



GRACIELE LURDES SILVEIRA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CITOGENÉTICOS DE
ESPÉCIES DE VOCHYSIACEAE A. ST.-HIL. DE UM
FRAGMENTO DE CERRADO NO ESTADO DE MATO
GROSSO**

**LAVRAS-MG
2019**

GRACIELE LURDES SILVEIRA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CITOGENÉTICOS DE ESPÉCIES DE
VOCHYSIACEAE A. ST.-HIL. DE UM FRAGMENTO DE CERRADO NO ESTADO
DE MATO GROSSO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de Doutora.

Dra. Larissa Fonseca Andrade Vieira
Orientadora

Dra. Érica Pereira de Campos
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silveira, Graciele Lurdes.

Aspectos Morfológicos e Citogenéticos de Espécies de
Vochysiaceae A. St.-Hil. de um Fragmento de Cerrado no Estado
de Mato Grosso / Graciele Lurdes Silveira. - 2019.

77 p. : il.

Orientador(a): Larissa Fonseca Andrade Vieira.

Coorientador(a): Érica Pereira de Campos.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Citotaxonomia. 2. Chave de identificação. 3. Palinologia. I.
Vieira, Larissa Fonseca Andrade. II. Campos, Érica Pereira de. III.
Título.

GRACIELE LURDES SILVEIRA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CITOGENÉTICOS DE ESPÉCIES DE
VOCHYSIACEAE A. ST.-HIL. DE UM FRAGMENTO DE CERRADO NO ESTADO
DE MATO GROSSO**

**MORPHOLOGICAL AND CYTOGENETIC ASPECTS OF VOCHYSIACEAE A. ST.-
HIL. OF A FRAGMENT OF CERRADO IN MATO GROSSO STATE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de Doutora.

Aprovada em 25 de outubro de 2019.

Dra. Vânia Helena Techio – UFLA
Dra. Laiane Corsini Rocha – UFLA
Dra. Érica Pereira de Campos – UFR
Dr. Gustavo Hiroaki Shimizu – UNICAMP



Dra. Larissa Fonseca Andrade Vieira
Orientadora

Dra. Érica Pereira de Campos
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2019**

*À vida, pela oportunidade de
poder conviver com tantas pessoas
maravilhosas.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por esta vida cheia de oportunidades de aprendizagem.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Biologia, pela estrutura concedida para realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Rondonópolis e ao Departamento de Biologia, pela oportunidade de pesquisar sobre as Vochysiaceae do Campus e pela estrutura concedida.

Aos professores, secretária e colegas do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, por todos os ensinamentos e contribuições.

Aos membros da banca, por aceitarem o convite de avaliar e contribuir com este trabalho.

À professora Larissa Fonseca Andrade Vieira pela orientação e por toda dedicação e contribuição para o meu crescimento profissional e pessoal.

À professora Érica Pereira de Campos, Botânica que me inspira desde a graduação. Sou muito grata por todo conhecimento compartilhado comigo e por todas as conversas que sempre me ajudaram a decidir o melhor caminho a trilhar.

Ao professor Hilton Morbeck de Oliveira, o qual me incentivou a ir fazer a seleção da UFLA e a sempre persistir. Pessoa pela qual tenho imenso carinho e admiração.

À professora Vânia Helena Techio, por sempre tirar um tempo em meio à correria para me ensinar sobre a arte da citogenética.

A todos os professores, técnicos, pesquisadores e demais funcionários da UFLA, UFR e UFMT que me receberam em seus departamentos e laboratórios e contribuíram com a execução dessa tese.

A todos os colegas do Laboratório de Citogenética, pela disponibilidade de ajudar sempre que necessário, pela troca de experiências sobre a vida de estudante e pelas conversas descontraídas, e ao técnico Felipe, pela amizade e por todo auxílio em meus experimentos.

Aos meus orientandos Franceli, Maria Gabriela, Rafaela e Fábio. Sou grata pela oportunidade de conhecer e conviver com vocês durante a pós-graduação. Desejo muito sucesso a todos!

Às Biólogas Super Vips do meu coração, Day, Angel, Thaísa e Ingrid! Vocês sabem que por onde quer que eu vá, sempre estarei enviando boas vibrações para todas! Dessa vez não vamos comemorar na praia ou na casa da Thaísa, mas não faltarão oportunidades!

Aos amigos que a pós-graduação me deu de presente, Kaline, Nathale, Éder, Alejandro, Raquel e Laiane. Foi muito bom poder compartilhar os dias com vocês.

Às flores do meu jardim, Dani, Kamylla e Bia, que mesmo à distância fazem parte dos meus dias e os enchem de carinho.

À Iara, Dona Iron, Dona Wanderleia, Zélia, Rafaela e demais servidores do Departamento de Biologia da UFLA, agradeço por todos esses anos de convivência e por se preocuparem com nosso bem estar.

À Kátia e ao Rodrigo pela amizade, energia positiva, por todo conhecimento compartilhado e por ajudar com minhas filhotas de quatro patas, Boris e Charlotte.

Aos meus pais, Pedro e Jurema, e aos meus irmãos, Adriane e Ewerson, por todo o amor, carinho e incentivo. “Pai, agora você tem uma filha doutora!” “Mãe, todas as suas orações valeram a pena! Sou grata por toda a sua preocupação comigo.”

À minha segunda família, Helena, Roberto, Felipe, Mariana, Thiago e Simone, que me ensinam todo o dia sobre humildade, amor e união.

Aos meus sobrinhos, Bianca, André e Joaquim, que tornam meus dias mais leves e alegres.

Ao meu noivo, Lucas Alencar, alma gêmea da minha, por acreditar no meu potencial e apoiar minhas escolhas, por sempre se fazer presente em tudo que vivo, mesmo durante os anos de distância física e, principalmente, por conquistar meus sorrisos mais sinceros.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“Siga sua paixão, esteja preparada para trabalhar duro e, acima de tudo, não permita que ninguém limite seus sonhos.” (Donovan Bailey)

RESUMO

Espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil. são facilmente encontradas em listas florísticas, no entanto, informações sobre a caracterização genética dessas espécies ainda são escassas na literatura, principalmente das que ocorrem no Cerrado. Portanto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de enriquecer o conhecimento sobre as Vochysiaceae, por meio da descrição morfológica e chaves de identificação das espécies encontradas em um fragmento de Cerrado no Estado de Mato Grosso, e de análises quanto à contagem cromossômica, microsporogênese e morfologia polínica dessas espécies. Espécimes de *Qualea grandiflora* Mart., *Qualea multiflora* Mart., *Qualea parviflora* Mart., *Vochysia divergens* Pohl e *Vochysia cinnamomea* Pohl foram registradas no Herbário Central (UFMT), descritas morfológicamente e as chaves de identificação foram montadas, separando os gêneros e as espécies por filotaxia. As espécies de *Qualea* apresentaram $2n = 22$ cromossomos e número básico $x = 11$, e as de *Vochysia* $2n = 24$ e $x = 12$. Em todas as espécies a meiose foi regular, com índice meiótico próximo de 100, refletindo na viabilidade polínica, que foi acima de 70%. Houve algumas diferenças na morfologia dos grãos de pólen entre as espécies e semelhanças quanto ao modo de dispersão, simetria, polaridade e padrão apertural. A análise de componentes principais mostrou um agrupamento diferente dos dados de uma das árvores identificadas como *Q. parviflora*. Esta pesquisa foi pioneira na região, possibilitou descrever morfológicamente e montar as chaves de identificação das espécies de Vochysiaceae encontradas em um fragmento de Cerrado, além de possibilitar a realização da contagem cromossômica, análises quanto à microsporogênese e a descrição da morfologia polínica dessas espécies, contribuindo com o conhecimento sobre a família Vochysiaceae e sobre a flora da região. Além disso, apresentou a primeira contagem cromossômica para *V. divergens* ($2n = 24$).

Palavras-chave: Citotaxonomia, Chave de identificação, Palinologia, Meiose, Número cromossômico.

ABSTRACT

Vochysiaceae A. St.-Hil. species are easily seen in at flower lists, however, information on the genetic characterization of these species is still sparse in the literature, especially in the Cerrado. Therefore, the aim of this study was enrich the knowledge about Vochysiaceae, through the morphological descriptions and identification keys of the species found in a Cerrado fragment, state of Mato Grosso, and the analysis of chromosome counting, microsporogenesis and pollen morphology of these species. Specimens of *Qualea grandiflora* Mart., *Qualea multiflora* Mart., *Qualea parviflora* Mart., *Vochysia divergens* Pohl e *Vochysia cinnamomea* Pohl were recorded at the Herbário Central (UFMT), described morphologically and the identification keys were assembled, separating genera and species by phyllotaxis. *Qualea* species presented $2n = 22$ chromosomes and basic number $x = 11$, and *Vochysia* species $2n = 24$ and $x = 12$. In all species meiosis was regular, with a meiotic index close to 100, reflecting the pollen viability, which was above 70%. There were some differences in pollen grain morphology between species and similarities in dispersal mode, symmetry, polarity and aperture pattern. Principal component analysis indicated a different grouping of data from one of the trees identified as *Q. parviflora*. This research was a pioneer in the region, it allowed to describe morphologically and assemble the identification keys of the species of Vochysiaceae found in a Cerrado fragment, besides enabling the chromosome counting, analysis of microsporogenesis and the description of pollen morphology of these species, contributing with knowledge about the Vochysiaceae family and the flora of the region. In addition, it presented the first chromosomal count for *V. divergens* ($2n = 24$).

Keywords: Cytotaxonomy, Identification key, Palynology, Meiosis, Chromosome number.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	11
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 O Cerrado	13
2.2 A Família Vochysiaceae A. St.-Hil.	14
2.2.1 Tribo Erismeeae Dumort.....	16
2.2.2 Tribo Vochysieae Dumort.....	17
2.3 Análises Citogenéticas e Ultraestruturais da Família Vochysiaceae.....	19
REFERÊNCIAS	22
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	26
ARTIGO 1: A FAMÍLIA VOCHYSIACEAE A. ST.-HIL. EM UM FRAGMENTO DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE RONDONÓPOLIS, MATO GROSSO	26
ARTIGO 2: NÚMERO CROMOSSÔMICO E MICROSPOROGÊNESE DE ESPÉCIES DE VOCHYSIACEAE A. ST.-HIL. ENCONTRADAS EM UM FRAGMENTO DE CERRADO NO ESTADO DE MATO GROSSO.....	42
ARTIGO 3: MORFOLOGIA POLÍNICA DE ESPÉCIES DE VOCHYSIACEAE A. ST.-HIL. ENCONTRADAS EM UM FRAGMENTO DE CERRADO NO ESTADO DE MATO GROSSO	59

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é considerado o segundo maior domínio em área, se localiza na porção central do país e faz divisa com os domínios Amazônia, Caatinga, Pantanal e Mata Atlântica (MEDEIROS, 2011; RIBEIRO e WALTER, 2008; SILVA et al., 2008). Possui uma biodiversidade riquíssima, no entanto há um número insuficiente de trabalhos relatando a organização e distribuição da mesma nas comunidades (FELFILI et al., 2008; FELFILI; FELFILI, 2001), além de já ter sido considerado como de baixa prioridade para conservação (COSTA et al., 2010), o que pode ter ocasionado a extinção de algumas espécies vegetais antes mesmo de terem sido corretamente identificadas.

Muitas famílias botânicas têm a ocorrência relatada nas várias fisionomias que compõem esse domínio (MENDONÇA, 1998; BORGES; SILVEIRA; VENDRAMIN, 2017), mas o conhecimento detalhado acerca das espécies que fazem parte delas muitas vezes é ignorado. Um exemplo é Vochysiaceae A.St.-Hil., que é encontrada por quase todo o Brasil e há poucas análises específicas sobre a família em determinadas regiões.

Vochysiaceae está atualmente inserida na ordem Myrtales, como grupo irmão de Myrtaceae Juss. (APG IV, 2016; BERGER et al., 2016). A maioria das espécies é encontrada na América do Sul e Central, com exceção dos gêneros *Erismadelphus* Mildbr. e *Korupodendron* Litt & Cheek, que ocorrem na região equatorial do oeste africano (STAFLEU, 1948; LITT; CHEEK, 2002; AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015).

A família compreende oito gêneros (*Callisthene* Mart., *Qualea* Aubl., *Vochysia* Aubl., *Salvertia* A. St.-Hil., *Ruizterania* Marc.-Berti, *Erisma* Rudge, *Erismadelphus* Mildbr. e *Korupodendron* Litt & Cheek), com aproximadamente 250 espécies, sendo representada no Brasil por seis gêneros e cerca de 160 espécies (SHIMIZU; YAMAMOTO, 2012; FLORA DO BRASIL 2020).

Tendo em vista que a biodiversidade do Cerrado ainda não é totalmente conhecida e a ação antrópica vem alterando a estrutura e composição florística da vegetação, trabalhos como este, que visem a enriquecer os conhecimentos sobre a flora desses locais, são de extrema importância para que haja uma maior e melhor discussão sobre estratégias de conservação.

Ainda, levando em consideração o conhecimento atual sobre a família Vochysiaceae, as análises morfológicas e citogenéticas podem auxiliar nas discussões sobre os gêneros que compõem esta família e sua posição dentro da ordem Myrtales.

Além do mais, pesquisas como essa, que necessitam de coletas e registro de material, auxiliam no enriquecimento do acervo de herbários como o Herbário Central (UFMT) da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá.

Sendo assim, o presente estudo foi realizado com o objetivo de enriquecer o conhecimento sobre as Vochysiaceae, por meio da descrição morfológica com chaves de identificação das espécies encontradas em um fragmento de Cerrado no Estado de Mato Grosso, e de análises quanto à contagem cromossômica, microsporogênese e morfologia polínica dessas espécies, e assim, poder contribuir com o conhecimento sobre a família Vochysiaceae e sobre a flora da região.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Cerrado

No Brasil, o Cerrado com seus dois milhões de quilômetros quadrados é considerado o segundo maior domínio em área, superado apenas pela Floresta Amazônica (RIBEIRO e WALTER, 2008). Está localizado na porção central do país, compreendendo os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e o Distrito Federal (SILVA et al., 2008), fazendo fronteira com o domínio Amazônia ao norte, Caatinga a nordeste, Pantanal a sudoeste e Mata Atlântica a sudeste (MEDEIROS, 2011),

De acordo com Batalha (2011), a palavra “cerrado” deve ser utilizada de forma precisa e cuidadosa para que haja uma definição correta do que se pretende estudar e/ou preservar. Esse autor considera Cerrado, com a inicial maiúscula, como o domínio fitogeográfico do Cerrado, incluindo todos os tipos vegetacionais que fazem parte dele; cerrado *sensu lato*, ou simplesmente cerrado, como tipo vegetacional; e cerrado *sensu stricto* como uma das fisionomias savânicas do cerrado *sensu lato*.

Ribeiro e Walter (2008) descrevem o Cerrado como um mosaico de formas fisionômicas com 11 tipos principais, enquadrados em: formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão); formações savânicas (cerrado *sensu stricto*, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e formações campestres (campo sujo, campo limpo e campo rupestre). Os mesmos autores consideram ainda que, de acordo com a densidade arbóreo-arbustiva, ou com o ambiente em que se encontra, o cerrado *sensu stricto* apresenta quatro subtipos: cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre.

O cerrado *sensu stricto* ocupa cerca de 70% da área total do domínio Cerrado, com estrato herbáceo dominante composto principalmente por gramíneas (família Poaceae), e estrato arbóreo com cobertura vegetal de 10 a 60% (FELFILI; FELFILI, 2001), sem formação de dossel. A vegetação herbácea e subarbustiva possui órgãos subterrâneos de resistência, como bulbos e xilopódios, lhes conferindo a possibilidade de sobreviver à seca e ao fogo, enquanto as árvores, geralmente, possuem troncos e ramos tortuosos e súber espesso (COUTINHO, 2002).

Segundo Felfili et al. (2008), o Cerrado está entre as savanas mais ricas do mundo, com mais de 10 mil espécies vasculares reunidas em listas florísticas, no entanto, conforme

relatado por Felfili e Felfili (2001), pesquisas sobre como a biodiversidade está organizada e distribuída nas comunidades, ainda são reduzidas.

No passado o Cerrado foi considerado como de baixa prioridade para conservação, fato atribuído à característica da vegetação, representada principalmente por árvores com ramos tortos e de porte relativamente baixo (COSTA et al., 2010). Hoje, apesar do reconhecido valor que a riqueza biológica do Cerrado possui, segundo Medeiros (2011), ainda há muitas ameaças à preservação da biodiversidade e muitas lacunas nas estratégias de conservação que precisam ser superadas, sendo o conhecimento sobre o Cerrado e suas peculiaridades (alta diversidade, endemismo e pequena porcentagem de áreas protegidas) essencial para que haja uma maior e melhor proteção desse domínio.

No Brasil, na década de 1940, o projeto conhecido como “Marcha para o Oeste” desenvolvido pelo governo de Getúlio Vargas, tinha como principal objetivo a expansão da fronteira agrícola para atender a demanda de produtos primários da região sudeste e a ocupação das regiões Norte e Centro-Oeste para evitar possíveis futuras invasões. Com a ocupação das terras do Cerrado para produção agrícola e criação de gado, as áreas nativas foram sendo removidas a uma escala muito acelerada (AGUIAR; CAMARGO, 2004) e sem preocupação quanto às características particulares desse domínio.

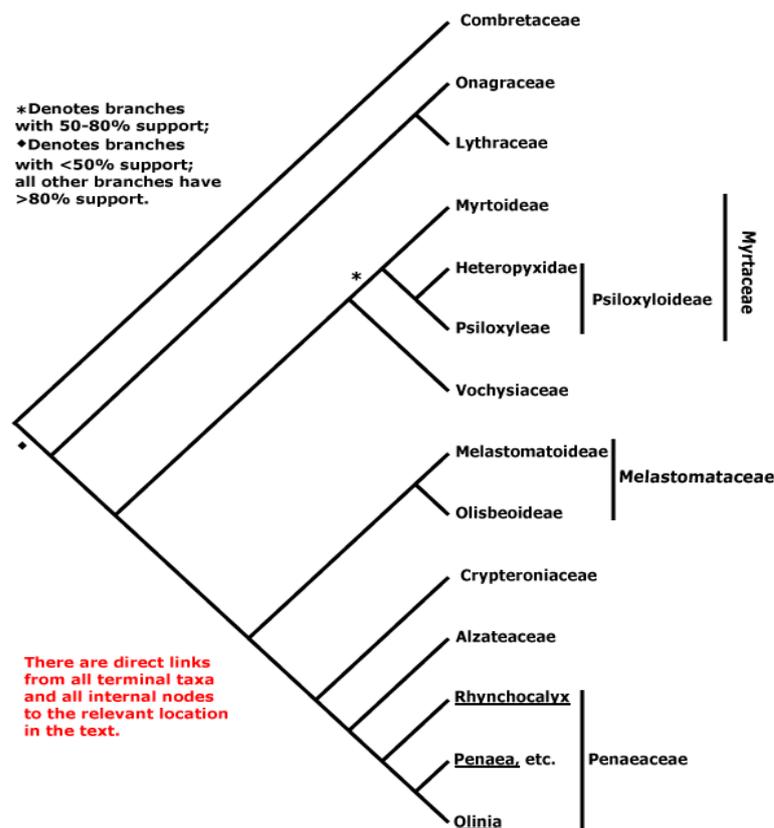
A ação antrópica altera a estrutura e a composição florística da vegetação, introduzindo pastejo de gado em áreas nativas, extração de madeiras para fins comerciais e utilização da flora lenhosa como matéria-prima para a fabricação de carvão vegetal, sem considerar a exclusão total da vegetação para o estabelecimento de pastagens e agricultura (RIBEIRO e WALTER, 2008).

2.2 A Família Vochysiaceae A. St.-Hil.

Nos sistemas tradicionais de classificação (CRONQUIST, 1981, 1988; DAHLGREN, 1980; HUTCHINSON, 1973; MELCHIOR, 1964; TAKHTAJAN, 1980; THORNE, 1976) a família Vochysiaceae A. St.-Hil. era frequentemente incluída nas ordens Polygalales, Geraniales ou afins, sendo relacionada com as famílias Polygalaceae e Trigoniaceae (LISBOA, 2000; SHIMIZU, 2016). Essa classificação era sustentada por caracteres morfológicos como as flores zigomorfas (SHIMIZU, 2016), sendo que o cálice calcarado era o que reforçava a semelhança morfológica de Vochysiaceae com Trigoniaceae (LISBOA, 2000).

Com o advento dos estudos filogenéticos e também com base na morfologia, dispersão e biogeografia de Vochysiaceae, a família tem sido incluída na ordem Myrtales (Figura 1), como grupo irmão das Myrtaceae (APG IV, 2016; BERGER et al., 2016; SYTSMA et al., 2004). Características de Myrtales, como a ocorrência conjunta de floema intraxilemático e pontoações areoladas guarnecidas nos elementos de vaso são encontradas em Vochysiaceae e por isso corroboram a associação desta na ordem em questão (METCALFE; CHALK, 1950; VAN VLIET; BAAS, 1984; JANSEN ET AL., 2008, citados por SHIMIZU, 2016).

Figura 1 – Imagem mostrando a organização da ordem Myrtales, conforme APG IV (2016).



Fonte: APG IV (2016). Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>> Acesso em: 28/10/2019.

É uma família botânica composta por indivíduos de porte arbóreo ou arbustivo; de folhas simples, opostas ou verticiladas, com margem inteira, podendo possuir estipulas desenvolvidas ou vestigiais; com nectários extraflorais dispostos junto ao pecíolo em algumas espécies; flores reunidas em uma inflorescência cimoso ou racemosa, às vezes reduzida a uma única flor ou paniculada; flores zigomorfas, bissexuadas, diclamídeas ou raramente monoclamídeas; cálice pentâmero, geralmente com calcar; corola variando de 1 a 5 pétalas, dependendo da espécie; androceu formado por um único estame fértil; ovário súpero ou

ínfero, trilocular ou unilocular; frutos em forma de cápsula ou sâmara, com sementes aladas (AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015; LISBOA, 2000; SHIMIZU, 2016; SHIMIZU; YAMAMOTO, 2012; SOUZA, 2014).

A família Vochysiaceae compreende oito gêneros, com aproximadamente 250 espécies, sendo que no Brasil ocorrem seis gêneros e cerca de 160 espécies (AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015; FLORA DO BRASIL 2020; CARMO-OLIVEIRA; MORRETES, 2009; SHIMIZU; GONÇALVES, 2017).

As espécies de Vochysiaceae são divididas em duas tribos: Erismee Dumort., incluindo os gêneros *Erisma* Rudge, *Erismadelphus* Mildbr. e *Korupodendron* Litt & Cheek, que possuem ovário ínfero, unilocular, fruto alado, indeiscente, com lacínios concrecentes e indumento de tricomas estrelados; e Vochysieae Dumort., composta pelos gêneros *Callisthene* Mart., *Qualea* Aubl., *Vochysia* Aubl., *Salvertia* A. St.-Hil., e *Ruizterania* Marc.-Berti, a qual apresenta ovário súpero e trilocular, fruto deiscente em forma de cápsula loculicida, e indumento de tricomas simples (AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015; LITT; STEVENSON, 2003; STAFLEU, 1952; MARCANO-BERTI, 1969; SHIMIZU, 2016).

A maioria dos gêneros é encontrada na América do Sul e Central, apenas *Erismadelphus* e *Korupodendron* ocorrem na região equatorial do oeste africano (STAFLEU, 1948; AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015). Segundo Sytsma et al. (2004), isto se deve ao processo denominado de dispersão sobre a água, o qual ocorreu durante o Oligoceno médio, a cerca de 28 m.a.

Vochysia e *Qualea*, os maiores gêneros da família Vochysiaceae, são principalmente sul-americanos e ocorrem nas florestas tropicais da Amazônia, em florestas altas andinas, em florestas úmidas de planície do leste do Brasil e em vegetação de savana (llanos da Venezuela e Colômbia, cerrados e campos rupestres do Centro-Oeste e Sudeste do Brasil), sendo que poucas espécies destes dois gêneros são encontradas na América Central (KAWASAKI, 2007).

A alta ocorrência de Vochysiaceae no Brasil Central pode estar associada a sua propriedade de acumulação de Alumínio (Al), que é utilizado na folha como mecanismo secundário contra a herbivoria (LISBOA, 2000).

2.2.1 Tribo Erismee Dumort.

Na tribo Erismee estão inclusos o gênero americano *Erisma* Rudge e os gêneros africanos *Erismadelphus* Mildbr. e *Korupodendron* Litt & Cheek.

Estudos filogenéticos indicam que os gêneros africanos *Erismadelphus* e *Korupodendron* estão fortemente ligados ao gênero americano *Erisma*, e uma das sinapomorfias compartilhadas pelo grupo é o fruto 5-alado (SYTSMA et al., 2004). Análises moleculares demonstraram que a separação da linhagem americana-africana datam de cerca de 28 m.a., sustentando a hipótese de dispersão sobre a água, ao invés de vicariância provocada pela separação do supercontinente Gondwana (SYTSMA et al., 2004).

O gineceu das espécies da tribo Erismeeae inicialmente se forma como um anel primordial e a abertura no centro é oval ou redonda, se estreitando em uma fenda longitudinal, à medida que o desenvolvimento prossegue (LITT; STEVENSON, 2003). E diferentemente da tribo Vochysieae, as flores da tribo Erismeeae apresentam ovário ínfero, sendo assim classificadas como flores epíginas (KAWASAKI, 2007; LITT; STEVENSON, 2003).

Litt e Stevenson (2003) encontraram um lóculo (carpelo) abortado no gineceu de espécimes de *Erismadelphus exsul* Mildbr., e observaram que a vascularização do estilete era derivada de um feixe que estava associado ao carpelo abortado e não ao carpelo fértil. Desse modo, segundo estes autores, o gineceu de *Erismadelphus* pode ser denominado de pseudomonômero, enquanto o de *Erisma* é monômero, visto que para este último, a única indicação de uma condição multicarpelar é a posição assimétrica do lóculo e da placenta, consolidando assim, o gênero como unicarpelar.

2.2.2 Tribo Vochysieae Dumort.

Segundo Kawasaki (2007) a tribo Vochysieae pode não ser monofilética, incluindo dois clados distintos: um reunindo os gêneros *Callisthene* Mart., *Qualea* Aubl. e *Ruizterania* Marc.-Berti (Clado QRC) e outro compreendendo *Salvertia* A. St.-Hil. e *Vochysia* Aubl. (Clado VS).

Carmo-Oliveira e Morretes (2009) relatam que a morfologia do estigma e os mecanismos de incompatibilidade polínica parecem apoiar a hipótese filogenética de separação da tribo em dois clados. Estas autoras observaram que a superfície do estigma dos gêneros *Vochysia* e *Salvertia* é recoberta por pelos e ocorre a autoincompatibilidade gametofítica (GSI), enquanto que nos gêneros *Qualea* e *Callisthene* a superfície do estigma é recoberta por papilas e ocorre um mecanismo de autoincompatibilidade tardia.

Marcano-Berti (1969) separou o gênero *Ruizterania*, que é equivalente à seção *Trichanthera* Stafleu do gênero *Qualea*, por causa das anteras barbadas e pelo botão floral semelhante ao dos gêneros *Vochysia* e *Callisthene* (LISBOA, 2000). De fato, Shimizu (2016)

descreve que a maioria dos trabalhos reconhece *Ruizterania* como um gênero à parte, enquanto outros não incluem este gênero fora de *Qualea*. No trabalho de Kawasaki (2007) é possível observar que *Ruizterania* é incluída em *Qualea*, mas sem haver sinonímias das espécies de *Ruizterania* sob *Qualea*.

Segundo Kawasaki (2007) *Salvertia* e *Vochysia* têm em comum o estame no plano de simetria, dois óvulos por lóculo e cápsulas com três sementes unilateralmente aladas. O gênero *Salvertia* é monotípico (*Salvertia convallariodora* A. St.-Hil.) e possui cinco pétalas, sendo considerado menos derivado do que as espécies de *Vochysia*, que geralmente têm três pétalas. As espécies de *Qualea* e *Callisthene* parecem ser mais derivadas do que as de *Vochysia* por terem uma única pétala, o estame fora do plano de simetria e a presença de estruturas especializadas como glândulas ou nectários extraflorais (*Qualea*) e cápsulas com uma coluna central (*Callisthene*) (KAWASAKI, 2007).

No desenvolvimento inicial do gineceu da tribo Vochysieae, a abertura no centro do anel primordial é aproximadamente triangular, tornando-se distintamente trilobado à medida que o desenvolvimento progride (LITT; STEVENSON, 2003).

Kawasaki (2007) atribui para a tribo Vochysieae as características de flores hipóginas, com ovário trilocular, contendo dois a vários óvulos por lóculo e cápsulas loculicidas com três a várias sementes aladas. Enquanto Litt e Stevenson (2003) classificam as flores da tribo Vochysieae como períginas, relatando que o primórdio do gineceu levanta-se em um ápice floral côncavo, iniciando como um ovário ínfero, passando a ovário súpero ou semi-ínfero na maturidade, embora em algumas espécies de *Qualea* o ápice floral possa ser relativamente plano e flores de *Qualea*, *Callisthene* e *Ruizterania* podem ser consideradas hipóginas se estiverem inclinadas.

Em relação às espécies de *Vochysia*, a base do gineceu não está livre da periferia floral circundante, indicando que o ovário não é totalmente súpero, o que poderia ser denominado de ovário “pseudosúpero” (LITT; STEVENSON, 2003).

De acordo com Litt e Stevenson (2003), na vascularização do gineceu das espécies de Vochysieae, o cilindro vascular do pedicelo produz feixes que entram no hipanto (ou diretamente nas sépalas), e o restante do cilindro nutre o gineceu, onde, na maioria dos casos, o tecido vascular forma três feixes carpelares dorsais e três grandes feixes carpelares laterais, confirmando que a tribo possui ovário trilocular.

2.3 Análises Citogenéticas e Ultraestruturais da Família Vochysiaceae

Não há dúvidas que os caracteres morfológicos são os mais utilizados para a identificação e classificação das plantas, principalmente em campo, e que esta primeira análise é a mais importante para que haja uma correta triagem e coleta do material vegetal. Contudo, atualmente, são inúmeras as ferramentas disponíveis para que haja uma correta identificação e classificação das plantas, e que auxiliam nos estudos evolutivos.

Dentre as análises que auxiliam esses estudos de identificação e classificação de espécies vegetais, a citogenética se destaca por possuir desde testes simples e com custo razoável, denominados geralmente de citogenética clássica ou convencional (por exemplo, os trabalhos de FERREIRA et al., 2010; PERUZZI et al., 2017; RESENDE et al., 2014), a testes complexos e com custos elevados por demandarem o uso de reagentes e equipamentos específicos, denominados de citogenética molecular, como as técnicas denominadas de Fluorescent *In Situ* Hybridization (FISH) e Genomic *In Situ* Hybridization (GISH), por exemplo (trabalhos como o de HE et al., 2018, por exemplo).

Há publicações que incluem as análises citogenéticas como uma ferramenta para estudos taxonômicos e filogenéticos da família Vochysiaceae, como por exemplo a pesquisa de Yamagishi-Costa et al., (2018). No entanto, a grande maioria das pesquisas que visam a melhor elucidar a organização da família e da ordem a que ela pertence se concentra em análises morfológicas e moleculares (por exemplo, os trabalhos de BERGER et al., 2016, 2016; KAWASAKI, 2007; SAJO; RUDALL, 2002; SHIMIZU et al., 2016a; SHIMIZU et al., 2016b; SHIMIZU; YAMAMOTO, 2012; SYTSMA et al, 2004).

As primeiras abordagens sobre o número cromossômico de espécies da família Vochysiaceae que se tem registro foram realizadas por Goldblatt (1979), que observou $2n = 22$ cromossomos para *Vochysia lomatophylla* Standl., e Löve (1987), que encontrou $2n = 24$ cromossomos para *Vochysia venezuelana* Stafleu.

Barbosa (1999) descreveu morfológicamente espécies do gênero *Vochysia* ocorrentes no Estado de São Paulo e realizou análise cromossômica de duas espécies: *Vochysia cinnamomea* Pohl e *Vochysia tucanorum* Mart. A autora relatou que *V. cinnamomea* possui cromossomos submetacêntricos e ligeiramente maiores que $1 \mu\text{m}$, enquanto *V. tucanorum* possui cromossomos submetacêntricos com cerca de $1 \mu\text{m}$ e um cromossomo acrocêntrico com cerca de $1,5 \mu\text{m}$, e que ambas as espécies apresentam $2n = 24$.

O recente trabalho de Yamagishi-Costa et al. (2018) relata o número cromossômico de 20 espécies da tribo Vochysieae (Tabela 1) encontradas nos estados de Goiás, Minas Gerais,

Mato Grosso e São Paulo. Estes autores realizaram a contagem cromossômica através da análise de células mitóticas ($2n$) e/ou meióticas (n), e concluíram que as espécies dos gêneros *Callisthene* e *Qualea* (Clado QRC) possuem $2n = 22$ cromossomos, com número básico cromossômico $x = 11$, enquanto as espécies dos gêneros *Vochysia* e *Salvertia* (Clado VS) possuem $2n = 24$ e $x = 12$. Yamagishi-Costa et al. (2018) propõem ainda que o resultado encontrado por Goldblatt (1979), $2n = 22$ para *Vochysia lomatophylla* Standl., pode ser devido a artefatos técnicos.

Tabela 1 – Número cromossômico de 20 espécies da tribo Vochysieae.

Espécies	n	2n
<i>Callisthene</i> sect. <i>Callisthene</i>		
<i>Callisthene major</i> Mart.	-	22
<i>Callisthene</i> sect. <i>Cataphyllantha</i>		
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	-	22
<i>Qualea</i> subg. <i>Qualea</i> sect. <i>Costatifolium</i>		
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	-	22
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	-	22
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	-	22
<i>Qualea</i> subg. <i>Amphilochia</i>		
<i>Qualea cordata</i> Spreng.	-	22
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	12	24
<i>Vochysia</i> sect. <i>Ciliantha</i> subsect. <i>Discolores</i>		
<i>Vochysia discolor</i> Warm.	12	-
<i>Vochysia schwackeana</i> Warm.	12	-
<i>Vochysia</i> sect. <i>Ciliantha</i> subsect. <i>Ferrugineae</i>		
<i>Vochysia acuminata</i> Bong.	12	-
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	12	-
<i>Vochysia selloi</i> Warm.	12	-
<i>Vochysia</i> sect. <i>Ciliantha</i> subsect. <i>Lutescentes</i>		
<i>Vochysia bifalcata</i> Warm.	-	24
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	12	24
<i>Vochysia</i> sect. <i>Vochysiella</i> subsect. <i>Calophylloideae</i>		
<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.	-	24
<i>Vochysia</i> sect. <i>Vochysiella</i> subsect. <i>Decorticantes</i>		
<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	12	24
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	12	-
<i>Vochysia herbacea</i> Pohl	12	-
<i>Vochysia pumila</i> Pohl	-	24
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	-	24

Legenda: n: células meióticas; 2n: células mitóticas. Fonte: Tabela adaptada de Yamagishi-Costa et al. (2018).

Barth e Luz (2014) analisaram a morfologia dos grãos de pólen obtidos em exsicatas dos gêneros *Callisthene*, *Qualea* e *Vochysia* que ocorrem no Estado de Santa Catarina através da técnica de acetólise. Essas autoras concluíram que os três gêneros possuem grãos de pólen de morfologia distinta, sendo *Vochysia* o gênero com maior variação morfológica e os gêneros *Callisthene* e *Qualea* com as maiores semelhanças entre si.

Vianna et al. (2002) analisaram grãos de pólen de espécies de *Vochysia* ocorrentes na Mata Atlântica utilizando a técnica de acetólise e microscopia eletrônica de varredura, relatando a ocorrência de sutis diferenças no tamanho, forma e âmbito dos grãos, a exina com ornamentação bem diferenciada nas regiões do mesocolpo e do apocolpo, e a sexina mais espessa que a nexina.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Embrapa Cerrados; Brasília: Planaltina, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- AZEVEDO, F. P. DE; FRANÇA, F.; JUNQUEIRA, M. E. R. Estudos taxonômicos da família Vochysiaceae A.St.-Hil. no Município de Caetité, Bahia, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, v. 70, n. 1, p. 25–38, 2015.
- BARBOSA, A. R. **As espécies do Gênero *Vochysia* Aulb. (Vochysiaceae) ocorrentes no estado de São Paulo**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 1999.
- BARTH, O. M.; LUZ, C. F. P. DA. Pollen morphology of Vochysiaceae tree species in the State of Santa Catarina, Southern Brazil. **Rev. Biol. Trop.**, v. 62, n. 3, p. 1209–1215, 2014.
- BATALHA, M. A. O cerrado não é um bioma. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 21–24, 2011.
- BERGER, B. A. et al. Divergence times, historical biogeography, and shifts in speciation rates of Myrtales. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 95, p. 116–136, 2016.
- BORGES, H. B. N.; SILVEIRA, E. A.; VENDRAMIN, L. N. **Flora Arbórea de Mato Grosso - tipologias vegetais e suas espécies**. 1. ed. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2017.
- CARMO-OLIVEIRA, R.; MORRETES, B. L. DE. Stigmatic surface in the Vochysiaceae: reproductive and taxonomic implications. **Acta bot. bras.**, v. 23, n. 3, p. 780–785, 2009.
- APG IV. Chase, M. W. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.
- COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A. L. (Ed.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo, Brasil: UNESP, 2002. p. 69–83.
- CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. **Columbia University Press**, New York, 1981.
- CRONQUIST, A. The evolution and classification of flowering plants. **New York Botanical Garden**, New York, 1988.
- DA COSTA, F. V. et al. Florística e estrutura da comunidade arbórea de duas áreas de cerrado sentido restrito no norte de Minas Gerais. **Cernea**, v. 16, n. 3, p. 267–281, 2010.
- DAHLGREN, R. The taxonomic significance of chlorophyllous embryos in Angiosperm seeds. **Bot. Not.**, v. 133, n. 3, p. 337–341, 1980.
- FELFILI, J. M. et al. Padrões Fitogeográficos e sua Relação com Sistemas de Terras no Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. DE; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado, Ecologia e Flora**. Embrapa In ed. Brasília, Brasil: Embrapa Cerrados, 2008. p. 213–228.

FELFILI, M. C.; FELFILI, J. M. Diversidade Alfa e Beta no Cerrado Ssensu Stricto da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 243–254, 2001.

FERREIRA, K. et al. Karyotype, meiotic behavior and pollen features of *Senna occidentalis*. **Biologia**, v. 65, n. 5, p. 789–795, 2010.

FLORA DO BRASIL, 2020. Vochysiaceae A. St.-Hil. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=F B250>> Acesso em: 28/08/2019.

GOLDBLATT, P. Miscellaneous chromosome counts in angiosperms II, including new family and generic records. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, p.856-861, 1979.

HE, L. et al. Chromosome painting in meiosis reveals pairing of specific chromosomes in polyploid *Solanum* species. **Chromosoma**, v. 127, n. 4, p. 505–513, 2018.

HUTCHINSON, J. The families of flowering plants. 3^a ed., **Clarendon Press**, Oxford, 1973.

JANSEN, S.; PLETTERS, A.; RABAEY, D.; LENS, F. Vestured pits: a diagnostic character in the secondary xylem of Myrtales. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 20, n. 4, p. 328-339, 2008.

KAWASAKI, M. L. Vochysiaceae. In: KUBITZKI, K. (Ed.). **Families and genera of vascular plants**. Berlin: Springer, 2007. p. 480–487.

LISBOA, M. **Estudos taxonômicos sobre o gênero *Qualea* Aubl., subgênero *Amphilochia* (Mart.) Staf. (Vochysiaceae A.St.Hil.)**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2000.

LÖVE, A. Chromosome number reports XCV. **Taxon**, v. 36, p. 493-498, 1987.

LITT, A.; STEVENSON, D. W. Floral Development and Morphology of Vochysiaceae.I. the Structure of the Gynoecium. **American journal of botany**, v. 90, n. 11, p. 1533–1547, 2003.

MEDEIROS, J. DE D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Brasília, DF: MMA/SBF, 2011.

MELCHIOR, H. A. N. S. Syllabus der Pflanzenfamilien. **Bd**, v. 1, p. 12, 1964.

MENDONÇA, R. C. Flora vascular do cerrado. **Cerrado: Ambiente e Flora**, p. 289–255, 1998.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. Anatomy of the dicotyledons. Vol. 1. **Clarendon Press**, Oxford, 1950.

PERUZZI, L. et al. Chromosome numbers for the Italian flora : 4. **Italian Botanist**, v. 4, p. 53–59, 2017.

RESENDE, K. et al. Polyploidy and apomixis in accessions of *Senna rugosa* (G.Don) H.S.Irwin & Barneby. **Turkish Journal of Biology**, v. 38, n. 4, p. 510–515, 2014.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2008. p. 556.

SAJO, M. G.; RUDALL, P. J. Leaf and stem anatomy of Vochysiaceae in relation to subfamilial and suprafamilial systematics. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 138, n. 3, p. 339–364, 2002.

SHIMIZU, G. H. **Estudos filogenéticos, taxonômicos e nomenclaturais em Vochysiaceae e sinopse de Vochysia no Brasil**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, 2016.

SHIMIZU, G. H. et al. A remarkable new species of *Qualea* (Vochysiaceae) from Piauí state, Brazil. **Phytotaxa**, v. 273, n. 4, p. 262, 2016a.

SHIMIZU, G. H. et al. The correct assignment of the lectotype of *Vochysia guianensis* (Vochysiaceae). **Phytotaxa**, v. 260, n. 2, p. 199–200, 2016b.

SHIMIZU, G. H.; GONÇALVES, D. J. P. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Vochysiaceae. **Rodriguesia**, v. 68, n. 3, p. 1159–1164, 2017.

SHIMIZU, G. H.; YAMAMOTO, K. Vochysiaceae. In: JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. (Eds.). **Diversidade Florística nas Cangas do Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte, MG: Código Editora, 2012. p. 209–210.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados; Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

SOUZA, L. F. DE. Família Vochysiaceae A.St.-Hil.. na Microrregião Sudoeste Goiano. **Rev. Biol. Neotrop.**, v. 11, n. 1, p. 1–10, 2014.

STAFLEU, F. A. A Monograph of the Vochysiaceae: I. *Salvertia* and *Vochysia*. **Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais**, v. 41, p. 397–540, 1948.

SYTSMA, K. J. et al. Clades, Clocks, and Continents: Historical and Biogeographical Analysis of Myrtaceae, Vochysiaceae, and Relatives in the Southern Hemisphere. **International Journal of Plant Sciences**, v. 165, n. S4, p. S85–S105, 2004.

TAKHTAJAN, Armen L. Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). **The botanical review**, v. 46, n. 3, p. 225–359, 1980.

THORNE, Robert F. A phylogenetic classification of the Angiospermae. In: **Evolutionary biology**. Springer, Boston, MA, 1976. p. 35–106.

VAN VLIET, C. J. C.; Baas, P. Wood anatomy and classification of the Myrtales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 71, p. 783–800, 1984.

VIANNA, M. C. et al. Palinologia de Espécies de *Vochysia* Aubl. - Vochysiaceae A. St.-Hil.

da Mata Atlântica. **Arq. Mus. Nac., Rio de Janeiro**, v. 60, n. 4, p. 263–276, 2002.

YAMAGISHI-COSTA, J. et al. Chromosome numbers and the systematics of tribe Vochysieae (Vochysiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, n. 2, p. 314–320, 2018.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS¹

ARTIGO 1: A FAMÍLIA VOCHYSIACEAE A. ST.-HIL. EM UM FRAGMENTO DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE RONDONÓPOLIS, MATO GROSSO

RESUMO

A família Vochysiaceae A. St.-Hil., ordem Myrtales, tem ocorrência relatada na América do Sul e Central e na região equatorial do oeste africano. No Brasil ocorrem seis gêneros e cerca de 160 espécies. O objetivo desse trabalho foi listar e descrever morfológicamente com chaves de identificação as espécies ocorrentes em um fragmento de Cerrado no município de Rondonópolis, Mato Grosso, localizado na Universidade Federal de Rondonópolis (UFR). Para isso foram realizadas vistorias e coletas na área, sendo encontradas cinco espécies de Vochysiaceae (*Qualea grandiflora* Mart., *Qualea multiflora* Mart., *Qualea parviflora* Mart., *Vochysia divergens* Pohl e *Vochysia cinnamomea* Pohl). Foram feitas as descrições morfológicas e montadas as chaves de identificação, separando os gêneros e as espécies por filotaxia. Portanto, o presente estudo possibilitou listar, descrever morfológicamente e montar as chaves de identificação para gêneros e espécies de Vochysiaceae que ocorrem em um fragmento de Cerrado no município de Rondonópolis, contribuindo com o conhecimento sobre essa família botânica e sobre a flora da região.

Palavras-chave: Cerrado, Taxonomia, Chave de identificação, *Vochysia*, *Qualea*.

¹ Os artigos foram redigidos conforme normas da Universidade Federal de Lavras (UFLA) para apresentação de dissertações e teses.

INTRODUÇÃO

Vochysiaceae A.St.-Hil. está incluída na ordem Myrtales, como grupo irmão das Myrtaceae, como resultado de estudos filogenéticos e com base na morfologia, dispersão e biogeografia dessa família botânica (APG IV, 2016; BERGER et al., 2016).

A família é composta por árvores ou arbustos; de folhas simples, opostas ou verticiladas, com margem inteira, podendo possuir estípulas vestigiais; nectários extraflorais dispostos junto ao pecíolo em algumas espécies; inflorescência cimosa ou racemosa, às vezes reduzida a uma única flor ou paniculada; flores zigomorfas, bissexuadas, diclamídeas ou raramente monoclamídeas; cálice pentâmero, geralmente com calcar desenvolvido; corola variando de 1 a 5 pétalas; androceu formado por um único estame fértil; ovário súpero ou ínfero, trilocular ou unilocular; frutos cápsula ou sâmara, com sementes aladas (AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015; SHIMIZU; YAMAMOTO, 2012; SOUZA, 2014).

Os gêneros *Callisthene* Mart., *Qualea* Aubl., *Vochysia* Aubl., *Salvertia* A. St.-Hil., *Ruizterania* Marc.-Berti, *Erisma* Rudge ocorrem na América do Sul e Central, enquanto *Erismadelphus* Mildbr. e *Korupodendron* Litt & Cheek são encontrados na região equatorial do oeste africano (AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015; LITT; CHEEK, 2002).

No Brasil, há relatos da ocorrência de Vochysiaceae em quase todas as regiões, sendo representada por seis gêneros e cerca de 160 espécies (AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015; FLORA DO BRASIL 2020; CARMO-OLIVEIRA; MORRETES, 2009; SHIMIZU; GONÇALVES, 2017).

Espécies de Vochysiaceae são comumente encontradas no domínio Cerrado e segundo Lisboa (2000), pode ser devido à acumulação de Alumínio (Al), que é utilizado na folha como mecanismo secundário contra a herbivoria.

O fragmento de Cerrado objeto desse estudo se localiza no município de Rondonópolis, mais precisamente nos domínios da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR). O espaço físico tanto da UFR como de suas áreas experimentais vem sendo expandido constantemente por causa da recente emancipação da universidade e da criação de novos cursos de graduação e pós-graduação. No entanto, a expansão contribui para a redução da área de reserva nativa sobre domínio da universidade e que abriga o fragmento de Cerrado em questão.

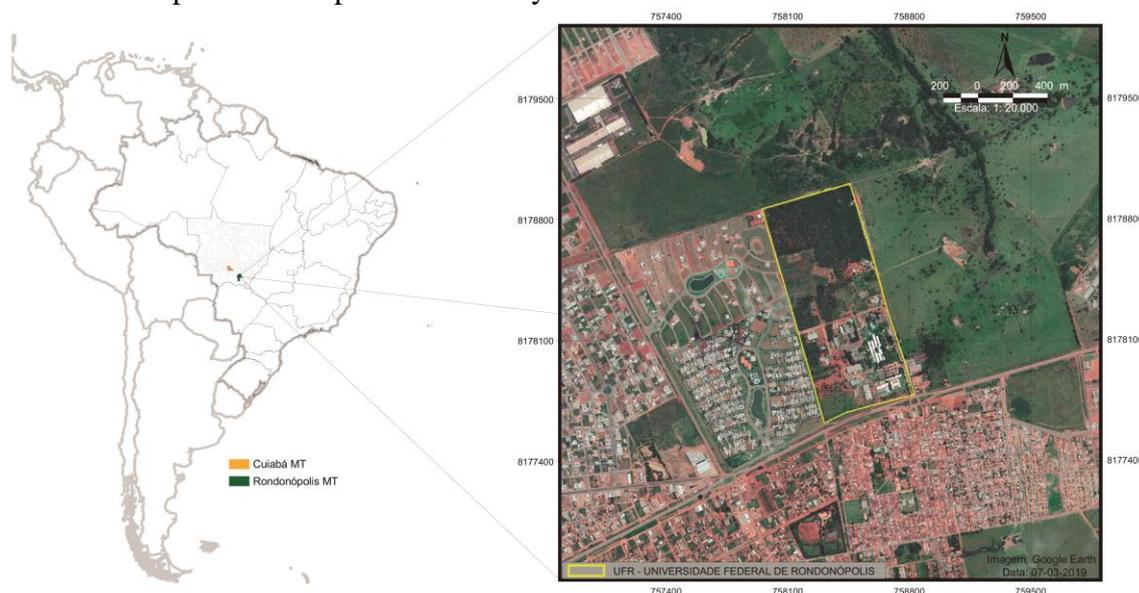
Portanto, o objetivo do presente estudo foi listar as espécies de Vochysiaceae que ocorrem em um fragmento de Cerrado no município de Rondonópolis, acompanhadas da

descrições morfológicas e chaves de identificação, e assim contribuir com o conhecimento sobre essa família botânica e sobre a flora da região.

MATERIAL E MÉTODOS

As informações das Vochysiaceae utilizadas no presente estudo provêm de coletas realizadas entre os anos de 2017 e 2019 em um fragmento de Cerrado no município de Rondonópolis, Mato Grosso, localizado na Universidade Federal de Rondonópolis (UFR) (coordenadas geográficas: $-16^{\circ} 27' 46,56''$ S, $-54^{\circ} 34' 49,40''$ W, Figura 1). A área de coleta compreende um cerrado *sensu stricto* com estrato herbáceo dominante, sem a formação de dossel pelo estrato arbóreo, o qual possui caules e ramos tortuosos e súber espesso (COUTINHO, 2002; FELFILI; FELFILI, 2001).

Figura 1 – Carta imagem da área da Universidade Federal de Rondonópolis onde foram coletados exemplares das espécies de Vochysiaceae A.St.-Hil.



Legenda: Localização da Universidade Federal de Rondonópolis (retângulo amarelo) no município de Rondonópolis, Mato Grosso. Fonte: Do autor (2019).

A Universidade Federal de Rondonópolis (UFR) está sediada no município de Rondonópolis, na Mesorregião Sudeste do Estado de Mato Grosso. O município possui altitude média de 227 m, apresenta clima tropical quente sub-úmido, com precipitação total anual em torno de 1400 mm e temperatura média anual de 25°C (SOUZA et al., 2013).

A UFR compreende uma área de aproximadamente 60 ha, a qual fazia parte de uma fazenda de gado, e desde 1982 a vegetação que não foi suprimida encontra-se em processo de regeneração (CAMPOS et al., 2018).

Os indivíduos encontrados e demarcados na UFR foram vistoriados mensalmente e as coletas foram realizadas quando as plantas estavam em estado reprodutivo. As exsicatas foram registradas no Herbário Central (UFMT).

Para a correta identificação foi utilizada a literatura disponível sobre a família, chaves específicas para gêneros e espécies (SHIMIZU; YAMAMOTO, 2012; SHIMIZU; GONÇALVES, 2017; AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015; SOUZA, 2014; SAMPAIO, 2017; TEIXEIRA, 2017; YAMAMOTO, 2009) e através da comparação com fotos e ilustrações disponíveis na literatura e na internet (FLORA DO BRASIL, 2020).

As pranchas com as ilustrações foram desenhadas por meio da observação das duplicatas e de fotos das espécies coletadas, e foram melhoradas e editadas no Adobe Photoshop CS6 por Milton Omar Córdova Neyra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as vistorias realizadas no local, foram encontradas, em estado reprodutivo, cinco espécies de Vochysiaceae, sendo três do gênero *Qualea* Aubl. (*Qualea grandiflora* Mart., *Qualea multiflora* Mart. e *Qualea parviflora* Mart.) e duas do gênero *Vochysia* Aubl. (*Vochysia divergens* Pohl e *Vochysia cinnamomea* Pohl).

Chave de identificação dos gêneros de Vochysiaceae ocorrentes em um fragmento de Cerrado no município de Rondonópolis, Mato Grosso

- 1 Folhas opostas; flores com uma pétala.....1 *Qualea*
 1' Folhas verticiladas; flores com três pétalas.....3 *Vochysia*

1 *Qualea* Aubl.

Árvores. Folhas opostas; cartáceas; pecíolo com cerca de 1 cm compr.; nectários extraflorais dispostos junto ao pecíolo; lâmina foliar elíptica; margem inteira; nervura broquidódroma. Inflorescências terminais, do tipo cacho ou racemo. Flores diclamídeas, zigomorfas; com 1 pétala. Cálice com 5 sépalas; com calcar. Gineceu com ovário súpero,

piloso, trilocular, placentação axial; 1 estilete terminal; 1 estigma terminal, indiviso. Androceu com um único estame fértil; filete basifixo; antera diteca com deiscência longitudinal ou rimosa. Fruto deiscente, cápsula loculicida. Sementes aladas.

Qualea Aubl. possui cerca de 50 espécies e é categorizado como o segundo maior gênero de Vochysiaceae (APG IV, 2016; GONÇALVES et al., 2017; SHIMIZU et al., 2016; SHIMIZU; GONÇALVES, 2017; VIANNA; MARTINS, 2001). No Brasil, ocorrem 38 espécies distribuídas por todas as regiões do país e em várias fitofisionomias (FLORA DO BRASIL 2020).

Em todas as árvores das espécies de *Qualea* acompanhadas no presente estudo, foi observado que os frutos secos e sem sementes permaneciam na planta-mãe por longos períodos, até mesmo durante a floração e frutificação seguintes. Observação semelhante foi feita por Azevedo, França e Junqueira (2015) em plantas de *Q. grandiflora* e *Q. parviflora* ocorrentes no município de Caetité-BA.

Chave de identificação das espécies de *Qualea* ocorrentes em um fragmento de Cerrado no município de Rondonópolis, Mato Grosso

1 Caule com ritidoma rugoso com fissuras e cristas sinuosas

2 Cálice com 5 sépalas verdes, 4ª sépala com calcar de até 3 cm compr., reto e cilíndrico; corola com 1 pétala amarela; fruto cápsula loculicida de até 9 cm compr., alongada, exocarpo liso, não descamante..... 1.1 *Qualea grandiflora*

2' Cálice com 5 sépalas verdes, 4ª sépala com calcar ca. de 1 cm compr., sub-recurvo e cilíndrico; corola com 1 pétala roxa, guia nectarífero rósea/branco; fruto cápsula loculicida de até 3 cm compr., globular a ovoide, exocarpo descamante.....1.3 *Qualea parviflora*

1' Caule com ritidoma áspero, fissuras e cristas ausentes.....1.2 *Qualea multiflora*

1.1 *Qualea grandiflora* Mart.

Figuras 2A-B e 3A-C

Nome popular: Pau-terra-de-folha-larga.

Árvores, 6-10 m de altura. Caule com ritidoma cinza, rugoso, com fissuras e cristas sinuosas em placas facilmente destacáveis. Folhas opostas; pecíolo de 0,2-1,3 cm compr.;

nectários extraflorais dispostos junto ao pecíolo; estípulas de 0,15-0,39 cm compr.; lâmina foliar de 3,42-18,4 x 2,05-7,83 cm, elíptica, cartácea; face abaxial ligeiramente mais clara que a face adaxial; base cordada; ápice agudo; margem inteira; nervuras do tipo peninérveas; nervuras primária e secundárias proeminentes na face abaxial; nervura broquidódroma. Inflorescências terminais de 5,44-14,6 cm compr., do tipo cacho ou racemo, pedúnculo de 3,96-10,67 cm compr.; cincinos com até 4 flores, pedicelo de 0,71-1,7 cm compr.; brácteas de 0,11-0,6 cm compr. Botões florais de 0,76-2,05 cm comp, retos, ápice agudo; com calcar. Flores diclamídeas, zigomorfas. Cálice com 5 sépalas de cor verde clara, 2 maiores (1,2-1,67 x 0,79-1,36 cm) e 2 menores (0,81-1,08 x 0,61-1,42 cm), quarta sépala de 1,67-2,48 x 0,74-1,52 cm com calcar reto e cilíndrico, de 2,11-2,98 cm compr. Corola com 1 pétala amarela de 4,05-4,96 x 1,68-5,0 cm. Androceu com um único estame fértil; filete 1,13-1,24 cm compr., basifixo; antera de 0,87-1,05 x 0,35-0,39 cm, diteca, com deiscência longitudinal ou rimosa. Gineceu com ovário súpero, piloso, trilocular, placentação axial; 1 estilete terminal; 1 estigma terminal, indiviso. Fruto cápsula loculicida de 3,2-8,82 cm compr., alongado, exocarpo liso, não descamante, base arredondada, ápice levemente agudo; deiscentes. Sementes aladas de 1,5-2,5 cm compr.

Material examinado: Silveira et al., UFMT 44309 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 45" S, -54° 34' 51" W, coletado em 19/01/2019 com flores e frutos secos; Silveira et al., UFMT 44308 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 44,18" S, -54° 34' 46,21" W, coletado em 19/01/2019 com flores e frutos secos; Nogueira et al., UFMT 43790 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 40,8" S, -54° 34' 45,3" W, coletado em 05/02/2018 com flores e frutos; Nogueira et al., UFMT 43793 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 40,5" S, -54° 34' 44,4" W, coletado em 05/02/2018 com flores e frutos; Nogueira et al., UFMT 43807 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 41" S, -54° 34' 45" W, coletado em 30/04/2018 com frutos; Nogueira et al., UFMT 44307 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 28,2" S, -54° 34' 57" W, coletado em 05/02/2018 com flores e frutos; Nogueira et al., UFMT 43791 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 44,8" S, -54° 34' 50,7", coletado em 05/02/2018 com flores e frutos.

As árvores identificadas como *Q. grandiflora* iniciaram a floração entre os meses de outubro e novembro, e no mês de fevereiro ainda era possível encontrar flores abertas na maioria delas. Entre os meses de fevereiro e março já era possível encontrar frutos imaturos nas plantas, situação que permanecia até o mês de setembro, quando os frutos iniciavam a abertura e as sementes eram dispersas pelo vento.

Segundo informações disponíveis na Flora do Brasil 2020, *Q. grandiflora* tem ocorrência relatada em todas as regiões do Brasil, nos domínios fitogeográficos Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

1.2 *Qualea multiflora* Mart.

Figura 2C-D

Nome popular: Pau-terra.

Árvores, ca. de 8 m de altura. Caule com ritidoma marrom amarelado, áspero, fissuras e cristas ausentes. Folhas opostas; pecíolo curto de 0,32-0,49 cm de compr.; nectários extraflorais dispostos junto ao pecíolo; estípulas axiais de 0,2-0,46 cm de comp; lâmina foliar de 5,05-12,05 x 3,08-5,32 cm de compr., elíptica, cartácea; pilosa nas faces abaxial e adaxial; nervuras do tipo penínérveas; nervuras primária e secundárias proeminentes na face abaxial; nervura broquidódroma; ápice cuspidado; base obtusa; margem inteira. Inflorescências terminais de 16,74-27,96 cm compr., do tipo cacho ou racemo, pedúnculo de 15-25 cm compr.; geralmente 2 flores opostas, pedicelo de 0,27-0,71 cm compr.; brácteas às vezes presente (0,26-0,37 cm compr.). Botões florais de 0,35-1,01 cm compr., retos, ápice agudo; com calcar. Flores diclamídeas, zigomorfas. Cálice com 5 sépalas marrom/verde, 2 maiores (0,45-0,7 x 0,31-0,53 cm) e 2 menores (0,32-0,46 x 0,15-0,35 cm), quarta sépala maior que as demais (0,66-0,86 x 0,58-0,75 cm) e com calcar recurvo e clavado, de 0,42-0,64 x 0,26-0,28 cm. Corola com 1 pétala branca de 2,01-2,49 x 0,97-1,41 cm, com guia nectarífero amarelo e manchas rosas. Androceu com um único estame fértil; filete basifixo de 0,82-0,86 cm compr.; antera de 0,25-0,3 cm compr., diteca, com deiscência longitudinal ou rimosa. Gineceu com ovário súpero ca. de 0,4 cm compr., piloso, trilocular, placentação axial; 1 estilete terminal de 0,57-0,99 cm compr.; 1 estigma terminal, indiviso. Fruto cápsula loculicida ca. de 3 cm compr., ovoide, exocarpo estriado e áspero, não descamante, base arredondada, ápice apiculado; deiscentes. Sementes aladas ca. de 1 cm compr.

Material examinado: Nogueira et al., UFMT 43806 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 28,70" S, -54° 34' 57,43" W, coletado em 30/04/2018 com flores e frutos.

A árvore identificada como *Q. multiflora* na área de estudo apresentou flores nos meses de abril e julho, enquanto nos meses de maio e junho foram visualizados alguns frutos imaturos.

No Brasil, *Q. multiflora* tem a ocorrência relatada nos estados de Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí,

Rio de Janeiro, São Paulo e Tocantins, nos domínios fitogeográficos Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (FLORA DO BRASIL 2020).

1.3 *Qualea parviflora* Mart.

Figura 2E-F

Nome popular: Pau-terra-roxo.

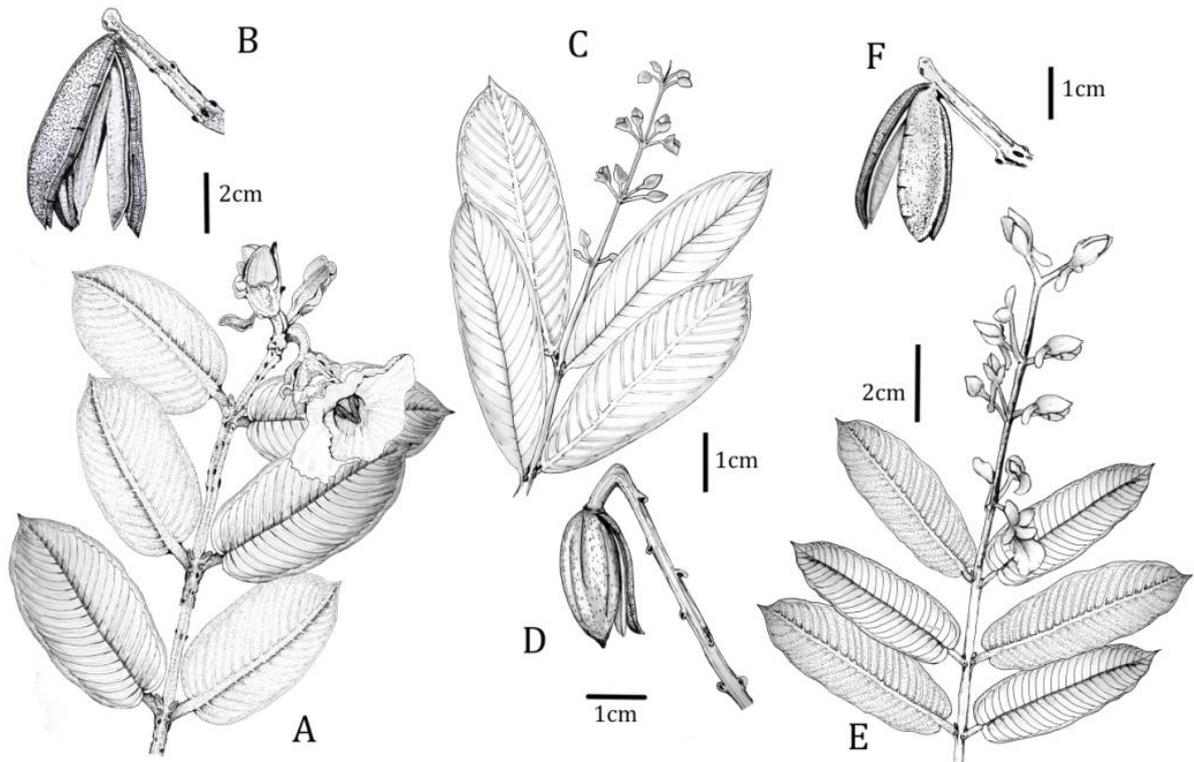
Árvores, ca. de 7 m de altura. Caule com ritidoma cinza, rugoso. Folhas opostas; pecíolo curto de 0,17-0,43 cm compr.; estípulas axiais de 0,15-0,22 cm de compr.; nectários extraflorais dispostos junto ao pecíolo; lâmina foliar de 2,53-8,21 x 0,8-3,53 cm, elíptica, cartácea; face abaxial ligeiramente mais clara que a face adaxial; nervuras do tipo peninérveas; nervura primária proeminente na face abaxial; nervura broquidódroma; ápice agudo; base cordada; margem inteira. Inflorescências terminais com cerca de 15 cm compr., do tipo cacho ou racemo, pedúnculo com cerca de 14 cm compr.; cincinos com até 6 flores, pedicelo de 0,27-0,69 cm compr.; brácteas às vezes presente (0,23-0,32 cm compr.). Botões florais de 0,29-0,72 cm compr., retos, ápice agudo; com calcar. Flores diclamídeas, zigomorfas. Cálice com 5 sépalas verdes: 2 maiores (0,70-0,79 x 0,45-0,49 cm), 2 menores (0,40-0,49 x 0,32-0,41 cm), quarta sépala maior que as demais (ca. de 0,71 x 0,30 cm) e com calcar sub-recurvo e cilíndrico, com cerca de 1 cm compr. Corola com 1 pétala roxa, de ca. 1,70 x 1,80 cm, com guia nectarífero rósea/branco. Androceu com um único estame fértil; filete basifixo de 0,4-0,5 cm compr.; antera ca. de 0,1 cm compr., diteca, com deiscência longitudinal ou rimosa. Gineceu com ovário súpero ca. de 0,3 cm compr., piloso, trilocular, placentação axial; 1 estilete terminal ca. de 0,5 cm compr.; 1 estigma terminal, indiviso. Fruto cápsula loculicida de 1,67-2,88 cm compr., globular a ovoide, exocarpo descamante, base e ápice arredondados; deiscentes. Sementes aladas ca. de 1 cm compr.

Material examinado: Nogueira et al., UFMT 43792 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 38,3" S, -54° 34' 53,3" W, coletado em 04/10/2016 com flores e frutos; Silveira et al., UFMT 44042 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 34,3" S, -54° 34' 44,4" W, coletado em 20/07/2018 com frutos; Nogueira et al., UFMT 43789 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 40,4" S, -54° 34' 43,1" W, coletado em 05/02/2018 com flores e frutos.

As árvores identificadas como *Q. parviflora* na UFR, estavam floridas no mês de abril e de setembro a novembro, enquanto os frutos foram encontrados no mês de fevereiro, abril a agosto e em dezembro.

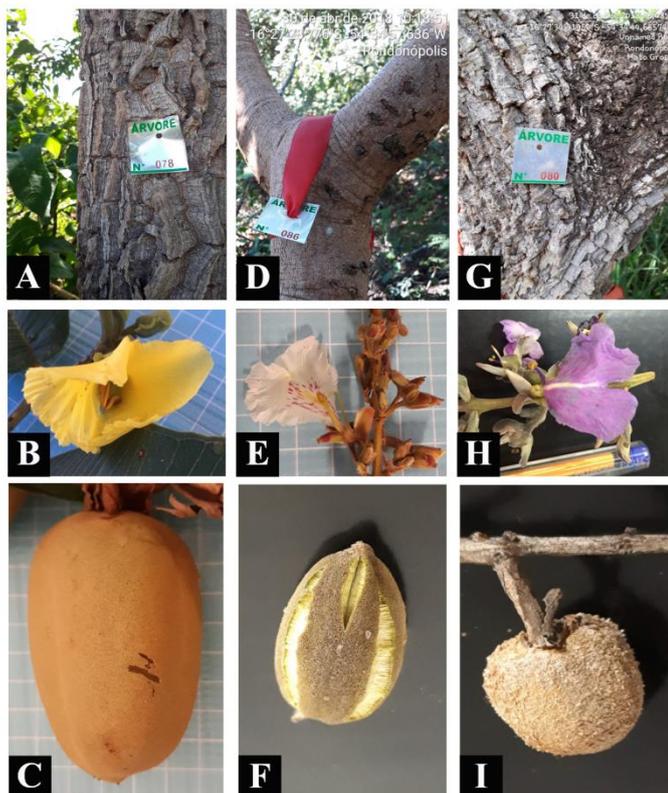
Q. parviflora é encontrada em várias regiões brasileiras, nos estados do Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rondônia, São Paulo, e Tocantins, nos domínios fitogeográficos Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (FLORA DO BRASIL 2020).

Figura 2 – Ilustração das espécies de *Qualea* Aubl coletadas na Universidade Federal de Rondonópolis.



Legenda: **A-B:** *Qualea grandiflora* Mart. **A:** Ramo mostrando os detalhes das folhas, botões e flor aberta; **B:** Fruto. **C-D:** *Qualea multiflora* Mart. **C:** Ramo mostrando os detalhes das folhas e botões. **D:** Fruto. **E-F:** *Qualea parviflora* Mart. **E:** Ramo mostrando os detalhes das folhas, botões e flor aberta; **F:** Fruto. Ilustração: Milton Omar Córdova Neyra (2019).

Figura 3 – Fotos das espécies de *Qualea* Aubl coletadas na Universidade Federal de Rondonópolis.



Legenda: **A-C:** *Qualea grandiflora* Mart. **A:** Caule; **B:** Flor; **C:** Fruto. **D-F:** *Qualea multiflora* Mart. **D:** Caule; **E:** Flor; **F:** Fruto. **G-I:** *Qualea parviflora* Mart. **G:** Caule; **H:** Flor; **I:** Fruto. Fonte: Do autor (2019).

2 *Vochysia* Aubl.

Árvores. Folhas verticiladas; cartáceas; nervuras do tipo peninérvea. Inflorescências terminais, do tipo cacho ou racemo. Flores diclamídeas, zigomorfas; com 3 pétalas amarelas. Cálice com 5 sépalas amarelas; quarta sépala maior que as demais sépalas e apresenta calcar. Gineceu com ovário súpero, piloso, trilocular, placentação axial; 1 estilete terminal; 1 estigma terminal, indiviso. Androceu com um único estame fértil; filete basifixo; antera diteca com deiscência longitudinal ou rimosa. Fruto deiscente, cápsula loculicida. Sementes aladas.

Vochysia Aubl. é o maior gênero de Vochysiaceae, com cerca de 140 espécies (APG IV, 2016; GONÇALVES et al., 2017; SHIMIZU; GONÇALVES, 2017), das quais 88 são encontradas nas diversas fitofisionomias do Brasil (FLORA DO BRASIL 2020).

Chave de identificação das espécies de *Vochysia* ocorrentes em um fragmento de Cerrado no município de Rondonópolis, Mato Grosso

1	Folhas	verticiladas	4-meros,	pecíolo	maior	que	2	cm	compr.....2.1 <i>Vochysia divergens</i>
1'	Folhas	verticiladas	6-meros,	pecíolo	de	até	1,5	cm	compr.....2.2 <i>Vochysia cinnamomea</i>

2.1 *Vochysia divergens* Pohl

Figuras 4C-D e 5A-C

Nome popular: Cambará

Árvores, 9-11 m de altura. Caule com ritidoma marrom, com fissuras. Folhas verticiladas 4-meros; pecíolo de 2,07-4,41 cm compr.; lâmina foliar de 3,57-11,49 x 1,92-4,21 cm, elíptica, cartácea; glabra nas duas faces; face adaxial mais escura e brilhosa que a face abaxial; nervuras do tipo peninérveas; nervura primária proeminente na face abaxial; ápice retuso; base cuneada; margem inteira. Inflorescências terminais de 27,57-40,74 cm compr., do tipo cacho ou racemo, pedúnculo de 26,55-39,49 cm compr., cincinos com até 4 flores, pedicelo de 1,1-1,9 cm compr.; brácteas ausentes. Botões florais de 0,8-1,44 cm compr., cilíndricos, curvos, ápice arredondado; com calcar. Flores diclamídeas, zigomorfas. Cálice com 5 sépalas amarelas: 2 maiores (0,38-0,95 x 0,2-0,44 cm), 2 menores (0,24-0,39 x 0,16-0,31 cm), quarta sépala maior que as demais (1,23-1,6 x 0,39-0,79 cm) e com calcar recurvo e cilíndrico, de 0,79-1,17 cm compr. Corola com 3 pétalas amarelas: 1 central (0,87-1,7 x 0,37-0,8 cm) e 2 laterais (0,58-0,9 x 0,26-0,54 cm). Androceu com um único estame fértil; filete de 0,16-0,5 cm compr., basifixo; antera de 0,8-1,49 cm compr., diteca, deiscência longitudinal ou rimosa. Gineceu com ovário súpero de 0,13-0,22 cm compr., piloso, trilocular, placentação axial; 1 estilete terminal de 0,71-1,72 cm compr.; 1 estigma terminal, indiviso. Fruto cápsula loculicida de 0,29-2,85 cm compr., alongado, exocarpo levemente estriado, base arredondada, ápice mucronado; deiscentes. Sementes aladas de 2,39-2,41 cm compr.

Material examinado: Silveira et al., UFMT 44043 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 56,81" S, -54° 34' 43,81" W, coletado em 18/07/2018 com flores e frutos; Silveira et al., UFMT 44044 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 55,13" S, -54° 34' 40,20" W, coletado em 23/07/2018 com flores; Silveira et al., UFMT 44045 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 55,17" S, -54° 34' 40,43" W, coletado em 23/07/2018 com flores e frutos.

As árvores identificadas como *V. divergens* estavam floridas nos meses de maio a julho e com frutos em julho, outubro e novembro.

Segundo a Flora do Brasil 2020, sua ocorrência é relatada nos estados do Amazonas, Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Rondônia e Tocantins, em floresta de várzea. No Mato Grosso é comum observar a presença da espécie em áreas alagáveis, no Pantanal.

2.2 *Vochysia cinnamomea* Pohl

Figuras 4A-B e 5D-F

Nome popular: Pau-doce.

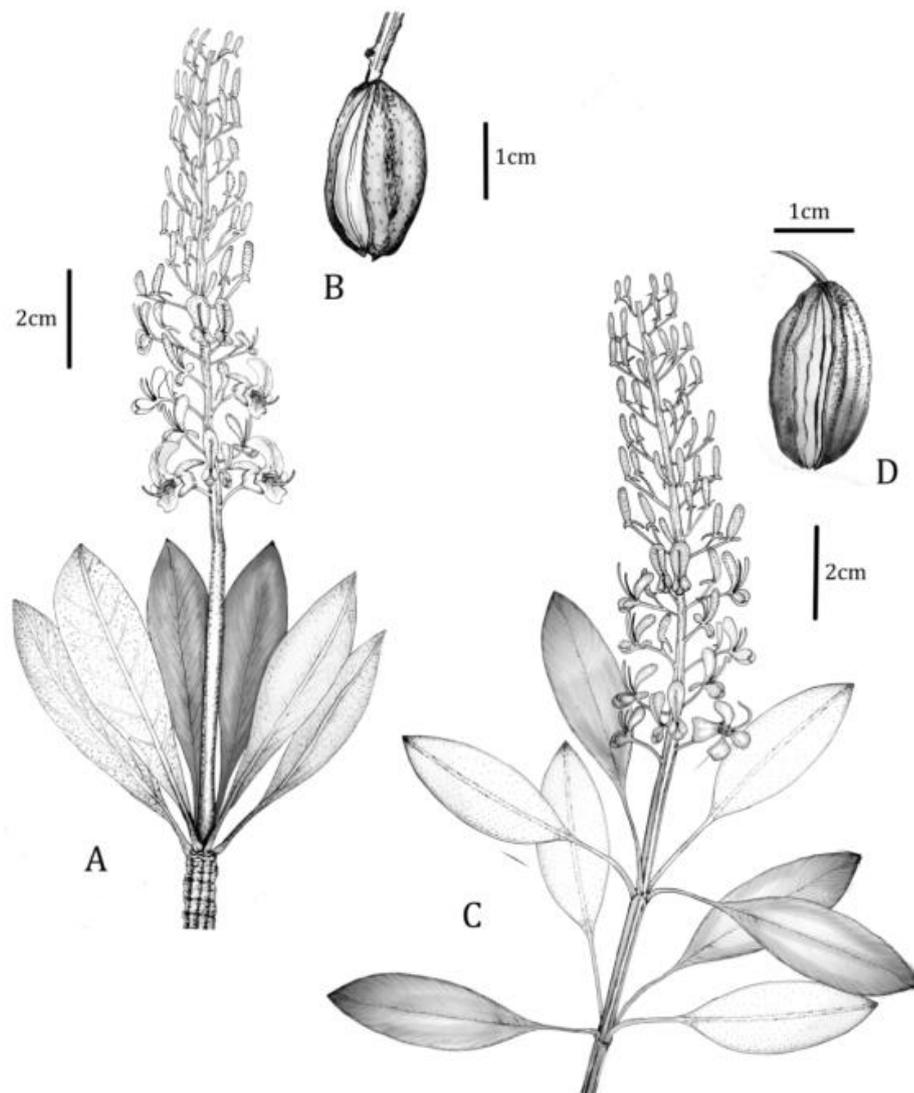
Árvores, 3-6 m de altura. Caule com ritidoma cinza/marrom, com fissuras formando placas. Folhas verticiladas 6-meros; pecíolo curto de 0,39-1,49 cm compr.; lâmina foliar de 7,73-18,9 x 3,38-5,99 cm, elíptica, cartácea; pilosa na face abaxial e glabra na face adaxial; face abaxial mais clara que a face adaxial; nervuras do tipo penínérveas; nervuras primária e secundárias proeminentes na face abaxial; ápice mucronado; base cuneada; margem inteira. Inflorescências terminais de 50,05-76,26 cm compr., do tipo cacho ou racemo, cincino com até 4 flores, pedúnculo com de 10,76-75,33 cm compr., pedicelo de 0,43-3,03 cm compr.; brácteas de 0,18-0,6 cm compr. Botões florais de 0,57-1,88 cm compr., cilíndricos, curvos, ápice arredondado; com calcar. Flores diclamídeas, zigomorfas. Cálice com 5 sépalas amarelas: 2 maiores (0,35-0,49 x 0,19-0,4 cm), 2 menores (0,18-0,36 x 0,19-0,35 cm), quarta sépala maior que as demais (1,56-2,16 x 0,65-0,88 cm) e com calcar recurvo e cilíndrico, de 0,71-0,89 cm compr. Corola com 3 pétalas amarelas: 1 central (0,77-1,18 x 0,44-0,67 cm) e 2 laterais (0,47-0,94 x 0,18-0,47 cm). Androceu com um único estame fértil; filete de 0,24-0,39 cm compr. basifixo; antera de 1,34-2,17 cm compr., diteca, deiscência longitudinal ou rimosa. Gineceu com ovário súpero de 0,13-0,19 cm compr., piloso, trilocular, placentação axial; 1 estilete terminal de 0,89-2,11 cm compr.; 1 estigma terminal, indiviso. Fruto cápsula loculicida de 2,01-3,14 cm compr., alongado, exocarpo estriado, base arredondada, ápice mucronado; deiscentes. Sementes aladas.

Material examinado: Nogueira et al., UFMT 43809 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 42,2" S, -54° 34' 42,4" W, coletado em 25/04/2018 com flores e frutos; Nogueira et al., UFMT 43808 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 36,23" S, -54° 34' 53,93" W, coletado em 30/04/2018 com flores; Nogueira et al., UFMT 43805 (UFMT), coordenadas geográficas -16° 27' 36,49" S, -54° 34' 54,42" W, coletado em 30/04/2018 com flores e frutos.

As plantas encontradas na UFR estavam floridas nos meses de abril a junho, e apresentaram frutos em abril e entre junho e setembro.

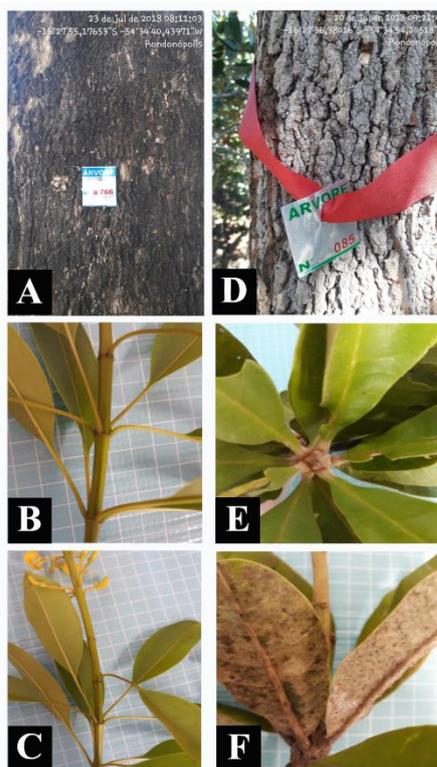
Segundo dados disponíveis na Flora do Brasil 2020, *V. cinnamomea* é uma planta endêmica do Brasil, com ocorrência confirmada nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia e São Paulo, nos domínios fitogeográficos Cerrado e Mata Atlântica.

Figura 4 – Ilustração das espécies de *Vochysia* Aubl. coletadas na Universidade Federal de Rondonópolis.



Legenda: **A-B:** *Vochysia cinnamomea* Pohl. **A:** Ramo mostrando detalhes das folhas, botões e flores abertas; **B:** Fruto. **C-D:** *Vochysia divergens* Pohl. **C:** Ramo mostrando detalhes das folhas, botões e flores abertas; **D:** Fruto. Ilustração: Milton Omar Córdova Neyra (2019).

Figura 5 – Fotos das espécies de *Vochysia* Aubl. coletadas na Universidade Federal de Rondonópolis.



Legenda: **A-C:** *Vochysia divergens* Pohl. **A:** Caule; **B:** Flor; **C:** Fruto. **D-F:** *Vochysia cinnamomea* Pohl. **D:** Caule; **E:** Flor; **F:** Fruto. Fonte: Do autor (2019).

CONCLUSÃO

Foram encontradas cinco espécies de Vochysiaceae no fragmento de Cerrado da UFR: *Qualea grandiflora* Mart., *Qualea multiflora* Mart., *Qualea parviflora* Mart., *Vochysia divergens* Pohl e *Vochysia cinnamomea* Pohl.

Foi possível listar, descrever morfológicamente e montar as chaves de identificação, separando os gêneros e as espécies por filotaxia.

As plantas foram registradas no Herbário Central (UFMT), o que contribuiu com o enriquecimento do acervo.

Este estudo colaborou com o conhecimento sobre as espécies da família Vochysiaceae que ocorrem no Cerrado e com informações sobre a flora da Mesorregião Sudeste do Mato Grosso.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Rondonópolis (UFR) por disponibilizar o espaço físico para a realização das coletas e da pesquisa; à curadora e aos técnicos do Herbário Central (UFMT) da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá, pelo atendimento solícito e pelo auxílio nas visitas e consultas ao acervo; e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de doutorado (número da bolsa CAPES 001) à autora Graciele Lurdes Silveira.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, F. P. DE; FRANÇA, F.; JUNQUEIRA, M. E. R. Estudos taxonômicos da família Vochysiaceae A.St.-Hil. no Município de Caetité, Bahia, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, v. 70, n. 1, p. 25–38, 2015.
- BERGER, B. A. et al. Divergence times, historical biogeography, and shifts in speciation rates of Myrtales. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 95, p. 116–136, 2016.
- CAMPOS, É. P. DE et al. Florística e Hábitos das Espécies Vegetais de um Fragmento de Cerrado em Rondonópolis, MT. **Biodiversidade**, v. 17, n. 1, p. 17–27, 2018.
- CARMO-OLIVEIRA, R.; MORRETES, B. L. DE. Stigmatic surface in the Vochysiaceae : reproductive and taxonomic implications. **Acta bot. bras.**, v. 23, n. 3, p. 780–785, 2009.
- APG IV. Chase, M. W. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.
- COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A. L. (Ed.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo, Brasil: UNESP, 2002. p. 69–83.
- FELFILI, M. C.; FELFILI, J. M. Diversidade Alfa E Beta No Cerrado Sensu Stricto Da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 243–254, 2001.
- FLORA DO BRASIL, 2020. Vochysiaceae A. St.-Hil. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=F B250>> Acesso em: 28/08/2019.
- GONÇALVES, D. J. P. et al. Vochysiaceae na região do Planalto de Diamantina, Minas Gerais, Brazil. **Rodriguesia**, v. 68, n. 1, p. 159–193, 2017.
- LISBOA, M. **Estudos taxonômicos sobre o gênero *Qualea* Aubl., subgênero *Amphilochia* (Mart.) Staf. (Vochysiaceae A.St.Hil.)**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2000.
- LITT, A.; CHEEK, M. *Korupodendron songweanum*, a new genus and species of

Vochysiaceae from West-Central Africa. **Brittonia**, v. 54, n. 1, p. 13–17, 2002.

PASSOS, V. M.; FRANÇA, F. Vochysiaceae da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 3, n. 1/2, p. 35–43, 2003.

SAMPAIO, T. H. S. **Vochysiaceae A. St.-Hil. nos Parques Estaduais da Serra de Caldas e da Serra Dourada e sua Sinopse para o Estado de Goiás**. [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2017.

SHIMIZU, G. H. et al. A remarkable new species of *Qualea* (Vochysiaceae) from Piauí state, Brazil. **Phytotaxa**, v. 273, n. 4, p. 262, 2016.

SHIMIZU, G. H.; GONÇALVES, D. J. P. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Vochysiaceae. **Rodriguesia**, v. 68, n. 3, p. 1159–1164, 2017.

SHIMIZU, G. H.; YAMAMOTO, K. Vochysiaceae. In: JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. (Eds.). **Diversidade Florística nas Cangas do Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte, MG: Código Editora, 2012. p. 209–210.

SOUZA, A. P. DE et al. Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 01, n. 01, p. 34–43, 2013.

SOUZA, L. F. DE. Família Vochysiaceae A.St.-Hil.. na Microrregião Sudoeste Goiano. **Rev. Biol. Neotrop.**, v. 11, n. 1, p. 1–10, 2014.

TEIXEIRA, R. C. **Vochysiaceae A. St.-Hil. na Serra dos Pireneus, Goiás: diversidade e similaridade florística em áreas de Cerrado no Brasil**. [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2017.

VIANNA, M. C.; MARTINS, H. F. Voquisiáceas. In: REITZ, R.; REIS, A. (Eds.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí, SC: Herbário Barbosa Rodrigues - HBR, 2001. p. 1–33.

YAMAMOTO, K. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Vochysiaceae 1. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, v. 27, n. 1, p. 131–136, 2009.

ARTIGO 2: NÚMERO CROMOSSÔMICO E MICROSPOROGÊNESE DE ESPÉCIES DE VOCHYSIACEAE A. ST.-HIL. ENCONTRADAS EM UM FRAGMENTO DE CERRADO NO ESTADO DE MATO GROSSO

RESUMO

Apesar de ser facilmente encontrada em listas florísticas do domínio Cerrado, há poucos relatos quanto ao número cromossômico e à microsporogênese da família Vochysiaceae A. St.-Hil.. Portanto, o objetivo desse trabalho foi analisar o número cromossômico, a divisão meiótica e a viabilidade polínica de espécies de Vochysiaceae encontradas em um fragmento de Cerrado no município de Rondonópolis, Mato Grosso. Para a contagem cromossômica, as raízes foram tratadas com 8-Hidroxiquinoleína 2 mM. Para a análise de regularidade meiótica foram utilizadas anteras de inflorescências fixadas em uma mistura de metanol com ácido propiônico, enquanto a viabilidade polínica foi realizada com anteras de inflorescências frescas. As espécies de *Qualea* apresentaram $2n = 22$ cromossomos e número básico $x = 11$, e as de *Vochysia* $2n = 24$ e $x = 12$, sendo a primeira contagem cromossômica para *Vochysia divergens* Pohl ($2n = 24$). Em todas as espécies a meiose foi regular, com índice meiótico próximo de 100, refletindo na viabilidade polínica, que foi acima de 70%. Portanto, esse estudo acrescentou informações sobre a família Vochysiaceae e contribuiu com o conhecimento genético de espécies nativas.

Palavras-chave: Meiose, Viabilidade polínica, *Vochysia*, *Qualea*.

1 INTRODUÇÃO

Vochysiaceae A. St.-Hil. é uma família botânica composta por árvores e arbustos e atualmente se encontra incluída na ordem Myrtales, como grupo irmão de Myrtaceae Juss. (APG IV, 2016; BERGER et al., 2016).

Possui ocorrência relatada na América do Sul e Central (gêneros *Callisthene* Mart., *Erisma* Rudge, *Qualea* Aubl., *Ruizterania* Marc.-Berti, *Salvertia* A. St.-Hil., *Vochysia* Aubl.) e também na região equatorial do oeste africano (gêneros *Erismadelphus* Mildbr. e *Korupodendron* Litt & Cheek) (AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015; LITT; CHEEK, 2002). No Brasil é representada por seis gêneros e cerca de 160 espécies (AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015; FLORA DO BRASIL 2020; CARMO-OLIVEIRA; MORRETES, 2009; SHIMIZU; GONÇALVES, 2017).

Apesar de estar bem representada no país e ser facilmente encontrada em listas florísticas, há poucos relatos de análises quanto ao número cromossômico e microsporogênese das espécies de Vochysiaceae, principalmente das que ocorrem no domínio Cerrado.

O trabalho mais recente é o de Yamagishi-Costa et al. (2018) com plantas dos estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo, utilizando células meióticas e mitóticas, mostrando que os gêneros *Callisthene* e *Qualea* possuem $2n = 22$ cromossomos e número básico $x = 11$, enquanto os gêneros *Vochysia* e *Salvertia* possuem $2n = 24$ e $x = 12$.

Tendo em vista que informações sobre a caracterização genética de espécies nativas ainda são escassas na literatura, este trabalho pode fornecer subsídios para aprofundar o conhecimento sobre a biologia das espécies e auxiliar em ações de conservação.

Desse modo, a presente pesquisa foi desenvolvida com o intuito de analisar o número cromossômico, a divisão meiótica e a viabilidade polínica de espécies de Vochysiaceae encontradas em um fragmento de Cerrado no Estado de Mato Grosso.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal utilizado no presente estudo foi coletado entre os anos de 2017 e 2019 de espécies de Vochysiaceae encontradas em um fragmento de cerrado *sensu stricto*, localizado na Universidade Federal de Rondonópolis (coordenadas geográficas: $-16^{\circ} 27' 46,56''$ S, $-54^{\circ} 34' 49,40''$ W), município de Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil. As exsicatas foram registradas e incorporadas ao acervo do Herbário Central (UFMT) da Universidade

Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá (Tabela 1) (herbário fiel depositário processo n° 02000.002662/2003-09, MMA-SEPRO).

Os frutos e sementes coletados foram armazenados em sacos de papel na geladeira a 10 °C, enquanto as inflorescências foram coletadas, colocadas em tubos tipo falcon, fixadas em uma mistura de álcool metílico e ácido propiônico, na proporção de 3:1, e armazenadas em freezer a -4 °C.

Tabela 1 – Espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil. coletadas e número de registro no Herbário Central (UFMT).

Espécie	Registro
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	UFMT 44309; UFMT 44308; UFMT 43790; UFMT 43793; UFMT 43807; UFMT 44307; UFMT 43791
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	UFMT 43806
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	UFMT 43792; UFMT 44042; UFMT 43789
<i>Vochysia divergens</i> Pohl	UFMT 44043; UFMT 44044; UFMT 44045
<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	UFMT 43809; UFMT 43808; UFMT 43805

Fonte: Do autor (2019).

2.3 Contagens cromossômicas

Antes de colocar as sementes para germinar, procedeu-se a lavagem das mesmas em uma solução de 10% de água sanitária (Hipoclorito de sódio) para diminuir a contaminação por fungos.

As sementes foram dispostas em placas de Petri contendo um papel de germinação abaixo delas e outro por cima, embebidos em 3 mL de água destilada. As placas ficaram armazenadas em BOD à temperatura de 27 °C, com fotoperíodo de 12 horas, até a protrusão das raízes (de 15 a 45 dias).

As raízes foram coletadas e colocadas em uma solução de 8-Hidroxiquinoleína (8Hq) 2 mM, durante 4 horas para bloqueio da divisão mitótica. Posteriormente, foram lavadas em água destilada e fixadas em uma mistura de álcool etílico e ácido acético, na proporção 3:1, e armazenadas em freezer -4 °C. Após no mínimo 24 horas, o fixador foi substituído por álcool 70%.

As lâminas foram preparadas pela técnica de esmagamento (Belling, 1921) utilizando o reativo de Schiff. Depois foram analisadas em microscópio de campo claro (Carl Zeiss, Axio Lab; A1) com microcâmara acoplada (AxioCam ERc 5s) e imagens das c-metáfases foram obtidas com o software AxioVision.

2.2 Meiose

Ao preparar as lâminas, os botões e anteras foram mensurados com auxílio de um paquímetro, para posteriormente possibilitar a correlação do tamanho desses com as fases da meiose visualizadas.

As lâminas foram preparadas com anteras de inflorescências jovens fixadas, utilizando-se ácido acético 60% e Triton 2%. Foi utilizada a técnica de sobreposição de lâminas (FUKUI; NAKAYAMA, 1996) e o corante Carmim propiônico 1%. As lâminas foram passadas em chama, cobertas com lamínula, seladas com esmalte incolor (lutagem) e armazenadas em câmara úmida. Foi preparado um número suficiente de lâminas que possibilitasse a visualização de todas as fases da divisão meiótica das espécies estudadas.

O cálculo do índice meiótico foi feito a partir da contabilização de 150 tétrades, por meio da seguinte fórmula: índice meiótico = tétrades normais / total de tétrades.

A análise das lâminas foi realizada em microscópio de campo claro (Carl Zeiss, Axio Lab; A1) com microcâmera acoplada (AxioCam ERc 5s) e foram obtidas imagens representativas de cada fase da divisão meiótica com o software AxioVision. Algumas imagens foram obtidas através da câmera de celular (Samsung Galaxy J7 Prime) e um adaptador (UFLA, 2019), em microscópio de campo claro da marca Nikon, modelo Eclipse E200.

2.1 Viabilidade polínica

Para as análises de viabilidade polínica foram utilizadas anteras de inflorescências frescas, sem fixação.

Para a confecção das lâminas os grãos de pólen foram colocados sobre uma gota do corante (Alexander ou Carmim Propiônico 2%), cobertos por lamínula, seladas com esmalte incolor (lutagem) e armazenadas em câmara úmida. Para as lâminas preparadas com o corante Carmim propiônico 2%, após a adição do corante as mesmas foram passadas na chama antes de os grãos de pólen ser cobertos por lamínula de vidro.

A análise das lâminas foi realizada em microscópio de campo claro (Nikon Eclipse E200) com a contabilização de 200 grãos de pólen por lâmina, anotando-se o número de grãos de pólen viáveis (grãos de cor purpura ou vermelha) e inviáveis (grãos de cor verde/azul clara e rosa) para posterior análise de variância e comparação pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), através do programa estatístico R (R Core Development Team, 2016). Foram analisadas cinco

lâminas com o corante Alexander e cinco lâminas com o corante Carmim propiônico 2% por árvore, totalizando 2000 grãos de pólen contabilizados para cada árvore.

Foram feitas fotos representativas dos grãos de pólen viáveis e inviáveis em microscópio de campo claro (Nikon Eclipse E200) utilizando-se a câmera de celular (Samsung Galaxy J7 Prime) e um adaptador para microscópio (UFLA, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

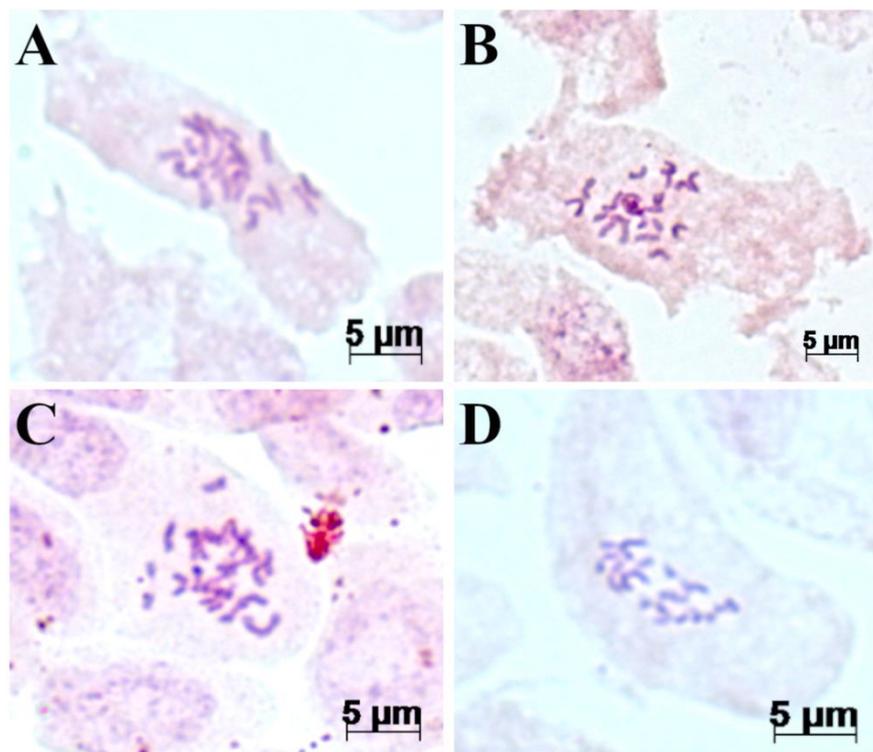
Qualea grandiflora Mart. (Figura 1A e B) e *Qualea parviflora* Mart. (Figura 1C) apresentaram 22 cromossomos e *Vochysia divergens* Pohl 24 cromossomos (Figura 1D). Para *Qualea multiflora* Mart. e *Vochysia cinnamomea* Pohl não foi realizada esta análise, pois não foi possível coletar frutos e sementes ou essas não germinaram nas condições experimentais utilizadas.

Os trabalhos pioneiros relatando o número cromossômico de Vochysiaceae são de Goldblatt (1979), descrevendo *Vochysia lomatophylla* Standl. com número cromossômico $2n = 22$, e de Löve (1987), propondo o número cromossômico $2n = 24$ para *Vochysia venezuelana* Stafleu. Posteriormente, encontra-se a pesquisa de Barbosa (1999), relatando que a espécie *V. cinnamomea* possui cromossomos submetacêntricos e ligeiramente maiores que $1 \mu\text{m}$, enquanto a espécie *Vochysia tucanorum* Mart., possui cromossomos submetacêntricos com cerca de $1 \mu\text{m}$ e um cromossomo acrocêntrico com cerca de $1,5 \mu\text{m}$, e que ambas as espécies possuem número cromossômico $2n = 24$.

A contagem cromossômica da família Vochysiaceae mais recente foi realizada por Yamagishi-Costa et al. (2018), mostrando que duas espécies de *Callisthene* (*Callisthene major* Mart. e *Callisthene fasciculata* Mart.) e quatro de *Qualea* (*Qualea cordata* Spreng., *Q. grandiflora*, *Q. multiflora* e *Q. parviflora*) (Clado QRC) possuem $2n = 22$ cromossomos, com número básico $x = 11$, enquanto 13 espécies de *Vochysia* (*Vochysia discolor* Warm., *Vochysia schwackeana* Warm., *Vochysia acuminata* Bong., *Vochysia ferruginea* Mart., *Vochysia selloi* Mart., *Vochysia bifalcata* Warm., *Vochysia tucanorum* Mart., *Vochysia haenkeana* Mart., *V. cinnamomea*, *Vochysia elliptica* Mart., *Vochysia herbacea* Pohl, *Vochysia pumila* Pohl e *Vochysia rufa* Mart.) e a espécie *Salvertia convallariodora* A.St.-Hil. (Clado VS) possuem $2n = 24$ cromossomos e número básico $x = 12$.

Yamagishi-Costa et al. (2018) ainda propõem que o resultado encontrado por Goldblatt (1979), $2n = 22$ para *Vochysia lomatophylla* Standl., por ser diferente do que é relatado para o gênero nas demais pesquisas, pode ser devido a artefatos técnicos.

Figura 1 – C-metáfases de espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil.



Legenda: **A e B:** C-metáfase de *Qualea grandiflora* Mart. **C:** C-metáfase de *Qualea parviflora* Mart. **D:** C-metáfase de *Vochysia divergens* Pohl. Capturas realizadas em microscópio de campo claro na objetiva de 100 X. Fonte: Do autor (2019).

Dessa maneira, o presente estudo confirma os resultados encontrados pelos autores citados, mostrando que o número de cromossomos é estável entre as diferentes espécies dos gêneros *Qualea* e *Vochysia*, além de estar de acordo com o que foi descrito por Yamagishi-Costa et al. (2018) sobre a evolução cromossômica em relação à variação numérica ser conservada nesses gêneros.

Vale ressaltar ainda, que o presente estudo apresentou a primeira contagem cromossômica para a espécie *Vochysia divergens* Pohl., sendo tal informação de relevante importância para estudos taxonômicos e evolutivos.

A partir da mensuração de botões e anteras e posterior análise meiótica, foi possível correlacionar o tamanho de botões e anteras com as fases da meiose visualizadas para cada espécie (Tabela 2). O trabalho recente de Silva et al. (2018), com plantas do gênero *Cynodon* (Poaceae), mostra que a relação de tamanho, morfologia e coloração das espiguetas com as fases da meiose, foi padronizada, e indica o momento ideal para coleta das inflorescências, otimizando futuras pesquisas. Logo a medição de botões e anteras auxilia na organização dos estudos de meiose e de trabalhos futuros com plantas da mesma família.

No presente trabalho não foi observada uma relação direta entre o tamanho dos botões com a fase da meiose (I ou II) observada (Tabela 2). Como por exemplo, nos botões de *Q. grandiflora*, que mediram entre 10 mm e 13 mm de comprimento e apresentaram células tanto em fases da meiose I como da meiose II. Acredita-se que essa variação no tamanho dos botões pode ser em decorrência do estado nutricional da planta ou de algum estresse hídrico. Em contrapartida, quando o tamanho das anteras foi considerado, houve uma relação mais direta com as fases da meiose encontradas.

Tabela 2 – Tamanho mínimo e máximo dos botões e anteras de espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil. em cada fase da meiose.

Fases	<i>Q. grandiflora</i>		<i>Q. multiflora</i>		<i>Q. parviflora</i>		<i>V. divergens</i>		<i>V. cinnamomea</i>		
	Botão (mm)	Antera (mm)	Botão (mm)	Antera (mm)	Botão (mm)	Antera (mm)	Botão (mm)	Antera (mm)	Botão (mm)	Antera (mm)	
PI	Lep/Zig	10,40 - 13,29	3,12 - 4,57	5,63 - 6,52	1,21 - 1,75	2,93 - 4,93	0,66 - 1,30	-	-	4,76 - 6,6	3,60 - 5,40
	Paq	10,40 - 13,29	3,40 - 4,57	5,99 - 6,41	2,01 - 2,27	2,93 - 5,16	0,66 - 1,30	5,20 - 7,00	3,90 - 4,80	5,19 - 8,39	3,60 - 6,97
	Dip	10,40 - 13,29	3,93 - 5,78	5,99 - 6,41	2,01 - 2,27	4,06 - 5,30	1,03 - 1,30	6,60 - 7,00	4,70 - 5,00	6,83 - 7,37	5,32 - 5,82
	Dia	10,40 - 13,29	3,93 - 5,78	-	-	4,06 - 5,30	1,03 - 1,30	6,80 - 7,00	4,70 - 4,80	6,83 - 7,37	5,32 - 5,82
MI	10,66 - 12,63	3,26 - 5,78	5,99 - 6,52	1,58 - 2,27	4,06 - 4,96	-	6,30 - 7,20	4,70 - 5,30	-	-	
AI	12,18 - 12,63	3,26 - 5,78	5,99 - 6,52	1,58 - 2,27	-	-	5,96 - 7,31	4,18 - 5,58	5,92 - 7,05	4,92 - 5,24	
TI	12,18 - 13,90	3,26 - 5,78	5,99 - 6,52	1,58 - 2,27	2,45	-	5,96 - 7,31	4,18 - 5,58	5,92 - 7,05	4,92 - 5,24	
MII	12,18 - 12,63	3,26 - 5,78	5,99 - 6,52	1,58 - 2,27	-	-	5,96 - 7,31	4,18 - 5,58	5,92 - 7,05	4,92 - 5,24	
AII	12,18 - 12,63	5,57 - 5,78	5,99 - 6,41	2,01 - 2,27	2,89	-	5,96 - 7,31	4,18 - 5,58	5,92 - 7,05	4,92 - 5,24	
TII	12,46 - 13,90	4,23 - 6,23	5,99 - 6,41	2,01 - 2,27	-	-	5,96 - 7,31	4,18 - 5,6	5,92 - 7,05	4,92 - 5,24	
Tétrade	12,46 - 14,80	4,23 - 6,23	5,80 - 6,95	1,56 - 2,10	4,35 - 5,83	1,14 - 1,66	4,92 - 7,96	3,59 - 6,56	6,50 - 10,87	5,00 - 8,06	
Micrósporo	12,46 - 15,02	4,23 - 6,23	6,40 - 6,92	1,89 - 2,10	4,35 - 5,83	1,14 - 1,66	4,92 - 7,96	3,59 - 6,56	6,77 - 10,87	5,60 - 8,06	
Grão de Pólen	12,25 - 17,16	6,47 - 7,23	7,00 - 7,94	2,10 - 3,20	4,58 - 5,75	0,92 - 1,55	6,49 - 8,96	4,94 - 7,08	7,74 - 11,07	5,60 - 8,90	

Legenda: PI: Prófase I; Lep/Zig: Leptóteno/Zigóteno; Paq: Paquíteno; Dip: Diplóteno; Dia: Diacinese; MI: Metáfase I; AI: Anáfase I; TI: Telófase I; MII: Metáfase II; AII: Anáfase II; TII: Telófase II. Fonte: Do autor (2019).

As fases da meiose I e II observadas apresentaram-se como regulares (Tabela 3), tendo sido visualizado apenas uma ocorrência de cromossomos não orientados em metáfase I e uma ocorrência em metáfase II de *Q. grandiflora*, 10 ocorrências em metáfase I e 35 em metáfase II de *Q. multiflora*, duas ocorrências em metáfase I de *Q. parviflora* e uma ocorrência em metáfase II de *V. divergens*, nessa última espécie, também foi visualizada uma ponte em anáfase I e 10 meiócitos com aderência cromossômica (Figura 2).

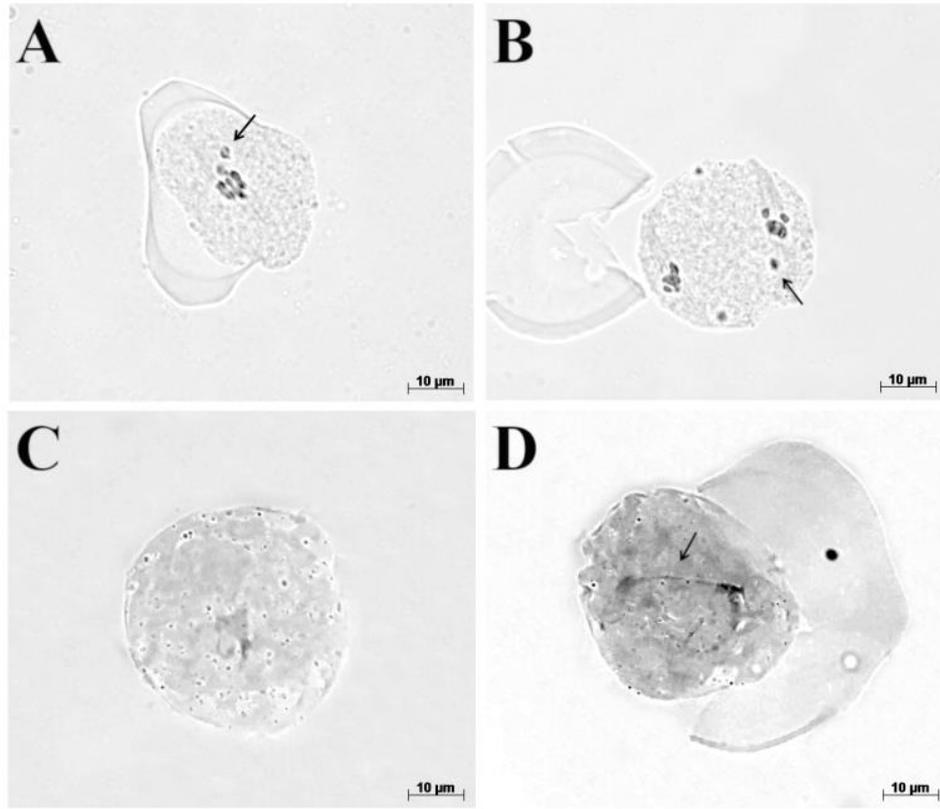
Tabela 3 – Fases da meiose visualizadas em espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil.

Fases	<i>Q. grandiflora</i>	<i>Q. multiflora</i>	<i>Q. parviflora</i>	<i>V. divergens</i>	<i>V. cinnamomea</i>	
PI	Lep/Zig	1197	165	67	3	218
	Paq.	2537	126	334	11	258
	Dip.	227	126	151	23	130
	Dia.	589	-	113	3	166
MI	87 (1*)	144 (10*)	68 (2*)	106 (10β)	21	
AI	273	371	3	147 (1#)	13	
TI	50	116	63	126	43	
MII	91 (1*)	1208 (35*)	-	54 (1*)	1	
AII	215	15	8	54	4	
TII	59	24	136	119	63	
Meiócitos normais	5325	2295	943	646	917	
Meiócitos alterados	2	45	2	12	0	
% de alteração	0,04	1,96	0,21	1,86	0,00	

Legenda: Valores entre parênteses se referem ao número de alterações visualizadas em cada fase da meiose I ou II; PI: Prófase I; Lep/Zig: Leptóteno/Zigóteno; Paq: Paquíteno; Dip: Diplóteno; Dia: Diacinese; MI: Metáfase I; AI: Anáfase I; TI: Telófase I; MII: Metáfase II; AII: Anáfase II; TII: Telófase II; (*): Número de meiócitos com cromossomos não orientados; (#): Número de meiócitos com ponte; (β): Número de meiócitos com aderência cromossômica. Fonte: Do autor (2019).

No início da meiose, durante a prófase I, há a expressão de um número impressionante de genes como resultado da remodelação da cromatina (CHEN et al., 2010; TIANG; HE; PAWLOWSKI, 2012). Na prófase I, durante as fases de leptóteno e zigóteno, é iniciado o pareamento cromossômico, onde, segundo Tiang; He; Pawlowski (2012), duas cópias homólogas dos cromossomos se encontram e se justapõem com base no reconhecimento de suas sequências de DNA, podendo o estado da cromatina e seus padrões de modificação interferir nesse pareamento. Durante a fase de paquíteno, o pareamento cromossômico continua, permitindo a recombinação cromossômica.

Figura 2 – Alterações visualizadas nas fases da meiose de espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil.

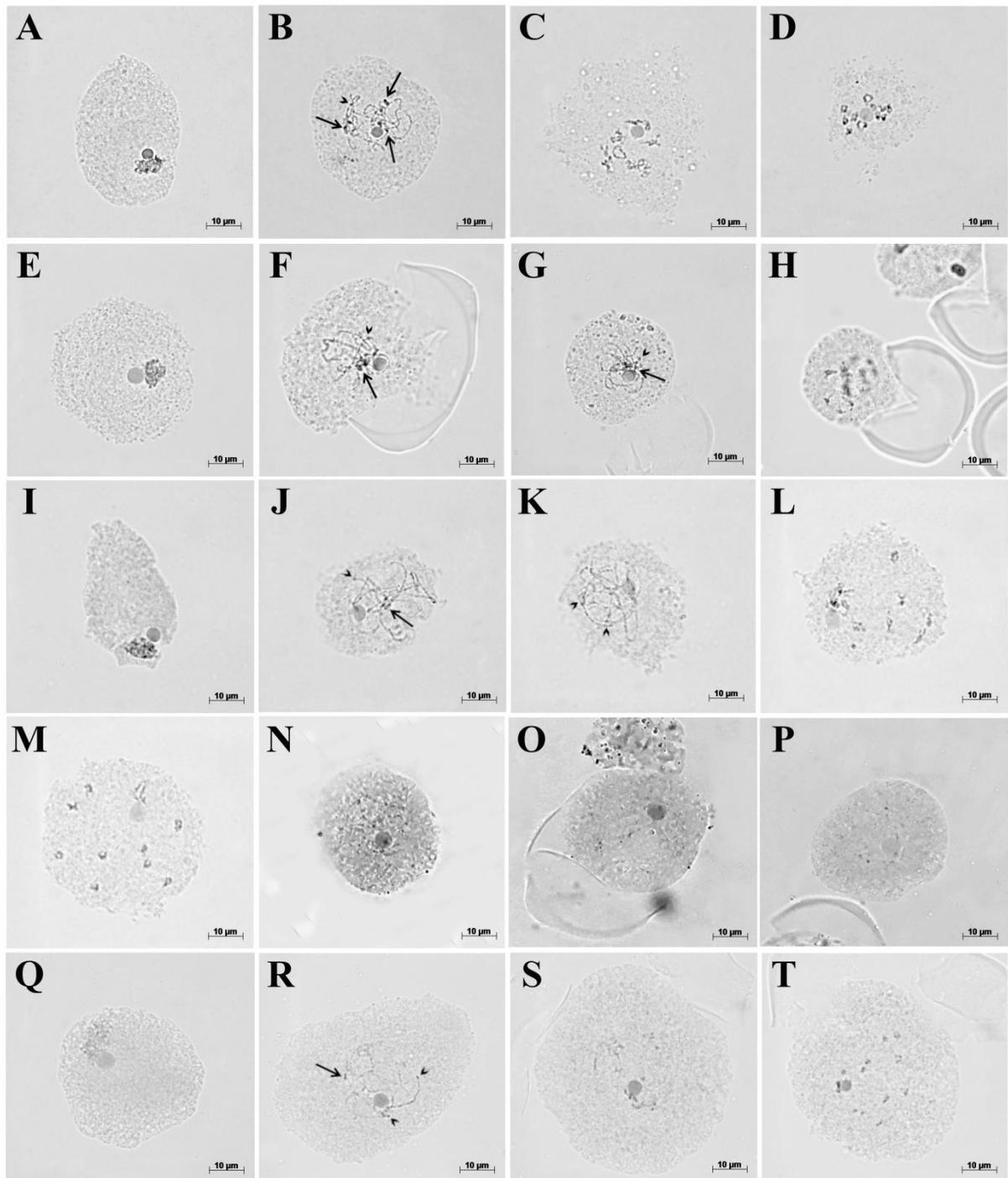


Legenda: **A:** Cromossomo não orientado em metáfase I (seta) de *Qualea grandiflora* Mart. **B:** Cromossomo não orientado em metáfase II (seta) de *Qualea multiflora* Mart. **C:** Aderência cromossômica em meiócito de *Vochysia divergens* Pohl. **D:** Ponte (seta) em anáfase I de *V. divergens*. Capturas realizadas em microscópio de campo claro na objetiva de 100 X. Fonte: Do autor (2019).

Os cromossomos paquitênicos de algumas espécies de Vochysiaceae apresentaram cromômeros e knobs (Figura 3B, F, G, J, K e R). Os cromômeros e knobs são regiões altamente condensadas de heterocromatina constitutiva, o que pode provocar, nesse estágio, o silenciamento de alguns genes presentes nessa região e, assim, apresentar baixa atividade de recombinação e transcrição (FRANSZ et al., 2000; SILVA et al., 2018). Portanto, a observação de cromômeros e knobs em cromossomos paquitênicos está relacionada com o silenciamento de genes no início da meiose.

Ainda na prófase I, durante a diacinese, é possível observar a formação dos bivalentes (Figura 3D, M, P e T). Quando essa formação é diversa (univalentes e tetravalentes, por exemplo), podem ocorrer alterações na segregação dos cromossomos nas próximas fases da meiose e, segundo Silva et al. (2018), ocasionar a formação de gametas com o número de cromossomos diferente do que é esperado, ou seja, não balanceados.

Figura 3 – Prófase I de espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil.



Legenda: **A-D:** *Qualea grandiflora* Mart.; **A:** Leptóteno/Zigóteno; **B:** Paquíteno com cromômeros (cabeça de seta) e knobs (seta); **C:** Diplóteno; **D:** Diacinese com 11 bivalentes. **E-H:** *Qualea multiflora* Mart.; **E:** Leptóteno/Zigóteno; **F e G:** Paquíteno com cromômeros (cabeça de seta) e knobs (seta); **H:** Diplóteno. **I-M:** *Qualea parviflora* Mart. **I:** Leptóteno/Zigóteno; **J e K:** Paquíteno com cromômeros (cabeça de seta) e knobs (seta); **L:** Diplóteno; **M:** Diacinese com 11 bivalentes. **N-P:** *Vochysia divergens* Pohl; **N:** Paquíteno; **O:** Diplóteno; **P:** Diacinese. **Q-T:** *Vochysia cinnamomea* Pohl; **Q:** Leptóteno/Zigóteno; **R:** Paquíteno com cromômeros (cabeça de seta) e knobs (seta); **S:** Diplóteno; **T:** Diacinese com 12 bivalentes. Fonte: Do autor (2019).

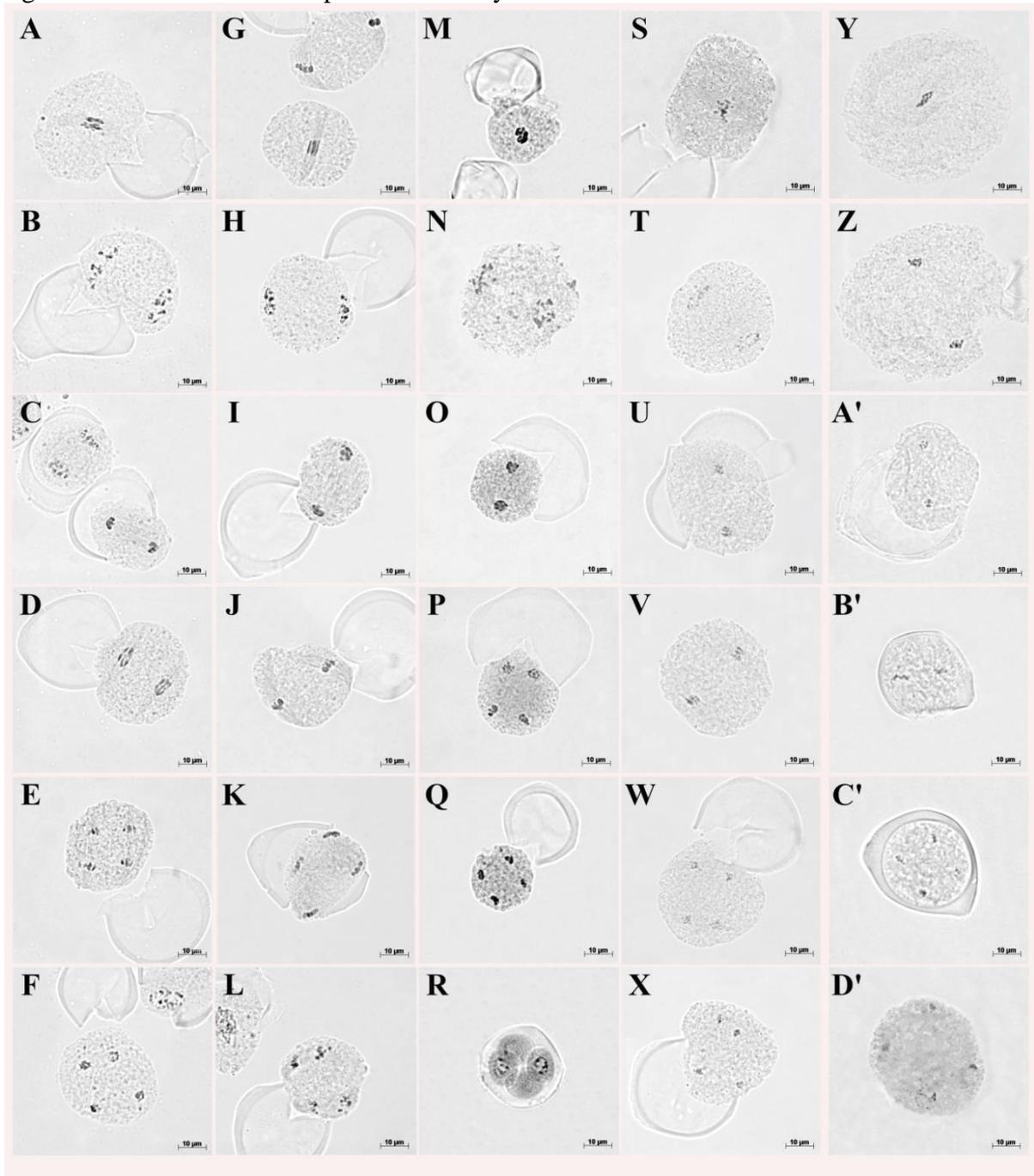
Para os meiócitos na fase de diacinese das espécies de Vochysiaceae estudadas, foi contabilizado um número de 11 bivalentes para *Q. grandiflora* (Figura 3D) e *Q. parviflora* (Figura 3M) e de 12 bivalentes para *V. cinnamomea* (Figura 3T). Para *Q. multiflora* e *V. divergens* não foram observados meiócitos em diacinese ou estes foram em número insuficiente para fazer qualquer inferência. Portanto, somando esses resultados com os obtidos em células em divisão mitótica, para as espécies de *Qualea* foi encontrado o número cromossômico $2n = 22$ e o número básico $x = 11$, e para espécies de *Vochysia* $2n = 24$ e $x = 12$.

Yamagishi-Costa et al. (2018) estudaram espécies de Vochysiaceae ocorrentes nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo, tanto através de análises meióticas quanto mitóticas, e relataram que as espécies do gênero *Vochysia* possuem 12 bivalentes, assim como na presente pesquisa.

A visualização das demais fases da meiose I e II (Figura 4) é importante para verificar se está ocorrendo a correta segregação de cromossomos e cromátides, sem a presença de cromossomos não orientados, atrasados ou perdidos e consequente formação de micronúcleos, bem como se não há ocorrência de outras alterações, como aderência e pontes, por exemplo.

Tendo em vista que o número de alterações em relação ao número total de meiócitos visualizados foi baixo, menos de 2% (Tabela 3), é possível inferir que essas se incluem na taxa de alterações espontâneas, o que faz parte dos processos de adaptação e evolução dos seres vivos. Além do mais, nas tétrades visualizadas não houve a ocorrência de micronúcleos, o qual é considerado resultado de cromossomos não orientados, atrasados ou perdidos observados nas fases da meiose I ou II.

Figura 4 – Meiose I e II de espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil.



Legenda: **A-F**: *Qualea grandiflora* Mart.; **A**: Metáfase I; **B**: Anáfase I; **C**: Telófase I; **D**: Metáfase II; **E**: Anáfase II; **F**: Telófase II; **G-L**: *Qualea multiflora* Mart.; **G**: Metáfase I; **H**: Anáfase I; **I**: Telófase I; **J**: Metáfase II; **K**: Anáfase II; **L**: Telófase II; **M-R**: *Qualea parviflora* Mart.; **M**: Metáfase I; **N**: Anáfase I; **O**: Telófase I; **P**: Anáfase II; **Q**: Telófase II; **R**: Tétrade. **S-X**: *Vochysia divergens* Pohl.; **S**: Metáfase I; **T**: Anáfase I; **U**: Telófase I; **V**: Metáfase II; **W**: Anáfase II; **X**: Telófase II; **Y-D'**: *Vochysia cinnamomea* Pohl.; **Y**: Metáfase I; **Z**: Anáfase I; **A'**: Telófase I; **B'**: Metáfase II; **C'**: Anáfase II; **D'**: Telófase II. Fonte: Do autor (2019).

A ocorrência de anormalidades em baixa frequência geralmente é reparada durante a divisão meiótica, não alterando a formação dos micrósporos, o que pode ser atestado ao se verificar o índice meiótico, onde valores próximos a 100 indicam que a divisão meiótica é

estável. No presente trabalho o índice meiótico de todas as espécies foi maior que 90 (Tabela 4), estando de acordo com a regularidade da meiose descrita anteriormente.

Tabela 4 – Índice meiótico calculado a partir da contabilização da ocorrência de políade, tétrade, tríade, díade e mônade em espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil.

Espécie	Políade	Tétrade	Tríade	Díade	Mônade	Índice meiótico
<i>Q. grandiflora</i>	0,25	143,75	5,25	0,75	0,00	95,83
<i>Q. multiflora</i>	0,00	136,00	0,00	12,00	2,00	90,67
<i>Q. parviflora</i>	0,00	143,00	6,00	1,00	0,00	95,33
<i>V. divergens</i>	0,00	148,67	1,33	0,00	0,00	99,11
<i>V. cinnamomea</i>	0,00	146,50	3,50	0,00	0,00	97,67

Fonte: Do autor (2019).

Todas as espécies estudadas apresentaram viabilidade polínica acima de 70% para os dois corantes (Tabela 5), demonstrando uma expectativa de sucesso reprodutivo, pois, como comentado por Lima et al. (2016), os corantes distinguem pólen viáveis de inviáveis indicando a fertilidade dos gametas masculinos, mas não possibilita obter informações sobre a qualidade do material genético.

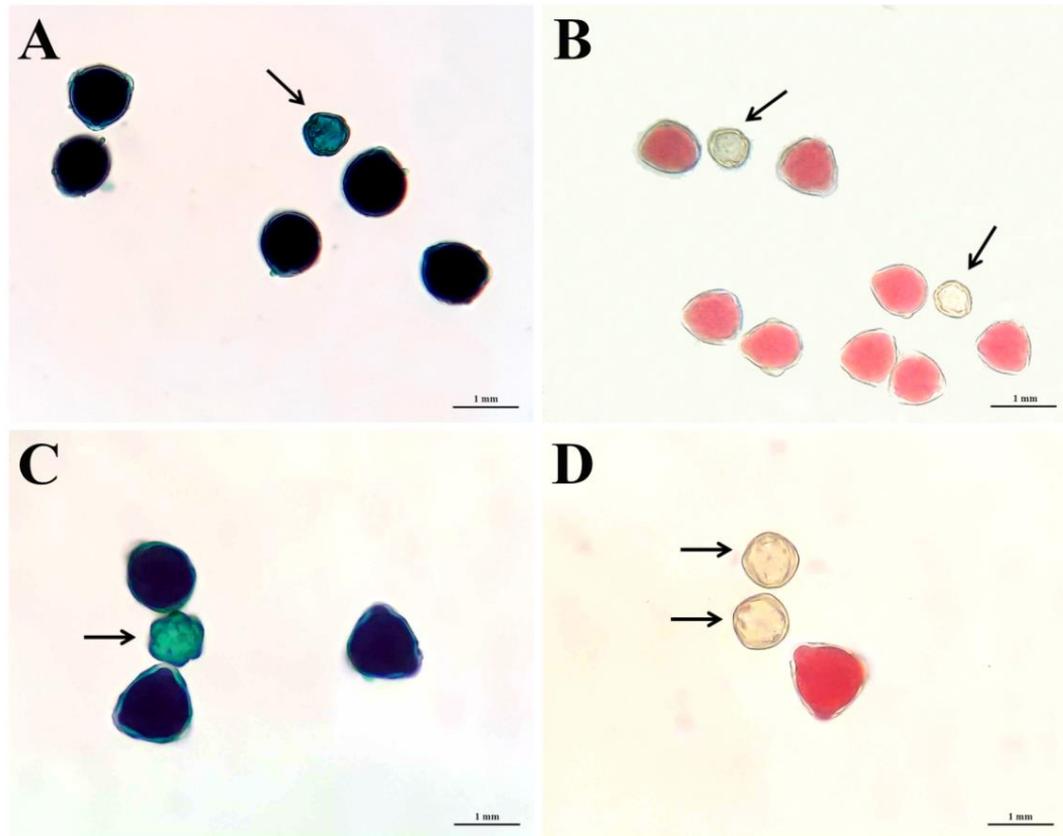
Nas cinco espécies estudadas, o número de grãos de pólen viáveis foi estatisticamente maior que o número de grãos de pólen inviáveis (Tukey, $p < 0,05$), tanto quando se utilizou o corante Alexander como o Carmim propiônico 2% (Tabela 5). Foram observadas diferenças entre os dois corantes utilizados apenas em *Q. multiflora*, onde houve um número maior de grãos de pólen viáveis analisados com o corante Carmim propiônico 2% em relação aos analisados com o corante Alexander.

Tabela 5 – Número e porcentagem de grãos de pólen viáveis de espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil.

Espécie	Corante	Viáveis	Inviáveis	Viabilidade (%)
<i>Q. grandiflora</i>	Alexander	174.37 ± 5.85 Aa	25.63 ± 5.85 Ba	87,19
	Carmim propiônico 2%	172.13 ± 6,81 Aa	28.84 ± 6.81 Ba	86,07
<i>Q. multiflora</i>	Alexander	141.8 ± 4.64 Aa	58.2 ± 4.64 Ba	70,90
	Carmim propiônico 2%	168.8 ± 2.24 Ab	31.2 ± 2.24 Bb	84,40
<i>Q. parviflora</i>	Alexander	143.9 ± 22,52 Aa	56.1 ± 22,52 Ba	71,95
	Carmim propiônico 2%	164.4 ± 9,52 Aa	35.6 ± 9,52 Ba	82,20
<i>V. divergens</i>	Alexander	187.27 ± 3,57 Aa	12.73 ± 3,57 Ba	93,64
	Carmim propiônico 2%	189.53 ± 2,72 Aa	10.47 ± 2,72 Ba	94,77
<i>V. cinnamomea</i>	Alexander	148.6 ± 11,96 Aa	51.4 ± 11,96 Ba	74,30
	Carmim propiônico 2%	148.4 ± 13,32 Aa	51.6 ± 13,32 Ba	74,20

Legenda: Letras maiúsculas iguais entre colunas e minúsculas iguais entre linhas não diferiram estatisticamente (Tukey, $p < 0,05$). Fonte: Do autor (2019).

Figura 5 – Teste de viabilidade polínica com as espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil.



Legenda: **A:** Grãos de pólen de *Qualea parviflora* Mart. corados com Alexander. **B:** Grãos de pólen de *Qualea grandiflora* Mart. corados com Carmim propiônico 2 %. **C e D:** Grãos de pólen de *Vochysia divergens* Pohl corados com Alexander (C) e Carmim propiônico 2% (D). Grãos de pólen de cor púrpura e vermelha: viáveis. Grãos de pólen de cor verde/azul clara e rosa: inviáveis (seta). Capturas realizadas em microscópio de campo claro na objetiva de 40 X. Fonte: Do autor (2019).

Quando constituições diferentes das tétrades são observadas, como tríades ou díades, é possível que ocorra a formação de gametas não reduzidos e potencial formação de indivíduos poliploides. No presente estudo os valores altos de índice meiótico (Tabela 4) e de viabilidade polínica (Tabela 5), indicam que as constituições diferentes das tétrades foram em número pouco expressivo.

Há uma relação direta entre o índice meiótico e a porcentagem de grãos de pólen viáveis, onde o comportamento do primeiro influencia no resultado do segundo. Para Lima et al. (2016) e Zambon et al. (2018), a presença de anormalidades durante o processo meiótico e a fertilidade dos grãos de pólen estão diretamente correlacionadas, pois a correta divisão meiótica é essencial para a formação dos gametas. Assim, tétrades normais indicam o desenvolvimento de quatro grãos de pólen viáveis com constituições genéticas diferentes (LIMA et al., 2016). Portanto, a ocorrência ordenada e sem alterações da meiose propiciará a

formação de gametas normais, que poderão, futuramente, após a fecundação, desenvolver frutos e sementes conforme o esperado.

4 CONCLUSÃO

As espécies do gênero *Qualea* apresentaram $2n = 22$ cromossomos e número básico $x = 11$, e as de *Vochysia* apresentaram $2n = 24$ cromossomos e número básico $x = 12$, apoiando a estabilidade do número cromossômico desses dois gêneros.

Foi realizada a primeira contagem cromossômica para a espécie *Vochisia divergens* Pohl ($2n = 24$).

As cinco espécies analisadas possuem divisão meiótica regular e apresentaram viabilidade polínica acima de 70% com os corantes Alexander e Carmim propiônico 2%.

Este trabalho foi pioneiro na região, contribuiu com o conhecimento genético de espécies nativas e acrescentou informações sobre as espécies de Vochysiaceae que ocorrem no domínio Cerrado, mostrando a importância de análises como essas para estudos taxonômicos, evolutivos e de conservação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Rondonópolis (UFR) por disponibilizar o espaço físico para a realização das coletas e da pesquisa; à curadora e aos técnicos do Herbário Central da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá (UFMT), pelo atendimento solícito e pelo auxílio nas visitas e consultas ao acervo; e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsas de doutorado (número da bolsa CAPES 001) aos autores Graciele Lurdes Silveira e Ingrid Fernanda Santana Alvarenga.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, F. P. DE; FRANÇA, F.; JUNQUEIRA, M. E. R. Estudos taxonômicos da família Vochysiaceae A.St.-Hil. no Município de Caetité, Bahia, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, v. 70, n. 1, p. 25–38, 2015.

BARBOSA, A. R. **As espécies do Gênero *Vochysia* Aulb. (Vochysiaceae) ocorrentes no estado de São Paulo.** [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 1999.

- BELLING, J. On counting chromosomes in pollen-mother cells. **Am. Nat.**, v. 55, p. 573-574. 1921.
- BERGER, B. A. et al. Divergence times, historical biogeography, and shifts in speciation rates of Myrtales. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 95, p. 116–136, 2016.
- CARMO-OLIVEIRA, R.; MORRETES, B. L. DE. Stigmatic surface in the Vochysiaceae : reproductive and taxonomic implications. **Acta bot. bras.**, v. 23, n. 3, p. 780–785, 2009.
- APG IV. Chase, M. W. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.
- CHEN, C. et al. Meiosis-specific gene discovery in plants: RNA-Seq applied to isolated *Arabidopsis* male meiocytes. **BMC Plant Biology**, v. 10, p. 1–13, 2010.
- FLORA DO BRASIL, 2020. Vochysiaceae A.St.-Hil.. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=F B250>> Acesso em: 28/08/2019.
- FRANSZ, P. F. et al. Integrated cytogenetic map of chromosome arm 4S of *A. thaliana*: Structural organization of heterochromatic knob and centromere region. **Cell**, v. 100, n. 3, p. 367–376, 2000.
- FUKUI, Kiichi; NAKAYAMA, Shigeki. Analysis of chromosome information. **Plant Chromosomes: Laboratory Methods**, p. 241-255, 1996.
- GOLDBLATT, P. Miscellaneous chromosome counts in angiosperms II, including new family and generic records. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, p.856-861, 1979.
- LIMA, D. C. et al. Implications of mitotic and meiotic irregularities in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 2, p. 1–10, 2016.
- LITT, A.; CHEEK, M. *Korupodendron songweanum*, a new genus and species of Vochysiaceae from West-Central Africa. **Brittonia**, v. 54, n. 1, p. 13–17, 2002.
- LÖVE, A. Chromosome number reports XCV. **Taxon**, v. 36, p. 493-498, 1987.
- R Core Development Team, 2016. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, 2016.
- SHIMIZU, G. H.; GONÇALVES, D. J. P. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Vochysiaceae. **Rodriguesia**, v. 68, n. 3, p. 1159–1164, 2017.
- SILVA, D. M. et al. Microsporogenesis, viability and morphology of pollen grain in accessions of *Cynodon* L. C. Rich. (Poaceae). **South African Journal of Botany**, v. 118, p. 260–267, 2018.
- TIANG, C. L.; HE, Y.; PAWLOWSKI, W. P. Chromosome organization and Dynamics

during interphase, mitosis, and meiosis in plants. **Plant Physiology**, v. 158, n. 1, p. 26–34, 2012.

YAMAGISHI-COSTA, J. et al. Chromosome numbers and the systematics of tribe Vochysieae (Vochysiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, n. 2, p. 314–320, 2018.

ZAMBON, C. R. et al. Abnormalities induced by agricultural pesticides in the microsporogenesis of olive tree (*Olea europaea* L.) cultivars. **Plant Biosystems**, v. 153, n. 1, p. 68–76, 2018.

ARTIGO 3: MORFOLOGIA POLÍNICA DE ESPÉCIES DE VOCHYSIACEAE A. ST.-HIL. ENCONTRADAS EM UM FRAGMENTO DE CERRADO NO ESTADO DE MATO GROSSO

RESUMO

Há uma carência em análises mais aprofundadas sobre a flora do domínio Cerrado, e nesse contexto se encontra a família Vochysiaceae A. St.-Hil., ordem Myrtales. Assim, o presente estudo foi realizado com o objetivo de descrever a morfologia polínica das espécies de Vochysiaceae que ocorrem em um fragmento de Cerrado no Estado de Mato Grosso. Para isso, grãos de pólen de Vochysiaceae foram analisados pela técnica de acetólise e através de microscopia eletrônica de varredura. Os grãos de pólen de *Qualea grandiflora* Mart., *Qualea multiflora* Mart., *Qualea parviflora* Mart., *Vochysia divergens* Pohl e *Vochysia cinnamomea* Pohl, apresentaram semelhanças quanto ao modo de dispersão, simetria, polaridade e padrão apertural, e tamanho pequeno e médio. A forma variou entre suboblato e prolato e os lados foram classificados como convexos para todas as espécies, exceto para *V. cinnamomea*, que possui lados retos. Grãos de pólen das espécies de *Vochysia* apresentaram inúmeras e pequenas perfurações no mesocolpo e linhas brancas em torno do colpo. A análise de componentes principais mostrou um agrupamento isolado com os dados de uma das árvores identificadas como *Q. parviflora*. Portanto, este estudo apresentou uma descrição aprofundada da morfologia dos grãos de pólen das espécies de Vochysiaceae que ocorrem em um fragmento de Cerrado no Estado de Mato Grosso, contribuindo com o conhecimento sobre essa família e sobre a flora da região.

Palavras-chave: Palinologia, Grãos de pólen, Análise ultraestrutural, *Vochysia*, *Qualea*.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro possui uma rica biodiversidade com uma grande diversidade de espécies vegetais que ainda são pouco conhecidas (FELFILI et al., 2008). Muitas famílias botânicas têm a ocorrência relatada nas várias fisionomias que compõem esse domínio (MENDONÇA, 1998; BORGES; SILVEIRA; VENDRAMIN, 2017), mas o conhecimento detalhado acerca das espécies que fazem parte delas muitas vezes é ignorado. Um exemplo é Vochysiaceae A. St.-Hil. que é encontrada por quase todo o Brasil e há poucas análises específicas sobre a família em determinadas regiões.

Vochysiaceae está atualmente inserida na ordem Myrtales, como grupo irmão de Myrtaceae Juss. (APG IV, 2016; BERGER et al., 2016). A maioria das espécies é encontrada na América do Sul e Central, com exceção dos gêneros *Erismadelphus* Mildbr. e *Korupodendron* Litt & Cheek, que ocorrem na região equatorial do oeste africano (STAFLEU, 1948; LITT; CHEEK, 2002; (AZEVEDO; FRANÇA; JUNQUEIRA, 2015).

A família Vochysiaceae compreende oito gêneros (*Callisthene* Mart., *Qualea* Aubl., *Vochysia* Aubl., *Salvertia* A. St.-Hil., *Ruizterania* Marc.-Berti, *Erisma* Rudge, *Erismadelphus* Mildbr. e *Korupodendron* Litt & Cheek), com aproximadamente 250 espécies, sendo representada no Brasil por seis gêneros e cerca de 160 espécies (SHIMIZU; YAMAMOTO, 2012; FLORA DO BRASIL 2020).

São poucos os estudos sobre a morfologia polínica de espécies que ocorrem no Cerrado, além do mais, pesquisas nesse sentido podem ser excelentes ferramentas para a sistemática, pois muitas vezes se tornam “peças-chave” na manutenção, ou não, de determinados agrupamentos.

A palinologia de Vochysiaceae é pouco explorada, embora haja registros de análises com grãos de pólen desta família desde 1835 (VIANNA et al., 2002). Espécies de *Callisthene*, *Qualea*, *Salvertia* e *Vochysia* que ocorrem no Cerrado foram apenas descritas por Salgado-Labouriau (1973), e apesar dessa autora fazer inferências sobre a palinologia de espécies ocorrentes no Cerrado, ela deixa claro que os grãos de pólen das espécies de *Qualea* e *Vochysia* que foram analisados, não têm origem nesse domínio.

Diante dessa escassez de informações mais aprofundadas sobre as espécies de Vochysiaceae que ocorrem no Cerrado, este trabalho se torna importante para o conhecimento sobre a biologia dessas espécies e para auxiliar em estudos futuros acerca da conservação do seu ambiente de ocorrência.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi analisar e descrever a morfologia dos grãos de pólen de espécies de Vochysiaceae ocorrentes em um fragmento de Cerrado no Estado de Mato Grosso, e assim contribuir com o conhecimento sobre esta família botânica, bem como sobre a flora da região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos de pólen utilizados no presente estudo foram retirados de anteras de botões florais bem desenvolvidos de espécies de Vochysiaceae encontradas em um fragmento de cerrado *sensu stricto*, na Universidade Federal de Rondonópolis (UFR) (coordenadas geográficas: -16° 27' 46,56" S, -54° 34' 49,40" W), localizada no município de Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil. As exsicatas foram depositadas e incorporadas ao acervo do Herbário Central (UFMT) da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá (Tabela 1).

Tabela 1 – Espécimes de Vochysiaceae A. St.-Hil. coletados e registados no Herbário Central (UFMT):

Espécie	Árvore	Registro	Coletor
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	73	UFMT 44309	Silveira et al.
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	74	UFMT 44308	Silveira et al.
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	75	UFMT 43790	Nogueira et al.
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	76	UFMT 43793	Nogueira et al.
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	78	UFMT 43807	Nogueira et al.
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	79	UFMT 44307	Nogueira et al.
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	82	UFMT 43791	Nogueira et al.
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	86	UFMT 43806	Nogueira et al.
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	77	UFMT 43792	Nogueira et al.
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	80	UFMT 44042	Silveira et al.
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	81	UFMT 43789	Nogueira et al.
<i>Vochysia divergens</i> Pohl	8764	UFMT 44043	Silveira et al.
<i>Vochysia divergens</i> Pohl	8765	UFMT 44044	Silveira et al.
<i>Vochysia divergens</i> Pohl	8766	UFMT 44045	Silveira et al.
<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	83	UFMT 43809	Nogueira et al.
<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	84	UFMT 43808	Nogueira et al.
<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	85	UFMT 43805	Nogueira et al.

Fonte: Do autor (2019).

2.1 Acetólise

Para estudos da morfologia dos grãos de pólen em microscópio óptico, foi utilizada a técnica de acetólise descrita por Erdtman (1960). Após a acetólise, foi acrescentado ao material água glicerinada 50%, e os microtubos foram armazenados em geladeira a 10° C até o dia seguinte (over night). Passado esse período, foi realizada uma centrifugação (10 min a 2500 rpm) e o sobrenadante foi descartado.

Foram preparadas cinco lâminas para cada indivíduo estudado, utilizando uma pequena porção de gelatina glicerinada (100 mL de água destilada, 100 mL de glicerina (glicerol 99% PA), 17 g de gelatina incolor, 1 g de fenol) e do material do microtubo. Essa combinação (gelatina + material) foi colocada sobre a lâmina, aquecida em lamparina, coberta com lamínula e selada com parafina.

Imagens dos grãos de pólen em vista polar e equatorial foram obtidas com auxílio de microscópio de campo claro (Carl Zeiss, Axio Lab; A1) com microcâmera acoplada (AxioCam ERc 5s), utilizando o software AxioVision. Como indicado por Salgado-Labouriau (1973), esta etapa foi realizada até no máximo cinco dias após o preparo das lâminas.

Com auxílio do software livre ImageJ, foram mensurados: o diâmetro polar (P) e diâmetro equatorial (E) em 10 grãos de pólen em vista equatorial; o diâmetro equatorial (D) e lado do apocolpo (d) em 10 grãos de pólen em vista polar; e a espessura da exina, comprimento, largura e margem do colpo, comprimento, largura e margem da abertura em cinco grãos de pólen em vista equatorial. A partir dos dados obtidos pelas mensurações e análises das lâminas em microscópio óptico, foi feita a descrição palinológica seguindo a nomenclatura de Punt et al. (2007).

As lâminas foram incorporadas à coleção Palinológica do Laboratório de Paleontologia e Palinologia (PALMA) da Faculdade de Geociências da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá.

2.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Foi utilizado o protocolo para análise de amostras biológicas do Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultraestrutural (LME) do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, como segue:

As anteras foram retiradas dos botões fixados em solução de metanol e ácido propiônico (3:1), transferidas para microtubos com o fixador Karnovsky modificado (Glutaraldeído 2,5%, formaldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,05 M, pH 7,2, CaCl₂ 0,001M) e armazenadas na geladeira (10 °C) até o momento das análises.

Para o preparo das amostras, as anteras foram lavadas duas vezes, por 10 minutos, em tampão cacodilato 0,05 M e foram desidratadas em uma série progressiva de acetona (25%, 50%, 75%, 90% e 100%). Feito isso, o material foi submetido à secagem ao ponto crítico com CO₂ no equipamento BAL-TEC, CPD-030. As anteras foram então abertas em uma placa de Petri para liberar os grãos de pólen, que foram aderidos a um suporte metálico (*stub*) coberto com fita de carbono e recobertos com ouro metálico (10 nm) no aparelho BAL-TEC, SCD-050. Os grãos de pólen foram analisados e eletromicrografados em microscópio eletrônico de varredura LEO-EVO 40, XVP.

2.3 Análise estatística

Por meio de cada medida obtida, foram realizadas análises estatísticas para obter as médias, desvio padrão, erro padrão, o coeficiente de variação (C.V.) e os índices de confiança de 95% (I.C.) utilizando o programa estatístico R (R Core Development Team, 2016).

Foi realizada uma análise multivariada, análise de componentes principais (PCA), através do programa estatístico GENES (CRUZ, 2006). Foram utilizadas 12 variáveis para a PCA: razão D/d; razão P/E; P; Espessura da exina; Comprimento do colpo; Largura do colpo; Margem do colpo; Comprimento do poro; Largura do poro; Margem do poro; Relação C/L do colpo; Relação C/L do poro.

3 RESULTADOS

3.1 Descrição dos grãos de pólen

Os dados morfométricos dos grãos de pólen das espécies de Vochysiaceae aqui estudadas estão disponíveis nas Tabelas 2 e 3.

3.1.1 *Qualea grandiflora* Mart.

Figura 1 A-D

Grãos de pólen dispersos de forma isolada (mônade), de simetria radial, isopolar e de tamanho pequeno (média de $P = 19,85 \mu\text{m}$). Âmbito triangular, obtuso, convexo, e forma oblato-esferoidal ($P/E = 0,90 - 1,00$).

Grãos de pólen tricolporados, anguloaperturados, com a abertura protundente na região do poro. Colpo curto (comprimento médio = $14,57 \mu\text{m}$) e estreito (largura média = $1,33 \mu\text{m}$). Em vista polar, o ápice do colpo é arredondado e a margem é invaginada com cerca de $0,83 \mu\text{m}$ de espessura. Sexina mais fina na região do colpo, ectocolpo. Apocolpo médio, índice de área polar ($IAP = \text{razão } d/D$) médio de 0,26.

Poros com comprimento médio de $3,59 \mu\text{m}$ e largura de $4,44 \mu\text{m}$, circular a levemente lalongado. Afinamento da nexina (costa) e sexina mais protundente na região do poro, endoporo. Presença de fastígio com microverrugos/escabras, que, aparentemente, são formadas por columelas de tamanho maior que as demais, dando a impressão de um zíper.

A exina possui em média $1,48 \mu\text{m}$ de espessura. Ao longo do grão de pólen, a nexina e a sexina são de espessura semelhante. Grãos de pólen densamente columelados, semitectados e ornamentação microrreticulada. Em imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) é possível confirmar que a ornamentação do teto é microrreticulada tendo-se, às vezes, uma leve impressão da presença de rúgulas.

Tabela 2 – Dados morfométricos das espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil. obtidos por meio da técnica de acetólise.

Espécie/Nº da Árvore	P (µm)			Tamanho	P/E			Forma	IAP			Espessura da exina (µm)		
	Médias	CV %	I.C. 95%		Médias	CV %	I.C. 95%		Médias	CV %	I.C. 95%	Médias	CV %	I.C. 95%
<i>Q. grandiflora</i> 73	21,06 ± 1,17 (20,03 - 22,08)	5,56	1,03	Pequeno	0,92 ± 0,03 (0,89 - 0,94)	3,30	0,03	Oblato-esferoidal	0,22 ± 0,05 (0,17 - 0,26)	22,99	0,04	1,75 ± 0,21 (1,56 - 1,93)	11,91	0,18
<i>Q. grandiflora</i> 74	17,11 ± 1,04 (16,20 - 18,02)	6,05	0,91	Pequeno	0,90 ± 0,05 (0,86 - 0,94)	5,13	0,04	Oblato-esferoidal	0,29 ± 0,05 (0,25 - 0,33)	15,90	0,04	1,48 ± 0,18 (1,32 - 1,63)	11,97	0,16
<i>Q. grandiflora</i> 75	17,76 ± 0,74 (17,12 - 18,41)	4,14	0,65	Pequeno	0,91 ± 0,02 (0,89 - 0,93)	2,53	0,02	Oblato-esferoidal	0,29 ± 0,07 (0,24 - 0,35)	22,33	0,06	1,44 ± 0,20 (1,27 - 1,62)	13,62	0,17
<i>Q. grandiflora</i> 76	21,30 ± 0,82 (20,58 - 22,02)	3,87	0,72	Pequeno	0,95 ± 0,02 (0,93 - 0,97)	2,51	0,02	Oblato-esferoidal	0,28 ± 0,06 (0,23 - 0,33)	20,29	0,05	1,55 ± 0,24 (1,34 - 1,76)	15,48	0,21
<i>Q. grandiflora</i> 78	20,64 ± 1,54 (19,29 - 21,98)	7,44	1,35	Pequeno	0,95 ± 0,04 (0,92 - 0,98)	3,72	0,03	Oblato-esferoidal	0,24 ± 0,05 (0,19 - 0,28)	20,71	0,04	1,31 ± 0,25 (1,09 - 1,52)	18,89	0,22
<i>Q. grandiflora</i> 82	21,24 ± 2,22 (19,30 - 23,18)	10,44	1,94	Pequeno	1,00 ± 0,03 (0,97 - 1,03)	3,47	0,03	Oblato-esferoidal	0,26 ± 0,08 (0,19 - 0,32)	29,33	0,07	1,33 ± 0,23 (1,13 - 1,54)	17,44	0,20
<i>Q. multiflora</i> 86	28,39 ± 1,61 (26,98 - 29,80)	5,66	1,41	Médio	1,03 ± 0,07 (0,97 - 1,09)	6,77	0,06	Prolato-esferoidal	0,15 ± 0,04 (0,11 - 0,19)	28,60	0,04	1,94 ± 0,31 (1,67 - 2,21)	15,92	0,27
<i>Q. parviflora</i> 77	23,57 ± 0,80 (22,87 - 24,27)	3,38	0,70	Pequeno	0,97 ± 0,05 (0,93 - 1,02)	5,37	0,05	Oblato-esferoidal	0,37 ± 0,06 (0,32 - 0,42)	16,24	0,05	2,13 ± 0,21 (1,94 - 2,31)	10,10	0,19
<i>Q. parviflora</i> 80	25,94 ± 1,41 (24,71 - 27,18)	5,44	1,24	Médio	1,06 ± 0,05 (1,02 - 1,10)	4,54	0,04	Prolato-esferoidal	0,27 ± 0,05 (0,23 - 0,31)	18,61	0,04	1,42 ± 0,23 (1,22 - 1,62)	15,87	0,20
<i>Q. parviflora</i> 81	25,79 ± 1,68 (24,32 - 27,26)	6,50	1,47	Médio	1,11 ± 0,04 (1,07 - 1,15)	3,86	0,04	Prolato-esferoidal	0,27 ± 0,06 (0,22 - 0,32)	22,54	0,05	1,48 ± 0,19 (1,31 - 1,65)	12,80	0,17
<i>V. divergens</i> 8764	28,57 ± 1,15 (27,56 - 29,58)	4,04	1,01	Médio	1,34 ± 0,09 (1,26 - 1,42)	6,57	0,08	Prolato	0,17 ± 0,04 (0,14 - 0,20)	22,40	0,03	1,30 ± 0,20 (1,12 - 1,47)	15,38	0,17
<i>V. divergens</i> 8765	36,08 ± 2,35 (34,02 - 38,13)	6,50	2,06	Médio	1,20 ± 0,09 (1,12 - 1,28)	7,73	0,08	Subprolato	0,18 ± 0,04 (0,15 - 0,22)	20,65	0,03	1,77 ± 0,20 (1,60 - 1,94)	11,22	0,17
<i>V. divergens</i> 8766	34,18 ± 3,07 (31,49 - 36,87)	8,99	2,69	Médio	1,11 ± 0,10 (1,02 - 1,20)	9,16	0,09	Subprolato	0,21 ± 0,04 (0,18 - 0,25)	18,75	0,04	1,66 ± 0,24 (1,45 - 1,86)	14,31	0,21
<i>V. cinnamomea</i> 83	27,09 ± 1,38 (25,88 - 28,30)	5,10	1,21	Médio	0,98 ± 0,04 (0,94 - 1,02)	4,56	0,04	Oblato-esferoidal	0,16 ± 0,03 (0,13 - 0,19)	20,54	0,03	1,96 ± 0,22 (1,76 - 2,16)	11,37	0,20
<i>V. cinnamomea</i> 84	34,30 ± 3,31 (31,41 - 37,20)	9,64	2,90	Médio	1,20 ± 0,05 (1,16 - 1,25)	4,15	0,04	Subprolato	0,27 ± 0,06 (0,22 - 0,32)	22,45	0,05	1,70 ± 0,34 (1,40 - 2,00)	20,11	0,30
<i>V. cinnamomea</i> 85	35,95 ± 2,83 (33,47 - 38,43)	7,87	2,48	Médio	1,18 ± 0,08 (1,11 - 1,25)	7,11	0,07	Subprolato	0,23 ± 0,04 (0,20 - 0,27)	17,71	0,04	1,86 ± 0,28 (1,61 - 2,10)	15,25	0,25

Legenda: P: Diâmetro polar; P/E: Razão entre diâmetro polar e diâmetro equatorial; IAP: Índice de área polar; CV: Coeficiente de variação; IC: Índice de confiança. Fonte: Do autor (2019).

Tabela 3 – Dados morfométricos das espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil. obtidos por meio da técnica de acetólise. (continua)

Espécie/N° da Árvore	Comprimento do colpo (µm)			Largura do colpo (µm)			Relação C/L colpo			Margem do colpo (µm)		
	Médias	CV%	I.C. 95%	Médias	CV%	I.C. 95%	Médias	CV%	I.C. 95%	Médias	CV%	I.C. 95%
<i>Q. grandiflora</i> 73	14,65 ± 1,44 (13,39 - 15,91)	9,84	1,26	1,37 ± 0,29 (1,12 - 1,62)	20,95	0,25	11,29 ± 2,69 (8,93 - 13,65)	23,80	2,36	0,93 ± 0,25 (0,71 - 1,15)	27,27	0,22
<i>Q. grandiflora</i> 74	13,74 ± 1,00 (12,87 - 14,62)	7,26	0,87	1,10 ± 0,23 (0,90 - 1,30)	20,83	0,20	13,10 ± 3,10 (10,38 - 15,81)	23,64	2,71	0,75 ± 0,15 (0,62 - 0,88)	19,56	0,13
<i>Q. grandiflora</i> 75	13,27 ± 0,64 (12,71 - 13,83)	4,82	0,56	1,15 ± 0,26 (0,92 - 1,38)	22,67	0,23	12,07 ± 2,72 (9,69 - 14,45)	22,52	2,38	0,84 ± 0,14 (0,72 - 0,96)	16,26	0,12
<i>Q. grandiflora</i> 76	15,76 ± 1,16 (14,74 - 16,78)	7,38	1,02	1,43 ± 0,35 (1,12 - 1,73)	24,21	0,30	11,60 ± 2,79 (9,15 - 14,04)	24,03	2,44	0,73 ± 0,19 (0,56 - 0,89)	26,70	0,17
<i>Q. grandiflora</i> 78	15,56 ± 1,09 (14,60 - 16,51)	6,99	0,95	1,61 ± 0,23 (1,41 - 1,80)	14,04	0,20	9,88 ± 1,30 (8,74 - 11,03)	13,19	1,14	0,98 ± 0,19 (0,81 - 1,14)	19,39	0,17
<i>Q. grandiflora</i> 82	14,46 ± 1,47 (13,17 - 15,75)	10,17	1,29	1,36 ± 0,34 (1,06 - 1,66)	24,82	0,30	11,31 ± 2,61 (9,02 - 13,59)	23,06	2,29	0,78 ± 0,17 (0,63 - 0,93)	21,92	0,15
<i>Q. multiflora</i> 86	22,41 ± 1,40 (21,19 - 23,64)	6,23	1,22	1,75 ± 0,41 (1,39 - 2,11)	23,39	0,36	13,53 ± 3,28 (10,65 - 16,40)	24,25	2,87	1,13 ± 0,34 (0,84 - 1,43)	29,87	0,30
<i>Q. parviflora</i> 77	19,07 ± 0,84 (18,33 - 19,81)	4,42	0,74	1,73 ± 0,31 (1,45 - 2,01)	18,18	0,28	11,56 ± 2,14 (9,68 - 13,43)	18,51	1,88	1,20 ± 0,26 (0,98 - 1,42)	21,25	0,22
<i>Q. parviflora</i> 80	19,88 ± 1,35 (18,70 - 21,06)	6,78	1,18	1,34 ± 0,27 (1,11 - 1,57)	19,94	0,23	15,80 ± 2,96 (13,21 - 18,40)	18,74	2,60	1,09 ± 0,80 (0,39 - 1,80)	73,64	0,70
<i>Q. parviflora</i> 81	18,38 ± 1,54 (17,03 - 19,73)	8,38	1,35	1,33 ± 0,28 (1,08 - 1,57)	21,04	0,24	14,56 ± 3,52 (11,47 - 17,65)	24,20	3,09	0,86 ± 0,22 (0,67 - 1,05)	25,47	0,19
<i>V. divergens</i> 8764	20,69 ± 2,30 (18,67 - 22,71)	11,13	2,02	1,20 ± 0,26 (0,98 - 1,43)	21,47	0,23	18,30 ± 4,94 (13,97 - 22,62)	26,98	4,33	0,83 ± 0,14 (0,71 - 0,96)	17,21	0,13
<i>V. divergens</i> 8765	25,68 ± 2,78 (23,24 - 28,12)	10,82	2,44	1,60 ± 0,22 (1,41 - 1,79)	13,56	0,19	16,52 ± 2,62 (14,23 - 18,82)	15,84	2,29	0,95 ± 0,19 (0,78 - 1,12)	20,26	0,17
<i>V. divergens</i> 8766	24,58 ± 3,29 (21,70 - 27,46)	13,38	2,88	2,02 ± 0,56 (1,53 - 2,51)	27,58	0,49	13,46 ± 4,73 (9,32 - 17,61)	35,15	4,15	1,06 ± 0,24 (0,85 - 1,28)	22,87	0,21
<i>V. cinnamomea</i> 83	19,98 ± 2,08 (18,16 - 21,81)	10,42	1,82	1,57 ± 0,29 (1,31 - 1,82)	18,80	0,26	13,21 ± 2,39 (11,12 - 15,30)	18,06	2,09	1,16 ± 0,25 (0,94 - 1,38)	21,81	0,22
<i>V. cinnamomea</i> 84	23,35 ± 2,70 (20,98 - 25,71)	11,56	2,36	2,16 ± 0,52 (1,71 - 2,62)	23,93	0,45	11,35 ± 2,81 (8,89 - 13,81)	24,76	2,46	1,26 ± 0,34 (0,96 - 1,55)	26,71	0,29
<i>V. cinnamomea</i> 85	26,04 ± 2,67 (23,70 - 28,38)	10,25	2,34	1,74 ± 0,35 (1,43 - 2,05)	20,42	0,31	15,85 ± 2,89 (13,32 - 18,38)	18,24	2,53	1,13 ± 0,23 (0,92 - 1,33)	20,83	0,21

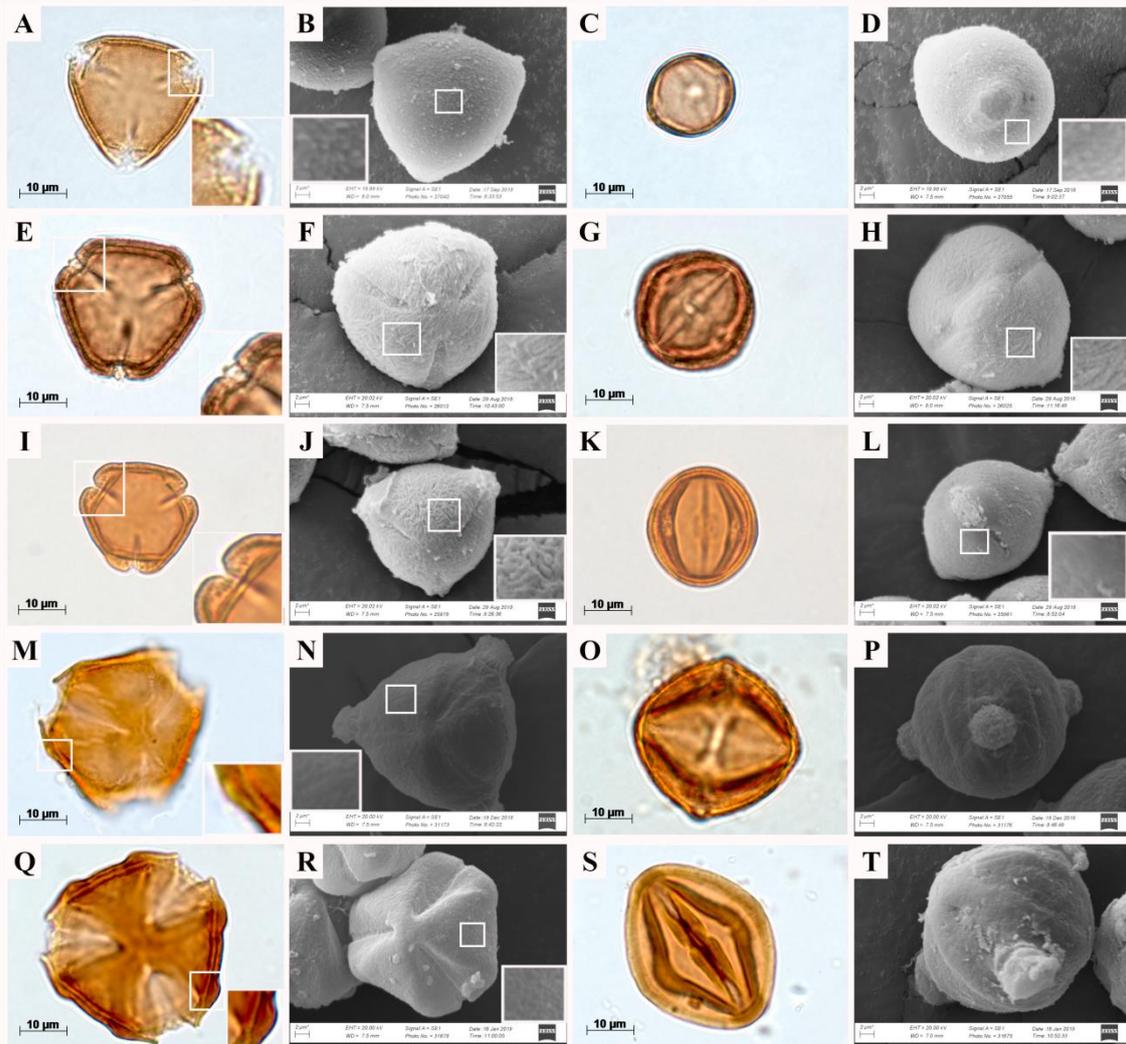
Legenda: C/L: Relação comprimento largura do colpo; CV: Coeficiente de variação; IC: Índice de confiança. Fonte: Do autor (2019).

Tabela 3 – Dados morfométricos das espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil. obtidos por meio da técnica de acetólise. (continuação)

Espécie/N° da Árvore	Comprimento do poro (µm)			Largura do poro (µm)			Relação C/L do poro			Margem do poro (µm)		
	Médias	CV%	I.C. 95%									
<i>Q. grandiflora</i> 73	5,20 ± 0,83 (4,48 - 5,93)	15,89	0,72	4,68 ± 0,66 (4,11 - 5,26)	14,02	0,58	1,12 ± 0,26 (0,89 - 1,35)	23,13	0,23	1,12 ± 0,21 (0,94 - 1,30)	18,26	0,18
<i>Q. grandiflora</i> 74	2,29 ± 0,46 (1,89 - 2,69)	19,94	0,40	4,59 ± 0,82 (3,87 - 5,31)	17,92	0,72	0,49 ± 0,10 (0,41 - 0,58)	19,81	0,09	0,85 ± 0,16 (0,70 - 0,99)	19,41	0,14
<i>Q. grandiflora</i> 75	3,56 ± 0,61 (3,03 - 4,09)	17,02	0,53	2,99 ± 0,70 (2,38 - 3,61)	23,45	0,62	1,26 ± 0,41 (0,90 - 1,61)	32,31	0,36	0,92 ± 0,18 (0,77 - 1,08)	19,22	0,16
<i>Q. grandiflora</i> 76	3,42 ± 0,58 (2,91 - 3,94)	17,04	0,51	4,91 ± 0,66 (4,33 - 5,49)	13,46	0,58	0,69 ± 0,13 (0,58 - 0,80)	18,25	0,11	0,77 ± 0,17 (0,63 - 0,92)	22,04	0,15
<i>Q. grandiflora</i> 78	3,83 ± 0,63 (3,28 - 4,39)	16,54	0,56	5,23 ± 0,74 (4,58 - 5,88)	14,17	0,65	0,72 ± 0,10 (0,63 - 0,81)	14,02	0,09	0,97 ± 0,23 (0,78 - 1,17)	23,17	0,20
<i>Q. grandiflora</i> 82	3,21 ± 0,57 (2,71 - 3,70)	17,65	0,50	4,27 ± 0,46 (3,86 - 4,67)	10,88	0,41	0,76 ± 0,17 (0,61 - 0,90)	22,00	0,15	0,83 ± 0,18 (0,68 - 0,99)	21,00	0,15
<i>Q. multiflora</i> 86	3,04 ± 0,59 (2,53 - 3,56)	19,31	0,51	3,38 ± 1,24 (2,30 - 4,47)	36,56	1,08	0,97 ± 0,33 (0,67 - 1,26)	34,55	0,29	1,22 ± 0,28 (0,97 - 1,47)	23,32	0,25
<i>Q. parviflora</i> 77	5,51 ± 0,64 (4,94 - 6,07)	11,68	0,56	7,06 ± 0,94 (6,24 - 7,88)	13,25	0,82	0,77 ± 0,12 (0,66 - 0,88)	15,83	0,11	1,49 ± 0,28 (1,24 - 1,74)	19,06	0,25
<i>Q. parviflora</i> 80	3,96 ± 1,04 (3,05 - 4,88)	26,31	0,91	4,16 ± 1,17 (3,13 - 5,18)	28,23	1,03	1,19 ± 0,63 (0,64 - 1,73)	52,74	0,55	0,92 ± 0,16 (0,78 - 1,06)	17,13	0,14
<i>Q. parviflora</i> 81	5,90 ± 1,29 (4,77 - 7,02)	21,81	1,13	3,02 ± 0,71 (2,40 - 3,65)	23,49	0,62	2,09 ± 0,82 (1,37 - 2,81)	39,44	0,72	0,87 ± 0,19 (0,71 - 1,04)	21,55	0,17
<i>V. divergens</i> 8764	2,12 ± 0,60 (1,60 - 2,65)	28,17	0,52	3,10 ± 0,68 (2,51 - 3,70)	21,88	0,59	0,72 ± 0,21 (0,53 - 0,90)	29,74	0,19	0,72 ± 0,15 (0,59 - 0,85)	20,75	0,13
<i>V. divergens</i> 8765	2,85 ± 0,78 (2,17 - 3,53)	27,34	0,68	4,39 ± 0,80 (3,69 - 5,09)	18,19	0,70	0,66 ± 0,17 (0,51 - 0,81)	26,20	0,15	0,94 ± 0,15 (0,80 - 1,07)	16,00	0,13
<i>V. divergens</i> 8766	3,21 ± 0,73 (2,58 - 3,85)	22,63	0,64	4,60 ± 0,72 (3,97 - 5,23)	15,64	0,63	0,73 ± 0,18 (0,57 - 0,89)	25,27	0,16	1,07 ± 0,22 (0,88 - 1,26)	20,15	0,19
<i>V. cinnamomea</i> 83	2,03 ± 0,36 (1,71 - 2,35)	17,97	0,32	3,38 ± 0,71 (2,76 - 4,01)	21,08	0,63	0,61 ± 0,13 (0,50 - 0,73)	21,87	0,12	1,54 ± 0,43 (1,16 - 1,91)	27,78	0,37
<i>V. cinnamomea</i> 84	3,41 ± 0,82 (2,70 - 4,13)	23,88	0,71	4,26 ± 0,97 (3,41 - 5,12)	22,79	0,85	0,82 ± 0,20 (0,64 - 0,99)	24,41	0,18	1,16 ± 0,18 (1,00 - 1,31)	15,28	0,16
<i>V. cinnamomea</i> 85	1,91 ± 0,60 (1,38 - 2,43)	31,43	0,53	3,33 ± 0,59 (2,82 - 3,85)	17,56	0,51	0,57 ± 0,15 (0,44 - 0,71)	26,77	0,13	1,13 ± 0,27 (0,90 - 1,37)	23,68	0,23

Legenda: C/L: Relação comprimento largura do poro; CV: Coeficiente de variação; IC: Índice de confiança. Fonte: Do autor (2019).

Figura 1 – Imagens de grãos de pólen das espécies de Vochysiaceae A. St.-Hil.



Legenda: **A-D**: *Qualea grandiflora* Mart., A e B: Imagens em vista equatorial em microscópio óptico de campo claro (MO) e microscópio eletrônico de varredura (MEV), C e D: Imagens em vista polar em MO e MEV. **E-H**: *Qualea multiflora* Mart., E e F: Imagens em vista equatorial em MO e MEV, G e H: Imagens em vista polar em MO e MEV; **I-L**: *Qualea parviflora* Mart., I e J: Imagens em vista equatorial em MO e MEV, K e L: Imagens em vista polar em MO e MEV; **M-P**: *Vochysia divergens* Pohl, M e N: Imagens em vista equatorial em MO e MEV, O e P: Imagens em vista polar em MO e MEV; **Q-T**: *Vochysia cinnamomea* Pohl, Q e R: Imagens em vista equatorial em MO e MEV, S e T: Imagens em vista polar em MO e MEV. Imagens em microscópio óptico de campo claro obtidas em objetiva de 100X. Fonte: Do autor (2019).

3.1.2 *Qualea multiflora* Mart.

Figura 1 E-H

Grãos de pólen dispersos de forma isolada (mônade), de simetria radial, isopolar e de tamanho médio ($P = 28,39 \mu\text{m}$). Âmbito triangular, obtuso, convexo e forma prolato-esferoidal ($P/E = 1,03$).

Grãos de pólen tricolporados, anguloaperturados. Colpo longo (comprimento médio = 22,41 μm) e de largura mediana (1,75 μm). Em vista polar, o ápice do colpo é arredondado e a margem é bastante invaginada com cerca de 1,13 μm de espessura. A exina possui em média 1,94 μm de espessura. Sexina mais fina na região do colpo, ectocolpo. Apocolpo pequeno, IAP médio de 0,15.

Poros com comprimento médio de 3,04 μm e largura 3,38 μm , circular a levemente lalongado, endoporo. Presença de fastígio com microverrugas/escabras, que aparentemente, são formadas por columelas de tamanho maior que as demais, dando a impressão de um zíper.

A exina possui em média 1,94 μm de espessura. Ao longo do grão de pólen, a nexina e a sexina possuem espessura semelhante. Grãos de pólen densamente columelados e tectados. Ornamentação estriada, estrias na mesma direção do eixo polar, com bifurcações e irregularidades. Padrão confirmado em imagens obtidas em MEV, onde é possível notar que as estrias possuem um engrossamento em algumas partes formando uma espécie de retículo.

3.1.3 *Qualea parviflora* Mart.

Figura 1 I-L

Grãos de pólen dispersos de forma isolada (mônade), de simetria radial, isopolar e de tamanho pequeno e médio (P = 23,57 – 25,94 μm). Âmbito triangular, obtuso, convexo e forma variando entre oblato-esferoidal e prolato-esferoidal (P/E = 0,97 – 1,11).

Grãos de pólen tricolporados, anguloaperturados. Colpo de comprimento e largura mediana, médias de 19,11 μm e 1,47 μm , respectivamente. Em vista polar, o ápice do colpo é levemente arredondado e a margem é invaginada. Colpo finamente marginado com cerca de 1,05 μm de espessura, sem elementos esculturais (melhor visualizado em MEV). Ectocolpo. Apocolpo médio, IAP médio de 0,30.

Poros com comprimento médio de 5,12 μm e largura variando de 3,02 a 7,06 μm , levemente lalongado, afinamento da nexina (costa), endoporo. Fastígio bem caracterizado, com a presença de microverrugas/escabras bem evidentes, possivelmente formadas por columelas de tamanho maior que as demais.

A exina possui em média 1,67 μm de espessura. Ao longo do grão de pólen, a nexina e a sexina são de espessura semelhante. Grãos de pólen densamente columelados e semitectados. Ornamentação finamente rugulada/reticulada, arranjadas de maneira que lembram estrias (melhor visualizado em MEV).

3.1.4 *Vochysia divergens* Pohl

Figura 1 M-P

Grãos de pólen dispersos de forma isolada (mônade), de simetria radial, isopolar e de tamanho médio (média de $P = 32,94 \mu\text{m}$). Âmbito triangular, obtuso, convexo e forma variando entre subprolato e prolato ($P/E = 1,11 - 1,34$).

Grãos de pólen tricolporados, anguloaperturados. Colpo longo (comprimento médio = $23,65 \mu\text{m}$) e de largura mediana (média de $1,61 \mu\text{m}$). A exina possui em média $1,57 \mu\text{m}$ de espessura. Em vista polar, a sexina se abre na região do poro formando uma espécie de “calo” (ver Fig 1M), enquanto o ápice do colpo é pontiagudo, margem com cerca de $0,95 \mu\text{m}$ de espessura. Ectocolpo. Apocolpo pequeno, IAP médio de 0,19.

Tanto em vista polar quanto equatorial, é possível notar a presença de linhas claras em torno do colpo, semelhante ao kirtoma visto em esporos, dando a impressão (em vista polar) que o colpo tem formato triangular (Figura 1M). Em imagens obtidas em MEV, essa descrição é confirmada, onde o colpo parece ser dividido em três faixas: uma interna, que é o colpo propriamente dito; e duas em torno dessa, que em microscopia óptica são delimitadas pelas linhas claras (Fig 1N).

Poro com comprimento médio de $2,73 \mu\text{m}$ e largura $4,03 \mu\text{m}$, alongado, endoporo. Sexina na região do poro finamente escabrada. Fastígio presente.

A exina possui em média $1,57 \mu\text{m}$ de espessura. Ao longo do grão de pólen, a nexina e a sexina são de espessura semelhante. Grãos de pólen densamente columelados, semitectados e ornamentação com padrão microfoveolado, confirmado em MEV.

3.1.5 *Vochysia cinnamomea* Pohl

Figura 1 Q-T

Grãos de pólen dispersos de forma isolada (mônade), de simetria radial, isopolar e de tamanho médio (média de $P = 32,45 \mu\text{m}$). Âmbito triangular, obtuso, reto e forma variando entre oblato-esferoidal e subprolato ($P/E = 0,98 - 1,20$).

Grãos de pólen tricolporados, anguloaperturados. Colpo longo (comprimento médio = $23,12 \mu\text{m}$) e de largura mediana (média de $1,82 \mu\text{m}$). Em vista polar, a sexina se abre na região do poro formando uma espécie de “calo” (ver Fig 1Q), enquanto o ápice do colpo é levemente arredondado, margem com cerca de $1,18 \mu\text{m}$ de espessura. Ectocolpo. Apocolpo

pequeno, IAP médio de 0,22. Em vista polar, têm-se a impressão que os colpos se unem no centro do apocolpo (sincolpado).

Tanto em vista polar quanto equatorial, é possível notar a presença de linhas claras e medianamente espessas em torno do colpo, semelhante ao kyrtoema visto em esporos, dando a impressão (em vista polar) que o colpo tem formato triangular (Figura 1Q). Em imagens obtidas em MEV, essa descrição é confirmada, onde o colpo parece ser dividido em três faixas: uma interna, que é o colpo propriamente dito; e duas em torno dessa, que em microscopia óptica são delimitadas pelas linhas claras (Figura 1R).

Poros com comprimento médio de 2,45 μm e largura 3,66 μm , alongado, endoporo. Fastígio presente.

A exina possui em média 1,84 μm de espessura. Ao longo do grão de pólen, a nexina e a sexina são de espessura semelhante. Grãos de pólen densamente columelados, semitectados e ornamentação com padrão finamente microrreticulado. Em MEV, a superfície do grão do pólen aparenta ser finamente perfurada.

3.2 Comparação dos dados através de análise multivariada

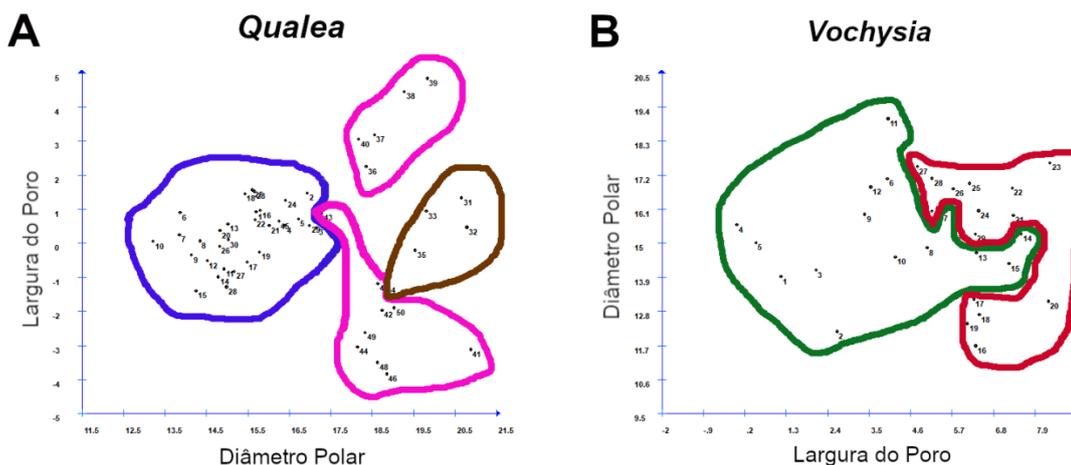
Ao se analisar estatisticamente os dados apresentados na tabela 1, foi possível notar que as árvores se agruparam satisfatoriamente em cada espécie (Figura 2).

A análise de componentes principais (PCA) permitiu verificar as variáveis mais representativas, dentre as 12 utilizadas, mostrando que para as espécies de *Qualea*, as variáveis diâmetro polar (P), largura do poro e comprimento do poro, melhor explicaram os agrupamentos das espécies, sendo que a variável P sozinha teve uma importância de 36,02%. Enquanto para as espécies de *Vochysia* as variáveis largura do poro, P e espessura da exina melhor explicaram os agrupamentos, dentre as quais, largura do poro teve uma importância de 39,99%.

Através da referida análise também foi possível observar que os indivíduos do gênero *Qualea* se agruparam em espécies conforme esperado, sendo que um conjunto de dados se agrupou de forma isolada em relação aos demais da mesma espécie (Figura 2A). Esse conjunto se refere à árvore 77, identificada como *Q. parviflora*.

Os indivíduos do gênero *Vochysia*, no entanto, não se agruparam nas espécies como esperado, o que pode ser observado na Figura 2B, onde os dados de uma das árvores identificadas como *V. divergens* (árvore 8766) se sobrepõem aos de *V. cinnamomea*.

Figura 2 – Gráficos de dispersão dos dados de Vochysiaceae A. St.-Hil.



Legenda: **A:** Dispersão dos indivíduos do gênero *Qualea* Aubl. 1-5: *Q. grandiflora* 73; 6-10: *Q. grandiflora* 74; 11-15: *Q. grandiflora* 75; 16-20: *Q. grandiflora* 76; 21-25: *Q. grandiflora* 78; 26-30: *Q. grandiflora* 82; 31-35: *Q. multiflora* 86; 36-40: *Q. parviflora* 77; 41-45: *Q. parviflora* 80; 46-50: *Q. parviflora* 81. **B:** Dispersão dos indivíduos do gênero *Vochysia* Aubl. 1-5: *V. divergens* 8764; 6-10: *V. divergens* 8765; 11-15: *V. divergens* 8766; 16-20: *V. cinnamomea* 83; 21-25: *V. cinnamomea* 84; 26-30: *V. cinnamomea* 85. Fonte: Do autor (2019).

4 DISCUSSÃO

Os grãos de pólen das espécies de Vochysiaceae avaliadas são semelhantes em algumas descrições morfológicas (modo de dispersão, simetria, polaridade, âmbito e padrão apertural), diferindo em outras.

Os grãos de pólen de *Q. grandiflora* foram classificados como de tamanho pequeno enquanto nas demais espécies de *Qualea* e nas de *Vochysia* eles têm tamanho médio. Barth e Luz (2014) também encontraram diferenças nos tamanhos dos grãos de pólen de espécies de Vochysiaceae que ocorrem em Santa Catarina, sendo pequenos os de *Callisthene castellanosii* H.F. Martins, *Callisthene kuhlmannii* H.F. Martins, *Qualea cordata* (Mart.) Spreng. e *Qualea cryptantha* (Spreng.) Warm., e médios os de *Vochysia magnifica* Warm. e *Vochysia tucanorum* Mart.

Outra diferença morfológica facilmente visualizada é em relação aos lados dos grãos de pólen, onde em *V. cinnamomea* os lados são retos, enquanto nas demais espécies os lados são convexos. Vianna et al. (2002) relatam que nas 20 espécies de *Vochysia* da Mata Atlântica estudadas, encontraram grãos de pólen com âmbito triangular que variaram quanto aos lados em reto e côncavo.

As diferenças morfológicas apresentadas acima se mostram recorrentes e, isoladamente, não suportam qualquer inferência sobre o agrupamento das espécies.

A forma dos grãos de pólen variou entre oblato-esferoidal para *Q. grandiflora*, prolato-esferoidal para *Q. multiflora*, oblato-esferoidal e prolato-esferoidal para *Q. parviflora*, subprolato e prolato para *V. divergens*, e oblato-esferoidal e subprolato para *V. cinnamomea*. Sendo assim, pode-se inferir que a forma dos grãos de pólen das espécies de *Qualea* aqui descritas, varia entre oblato-esferoidal e prolato-esferoidal, com razão P/E entre 0,90 e 1,11, enquanto as espécies de *Vochysia* apresentam uma maior variação, com forma oblato-esferoidal e prolato, e razão P/E entre 0,98 e 1,34.

Barth e Luz (2014) descreveram grãos de pólen com forma esferoidal e oblato-esferoidal em espécies de *Callisthene*, suboblato e oblato-esferoidal em espécies de *Qualea*, e esferoidal e oblato-esferoidal em espécies de *Vochysia*. Vianna et al. (2002) mostraram que espécies de *Vochysia* da Mata Atlântica possuem grãos de pólen com a forma suboblato, oblato-esferoidal, esferoidal e prolato-esferoidal.

Salgado-Laboriau (1973) descreveu os grãos de pólen de espécies que ocorrem no Cerrado, relatando que os de *Callisthene fasciculata* Mart. possuem forma oblato-esferoidal e de *Salvertia convallariodora* A. St.-Hil. variam entre subprolato e prolato. Esta autora cita ainda que a forma dos grãos de pólen de *Qualea* é oblato-esferoidal e de *Vochysia* varia entre suboblato e prolato-esferoidal, no entanto deixa claro que não foram analisados grãos de pólen de espécies coletadas no Cerrado para esses dois gêneros.

Portanto, tendo em vista os dados encontrados no presente estudo e pelos autores anteriormente citados, os grãos de pólen da família Vochysiaceae variam entre as formas suboblato e prolato, com razão P/E entre 0,88 e 2,00.

Nas espécies de *Vochysia* avaliadas, às vezes, a superfície do mesocolpo apresentava inúmeras e pequenas perfurações em uma determinada região, o que foi visto tanto em microscopia óptica quanto em MEV. Nos estudos feitos por Barth e Luz (2014) e Vianna et al. (2002), é relatado a presença de rúgulas conspícuas e perfurações na superfície do mesocolpo, o que poderia estar relacionado com as observações descritas no presente estudo.

Como descrito nos resultados, em vista polar, havia linhas brancas em torno do colpo dos grãos de pólen de espécies de *Vochysia*, dando a impressão que esse possuía formato triangular, corroborando o que foi descrito por Barth e Luz (2014), que definiram essa “margem” às vezes visualizada em torno do colpo como pseudocolpo, onde há ausência de nexina, a sexina é mais fina que no mesocolpo e a ornamentação pode ser granular. Vianna et al. (2002) relatam ainda, a presença de margem ampla e proeminente nas aberturas dos grãos de pólen de espécies de *Vochysia*, podendo haver ornamentação.

Em relação à PCA, houve um agrupamento isolado com as lâminas da árvore 77, podendo se tratar de uma subespécie ou variedade de *Q. parviflora* entre os indivíduos avaliados. É possível notar que os grãos de pólen da árvore 77 diferiram quanto ao tamanho, forma, espessura da exina e comprimento e largura do poro aos das demais árvores identificadas como *Q. parviflora*. Sendo assim, esse agrupamento divergente obtido através da PCA, necessita ser mais bem investigado levando em consideração outros aspectos, pois não é possível saber se há uma relação direta, apenas sugere-se essa hipótese para estudos futuros.

Os dados de uma das árvores identificadas como *V. divergens* (árvore 8766) ficaram sobrepostos aos de *V. cinnamomea*, provavelmente por causa de algumas medidas dos grãos de pólen que estão com desvio padrão e índice de confiança altos, indicando que ocorreram diferenças consideráveis entre os dados de uma lâmina para outra. Diferenças como essas são “normais” quando se trabalha com espécies nativas, pois não há controle algum sobre o ambiente onde elas estão inseridas, bem como não há padronização da idade dos indivíduos estudados e dos nutrientes disponíveis para o seu desenvolvimento.

5 CONCLUSÃO

Os grãos de pólen de *Qualea grandiflora* Mart., *Qualea multiflora* Mart., *Qualea parviflora* Mart., *Vochysia divergens* Pohl e *Vochysia cinnamomea* Pohl, apresentaram algumas diferenças morfológicas, mas foram semelhantes em relação ao modo de dispersão, simetria, polaridade, âmbito e padrão apertural.

Os grãos de pólen das espécies de *Qualea* apresentaram as formas oblato-esferoidal e prolato-esferoidal, com razão P/E entre 0,90 e 1,11, enquanto das espécies de *Vochysia* apresentam uma maior variação, com forma oblato-esferoidal e prolato, e razão P/E entre 0,98 e 1,34.

O mesocolpo das espécies de *Vochysia* apresentaram inúmeras e pequenas perfurações, e em vista polar, essas espécies pareciam ter o colpo em formato triangular devido às linhas brancas em torno desse.

Os dados da árvore 77 formaram um agrupamento isolado dos demais indivíduos identificados como *Q. parviflora*, sugerindo que estudos futuros considerando outros aspectos podem ser realizados para indicar se essa árvore pode se tratar de uma subespécie ou variedade de *Q. parviflora*.

Este estudo apresentou uma descrição aprofundada da morfologia dos grãos de pólen das espécies de Vochysiaceae de um fragmento de Cerrado no Estado de Mato Grosso, contribuindo com o conhecimento sobre essa família e sobre a flora da região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Rondonópolis (UFR) por disponibilizar o espaço físico para a realização das coletas e da pesquisa; à curadora e aos técnicos do Herbário Central (UFMT), pelo atendimento solícito e pelo auxílio nas visitas e consultas ao acervo; à Dra. Kátia Ferreira Marques de Resende, do Laboratório de Citogenética do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), e a todos os colaboradores do Laboratório de Paleontologia e Palinologia da Faculdade de Geociências da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Cuiabá, pelas contribuições na execução da técnica de Acetólise.

Agradecem ao Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultraestrutural (LME) do Departamento de Fitopatologia da UFLA por fornecer a estrutura geral para as análises em microscópio eletrônico de varredura dos grãos de pólen.

Além disso, agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) por conceder bolsas de doutorado (número da bolsa CAPES 001) aos autores Graciele Lurdes Silveira e Ingrid Fernanda Santana Alvarenga. Agradecem também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão de bolsa de pesquisa a C. D'Apolito (número de concessão 568838/2017 do DCR).

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, F. P. DE; FRANÇA, F.; JUNQUEIRA, M. E. R. Estudos taxonômicos da família Vochysiaceae A.St.-Hil. no Município de Caetité, Bahia, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, v. 70, n. 1, p. 25–38, 2015.
- BARTH, O. M.; LUZ, C. F. P. DA. Pollen morphology of Vochysiaceae tree species in the State of Santa Catarina, Southern Brazil. **Rev. Biol. Trop.**, v. 62, n. 3, p. 1209–1215, 2014.
- BERGER, B. A. et al. Divergence times, historical biogeography, and shifts in speciation rates of Myrtales. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 95, p. 116–136, 2016.
- BORGES, H. B. N.; SILVEIRA, E. A.; VENDRAMIN, L. N. **Flora Arbórea de Mato**

Grosso - tipologias vegetais e suas espécies. 1. ed. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2017.

APG IV. Chase, M. W. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.

CRUZ, C. D. . Programa Genes - Análise multivariada e simulação. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v. 1. 175 p

FELFILI, J. M. et al. Padrões fitogeográficos e sua relação com sistemas de terra no bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. DE; RIBEIRO, J. F. (Eds.). . **Cerrado: ecologia e flora.** Embrapa In ed. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 213–228.

FLORA DO BRASIL 2020 (em construção): Vochysiaceae. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB250>>. Acesso em: 12 Jul. 2019.

LITT, A.; CHEEK, M. *Korupodendron songweanum*, a new genus and species of Vochysiaceae from West-Central Africa. **Brittonia**, v. 54, n. 1, p. 13–17, 2002.

MENDONÇA, R. C. Flora vascular do cerrado. **Cerrado: Ambiente e Flora**, p. 289–255, 1998.

R Core Development Team, 2016. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, 2016.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Contribuição à Palinologia dos Cerrados.** 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Clip Produções Gráficas e Jornalísticas, 1973.

SHIMIZU, G. H.; YAMAMOTO, K. Vochysiaceae. In: JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. (Eds.). **Diversidade Florística nas Cangas do Quadrilátero Ferrífero.** Belo Horizonte, MG: Código Editora, 2012. p. 209–210.

STAFLEU, F. A. A Monograph of the Vochysiaceae: I. *Salvertia* and *Vochysia*. **Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais**, v. 41, p. 397–540, 1948.

VIANNA, M. C. et al. Palinologia de Espécies de *Vochysia* Aubl. - Vochysiaceae A. ST.-HIL. da Mata Atlântica. **Arq. Mus. Nac., Rio de Janeiro**, v. 60, n. 4, p. 263–276, 2002.