um óvulo por carpelo, localizado na borda periférica do lóculo	Boke (1966)
<i>P. diazromeroana</i> Cárdenas	Brácteas apresentam constrictões abaxiais Presença de tricomas nas axilas		Ponta do receptáculo floral interpretado como não carpelar.				Estilete com cavidade estilar aberta se torna cheio de tecido transmissor um pouco antes da antese	Carpelos variam de 3 a 6. Gineceu com partições (margens fundidas do carpelo). Placenta se forma ao redor das partições e arranjada em forma de U. Centro das placentas entre as partições. Ovário parcialmente septado, súpero. Células de mucilagem presentes. Placentação axilar.		Boke (1968)

Tabela 3. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Bráctea (bractéola), escamas	Tépalas Perianto (Sepalóide -Petalóide)	Tubo Floral/ Hipanto	Nectário	Androceu (antera, conectivo)	Androceu filetes	Gineceu (Estigma, estilete)	Gineceu (Ovário)	Óvulo	Referên- cia
Opuntioideae										
<i>Opuntia polycantha</i>						Filetes com camada contínua e grossa e numerosas papilas distribuídas, área ao redor da papila apresenta uma dobra longitudinal. Papilas unicelulares e uma camada grossa de cutícula cobre a parede celular externa. Extensões multicelulares formam estruturas semelhantes a cápsulas feitas de células epidérmicas na parte externa do filete. Na 2ª e 3ª camadas as células são curvadas ou contraídas. (Fig.2 D) Tecido do filamento sensível é organizado em estruturas semelhantes a capsulas com paredes finas do lado de fora		Tamanho do ovário: média de 2.19 cm x 1.91 cm	Média 37.1 por flor	Cota-Sánchez et al. (2013)

Tabela 3. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Bráctea (bractéola), escamas	Tépalas Perianto (Sepalóide - Petalóide)	Tubo Floral/ Hipanto	Nectário	Androceu (antera, conectivo)	Androceu filetes	Gineceu (Estigma, estilete)	Gineceu (Ovário)	Óvulo	Referência
<i>Opuntia</i> <i>O. cantabrigien</i> <i>-sis</i> , <i>O. decumbens</i> , <i>O. pilifera</i> , <i>O. pubescens</i> e <i>O. stenopetala</i>	Epiderme simples interrompida por tricomas. <i>O. pilifera</i> , exceto em <i>O. pilifera</i> (ligeiramente rugosa) Células epidérmicas retas com exceção de <i>O. decumbens</i> . Estômatos paralelocíticos escassos. Hipoderme colenquimato- sa lagunar em 2 camadas em <i>O. stenopetala</i> e com 6 camadas em <i>O. cantabrigiensis</i> e drusas presentes na primeira camada	Tépalas externas de <i>O. cantabrigiensis</i> , <i>O. decumbens</i> e <i>O. stenopetala</i> com epiderme papilhosa. Tépalas unidas pela base, com um grande feixe central. Tépalas externas com epiderme adaxial simples, cutícula lisa ou ligeiramente estriada (<i>O. Decumbens</i>) e delgada, e parede periclinal externa reta ou papilosa (<i>O. cantabrigiensis</i> , <i>O. decumbens</i> e <i>O. Pubescens</i>). Apresentam drusas e estômatos e células mucilaginosas. <i>O. pilifera</i> possui células com abundância de mucilagem e drusas, e o acúmulo de conteúdo de tom escuro em algumas células. <i>O. pilifera</i> possui o mesofilo com células exclusivamente colenquimatosas.	Hipantial. Envolve o estilete. Abundantes tecidos vasculares. Epiderme simples, células quadradas e paredes finas. (Fig.2C)	Anteras tetraespo- rangiadas com epiderme simples e papilosa. Tecido conectivo formado por parênquima rico em drusas e o feixe vascular termina aqui. (Fig. 2E)	Filetes com epiderme simples. Maioria possui cutícula lisa ou ligeiramente estriada (<i>O. pilifera</i> e <i>O. pubescens</i>) Células epidérmicas quadradas com exceção de <i>O. Pilifera</i> (retangular na vertical) e <i>O. stenopetala</i> (papilosa) Parede periclinal varia de 0.38µm (<i>O. pubescens</i>) a 9.37 µm (<i>O. Pilifera</i>)	Estilete e estigma: formato obclaviforme. Cavidade estilar aberta. Epiderme externa células quadradas e cutícula fina e lisa com parede periclinal variável. Epiderme da cavidade possui células papilosas obstruídas completamente por taninos (Fig. 2F). Entre a cavidade estilar e epiderme externa há células de parênquima com cloroplasto, mucilagem e feixes vasculares. Subjacente a epiderme da cavidade estilar há o tecido de transmissão, cujas células têm distribuição circular na região próxima ao estilete, porém na região distal próxima ao estigma se torna lobulada. Lóbulos do estigma possuem forma triangular. Epiderme nas partes mais grossas é papilosa com o lúmen obstruído por taninos e abaixo se encontra o tecido de transmissão. Nas partes mais curtas a epiderme tem células não papilosas sem taninos.	Ovário: embebido no pericarpelo. Forma do lóculo pode ser elíptica ou ovalada em <i>O. cantabrigiensis</i> e <i>O. pilifera</i> . Lóculo com epiderme lisa, exceto em <i>O. pubescens</i> que é meio rugosa (Fig. 2G) No parênquima adjacente à epiderme se encontram esses taninos, drusas e grãos de amido em <i>O. pilifera</i> e <i>O. pubescens</i> .	Campilótropo, bitégmicos, crassinuclea- dos. (Fig.2H) No funículo de <i>O. pilifera</i> . Na epiderme se encontram drusas e taninos	Fuentes-Péres, Terrazas e Arias (2009)	

Cactoideae

Tabela 3. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Bráctea (bractéola), escamas	Tépalas (Sepalóide - Petalóide)	Tube Floral/ Hipanto	Nectário	Androceu (antera, conectivo)	Androceu filetes	Gineceu (Estigma, estilete)	Gineceu (Ovário)	Óvulo	Referência
Tribo Hylocereae										
<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	Bractéolas lanceoladas possuem epiderme unisseriada glabra e anfiestomática. Mesófilo parênquimatoso homogêneo, com cavidades secretoras vários feixes vasculares colaterais pequenos (Fig. 5G) Bractéolas menores no lado abaxial, diferem no tamanho das células parenquima tosas do mesófilo	Pericarpelo: Epiderme externa unisseriada glabra, paredes celulares levemente sinuosas e anticlinais com estômatos paralelocíticos. Tecido parenquimatoso multisseriado, clorofilado, com células com lúmen largo, isodiamétrico, com muitos grãos de amido. Parênquima: eidioblastos contendo cristais de oxalato de cálcio, e feixes vasculares. Perianto: sepalóide semelhante as bractéolas, maiores e com mais estômatos no lado abaxial. Mesófilo homogêneo com cavidades secretoras e feixes vasculares colaterais. Parênquima mais compacto. Perianto petalóide com células epidérmicas maiores, paredes celulares finas, mesófilo com camada de células menores e menos estômatos no lado abaxial. (Fig. 5H)	Epiderme externa do hipanto glabra com estômatos paralelocíticos. Acima do pericarpelo, a separação do estilete começa e se diferencia em 2 regiões: 1ª região mais externa com grandes células parenquimatosas com cavidades secretoras, e 2ª interna mais compacta e nectarífera. Próximo ao perianto, tem protrusões nas superfícies em ambas, com os lobos internos menores e mais numerosos, sendo os sítios de inserção dos filamentos/filetes. Parênquima homogêneo, epiderme interna glabra com alguns estômatos e abaixo da epiderme interna há acúmulo de mucilagem.	Apresenta pequenas células secretoras de citoplasma denso e grandes núcleos com muitos feixes vasculares adjacentes. Epiderme externa formada por tricomas secretores com paredes grossas açucareadas reduzidas	Região do conectivo composta por tecido colenquimatoso e feixe vascular. Antera biteca tetraesporangiada deiscente longitudinalmente. Células epidérmicas papilosas com conteúdo fenólico e endotécio tem um espessamento secundário em tiras nas paredes periclinal e anticlinal externas	Filete formado por uma epiderme unisseriada com grandes células no formato cúbico levemente arredondadas tecido parênquima toso com cavidades secretoras feixe vascular anficribal concêntrico central. (Fig. 5F)	Estigma com epiderme secretora. Estilete cilíndrico, fechado, composto por epiderme unisseriada glabra com estômatos. Tem de 1 a 2 camadas de tecido colenquimatoso e parênquima "solto", incluindo cavidades secretoras, feixes colaterais e tecido transmissor central. Estilete na região basal, unido com o hipanto e epiderme difere da região superior na presença de células papilosas ricas em "açúcares redutores", semelhante aos tricomas na epiderme interna do hipanto na mesma região da flor. Tecido transmissor formado por tecido epidérmico e subepidérmico com células de citoplasma denso. (Fig. 5J) Estigma com 9-10 lobos cada um com epiderme secretora com tricomas uni e bicelulados. Abaixo dele há o tecido parenquimatoso com cavidades secretoras e feixe vascular. (Fig. 5K)	Ovário ínfero. Tecido parenquimatoso composto por células não clorofiladas, mais alongadas na epiderme interna, que possui idioblastos com conteúdo fenólico e grãos de amido. (Fig. 5L)	Circinótrofos, bitégmicos, crassinucleados, com funículo grande e parenquimatoso com um único feixe vascular. Tegumento externo composto por número variado de camadas celulares com mais na região apical. Tegumento interno tem 3 camadas de células que são menores que as do tegumento externo. Micrópila delimitada apenas pelo tegumento interno, onde as células são maiores. Nucelo composto por células altamente vacuoladas de parede fina. Longos tricomas unicelulares com a ponta arredondada na região da micrópila, ao longo do funículo. (Fig. 5I)	De Almeida et al. (2010)

Tabela 3. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Bráctea (bractéola), escamas	Tépalas Perianto (Sepalóide - Petalóide)	Tubo Floral/ Hipanto	Nectário	Androceu (antera, conectivo)	Androceu filetes	Gineceu (Estigma, estilete)	Gineceu (Ovário)	Óvulo	Referência
Tribo Rhipsalideae										
<i>Rhipsalis teres</i>				Epiderme estomatífera com ausência de tricomas e parênquima nectarífero rodeado por feixes vasculares colaterais. (Fig. 6GH)	Anteras jovens apresentam 4 camadas celulares durante desenvolvimen- to e (epiderme endotécio, camada media e tapete secretor). (Fig.6L)		Estilete: epiderme unisseriada, parênquima, tecido transmissor compacto, 3 feixes vasculares bicolaterais Estigma: superfície secretora e tricomas unicelulares	Ovário sincárpico tricarpelar. Parede do ovário fundida à parede pericarpelar. Epiderme externa unisseriada, seguida de 7-9 células grandes parenquimáticas (pericarpelo) 13 feixes vasculares, que circulam uma região de parênquima de 8 camadas (ovário) e feixes invertidos (Fig.6J)	Placentação axilar Ocorrem em pares em 3 regiões placentárias Anátropo - campilótropo, bitegumentado com micrópila delimitada pelo tegumento interno, apresenta estruturas esféricas no interior do saco embrionário na região próxima a chalaza. (Fig 6K)	Santos e Almeida (2019)

Tabela 3. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Bráctea (bractéola), escamas	Tépalas Perianto (Sepalóide - Petalóide)	Tubo Floral/ Hipanto	Nectário	Androceu (antera, conectivo)	AndroceuGineceu (Estigma, estilete) filetes	Gineceu (Ovário)	Óvulo	Referência	
Tribo Trichocereae										
<i>Trichoceus candicans</i> e <i>T. pseudocandicans</i>	Epiderme uniestratificada, colenquimentosa com cutícula grossa e escassa em estômatos na superfície abaxial. Hipoderme uniestratificada de células maiores que as epidérmicas mas com paredes mais finas. Mesófilo homogêneo e compacto, células do parênquima esponjosas, grandes e isodiamétricas. Feixes colaterais pequenos localizados na superfície adaxial rodeados por uma camada de células parenquimáticas. Apresentam dutos secretores idioblastos com cristais. (Fig.7H)	Tépalas externas com epiderme e hipoderme uniestratificadas de células pequenas e células maiores. Epiderme abaxial com estômatos escassos. Tépalas externas com células do parênquima esponjoso irregulares. Feixes vasculares colaterais numerosos e pequenos localizados na face adaxial das tépalas externas e na linha central das internas. Acompanhados por dutos secretores e idioblastos com cristais. (Fig. 7I)	Hipanto/pericarpelo: formado por células grandes e largas dispostas perpendicularmente a epiderme, semelhante ao parênquima em paliçada do caule, mas sem a presença de cloroplastos. Feixes escassos, reduzidos e dispersos. Possui numerosos dutos grande além de idioblastos com cristais (drusas, prismáticos e conglomerados).				Lóbulos revestidos por tecido epidérmico papiloso. Um único feixe vascular é imerso em tecido parequimático folgado. Estilete circular (diâmetro de 3mm). Epiderme uniestratificada com cutícula um pouco grossa e presença de estômatos. Na subepiderme se localiza uma hipoderme uniestratificada com células isodimétricas com paredes primárias delgadas. Parede do estilete formada por parênquima com dutos secretores e pequenos feixes vasculares anficribais. Centro do estilete possui tecido transmissor e canal estilar, e a composição muda conforme a zona do estilete: Parede estilar começa estreita e quando se chega na base ela possui uma maior grossura. Epiderme interna na parte superior do estilete começa com ondulações bem marcadas e próxima a base próxima ao ovário não possui ondulações. Canal estilar coberto por papilas. (Fig. 7K)	Ovário multicarpelar e parietal. Parede formada por parênquima compacto com células pequenas. Hipanto e parede do ovário parecem estar muito fusionados. Zona de placentação com células pequenas e com muito feixes que enervam a placenta e maior (Fig.7K)	Óvulos numerosos. Circinótipos, crassinucleados, agrupados de 8 a 12, unidos pelo funículo. (Fig.7J,L)	Fernández et al. (2020)

Tabela 3. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Bráctea (bractéola, escamas)	Tépalas (Sepalóide -Petalóide)	Tubo Floral/ Hipanto	Nectário	Androceu (antera, conectivo)	Androceu filetes	Gineceu (Estigma, estilete)	Gineceu (Ovário)	Óvulo	Referência
Tribo Pachycereae										
<i>Echinoce-reus stramine-us</i> (Engelm.)		Perianto: epiderme das tépalas uniestratificadas integradas por células quadradas a retangulares, obstruídas por taninos, com cutícula estriada e fina, enquanto <i>E. coccineus</i> não possuem taninos, apenas em algumas células específicas espalhadas. Estômatos paralelocíticos presentes em ambas as superfícies. Mesófilo com parênquima frouxo, células isodiamétricas e células abundantes em mucilagem, feixes vasculares numerosos do tipo colateral (Fig.8B)		Epiderme com células quadradas a retangulares com taninos e estômatos secretores de néctar	Anteras tetraesporangia-das. Epiderme simples e delgada composta por células quadradas e ligeiramente fusiformes pela presença de papilas. Conectivo possui células irregulares de tamanho variável, também com taninos. No centro do tecido conectivo há um feixe vascular anficribal. (Fig.8G)	Filetes com uma epiderme simples de células taníferas e cutícula estriada. Células do parênquima são isodiamétrica s e de tamanho irregular, algumas com taninos. O feixe vascular é de tipo anficribal se localiza no centro do filamento	Estilete colunar, mais largo em direção ao ápice, com células mucilaginosas em abundância e feixes vasculares anficribais. Células externas e canal estilar cheios de taninos e adjacente à epiderme papilosa do canal estilar se encontra o tecido de transmissão. Cada lobo do estigma é triangular, epiderme na porção receptora é papilosa com o lúmen obstruído por taninos e junto a ele se encontra o tecido de transmissão constituído por células pequenas, isodiamétricas e compactas. Há uma parte pequena do lobo onde a epiderme possui células lisas taníferas, absente de tecido de transmissão. Na região mais interna, há um parênquima frouxo, com células mucilaginosas e feixe vascular no centro. Lóbulos bifurcados. (Fig.8LM)	Sincárpico, Placentação parietal e unilocular. Pericarpelo tem tecido fundamental formado de parênquima esponjoso com células isodiamétricas de diferentes tamanhos e abundantes em mucilagem. Os feixes vasculares colaterais delimitam o pericarpelo formando um anel. (Fig.8J)	Campilótro-pos, bitêmicos, crassinu-cleados com funículo longo e curvado. (Fig.8K)	Villalpan-do-Martinez et al. (2020)
<i>E. coccineus</i> (Engelm.)				Parênquima nectarífero possui mais de 10 camadas de células pequenas e isodiamétricas muito compactas, com vacúolos grandes e citoplasma denso. Em <i>E. coccineus</i> a região das células nectaríferas mais próxima da base do estilete e apresenta uma abertura mais fechada. (Fig.8HI)						

Tabela 4. Compilação de literatura referente a Morfoanatomia do Fruto em Cactaceae

Táxon (espécie, gênero)	Formato do fruto	Tamanho (mm ou cm)	Coloração	Superfície externa	Deiscência	Morfologia fruto	Anatomia fruto	Referência
Pereskioideae								
<i>Pereskia pititache</i>				Brácteas receptaculares espaçadas, brácteas acima da área receptacular acabam acumuladas no topo do fruto			Floema com várias esclereides fibrosas, difusas duras e aciculares, Associadas com todos os feixes vasculares na fruta. Esclereides irregulares e numerosas ocorrem no córtex, mais abundantemente na base da fruta. Esclereides aciculares são duras e afiadas o suficiente para que não se consiga manipular nem comer as frutas. Quando madura esclereides são soltas no lóculo. (Fig.10C)	Boke (1963)
<i>P. aculeata</i> <i>Miller</i>	Pomáceo do tipo cactídeo, globoso ou obovoide		Amarelo alaranjado	Aréolas presentes na superfície, como cicatrizes com tricomas		No interior do fruto tem uma columela que se desintegra com parte do pericarpo, que forma uma massa gelatinosa com três sementes	Pericarpo: O hipanto se torna carnoso e circunda o ovário maduro, sendo unido ao tecido axial apenas na base. Formado por epicarpo unisseriado, cuticularizado, glabro, não estomatífero, com células prismáticas e paredes delgadas. Mesocarpo de natureza colenquimática e parenquimática. Região mais interna do parênquima mesocárpico com grandes células mucilaginosas. No fruto maduro parte do mesocarpo interno, todo endocarpo e columela se desintegram, formando uma massa gelatinosa que envolve as sementes (Fig. E 10F)	Rosa e Souza (2003)

Tabela 4. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Formato do fruto	Tamanho (mm ou cm)	Coloração	Superfície externa	Deiscência	Morfologia fruto	Anatomia fruto	Referência
<i>P. aculeata</i> <i>Miller</i>		1.5 – 2 cm	Amarelo quando maduro	Brácteas se tornam abscissas no fruto maduro Perianto murcho persiste no fruto Brácteas na beira do receptáculo floral, que se alargam na antese, se tornam para dentro, selando o “copo floral”		Segmentos do perianto e os estames permanecem até o fruto maduro.	Columela aumenta e preenche qualquer espaço que não esteja sendo ocupado pelas sementes, com células mucilaginosas se tornando abundantes na columela e nas camadas internas do assoalho do ovário. Estágios iniciais de desenvolvimento, periderme se desenvolve nas paredes internas do pericarpelo. Na base do ovário, o felogênio se inicia entre o “tronco” de feixes de estames e dos feixes recorrentes, e se estende para cima para as bases das brácteas receptaculares elevadas, cortando todo o tubo floral, junto do nectário, bases conatas dos estames, os estames e o perianto. Periderme também se forma através da base do estilete. Esclereides difusas rígidas e fibriformes no floema.	Boke (1966)
<i>P. diazromeroana</i> <i>Cárdenas</i>	Esférico	5-9 cm em diâmetro	Preto	Partes do perianto secas presentes.		Segmentos do perianto ficam secos e persistem no fruto (como em <i>P. aculeata</i>)	Fruto jovem: assoalho do ovário deslocado para cima pelo crescimento abaixo das alças vasculares. Células de mucilagem se tornam abundantes, e há uma pequena columela semelhante às de <i>P. aculeata</i> e <i>P. pititache</i> mas não tão conspícua (Fig. 10B).	Boke (1968)
Opuntioideae								
<i>Opuntia polycantha</i>	Ovoide		Marrom ou bronzeado	Espinhoso				Cota-Sánchez e Almeida et al. (2013)
Gênero <i>Maihue niopsis</i>	Claviforme a ovoide		Verde a amarelo	Cobertos por aréolas lanosas, que carregam gloquídeos e espinhos		Pericarpo grosso na maioria das espécies		Kattermann (2011)

Tabela 4. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Formato do fruto	Tamanho (mm ou cm)	Coloração	Superfície externa	Deiscência	Morfologia fruto	Anatomia fruto	Referência
Cactoideae								
Tribo Blossfeldieae								
<i>Blossfeldia liliputana</i>	Ovoide	8 mm	Marrom		É deiscente quando maduro	Pericarpo membranoso		Barhlott e Porembski (1996)
Tribo Cactae								
<i>Coryphantha bumamma</i>	Formato variou de ovoide a claviforme	2.7 cm x 0.6cm	Verde pálido com o ápice levemente vermelho					Cornejo et al. (2012)
<i>Coryphantha clavata</i>		1.4 cm x 0.6 cm						
<i>Coryphantha cornifera</i>		2.7 cm x 1.2 cm						
<i>Ferocactus hystrix</i>		3.2 cm x 2.2 cm	Amarelo esverdeado		Deiscente na base	Único da pesquisa que apresentou paredes grossas		
<i>Mammillaria uncinata</i>	claviforme	1.5 cm x 0.5 cm	Vermelho					
Tribo Cereeae								
<i>Melocactus curvispinus</i>	Cônico		Magenta a vermelho					Nassar e Ramirez (2004)
<i>Pilosocereus subg. Gounellea, P. frewenii,</i>		1.5-2 cm de diâmetro	Magenta Polpa branca		Deiscência a partir do ápice ao longo de 3 linhas			Zappi e Taylor (2011)
<i>Melocactus ernestii</i> Vaupel subsp. <i>ernestii</i>	Cônico	21.32 x 6.78 mm	Lilás brilhante					Gomes et al. (2014)

Tabela 4. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Formato do fruto	Tamanho (mm ou cm)	Coloração	Superfície externa	Deiscência	Morfologia fruto	Anatomia fruto	Referência
<i>Melocactus sergipensis</i> , <i>sp. nov.</i>		15-19x6-8 mm	Rosa intenso na parte superior, branco pálido na parte inferior					Taylor et al. (2014)
<i>Melocactus</i>			Vermelho, magenta ou rosa, Frutos brancos ou rosa pálido podem ocorrer					Taylor (1991)
Tribo Notocacteeae								
<i>Parodia gaucha</i>		1.0-1.4 x 0.8 - 1.0 cm	Esverdeado. Polpa branca	Pericarpelo com aréolas carregando longos "pelos" marrons amarelados e algumas cerdas encaracoladas. Remanescentes do perianto secos, podendo persistir no fruto ou cair	Deiscência por um ou mais fendas longitudinais			Machado et al. (2008)
Tribo Hylocereeae								
<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	Elíptico (fusiforme)	8 x 2.5 cm	Vermelho arroxeado				Epiderme unisseriada com estômatos, cobertas por uma cutícula cerosa. Abaixo da hipoderme há parênquima compacto multicelular de 20-30 camadas. Abaixo do parênquima: zona com grandes feixes vasculares, que rodeia outra região de tecido parenquimal não compacto (20 camadas). Endocarpo origina-se da epiderme interna do ovário. Células ricas em mucilagem circundam as sementes (Fig. 12E)	De Almeida et al. (2018) e Cota-Sánchez e Abreu (2007)

Tabela 4. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Formato do fruto	Tamanho (mm ou cm)	Coloração	Superfície externa	Deiscência	Morfologia fruto	Anatomia fruto	Referência
<i>Hylocereus undatus</i>	Esférico	15 x 10 cm	Magenta	Com escamas/ brácteas			Epiderme unisseriada com estômatos, cobertas por uma cutícula cerosa. Cobertura mais externa suportada pela hipoderme de 1-2 camadas de colênquima. Abaixo do colênquima há parênquima compacto multicelular de 50-60 camadas. Abaixo do parênquima: zona com grandes feixes vasculares, que rodeia outra região de tecido parenquimal não compacto (60 camadas). Endocarpo se origina na da epiderme interna do ovário. Células ricas em mucilagem circundam as sementes (Fig. 12F)	De Almeida et al. (2018)
<i>Selenicereus wittii</i>	Oblongo	3.5cm de diâmetro	Verde	Áspera	Única fenda longitudinal			Barthlott et al. (1997)
Tribo Rhipsalideae								
<i>Lepismium warmingianum</i>	Esférico	< 2 cm	Roxo escuro	Verde – pericarpelo tem de 4 a 5 costelas na transversal Maduro – redondo e liso			Epiderme Unisseriada com estômatos e coberta por cutícula. Região externa do mesocarpo há parênquima compacto multicelular de 9-10 camadas. Células do parênquima circundam cavidades secretoras de mucilagem, maiores em <i>L. warmingianum</i> . Abaixo do parênquima: zona com grandes feixes vasculares, que rodeia outra região de tecido parenquimal que diminuem de tamanho ao chegar perto do endocarpo. (10-14 camadas). Células ricas em mucilagem circundam as sementes e todo o espaço intercelular é preenchido com mucilagem. (Fig. 12IJ)	De Almeida et al. (2018)
<i>Rhipsalis cereuscula</i>	Esférico	< 1 cm	Branco translúcido	Liso				

Tabela 4. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Formato do fruto	Tamanho (mm ou cm)	Coloração	Superfície externa	Deiscência	Morfologia fruto	Anatomia fruto	Referência
Tribo Trichocereae								
<i>Trichocereus candicans</i> e <i>T. pseudocandicans</i>	Globosos		Verde com tons de rosa a amarelo	Com escamas (menores que as da flor). Possuem tricomas em suas axilas	Deiscência lateral longitudinal		Hipanto dá lugar ao clamidocarpo, parede do ovário dá origem ao pericarpo. Fruto jovem possui características anatômicas semelhantes à do hipanto e da parede do ovário. Epiderme com paredes celulares mais grossas, clamidocarpo com parênquima um pouco frouxo e maior quantidade de dutos condutores. Pericarpo mais compacto com feixes maiores e sem dutos secretores. (Fig. 11J)	Fernandez et al. (2020)
<i>Haageocereus</i>	Esférica a ovoide.	Entre 2.0 a 6.0 cm x 1.3-5.6cm	-Vermelho brilhante	Resquícios da flor são persistentes no topo do fruto, enegrecidos, eretos ou pendentes. Pericarpo coberto por pequenas brácteas/escamas com tricomas axilares	Maior parte das espécies é indeiscente. <i>H. pseudomelanosteles</i> subs. <i>Turbidus</i> frutas podem se abrir lateralmente quando maduras			Calderón et al. (2007)
<i>Trichocereus</i>	Globoso ou ovoide	2.5 – 6.5 cm	Laranja amarelado a avermelhado	Partes do perianto secas podem ou não ser persistentes. Estilete pode permanecer no fruto e o perianto se desprende por abscisão. Podem ser cobertos de pelos esbranquiçados e brácteas	Deiscentes por uma fenda longitudinal	Os funículos e o mesocarpo, quando maduro se liquefazem e aumentam de tamanho, formando uma massa pulposa e branca		Kiesling (1978)
<i>Haageocereus (Weberbauerocereus) weberbaueri</i>		27 mm x 30.6 mm	Vermelho, laranja, laranja, avermelhado a amarelado, amarelo e verde					Sahley (1996)

Tabela 5. Compilação de literatura referente à Morfoanatomia da Semente em Cactaceae

Táxon (espécie, gênero)	Formato	Tamanho	Coloração	Quantida de de sementes	Morfologia semente	Anatomia semente	Dispersão	Referência
Leuenbergioideae								
<i>Leuengeria lychnidiflora</i>					Superfície lisa	Embrião ocupa a maior parte do volume das sementes. Drusas no embrião. Perisperma persistente nas sementes maduras. Hilo composto por esclereides. Tegumento formado por apenas uma camada exotestal com depósitos de taninos.		Jiménez-Durán et al. (2014)
Pereskioideae								
<i>Pereskia aculeata Miller</i>	Lenticular		Pretas brilhantes	2-3 por fruto	Funículo curto Embrião curvo com eixo hipocótilo radicular longo, dois cotilédones pouco denso e plúmula indiferenciada	Exotestal. Epiderme constituída por camada macroesclereídes, com paredes celulares espessas. Parede periclinal externa, parcialmente estriada e impregnada com substâncias de caráter lipídico. Próxima ao hilo epiderme é multisseriada. Restante da testa formada por parênquima, e epiderme interna tem células tabulares e paredes finas. Tégmen persiste em determinadas regiões como um único estrato de células alongadas com espessamento secundário na forma de faixas estreitas. Perisperma – faixa de 1-5 camadas celulares ao redor do embrião. Reserva perispérmica oleaginosa, e em menor quantidade, amilácea. Na semente podem ocorrer resíduos de endosperma. O ápice do funículo é dilatado em contato com a semente, região funicular apresentando um conjunto de células de paredes espessas e lignificadas.		Rosa e Souza (2003)
<i>P. aculeata Miller</i>	Circulares	6 mm						Boke (1966)

Tabela 5. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Formato	Tamanho	Coloração	Quantidade de sementes	Morfologia semente	Anatomia semente	Dispersão	Referência
<i>P. diazromeroana</i> <i>a Cárdenas</i>	Contorno piriforme, achatadas, lisas	2 mm	pretas brilhantes		Perisperma pequeno e amiláceo, anexo pelo embrião curvado			Boke (1968)
Opuntioideae								
<i>Opuntia polycantha</i>				De 5 a 55 (média de 26)				Cota-Sánchez e Almeida et al. (2013)
Gênero <i>Maihueniopsis</i>	Funicular, achatadas				“Lanosas” ou lisas			Kattermann (2011)
Cactoideae								
Tribo Blossfeldieae								
<i>Blossfeldia liliputana</i>		0.2mm		150			Formigas	Barhlott e Porembski (1996)
Tribo Cactae								
<i>Coryphantha bumamma</i>	Curvada e reniforme	2.3 mm x 0.7 mm	Marrom claro a marrom, brilhantes ou opacas	84			Limites anticlinais eram inconspícuos ou elevados. Os limites eram retos com exceção de <i>M. uncinata</i> .	Cornejo et al. (2012)
<i>Coryphantha clavata</i>	Ovais	1.4 mm x 0.9 mm		56			Microrrelevo verrugoso	
<i>Coryphantha cornifera</i>	Curvada e reniforme	0.9 mm x 0.6 mm		99				
<i>Ferocactus histrix</i>	Ovais a reniformes	1.4 mm x 0.9 mm		2100				
<i>Mammillaria uncinata</i>	Ovais	1.0 mm x 0.7 mm		70				

Tabela 5. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Formato	Tamanho	Coloração	Quantidade de sementes	Morfologia semente	Anatomia semente	Dispersão	Referência
Tribo Cereeae								
<i>Melocactus curvispinus</i>			Pretas	280.3 – 290.4 4% das sementes foram abortadas				Nassar e Ramírez (2004)
<i>Pilosocereus subg. Gounellea, P. frewenii,</i>		0.2 cm região do hilo micropilar menos expandido	Pretas					Zappi e Taylor (2011)
<i>Melocactus ernestii Vaupel subsp. ernestii</i>		1.04x 1.01mm	Pretas	56			Dispersão pelo lagarto <i>T. semitaeniatus</i>	Gomes et al. (2014)
<i>Melocactus sergipensis, sp.nov.</i>		1.6-1.9x 1.0-1.2 mm	Pretas amarronzadas	12 - 22 por fruto				Taylor et al. (2014)
<i>Melocactus</i>	Pouca variação, com tendência a a um formato mais isodiamétrico				Formato alongado, Sementes com o hilo mais ou menos perpendicular ao eixo longitudinal. Hilo relativamente grande nas espécies do gênero Relativa quantidade de esculturamento cuticular pode ser observado nas sementes, parcialmente correlacionado com a morfologia derivada das células testa	Possuem menos células testa maiores do que aquelas relacionadas a Tribo Cereeae Conforme o autor, as células da testa isodiamétricas convexas são uma condição primitiva no gênero e do gênero <i>Coleocephalocereus</i> ,	Lagartos e formigas podem atuar como agentes de dispersão	Taylor (1991)

Tabela 5. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Formato	Tamanho	Coloração	Quantidade de sementes	Morfologia semente	Anatomia semente	Dispersão	Referência
Tribo Notocactaeae								
<i>Parodia gaucha</i>	Formato de capacete	1.0 – 1.2 x 0.8-0.9 mm	Marrom escuro avermelha do a preto brilhante		Região do hilo micropilar com 0.8-0.9mm, formato de pêra, lateral ao eixo da semente. Região da borda do hilo micropilar nítida contra a borda da testa	Células da testa convexas, pentagonal ou hexagonal, alongadas ao longo do eixo da semente. Limites entre células retos afundados, superfície celular com um padrão de dobramento cuticular minutamente estriado		Machado et al. (2008)
Tribo Hylocereaeae								
<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	Reniforme e a orbicular	1.5- 3 mm	Preta	Variável – 197 a 230		Paredes parenquimáticas que circundavam as sementes possuem alta quantidade de mucilagem		De Almeida et al. (2018) e Cota-Sánchez e Abreu (2007)
<i>Hylocereus undatus</i>		Pequena	Preta					
<i>Selenicereus wittii</i>	Formato de mexilhão	4 x 2 mm	Pretas			Hilo e a micrópila fusionados em um único complexo não esclerosado. As células da testa quase lisas possuem interstícios deprimidos Embrião curvado relativamente pequeno e o corpo principal da semente é composto de uma camada de células da testa dorsais extremamente grandes, que são mortas e cheias de ar.	Sementes flutuam na água	Barthlott et al. (1997)

Tabela 5. Continuação

Táxon (espécie, gênero)	Formato	Tamanho	Coloração	Quantidade de sementes	Morfologia semente	Anatomia semente	Dispersão	Referência
Tribo Trichocereae								
<i>Trichocereus candicans</i> e <i>T. pseudocandicans</i>			Pretas		Embrião em estado de desenvolvimento incipiente, episperma com células grandes e paredes lignificadas			Fernandez et al. (2020)
<i>Haageocereus</i>	Formato de mexilhão, ovais ou ovaladas	1.09 mm a 1.87 mm			Testa possui aparência brilhante. <i>H. tenuis</i> semimata (opaca). Estriações cuticulares como resultado de dobramento cuticular, são muito fortes em 3 espécies do gênero. Presença de parconvexidades observada em <i>H. acranthus subsp. Zonatus</i> na borda periférica da semente. Região do hilo micropilar oblíqua e grande em todo o gênero,	A testa apresenta uma escultura multicelular com crateras intersticiais e convexidades com cúpula baixa é uma característica típica de todo o gênero.	Frutas atrativas para pássaros. Formigas podem atuar como dispersoras junto com os pássaros caso a fruta seja danificada.	Calderón et al. (2007)
<i>Trichocereus</i>	Formato de vírgula, achatadas, ou com forma de Ânfora ou urna.	1 – 1.5 mm	Pretas ou marron escuras		Apresentam tegumento duplo. Todas apresentam uma crista longitudinal, pouco ou muito marcada na região dorsal. Hilo terminal e um pouco inclinado, apresentando um orifício micropilar próximo à área dorsal outro orifício. Algumas sementes são enrugadas	Células da testa hexagonais ou sub hexagonais, com lados marcados e perfurações nos ângulos. Rugas perpendiculares nas laterais das células. Tegumento interno delgado, com duas camadas de células, multicelular perto do micropilo. Embrião é curvo, com radícula cônica, obtusa, um hipocótilo grosso e curto, e um par de cotilédones (0.2 mm – 0.5mm). Cotilédones dão aspecto curvado ao embrião, cuja concavidade está no perisperma. Pouco endosperma. Substâncias de reserva dentro das sementes: gotas de óleo e grãos de amido.	Algumas aves comem os frutos de espécies arbóreas e podem agir como dispersoras	Kiesling (1978)

PARECER FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTAÇÃO
REMOTA

Discente: JÚLIA GONÇALVES BARRETO

Título: "Órgãos reprodutivos e biologia reprodutiva em Cactaceae: uma visão geral"

Orientador: Prof. Dr. Odair José Garcia de Almeida

Curso/Habilitação: Bacharelado em Ciências Biológicas/ Gerenciamento Costeiro

COMISSÃO EXAMINADORA	CONCEITO
Prof. Dr. Odair José Garcia de Almeida	Aprovado
Prof. Dr. Yoannis Domínguez Rodríguez	Aprovado

CONCEITO FINAL:

A Comissão Examinadora abaixo assinada conclui que a discente **Júlia Gonçalves Barreto** obteve o seguinte conceito:

APROVADO

REPROVADO

São Vicente, 25 de fevereiro de 2022.



Prof. Dr. Odair José Garcia de Almeida
(Orientador)



Prof. Dr. Yoannis Domínguez Rodríguez