



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS V**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ANA LUIZA MACEDO DOS SANTOS

**PALINOTAXONOMIA E RELAÇÕES FILÉTICAS DAS ESPÉCIES DE *CYATHEA* J.
SM. OCORRENTES NA FLORESTA ATLÂNTICA SETENTRIONAL**

**JOÃO PESSOA
2021**

ANA LUIZA MACEDO DOS SANTOS

**PALINOTAXONOMIA E RELAÇÕES FILÉTICAS DAS ESPÉCIES DE *CYATHEA* J.
SM. OCORRENTES NA FLORESTA ATLÂNTICA SETENTRIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Botânica

Orientador: Prof. Dr. Sergio Romero da Silva Xavier.

**JOÃO PESSOA
2021**

ANA LUIZA MACEDO DOS SANTOS

S237p Santos, Ana Luiza Macedo dos.

Palinotaxonomia e relações filéticas das espécies de *Cyathea* J. Sm ocorrentes na Floresta Atlântica Setentrional [manuscrito] / Ana Luiza Macedo Santos. - 2021.

28 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, 2022.

"Orientação : Prof. Dr. Sergio Romero da Silva Xavier, Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA."

1. Samambaias. 2. Esporos. 3. Palinologia. 4. Morfologia.

I. Título

21. ed. CDD 580

ANA LUIZA MACEDO DOS SANTOS

PALINOTAXONOMIA E RELAÇÕES FILÉTICAS DAS ESPÉCIES DE *CYATHEA* J.
SM. OCORRENTES NA FLORESTA ATLÂNTICA SETENTRIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Graduação
em Ciências Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel
em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Botânica

Aprovada em: 22 /12/ 2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sergio Romero da Silva Xavier (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Cléber Ibraim Salimon
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Enio Wocylly Dantas
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais e amigos pelo amor,
cuidado, paciência, companheirismo e
compreensão, dedico-lhes.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, que a realização deste sonho também é seu e por você. A melhor mãe do mundo por me apoiar em absolutamente todas as minhas decisões e por me compreender em todos os momentos. A Deus por me fazer forte e capaz até que este momento chegasse.

Gratidão a todos os amigos de infância e também, aos amigos que conheci na UEPB, que estiveram durante estes quatro anos de jornada comigo. Agradeço por todos os momentos vividos, as risadas, as lágrimas, as lembranças, pelo apoio, a companhia, pelos abraços, pelo afeto, o suporte, encorajamento e por aliviarem meu fardo com tanta alegria, certamente, se não os tivesse conhecido, não haveria chegado até aqui.

Ao professor Sergio pela dedicação, atenção, cuidado e acompanhamento durante o curso e por compartilhar suas experiências e também, a todos os outros professores do curso por todo o conhecimento agregado.

E, principalmente, a mim mesma por ter superado as minhas próprias expectativas como pessoa e por ter suportado processos que não fazia noção que conseguiria.

Agradeço à doutoranda Milena Goetz e ao Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho por disponibilizarem as amostras deste trabalho. Também agradeço ao Professor Dr. Douglas Zeppelini, João Victor e Nathan Paiva do LSCC pelo uso do microscópio e registros das imagens.

RESUMO

A Palinologia é uma área da Botânica que estuda características morfológicas de esporos e grãos de pólen. Associada à taxonomia tende a analisar as possíveis relações filéticas entre as espécies. Neste trabalho, foram feitas descrições palinológicas dos esporos de sete espécies de samambaias arborescentes de *Cyathea* J.Sm., sendo elas: *C. abbreviata* I. Fern., *C. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, *C. corcovadensis* (Raddi) Domin, *C. delgadii* Sternb., *C. microdonta* (Desv.) Domin, *C. phalerata* Mart. e *C. praecincta* (Kunze) Domin., que apresentam ocorrência na Floresta Atlântica Setentrional. Para que a morfologia dos esporos fosse melhor visualizada, foi realizado o método de Acetólise de Erdtman (1960), das quais três amostras foram obtidas por meio de espécimes coletados em campo e as outras quatro amostras foram coletadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR). Foram feitas análises descritivas comparando os aspectos morfológicos visualizados, em geral, os resultados obtidos foram de esporos triletes, apresentando formatos triangulares côncavos, com ornamentações verrucadas, com pouca variação de tamanho entre eles, conferindo assim, um padrão filogenético dentro do grupo.

Palavras-chave: samambaias; esporos; palinologia; morfologia.

ABSTRACT

Palynology is an area of Botany that studies the morphological characteristics of pollen spores and grains. Associated with taxonomy, it tends to analyze the possible phyletic relationships between species. In this work, palynological descriptions of spores of seven tree fern species of *Cyathea* J.Sm. were made, namely: *C.breviata* I. Fern., *C. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, *C. corcovadensis* (Raddi) Domin, *C. delgadii* Sternb., *C. microdonta* (Desv.) Domin, *C. phalerata* Mart. and *C. praecincta* (Kunze) Domin., which occur in the North Atlantic Forest. In order to better visualize the spore morphology, the Erdtman method of Acetolysis was performed (1960), of which three samples were obtained from specimens collected in the field and the other four samples were collected at the Professor Vasconcelos Sobrinho Herbarium (PEUFR). Descriptive analyzes were performed comparing the morphological aspects visualized, in general, the results obtained were trilete spores, presenting concave triangular shapes, with verrucated ornaments, with little variation in size among them, thus providing a pattern of morphological characteristics within the group.

Keywords: ferns; palynology; spores; morphology

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – <i>Cyathea abbreviata</i>	13
Figura 2 – <i>Cyathea abbreviata</i>	13
Figura 3 – <i>Cyathea atrovirens</i>	14
Figura 4 – <i>Cyathea atrovirens</i>	14
Figura 5 – <i>Cyathea corcovadensis</i>	14
Figura 6 – <i>Cyathea corcovadensis</i>	14
Figura 7 – <i>Cyathea delgadii</i>	15
Figura 8 – <i>Cyathea delgadii</i>	15
Figura 9 – <i>Cyathea microdonta</i>	15
Figura 10 – <i>Cyathea microdonta</i>	15
Figura 11 – <i>Cyathea phalerata</i>	16
Figura 12 – <i>Cyathea phalerata</i>	16
Figura 13 – <i>Cyathea praecincta</i>	16
Figura 14 – <i>Cyathea praecincta</i>	16
Figura 15 – Árvore filogenética.....	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	METODOLOGIA.....	9
2.1	Área de estudo	9
2.2	Coleta de dados	10
2.3	Materiais e métodos	10
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
3.1	Descrição palinológica.....	12
4	CONCLUSÃO	19
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

As licófitas e samambaias são duas linhagens de plantas vasculares que não possuem sementes, flores e frutos e que são chamadas de pteridófitas, mas este termo está em desuso na academia por tratar-se de um grupo parafilético, tendo em vista que, ambas as linhagens não possuem um ancestral comum definido. (TRYON & TRYON, 1982)

Estão distribuídas pelo mundo cerca de 10.578 espécies de samambaias, enquanto que, as licófitas englobam cerca de 1.338 espécies (PPG I, 2016). De acordo com a Flora do Brasil 2020 são aceitas atualmente no território brasileiro 1403 espécies de samambaias e licófitas sendo elas nativas, naturalizadas ou cultivadas.

A reprodução das samambaias e licófitas é sexuada e possuem um ciclo de vida com alternância de gerações, sendo uma fase gametofítica e outra esporofítica. A fase gametofítica é um ínfimo período em que a planta, geralmente, em estatura diminuta produz e libera os gametas no ambiente para que haja fecundação. Enquanto que a fase esporofítica, é longa e representa a fase produtora de esporos, estruturas estas que ao germinarem formarão outros gametófitos dando continuidade ao ciclo.(PRADO, 1998; SHARPE et al., 2010)

A maior parte da riqueza de samambaias e licófitas possuem ocorrência geográfica nas regiões tropicais e subtropicais do planeta, principalmente, nos interiores de matas (DOS SANTOS et al, 1999). A ocorrência nestes habitats está ligada à necessidade de um ambiente úmido (BARROS et al., 2005), que viabiliza condições apropriadas para a reprodução, já que, os gametas dependem de água no solo para se deslocarem e facilitam o desenvolvimento das plântulas. (CAMPOS; UCHIDA, 2002).

Para que haja germinação, é também necessário que as condições ambientais favoreçam a germinação dos esporos como as encontradas nas regiões interiores de florestas tropicais e montanhosas, onde principalmente o crescimento dessas plantas é viabilizado devido a condições mais estáveis. (BENZING, 1990).

Cyathea J. Sm. é um gênero dentro de Cyatheaceae conhecido por agregar espécies de samambaias arborescentes a subarborescentes, em que as frondes se organizam em formato de coroa no ápice do caule e na face abaxial das folhas

apresentam-se soros arredondados (TRYON, 1970). Segundo a Flora do Brasil 2020, existem 53 espécies registradas deste gênero no Brasil.

A primeira subdivisão de Cyatheaceae para classificar seus gêneros era baseada nas características de escamas pecíolares (HOLTTUM, 1959), o que não foi suficiente para diferenciar as espécies e que se tornaram necessárias reclassificações até que análises moleculares foram utilizadas para distinguir espécies em três linhagens: *Alsophila*, *Cyathea* e *Sphaeropteris*. (CONANT et al., 1994; KORALL et al., 2006)

A Palinologia é uma área da botânica voltada a descrever as características morfológicas de palinórfos, estruturas dispersoras diminutas como é o caso dos esporos e grãos de pólen (MORGADO et al, 2013). Os palinórfos são resistentes às condições ambientais adversas devido à composição da parede de esporopolenina (CARVALHO, 2010) ou celulose em algumas espécies (BARTH, 1965).

Dessa forma, através da Palinologia é possível agregar mais informações sobre a morfologia de espécies, que poderão ser utilizadas com várias finalidades devido à sua interdisciplinaridade desta ciência (BARTH et al., 2010) e facilitar a diferenciação de características entre os táxons. A Palinotaxonomia, por sua vez, utiliza da descrição e detalhamento da morfologia dos esporos para comparar espécies do estudo, a fim de se obter um levantamento compreensível das relações entre elas (YBERT, 2012), servindo como uma vertente para minimizar a antiga problemática de reclassificações do grupo.

Quanto a isso, objetivou-se com este trabalho descrever a morfologia esporica das espécies de *Cyathea* J. Sm ocorrentes na Floresta Atlântica Setentrional e realizar uma análise cladística baseada nos dados palinológicos obtidos.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A Floresta Atlântica Setentrional ou Centro de Endemismo Pernambuco está localizado no Nordeste brasileiro, distribuindo-se nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará, Pernambuco e Alagoas ao norte do Rio São Francisco. A

área abriga florestas costeiras com terras baixas, variando entre florestas ombrófilas densa e aberta e estacionais semidecíduas. (VELOSO et al, 1991).

São descritas cerca de 43 encraves da Floresta Atlântica na região Nordeste do Brasil, infelizmente, grandemente impactadas pela ação humana, fragmentos estes que sofrem influência e apresentam uma fitofisionomia mais seca por estarem circundadas pela Caatinga e Cerrado (MARQUES et al, 2014)

Segundo a Flora do Brasil 2020, a riqueza de *Cyathea* J. Sm aceitas em 2019 na Floresta Atlântica Setentrional eram de oito espécies, sendo elas: *C. abbreviata* I. Fern., *C. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, *C. corcovadensis* (Raddi) Domin, *C. delgadii* Sternb., *Cyathea glaziovii* (Fée) Domin, *C. microdonta* (Desv.) Domin, *C. phalerata* Mart.e *C. praecincta* (Kunze) Domin.

2.2 Coleta de dados

Originalmente, o estudo contemplava oito espécies, porém esporos de *Cyathea glaziovii* não foram coletados, pois não foram localizadas as exsicatas da espécie no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR), Universidade Rural de Pernambuco e dentre os herbários mais próximos geograficamente e disponíveis durante a Pandemia do Covid-19, não havia exsicatas da espécie, mas outras quatro foram coletadas no local. As demais espécies, tiveram seus esporos coletados de materiais obtidos em campo em parceria com uma aluna de pós-graduação.

2.3 Materiais e métodos

O Método de Acetólise de Erdtman (1960) é a técnica mais utilizada no isolamento, tratamento e preparação de palinomorfos (FERNADEZ-PACELLA, 2014; ROCHA ESTRADA et al., 2014).

Este método é considerado altamente corrosivo, é bastante utilizado em estudos paleopalinológicos e palinotaxonômicos, devido à sua eficiência na degradação da intina e do citosol dos palinomorfos, fazendo com que a camada mais externa da esporopolenina (exina) permaneça e se torne transparente, o que facilita o detalhamento da estrutura (FONNEGRA, 1989)

A exina dos palinomorfos é resistente as substâncias químicas corrosivas por isso, esta permanece intacta após o método e sua aparência ainda melhora ao fim

do tratamento, permitindo a identificação de características úteis para a determinação taxonômica.(GUTIÉRREZ et al, 2016)

Com as exsicatas que apresentavam folhas férteis foi feita uma raspagem utilizando uma lamínula por espécie e com movimentos cuidadosos, os esporos eram despejados em tubos de ensaio. Com o material coletado, seguiu-se a Técnica de Erdtman (1960), com algumas adaptações:

- Com o material reservado em tubos de ensaio foram adicionados com pipeta, 5ml do ácido acético glacial 99,7%. O material foi masserado com bastão de vidro e deixado por no mínimo 24h
- Após o tempo mínimo, o material foi centrifugado a 2000 rpm por cerca de 5 minutos e o sobrenadante descartado em um bécker
- Foi adicionado nos tubos de ensaio 5ml de mistura acetolítica (9 partes de anidrido acético 97% : 1 parte de ácido sulfúrico) e levados ao banho maria com cerca de 99,7°C por 2 minutos
- O material foi centrifugado a 2000 rpm por cerca de 5 minutos e o sobrenadante descartado em um bécker
- Com pipeta, adicionou-se 5ml de água destilada e duas gotas de álcool etílico 99,3% nos tubos de ensaio, centrifugados a 2000 rpm durante 5 minutos e o sobrenadante descartado
- Foi adicionado nos tubos de ensaio 5ml da solução a 50% de glicerina 99,5% por no mínimo 30 minutos, depois centrifugados a 2000 rpm durante 5 minutos e o sobrenadante descartado
- Os tubos foram mantidos virados para baixo para a montagem das lâminas e com uma microsseringa é cortado um pedaço de gelatina glicerinada e passados ao redor e no fundo do tubo de ensaio e colocados na lâmina
- O material posto na lâmina foi aquecido até que derretesse parcialmente. Para selar, foi utilizado esmalte incolor e posicionada a lamínula
- As lâminas foram mantidas com o material para baixo, afim de que os esporos se assentassem sobre a lamínula e, posteriormente, fossem verificados no microscópio óptico
- Após as análises e descrições, os esporos foram fotografados pelo Microscópio Zeiss Axio Scope A1.

A descrição morfológica dos esporos foi feita mediante aos quais eram encontrados nas lâminas, não foi contabilizado nenhum número amostral, visto que,

é inviável fazer contagem através da lâmina. Foi criada uma matriz de dados com seus diâmetros polares e equatoriais, seus formatos, tipo de ornamentação e presença ou não de comissura labial salvos com formato .txt e inseridos em um software livre de análise cladística chamado TNT (no taxon limit) versão 1.5 (GOLOBOFF; CATALANO, 2016).

Com os dados inseridos, foram realizados os comandos necessários para gerar uma árvore, demonstrando a relação taxonômica entre os sete táxons em um Método de Análise de Parcimônia, sem considerar grupo externo e salvos com o formato .tnt. Porém, não houve êxito na exportação dos resultados como imagem, sendo necessário afirmar que a imagem da árvore filogenética exibida é um printscreen da tela. Por fim, também foi criada uma chave de identificação dicotômica para facilitar a distinção entre as espécies.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir será apresentada uma chave de identificação mostrando a relação entre as espécies estudadas por meio das características morfológicas dos esporos, uma descrição palinológica e uma árvore filogenética.

Chave de identificação dos esporos de espécies de *Cyathea* J. Sm. ocorrentes na Floresta Atlântica Setentrional

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Diâmetro Equatorial maior que 35µm..... | 2 |
| 2. Vista equatorial triangular..... | 3 |
| 3. Perisporo verrucado | 4 |
| 4. Perisporo irregular e diâmetro polar menor ou igual a 35 µm... <i>C. corcovadensis</i> | |
| 4. Perisporo irregular e diâmetro polar maior que 35 µm..... <i>C. microdonta</i> | |
| 3. Perisporo aparentemente psilado..... | <i>C. phalerata</i> |
| 2. Vista equatorial esférica | <i>C. delgadii</i> |
| 1. Diâmetro Equatorial menor ou igual a 35 µm | 5 |
| 5. Exósporo largo e aparentemente liso..... | 6 |
| 6. Presença de comissura labial..... | <i>C. abbreviata</i> |
| 6. Ausência de comissura labial..... | <i>C. praecincta</i> |
| 5. Exósporo fino e pouco visualizado | <i>C. atrovirens</i> |

3.1 Descrição palinológica

A terminologia utilizada para descrever a morfologia dos esporos quanto ao tamanho, a forma, o número de aberturas e o padrão de ornamentação está de acordo com o glossário de Ybert et al (2012).

1 *Cyathea abbreviata* I. Fern (figuras 1 e 2)

Mônades com âmbito triangular côncavo com lobos muito arredondados, triletes, com diâmetro 42,5 μ m em vista polar e diâmetro equatorial 32,5-35 μ m, perisporo e comissura labial com ornamentações verrucadas, exósporo aparentemente liso.

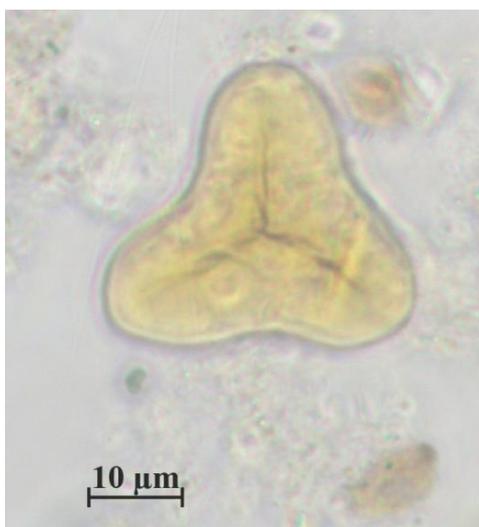


Fig 1: *C. abbreviata* em vista polar distal, objetiva de 63x.

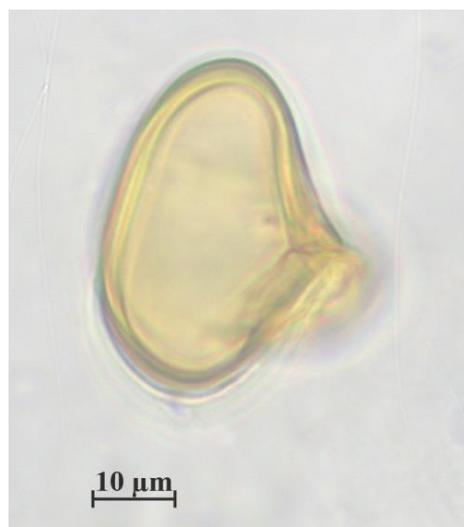


Fig 2: *C. abbreviata* em vista equatorial, objetiva de 63x

2 *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (figuras 3 e 4)

Mônades com âmbito triangular côncavo, triletes (porém, não visualizadas claramente devido a resquícios de matéria orgânica), esporos com variações de tamanho entre 41,25–50 μ m de diâmetro polar e de 30-35 μ m em diâmetro equatorial, perisporo espesso ornamentado com verrugas de diferentes tamanhos observados nitidamente em vista equatorial.



Fig 3: *C. atrovirens* em vista polar, objetiva de 40x.



Fig 4: *C. atrovirens* em vista equatorial, objetiva de 40x.

3 *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin (figuras 5 e 6)

Mônades com âmbito triangular côncavo com lobos arredondados, cicatrizes germinativas não visualizadas nas imagens, triletes, esporos com 40 µm de diâmetro equatorial e diâmetro polar de 35 µm, perisporo com verrugas dispostas irregularmente e espesso com cerca de 2,5 µm.



Fig 5: *C. corcovadensis* em vista polar, objetiva de 40x



Fig 6: vista equatorial na objetiva de 40x.

4 *Cyathea delgadii* Sternb. (figuras 7 e 8)

Mônades com âmbito triangular côncavo, triletes, esporos medindo diâmetro em vista equatorial 47,5µm, diâmetro em vista polar 40-42,5 µm, perisporo com cerca de 2,5 µm de largura, com verrugas evidentes e com tamanhos similares.

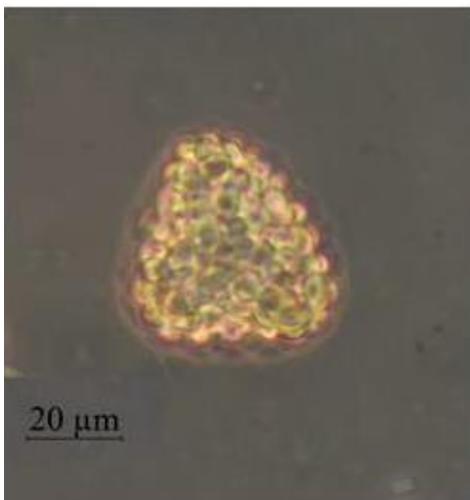


Figura 7: *C. delgadii* em vista polar na objetiva de 40x.

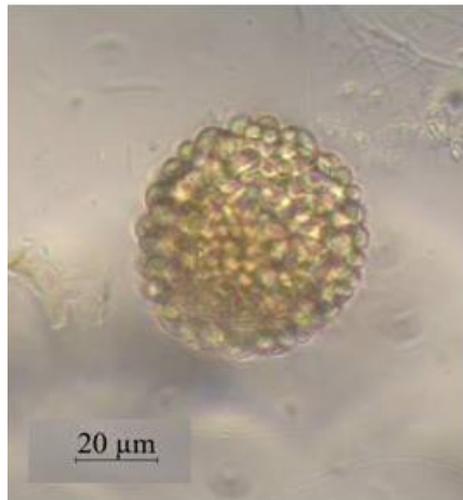


Figura 8: em vista equatorial na objetiva de 40x.

5 *Cyathea microdonta* (Desv.) Domin (figuras 9 e 10)

Mônades com âmbito triangular côncavo, triletes, com diâmetro polar de 40-47,5μm, e diâmetro equatorial de 37,5 μm perisporo irregular e verrucado.



Fig 9: *C. microdonta* em vista polar, objetiva de 63x



Fig 10: *C. microdonta* em vista equatorial, objetiva de 63x

6 *Cyathea phalerata* Mart. (figuras 11 e 12)

Mônades com âmbito triangular côncavo com lobos muito arredondados, triletes com lábio verrucado, em vista equatorial com 41μm de diâmetro, em vista polar 45 μm de diâmetro, perisporo aparentemente psilado e com verrugas nas regiões dos lobos.



Fig 11: *C. phalerata* em vista polar, 40x

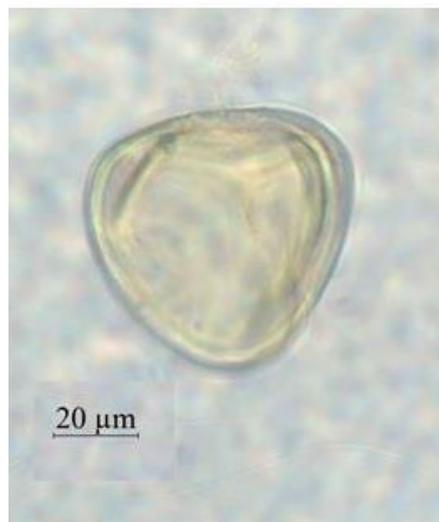


Fig 12: *C. phalerata* em vista equatorial, 40x

7 *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (figuras 13 e 14)

Mônades com âmbito triangular côncavo, com diâmetro polar de 32,5-37,5 μ m, e diâmetro equatorial 30 μ m, triletes, perisporo com ornamentações verrucadas cercando as laesuras germinativas, exósporo largo aparentemente liso.

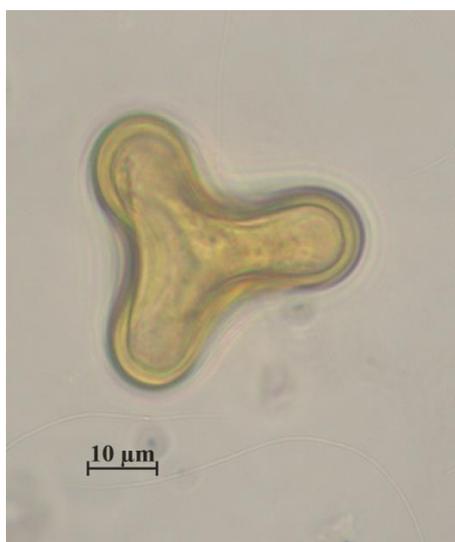


Figura 13: *C.praecincta* em vista polar, objetiva de 63x



Figura 14: *C.praecincta* em vista equatorial, objetiva de 63x

Nos estudos palinológicos de Luz et al (2019), *Cyathea delgadii* Sternb. e *C. microdonta* (Desv.) apresentaram exósporo verrugado, assim também como

verrugas paralelas à laesura, algo observável em *C. abbreviata*, *C. praecincta* e *C. phalerata* neste estudo. O fato de que os esporos de *C. microdonta*, mesmo após a acetólise, ainda apresentaram muito resíduo orgânico, enquanto que, *C. delgadii* tinha uma padrão ornamentativo que atrapalhava visualização do exósporo, motivos que fizeram com que esta camada dos esporos não fosse descrita neste estudo. Esporos do gênero foram também classificados com tamanhos médios nas descrições de Silveira e Souza (2016) e Luz et al (2019), correspondendo com as espécies deste estudo que apresentaram diâmetros menores que 50µm.

As análises de Márquez et al (2010) compactuam com a morfologia geral de esporos de *Cyathea* aqui encontradas. Tendo em vista que há uma variação grande dentre as medidas de diâmetro polar e equatorial dos esporos analisados por Márquez et al (2010), enquanto que as mesmas espécies aqui descritas apresentaram medidas próximas, esporos maiores apresentavam ornamentações verrucadas mais evidentes o que possivelmente tornou maior a medida do diâmetro.

O estudo de Lorscheitter et al (1999) descreveram os esporos de *Cyathea atrovirens* como tetraédricos globosos com lobos visualizados em plano equatorial bem arredondados, o formato descrito é visualizado em vista polar, já em vista equatorial, os esporos se apresentam em um formato que se assemelham à elipse.

Os esporos de *C. delgadii*, na descrição de esporos coletados na Mata Ciliar da Estação Experimental e Reserva Biológica de Moji Guaçu apresentaram tamanho médio, triletes, âmbito triangular côncavo, variação no diâmetro do eixo polar de 33,0 – 42,7 µm e diâmetro do eixo equatorial 42,4 – 53,0 µm (SIMABUKURO, 1995). Neste estudo, também foram visualizadas essas características, porém com uma menor amplitude de variação nas medidas de diâmetro.

Estudos de Marquez et al. (2010) que utilizaram técnicas metodológicas diferentes para que esporos fossem analisados com diferentes microscopias, e esporos de *C. corcovadensis* foram visualizados via microscopia eletrônica de varredura com morfologia geral como sendo triletes e triangulares em vista polar, com bastonetes recobrimo o perispofo semelhante a uma rede tridimensional descrita por Márquez e Morbelli (2014), além disso, próximas às laesuras germinativas foram visualizadas perfurações. O perispofo de *C. phalerata* também apresentou perfurações com tamanhos variáveis vistas, principalmente, no eixo equatorial (MARQUEZ et al, 2010).

De acordo, com os estudos de Márquez e Morbelli (2014) em que a estrutura de esporos de *Cyathea* foram descritas utilizando imagens de microscopia eletrônica de varredura (SEM) e microscopia eletrônica de transmissão (TEM), *C. corcovadensis* apresentaram na sua superfície uma rede tridimensional de fios e *C. delgadii* apresenta esporos com exosporo mais espesso que o perisporo. Além disso, os esporos do gênero têm perisporo com duas camadas: a externa é fina e densa, e a interna é uma rede tridimensional de fios frouxa.

Hirai e Prado (2014) fizeram a descrição de espécies de Cyatheaceae na região do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) no Estado de São Paulo, que trata-se de um fragmento urbano de Floresta Atlântica com altos níveis de umidade (GOMES, 1998), neste estudo foram incluídas as espécies de *Cyathea* (como a *C. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, *C. corcovadensis* (Raddi) Domin e *C. delgadii* Sternb.) e duas espécies de *Alsophila* R. Br. têm esporos triletes e com formato tetraédrico-globoso.

Luz et al (2019) coletaram microfósseis de quinze níveis sedimentares próximas à Lagoa Comprida localizada na região do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro, e fizeram análises palinológicas. Além de esporos de fungos, microesclera de Porifera, cistos de dinoflagelados, esporos de briófitas, também foram encontrados esporos de *Cyathea*, possivelmente das espécies *C. delgadii* Sternb. e *C. microdonta* (Desv.) Domin. descritos como triletes, heteropolares, com tamanhos médios, com formato tetraédrico-globoso, com de 36,0 – 40,0 μm de diâmetro em vista equatorial, exosporo verrucado e verrugas dispostas paralelamente às laesuras.

De acordo com as análises de Simabukuro et al (1998), *Cyathea phalerata* tinha esporos com diâmetro do eixo polar 33,0 – 42,7 μm e diâmetro do eixo equatorial 56,2 – 63,1 μm , triletes e com formato tetraédrico globoso, apresentando, portanto, tamanho grande, o que não foi observado no presente estudo. O estudo de Simabukuro et al (1998) foi realizado com os esporos de *C. phalerata* da região sudeste do Cerrado, possivelmente as condições fornecidas por este ecossistema estejam ligados à maior amplitude de variação nos esporos, o fato também dos esporos de *C. phalerata* do presente estudo serem psilados podem ter contribuído para que apresentassem tamanhos menores quando comparados com os do estudo de Simabukuro et al (1998).

Árvore filogenética de esporos espécies de *Cyathea* J.Sm

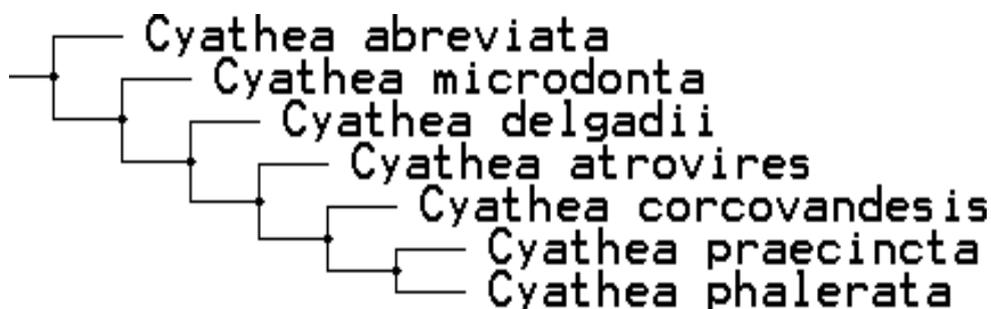


Figura 15: árvore filogenética baseada em dados palinológicos das espécies de *Cyathea* ocorrentes na Floresta Atlântica Setentrional.

Nesta árvore, foi utilizada a análise de Máxima Parcimônia, a qual hipotetiza minimizar eventos durante a evolução do grupo analisado para que as relações entre os táxons seja a mais simplificada possível (MIYAKI et al, 2012). Os caracteres morfológicos utilizados para relacionar as espécies foram: o diâmetro polar e equatorial, o formato do esporo em vista polar, as ornamentações e a comissura labial. Foi observado que, o perisporo psilado é uma provável característica derivada e que está presente em *C. phalerata*, sendo considerada uma apomorfia evolutiva porque pode torna-los mais leves e facilitar no momento de dispersão para que obtenham um alcance maior.

Em relação à presença da comissura labial trata-se de uma característica plesiomórfica que reapareceu no táxon mais derivado da árvore, o que evolutivamente não faz sentido, ao menos, que com o banco de dados da espécie em falta neste estudo pudesse explicar. Quanto ao formato do esporo ser, em vista polar, tetraédrico globoso (ou triangular côncavo) com lobos arredondados, bem como as três aberturas germinativas que nem sempre ficaram nítidas nas imagens, parecem ser características compartilhadas com todos os táxons analisados.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os esporos de *Cyathea* J.Sm. aqui estudados apresentam um padrão palinológico com características morfológicas pouco variáveis, das quais, os diâmetros, as ornamentações e comissura labial foram úteis para distinção das espécies. Em geral, os esporos eram triletes, com vista polar triangular côncavo,

tamanhos médios, presença de verrugas no perisporo, dispersos em mônades, heteropolares, exósporo podendo ser liso e simetria radial.

Foi verificado pela análise cladística que as espécies pertencem a um grupo monofilético, ou seja, apresentam um ancestral comum. Além disso, é observável que para as características analisadas, *Cyathea abbreviata* apresenta os caracteres mais plesiomórficos do grupo, enquanto que *Cyathea phalerata* apresenta os caracteres apomórficos.

Analisando pela chave de identificação, foi observado que os diâmetros dos esporos foram importantes para diferenciá-los, e evolutivamente falando, pode-se constatar que um menor tamanho dos esporos confere uma maior motilidade no momento da dispersão. Porém, os caracteres dos esporos não foram suficientes para explicar indicativos de alguma série de transformação evolutiva

REFERÊNCIAS

BARROS, I. C. L.; SANTIAGO, A. C. P.; PEREIRA, A. F. N.; PIETROBOM, M. R. Pteridófitas. In: PÔRTO, K.C.; ALMEIDA-CORTEZ, J. C.; TABARELLI, M. (Eds.), **Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 363 p.

BARTH, Ortrud Monika. **Glossário palinológico**. Rio de Janeiro: Guanabara, 45p, 1965.

BARTH, O. M. et al. Estudos de palinologia em área de mata atlântica como suporte para manejo ambiental:: parque estadual da pedra branca, rio de janeiro.. In: CONFERÊNCIA: XIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 2011, São Paulo. **Anais ABEQUA/III EQSA**. [S.L.]: Abequa, 2011. v. 1, p. 1-4.

BENZING D.H. **Vascular epiphytes: general biology and related**. Cambridge University Press Cambridge: 1990.

CAMPOS, M.A.S.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.281-288, 2002.

CARVALHO, Aline Tonin. **Morfologia, anatomia e histoquímica de *Noteroclada confluens* Taylor ex Hook. Wilson (Pelliaceae, Marchantiophyta)**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 86p, 2010.

CONANT, David S.; STEIN, Diana B.; VALINSKI, Angela E. C.; SUDARSANAM, Priya; AHEARN, Mary E.. Phylogenetic Implications of Chloroplast DNA Variation in the Cyatheaceae. I. **Systematic Botany**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 60-72, jan. 1994. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/2419712>.

DOS SANTOS, Kátia Maria Ribeiro; CARVALHO, Graça; BARROS, Iva Carneiro Leão. **Pteridófitas das Matas do Bituri Grande, Município de Brejo da Madre de Deus, estado de Pernambuco, Brasil**. Departamento de Botânico da Universidade de Coimbra, 1999.

ERDTMAN, Gunnar. The acetolysis method-a revised description. **Sven Bot Tidskr**, v. 54, p. 516-564, 1960.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 15 set. 2021

FERNANDEZ-PACELLA, Lionel Edgar. Morfología polínica de especies del género *Senna* (Fabaceae) del Sureste del Iberá, Corrientes, Argentina. **Revista de Biología Tropical**, [S.L.], v. 62, n. 2, p. 769-782, 5 jul. 2014. Universidad de Costa Rica.

FONNEGRA, R. Introducción a la palinología: Métodos de estudio palinológico. **Medellín. Universidad de Antioquia**. 120p, 1989.

GOLOBOFF, Pablo A .; CATALANO, Santiago A. TNT versão 1.5, incluindo uma implementação completa da morfometria filogenética. **Cladística** , v. 32, n. 3, pág. 221-238, 2016.<<https://doi.org/10.1111/cla.12160>>

GOMES, Eduardo Pereira Cabral. **Dinâmica do componente arbóreo de um trecho de mata em São Paulo, SP**. 1998. 285 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

GUTIÉRREZ, Kevin González; MOSQUERA, Hilda. Estandarizacion de la Acetolisis de Erdtman (1969) Para el Analisis Palinologico de Muestras Fecales de Murcielagos Polinizadores (Phyllostomidae: Glossophaginae - Lonchophyllinae). **Tumbaga**, Ibagué, v. 1, n. 11, p. 49-81, out. 2016.

HIRAI, Regina Yoshie; PRADO, Jefferson. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Pteridophyta: 3. Cyatheaceae. **Hoehnea**, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 173-180, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO).

HOLTTUM, Richard Eric. Cyatheaceae. **Flora Malesiana-Série 2, Pteridophyta** , v. 1, n. 1, pág. 65-176, 1959.

KORALL, Petra; PRYER, Kathleen M.; METZGAR, Jordan S.; SCHNEIDER, Harald; CONANT, David S.. Tree ferns: monophyletic groups and their relationships as revealed by four protein-coding plastid loci. **Molecular Phylogenetics And Evolution**, [S.L.], v. 39, n. 3, p. 830-845, jun. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2006.01.001>.

LORSCHUITTER, Maria Luisa; ASHRAF, Abdul Rahman; WINDISCH, Paulo Günter; MOSBRUGGER, Volker. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. **Palaeontographica Abteilung B**, v. 251, p. 71-235, 02 nov. 1999.

LUZ, Cynthia Fernandes Pinto da; BARROS, Marcia Aguiar de; MISUMI, Shana Yuri; LEBRÃO, Cynthia; BARTH, Ortrud Monika. Microfósseis não polínicos como indicadores de mudanças ambientais no Holoceno médio da Lagoa Comprida, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Hoehnea**, [S.L.], v. 46, n. 1, p. 1-23, out. 2019.

MARQUES, Ailson de Lima; DA SILVA, Janaína Barbosa; SILVA, Danielle Gomes. Refúgios úmidos do Semiárido: um estudo sobre o brejo de altitude de Areia-PB. **Revista Geotemas**, v. 4, n. 2, p. 17-31, 2014.

MÁRQUEZ, G.J.; MORBELLI, M.A.. Substructural components in the sporoderm of the Family Cyatheaceae. **Palynology**, [S.L.], v. 39, n. 2, p. 248-257, 7 out. 2014.

MÁRQUEZ, Gonzalo J.; MORBELLI, Marta A.; GIUDICE, Gabriela E.. Spore morphology and ultrastructure of Cyathea (Cyatheaceae, Pteridophyta) species from southern South America. **Grana**, [S.L.], v. 49, n. 4, p. 269-280, 7 dez. 2010.

MIYAKI, Cristina Yumi; RUSSO, Cláudia A. de Moraes; PEREIRA, Sergio Luiz. Reconstrução filogenética: introdução ao método da máxima parcimônia. In: MARTIOLI, Sergio Russo; FERNANDES, Flora M. C.. **Biologia Molecular e**

Evolução. 2. ed. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. Cap. 22. 256p. Sociedade Brasileira de Genética.

MORGADO, L. et al. **Palinologia: uma importante ferramenta em diferentes áreas científicas**. 2013. Editora Açormédia. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.3/5190>.

PIETROBOM, M.R.; SCHWARTSBURD, P.B.; SANTIAGO, A.C.P.; MACIEL, S. 2020. *Cyatheaceae in Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB90854>>. Acesso em: 15 set. 2021

PRADO, Jefferson. Pteridófitas do Estado de São Paulo. In: JOLY, Carlos Alfredo; BICUDO, Carlos Eduardo de Mattos. **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese ao final do século XX: fungos macroscópicos e plantas**. São Paulo: Fapesp, 1998. Cap. 5, 49p.

PPG I., 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. **Journal of Systematics and Evolution** 54, 561–603. <https://doi.org/10.1111/jse.12229>

ROCHA ESTRADA, A., et al. Caracterización palinológica de las especies de orégano de los géneros *Lippia* (Verbenaceae) y *Poliomntha* (Lamiaceae) de Nuevo León. **UANL Science** , v. 17, n. 68, pág. 49-56, 2014.

SHARPE, J. M., MEHLTRETER, K.. Ecological insights from fern population dynamics, in: Mehltreter, K., Walker, L.R., Sharpe, J.M., (Eds.). **Fern Ecology**. New York, Cambridge University Press, p. 61-102, 2010.

SILVEIRA, R.; SOUZA, P. Palinologia (esporos de fungos e pteridófitas, grãos de pólen de gimnopermas, cistos de algas e escolecodonte) das formações Solimões e Içá (Neogeno e Pleistoceno, Bacia do Solimões), Amazonas, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 17-40, 27 fev. 2016.

SIMABUKURO, Eliana Aike. **Pteridófitas da Estação Experimental e Reserva Biológica de Mogi Guaçu (SP)**: morfologia de esporos, chuva polínica, banco de solo e viabilidade de *Cyathea delgadii* Sternb. 1995. 240 p. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995. Cap. 2.

SIMABUKURO, Eliana A.; ESTEVES, Luciano M.; FELIPPE, Gil M.. Fern Spore Morphology and Spore Rain of a Preserved Cerrado Region in Southeast Brazil (Reserva Biologica e Estacao Experimental de Moji Guacu, Sao Paulo). **American Fern Journal**, [S.L.], v. 88, n. 3, p. 114-137, jul. 1998.

TRYON, R. M. & A. F. TRYON, 1982. Ferns and allied plants with special reference to Tropical America: 1-867. Springer-Verlag, New York.

TRYON, Rolla. The classification of the Cyatheaceae. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University. **JSTOR**, Havard, p. 3-53, 1970.

VELOSO, H. et al. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, IBGE. Rio de Janeiro: Cddi, 1991. 124p.

YBERT, Jean-Pierre; CARVALHO, Marcelo de Araújo; SCHEEL-YBERT, Rita. **Dicionário temático de morfologia esporopolínica**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. 111 p.