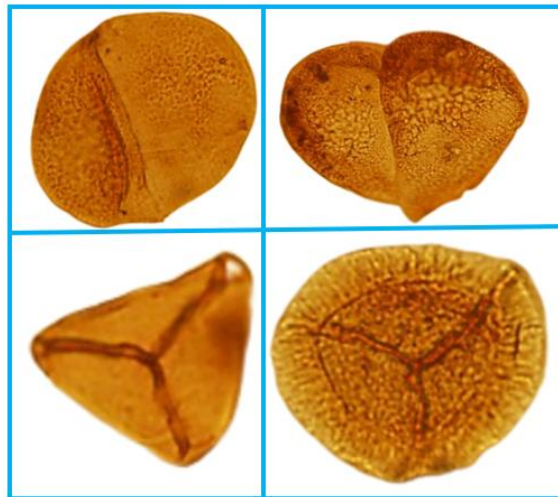




**FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
LICENCIATURA EM GEOLOGIA APLICADA
PROJECTO CIENTÍFICO**

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DE MICROFÓSSEIS DE PAREDE ORGÂNICA COM BASE EM DADOS DE UM FURO DO GRABEN DE METANGULA (NIASSA)



Autora:

Maúngue, Cremilda Jéssica Ferrão

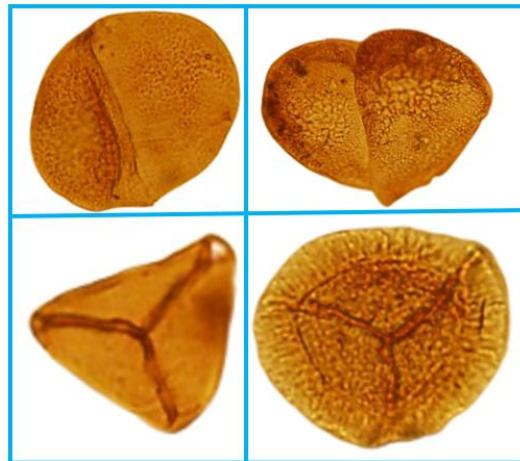
Maputo, Agosto de 2025



FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
LICENCIATURA EM GEOLOGIA APLICADA

PROJECTO CIENTÍFICO

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DE MICROFÓSSEIS DE PAREDE ORGÂNICA COM BASE EM DADOS DE UM FURO DO GRABEN DE METANGULA (NIASSA)



Autora:

Cremilda Jéssica Ferrão Maúgue

Supervisores:

Doutor. Nelson Nhamutole (Museu Nacional de Geologia /

Universty of the Witwatersrand, Africa do Sul)

Prof. Doutor João Mugabe (Universidade Eduardo Mondlane)

Maputo, Agosto de 2025

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ele ser tao bom e tao justo e nunca me deixar na mão, e agradecer pelo dom da vida, saúde, sabedoria nesta caminhada da minha vida

Uma dívida de gratidão aos meus pais, a minha mãe, Clara Maria Ferrão, e ao meu pai, Higinio Joaquim Maúngue. A minha tia, Cremilda António Ferrão, por me apoiarem sempre e nunca deixaram faltar nada, por me darem a liberdade de fazer sempre aquilo que gosto, por proporcionarem estes 4 anos de faculdade; pelo esforço e paciência que têm, que me serviram de espelho para que pudesse empenhar-me na minha educação e chegar ao final deste curso. De igual modo agradeço também a minha mana Amelia Fernanda Langa Mubai e o seu esposo Anastácio Heitor Mubai pelo apoio, amor e muitos momentos de aventura, experiências únicas.

Agradecer ao Museu Nacional de Geologia, por me ter dado a oportunidade de viver esta experiência, pela hospitalidade, amizade de todos, pela simpatia.

Ao Mestre Nelson Nhamutole, meu supervisor e orientador, pelo apoio e disponibilidade com que sempre me ajudou, pelo tempo que dispensou revendo os meus textos e por todas as explicações que me deu, motivação e paciência durante este percurso.

Ao Dr. João Mugabe meu orientador, pela ajuda e disponibilidade e paciência na revisão deste trabalho.

Ao meu grande amigo e companheiro das batalhas Teófilo Miguel o meu muito obrigada por tudo o que tens feito por mim, por estar sempre a apoiar-me independentemente de tudo.

Aos meus colegas Mário, Nélio, Mwanasha, Shelton, Yussufo, Ancha, Jerssy, Edsan, Laura e Jennifer pela amizade, companheirismo, pelas partilhas de conhecimento, pelos momentos de risadas e brincadeiras.

As Minhas melhores amigas Francisca Langa e Cláudia Savela, pelo infinito apoio, amor e amizade. Obrigada por tudo pois ninguém caminha só.

Aos meus colegas do Museu Nacional de Geologia Aldevina Zimba, Leticia Boi, Isarena Langa, Shanila, Ancha, Edilson, Olimpio e ao Cardoso Bande e a todos que directa e indirectamente contribuiu para que todo este trajecto se tornasse possível.

Aos meus irmãos Lúcia Maúngue, José Maúngue e Cleide Júlia que são o meu espelho e exemplo de vida. Amo-vos bastante.

*Análise da Distribuição Estratigráfica de Microfósseis de Parede Orgânica com Base Em
Dados de Um Furo do Graben de Metangula (Niassa)*

A todo grupo de docentes e funcionários da Universidade Eduardo Mondlane do departamento de geologia por todo o apoio e empenho que tiveram para comigo durante o meu percurso académico nesta instituição.

E por fim agradecer aos meus amigos que tudo fizeram durante estes anos de faculdades, Mauro Agostinho, Adriana, Sharon, Cinthia, Zilpa, e Artur Simão (Cunhado) obrigada por muito e tanto.

Declaração de Honra

Eu, **Cremilda Jéssica Ferrão Maúngue**, declaro por minha honra que este projecto científico é da minha autoria e o mesmo não foi apresentado, em nenhuma instituição para a obtenção de qualquer grau académico. O projecto resulta de uma pesquisa por mim realizada, com a orientação e apoio do meu supervisor. Todas as bibliografias consultadas encontram-se devidamente citadas e referenciadas na bibliografia.

A Candidata

.....
(Cremilda Jéssica Ferrão Maúngue)

Dedicatória

A minha querida mãe, Clara Maria Ferrão,

A minha irmã, Lúcia Rosália Maúngue,

Ao meu pai Higinio Joaquim Maúngue(*in memoriam*),

A minha guardiã da galáxia, Cremilda António Ferrão,

Ao meu querido tio e encarregado de educação, Elvino António Ferrão (*in memoriam*).

ÍNDICE

	Páginas
Agradecimentos	ii
Declaração de Honra.....	iv
Dedicatória.....	v
Lista de Figuras.....	viii
LISTA DE TABELAS	ix
Resumo.....	x
SIGLAS E ABREVIATURAS	xi
CAPÍTULO I – GENERALIDADES	11
1.1. INTRODUÇÃO	11
1.2. OBJECTIVOS.....	11
1.2.1. Objectivo geral.....	11
1.2.2. Objectivos específicos.....	12
1.3. Relevância do estudo	12
1.4. Enquadramento Geográfico da Área de estudo	13
1.5. Características climáticas e hidrológicas	14
1.6. ENQUADRAMENTO GEOTECTÓNICO DO GRABEN DE METANGULA	14
1.6.1. Características Gerais do Supergrupo Karoo (SGK) da África Austral e central	15
1.6.2. Estratigrafia do Graben de Metangula	15
1.6.2.1. Descrição do Karoo Inferior	17
CAPÍTULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1. Palinologia: conceitos e generalidades	18
2.2. Grupo de Palinomorfos	18
2.2.1. Palinomorfos de Origem Continental	18
2.3. Anatomia e morfologia dos palinomorfos continentais - Esporomorfos	19
2.3.1. Anatomia e morfologia dos grãos de Pólen	20
2.4. Biostratigrafia	26
2.5. Categorias Taxonómicas dos Esporomorfos.....	27

CAPÍTULO III - MATERIAIS E METODOLOGIA.....	28
3.1. Materiais	28
3.2. Metodologia	28
3.2.1. Pesquisa bibliográfica	29
3.2.2. Trabalho de campo.....	29
3.3. Trabalho Laboratorial	30
3.3.1. Processamento Laboratorial	30
3.3.2. Identificação Palinológica.....	33
3.3.2.1. Análise Quantitativa e Qualitativa	33
CAPÍTULO IV- APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	34
4.1. Identificação de Palinomorfos Continentais (Esporomorfos).....	34
4.2. Taxonomia e Sistemática	36
4.2.1. Grãos de Pólenes.....	36
4.2.2 Esporos.....	41
4.3. Associação Palinológica	48
4.3.2. Análise Quantitativa dos Grupos Supragenéricos.....	50
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	53
5.1. Interpretação Biostratigráfica.....	53
5.2. Implicações bioestratigráficas.....	56
CAPÍTULO VI- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	59
6.1. Conclusões e Recomendações.	59
CAPITULO VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
7.1. Bibliografia	61

Lista de Figuras

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.	14
Figura 2. Distribuição das bacias do Karoo na África Austral e Central (Catuneano et al 2005).	16
Figura 3. Mapa geológico simplificado da bacia Metangula.....	17
Figura 4. Esquema de grão de pólen. Modificado de Salgado-Labouriau (2007).....	20
Figura 5. Representação esquemática das principais características morfológicas de um grão de pólen em vista polar e equatorial (Castro, 2006; adaptado de Traverse, 1988).	21
Figura 6. Formas de associações dos esporos na tetradra (adaptado por Chateauneuf e Reyre, 1974; Reille, 1990).....	24
Figura 7. Representação esquemática das principais características morfológicas do esporo trilete (Traverse1988; Sousa1996). A - Regia radial (área); B - aurícula (espessamento radial); C - curvatura imperfeita; D - comissura; E - radii (braços) da “laesure”	25
Figura 8. Ilustração de esporo com ornamentação do tipo: a) laevigado, b) báculo, c) cone, d) espinho, e) verruga, adaptado de (Ybert et al., 2012).	26
Figura 9. Análise do testemunho se sondagem (a), de acordo com os critérios para a colecta de amostras (b e c). Os horizontes de amostragem encontram-se destacados em (a), com retângulos em amarelo e setas vermelhas.	30
Figura 10. Fase de concentração do resíduo rico em material palinológico (peneiramento) (a) e Confeção de lâminas para análise microscópica (c & d).....	32
Figura 11. Análise visual de palinomorfos utilizando um microscópio óptico de luz branca transmitida Leica DM 500 (a - b). Durante estas análises, contam-se as partículas que estão sobre o retículo graduado (c) e as partículas observadas ao microscópio (d).....	33
Figura 12. Palinomorfos Continentais (esporomorfos): A e J – Esporos monoletes; B e L – Esporos triletes, C - Grãos de pólen colpados. D - Grãos de pólen bissacado diploxilonoide, E e K- Grãos de pólen bissacados haploxilonoide, H e I- Grãos de pólen monossacados.....	36
Figura 13. Representação gráfica dos principais grupos supragenéricos identificados no furo JOG16N-5.	51
Figura 14. Log sedimentar do furo JOG16N-5, evidenciando a variação da litologia com profundidade.	52
Figura 15. Distribuição dos táxons dos microfósseis de parede orgânica ao longo da secção estratigráfica.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da classificação de pólenes segundo Traverse (2007) & Borges (2012). ...	22
Tabela 2. Sistemática das categorias Supragenéricas, segundo (Souza, 2000).....	27
Tabela 3. Classificação dos esporos em diferentes classes	46
Tabela 4. Abundância relativa de espécies de palinomorfos em diferentes profundidades e laminas delgadas.	50
Tabela 6. Tabela comparativa dos resultados obtidos por alguns autores	55

Resumo

O Graben de Metangula, situado a noroeste da Província do Niassa, é uma das bacias sedimentares do Supergrupo Karoo, cuja estrutura vislumbra um graben completo. Ocupa cerca de 50 Km de largura, orientação na direcção NE-SW e preenchido por um conjunto de sedimentos pertencentes ao SGK, que assentam sobre rochas ígneas e metamórficas do Pré-Câmbrico.

Com o objectivo de analisar a distribuição estratigráfica dos microfósseis de parede orgânica, fez-se a descrição petrográfica e microscópica do testemunho de sondagem do furo JOG16N-5, realizado no extremo sudeste do Graben de Metangula, a uma profundidade de 210 metros, ao longo da Fm. K4. Foram descritas cerca de 11 lâminas organolépticas, tendo-se identificado cerca de 57 géneros e 87 espécies, agrupadas em três biozonas e oito subgrupos, *Monossacados*, *bissacados não-estirados*, *bissacados estirados*, *plicados*, *colpados*, *monoletes* e *triletes*.

A partir da análise qualitativa e quantitativa realizada, constatou-se que destes subgrupos, 78% da abundância relativa das espécies, pertencem a classe de esporos e 22%, a grãos de polens bissacados não-estirados e estirados. Adicionalmente, com base nestes estudos, novas associações palinomorfas foram identificadas, com destaque para os géneros *Striatopodocarpites*, *Protohaploxypinus*, *Cycadopites*, *Guttulapollenites*, que permitiram correlacionar e datar as sequências sedimentares da Formação K4 do Graben de Metangula desde o Pérmico Inferior ao Pérmico Médio.

Estes dados vão permitir compreender cada vez mais a geologia e diversidade de palinomorfos que ocorrem no Graben de Metangula. Com base nestas assembleias de palinomorfos, os sedimentos do furo JOG16N-5 foram datados como do Pérmico Inferior, a partir das associações de *Potonieisporites*, *Vittatina*, *Lueckisporites*, *Densosporites*, *Emphanisporites* e *Lundbladispota*, e Pérmico Médio, a partir das associações de *Potonieisporites*, *Protohaploxypinus*, *Klausipollenites*, *Densosporites*, *Lundbladispota*, *Schopfites*, *Striatopodocarpidites*, *Parasaccites*, *Circulina*, *Lundbladispota simplex*, *Dictyotriletes*, *Sulcatisporites*.

Palavras-chaves: Datação relativa, Graben Metangula, JOG16N-5, Niassa

SIGLAS E ABREVIATURAS

LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia

CIMP - Commission International the Microflore du Paleozoique

JOGMEC - Japan Oil, Gas and Metal National Corporation

GTK - Geological Survey of Finland

MAE - Ministério da Administração Estatal

N - Norte

S - Sul

NE - Nordeste

SW - Sudeste

SGK - Supergrupo Karoo

CAPÍTULO I – GENERALIDADES

1.1. INTRODUÇÃO

A palinologia compreende a parte da botânica que se dedica ao estudo de palinórfos, quer fossilizados ou não (Tayerse, 2007). Faz a aplicação de diferentes técnicas para compreender a constituição, estrutura, as condições de preservação e o nível de ocorrência dos palinórfos. Com base nestas informações, pode-se fazer a interpretação das condições paleoecológicas, paleoclimáticas, assim como datação relativa das rochas em que os palinórfos se encontram depositados (Menezes, 2011).

O presente estudo tem lugar na Bacia do Graben de Metangula, situado a noroeste da Província do Niassa. Tem como objectivo principal analisar a distribuição estratigráfica de microfósseis de parede orgânica, seguido da sua datação relativa. Neste contexto, a metodologia utilizada consistiu na descrição petrográfica e microscópica de lâminas delgadas, produzidas a partir de amostras do testemunho de sondagem JOG16N-5, realizado ao longo da Formação K4, do Graben de Metangula.

A história deposicional do Graben de Metangula está associado ao regime tectónico distensivo que contribuiu para a sua formação, como resultado da fragmentação do supercontinente Gondwana e abertura do canal de Moçambique. Durante este período, o processo de sedimentação da matéria orgânica, principalmente vegetal, foi acontecendo, o que contribuiu para o afundamento. Os sedimentos de cobertura que ocorrem nesta bacia pertencem ao Supergrupo Karoo, distribuindo-se desde o Pérmico Inferior a Jurássico (Paulino *et al.*, 2009).

Com este estudo pretende-se contribuir para o maior conhecimento da geologia, a diversidade das assembleias palinológicas que ocorrem no Graben de Metangula, em especial, a sua distribuição estratigráfica. Por outro lado, os resultados deste estudo podem ser de interesse para o estudo de depósitos de hidrocarbonetos nesta região do país, procurando-se avaliar o potencial gerador de hidrocarbonetos dos sedimentos intersectados pelo furo JOG16N-5, assim como interpretação paleoambiental a que os sedimentos estiveram sujeitos.

1.2. OBJECTIVOS

1.2.1. Objectivo geral

- ✓ Analisar a distribuição estratigráfica de microfósseis de parede orgânica com base em dados de furo do Graben de Metangula (Niassa).

1.2.2. Objectivos específicos

- ✓ Identificar e descrever os palinomorfos do furo JOG16N-5 da formação K4;
- ✓ Agrupar os palinomorfos em características taxonómicas;
- ✓ Fazer a datação relativa do Graben de Metangula com base nas assembleias de palinomorfos identificadas;
- ✓ Analisar a abundância relativa de cada espécie encontrada ao longo da secção estratigráfica.

1.3. Relevância do Estudo

As análises biostratigráficas permitem uma interpretação estratigráfica refinada de uma determinada área de pesquisa e o seu respectivo enquadramento cronológico. Estas análises conferem um alto grau de precisão na datação dos sedimentos e correlação de idades das camadas rochosas. A paleopalinologia apoia-se na estratigrafia para fazer a datação relativa dos sedimentos, bem como a caracterização dos ambientes geológicos em que se acumularam os sedimentos que contêm os palinomorfos” (Castro, 2006).

A paleopalinologia proporciona informações relevantes sobre os ambientes de sedimentação. Neste processo, os palinomorfos desempenham um papel importante, por serem sensíveis indicadores que nos permitem compreender a origem dos sedimentos (Traverse, 2007).

O conhecimento científico sobre a palinologia em Moçambique constitui uma prioridade para o desenvolvimento científico do país, no âmbito da pesquisa petrolífera. Tendo em consideração os poucos estudos sobre palinologia no país, a presente pesquisa propõe-se estudar a distribuição de microfósseis de parede orgânica para fazer a datação relativa do furo K4, usando técnicas de análise microscópica.

A análise da distribuição estratigráfica de microfósseis de parede orgânica pode ter diversas aplicações na ciência e na indústria petrolífera. Na ciência, essa análise pode ajudar a entender melhor a história geológica da região em questão, incluindo a evolução do clima, da fauna e da flora ao longo do tempo. Além disso, pode fornecer informações valiosas para a compreensão da formação e evolução de bacias sedimentares, bem como para a identificação de reservatórios de hidrocarbonetos. Já na indústria petrolífera, a análise da distribuição estratigráfica de microfósseis de parede orgânica pode ser utilizada para aprimorar a prospecção e a exploração

de reservatórios de hidrocarbonetos. Isso se dá pelo fato de que a presença e distribuição desses microfósseis podem indicar a presença de rochas geradoras de petróleo, bem como a posição e extensão de reservatórios de hidrocarbonetos (Castro, 2006).

No caso específico do Graben de Metangula, localizado na região norte de Niassa, em Moçambique, a análise da distribuição estratigráfica de microfósseis de parede orgânica pode contribuir para o conhecimento da história geológica da região e, conseqüentemente, para a identificação de possíveis reservatórios de hidrocarbonetos na área. Isso pode ter impactos significativos na indústria petrolífera do país, uma vez que a descoberta de novos reservatórios pode levar ao aumento da produção e à geração de receitas para o país.

1.4. Enquadramento Geográfico da Área de estudo

O Graben Karoo de Metangula, anteriormente conhecido como "mancha do lago", "mancha de Maniamba" ou "graben de Metangula" está situado na parte NW da província do Niassa (Verniers et al., 1989). A bacia compreende sedimentos do Karoo com uma largura de 50 a 60 Km, em direcção a NE para 150-140 km até a fronteira com a Tanzânia, entre os paralelos 11°25'N e 15°26'S e os meridianos 35°58'E e 34°30'W; limitada a norte pela Tanzânia, a sul pelo distrito de Lichinga, a este e oeste pelos distritos de Sanga e Lago respectivamente.

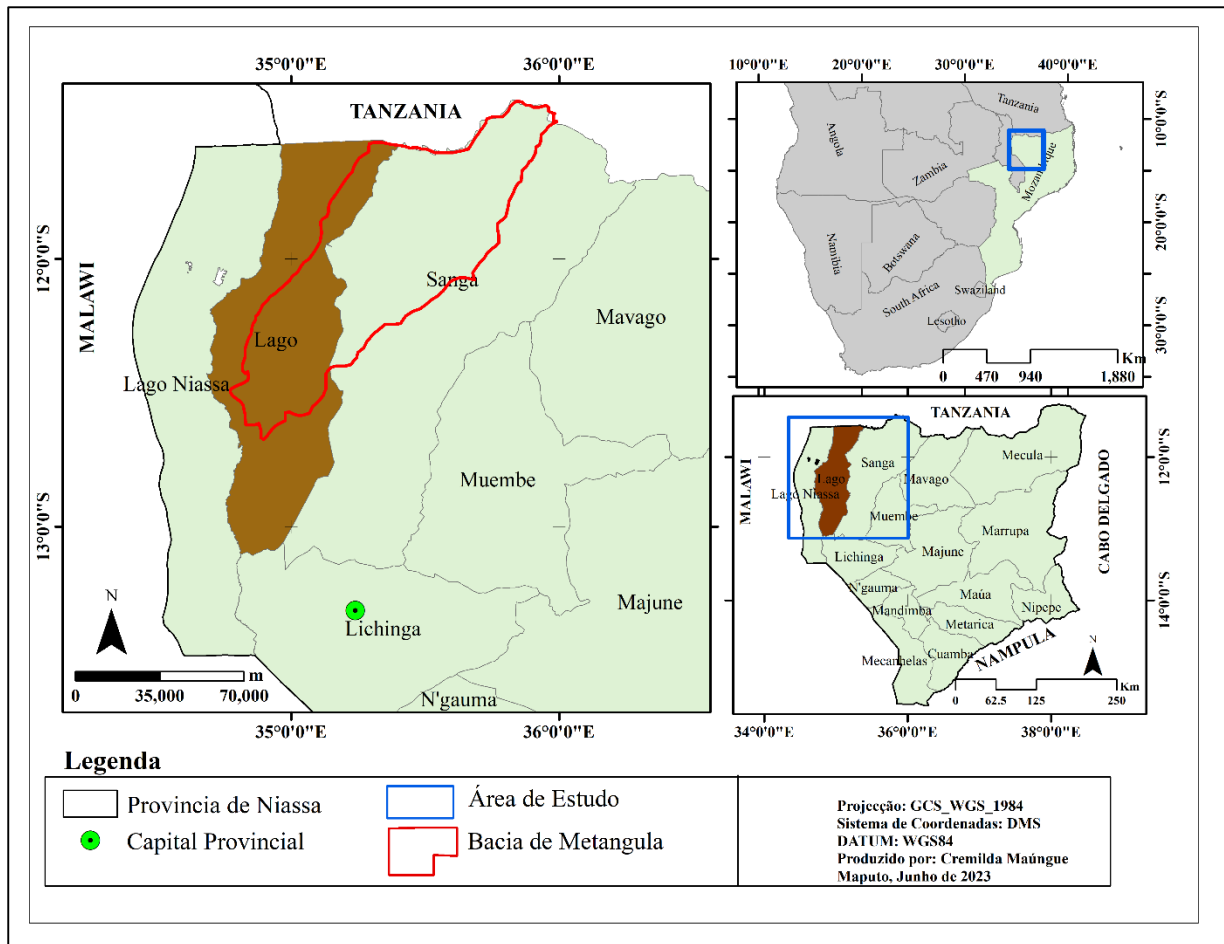


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.

1.5. Características climáticas e hidrológicas

O distrito de Lago apresenta um clima tropical húmido e é caracterizado por duas estações, verão – época chuvosa e por vezes húmida e invernos secos. A temperatura média varia entre 22° - 24°C e a pluviosidade média anual oscila entre 1000 a 1400 mm. Quanto a hidrografia, parte da rede hidrográfica do distrito faz parte da sub-bacia do Lago Niassa, que é integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Zambeze. Os rios e riachos apresentam orientação na direcção Este-Oeste. São pouco caudalosos e com um regime periódico. Os rios secam e desaparecem durante o inverno, com a excepção do rio Lunho que é o mais importante da sub-bacia (MAE, 2005).

1.6. ENQUADRAMENTO GEOTECTÓNICO DO GRABEN DE METANGULA

O Graben de Maniamba apresenta uma estrutura de um graben completo. É delimitado por falhas que separam os terrenos Precâmbrico dos sedimentos do Karoo (Paulino *et al.*, 2009). O interior da bacia é caracterizado pela presença de falhas dispostas paralelamente ao eixo

principal do graben e falhas normais ao referido eixo. Trata-se de falhas normais e subverticais, o que sugere que o processo de formação desta bacia está associado a um regime tectónico distensivo (Afonso, 1986).

A bacia apresenta um alongamento na direcção NE-SW, concordando com a direcção de alinhamento do Cinturão de Moçambique. Esta concordância entre a bacia e o cinturão de Moçambique leva a suposições que a bacia de Maniamba se instalou num rifte embrionário Pré-Karoo, devido ao reajustamento que as estruturas Precâmbricas sofreu (Paulino *et al.*, 1009). A medida em que o processo de deposição de sedimentação foi acontecendo, a bacia foi se afundado e enchendo de sedimentos de forma progressiva (Afonso, 1986), de tal forma que, nesta bacia as formações sedimentares distribuem-se desde o pérmico inferior ao jurássico inferior. Na parte sul da bacia, encontram-se camadas de carvão (Paulino *et al.*, 2009).

1.6.1. Características Gerais do Supergrupo Karoo (SGK) da África Austral e central

O termo "Karoo" origina na Cidade do Cabo, África do Sul, a partir do preenchimento sedimentar, formado durante a fragmentação do Supercontinente Pangeia sob a influência de regimes tectónicos distintos. Estes regimes relacionados com processos de subducção e orogénese tensões extensivas, provenientes das margens sul e norte de Gondwana, resultaram na formação de um sistema foreland retro-arco - a Bacia do "Karoo Principal" (Catuneanu, et al., 2005). No geral, o sistema Karoo está bem representado, formando enormes bacias com uma sequência geológica caracterizada por fósseis, o que permitiu subdividir o SGK em andares, nomeadamente o Dwyka, Ecca, Beaufort e Stormberg.

1.6.2 Estratigrafia do Graben de Metangula

O Graben de Metangula é constituído por rochas sedimentares do Karoo, cercadas por rochas fortemente metamorizadas rochas ígneas do Pré-Câmbrico. Em termos litológicos, o Karoo do Graben de Metangula é dividido em **Karoo Inferior**, **Karoo Médio** e **Karoo Superior** (Verniers et al., 1989).

- ✓ **Karoo Inferior**- caracterizado por três unidades litoestratigráficas – Fm. K2, Fm. K3 e Fm. K4, composto por 125-330m de siltitos e grés cinzentos principalmente, acompanhados pelo maior desenvolvimento de níveis carbono (Verniers et al.,1989). É na Formação K4 que se situa o furo em estudo, como será descrita a mais seguir.

- ✓ **Karoo Médio**- subdividido nas Fm. K5 e Fm. K6, consistido principalmente em quase 600 km de argila vermelha, unidades fósseis de répteis, incluindo algumas camadas carbonosas e sedimentos de cimento (Verniers et al.,1989).
- ✓ **Karoo Superior** -marcado por cinco unidades - Formação de Monte Lilonga (Fm. KSa), Formação de Fubué (Fm. KSb), Formação do Rio Moola (Fm. KSc B), Formação de Mecondece (Fm. KSc A), Formação de Congresso (Fm. KSc C), Formação de Tende (Fm. KSd A), Formação de Monte Matchedje (Fm. KSC), Formação de Lupilichi (Fm. KSe). Os sedimentos do Karoo Superior são principalmente fluviais finos de grés conglomerático, rochas argilosas ocasionais e siltosas que compõem 5 a 6 km de rochas sedimentares após observações de campo (Verniers et al.,1989).

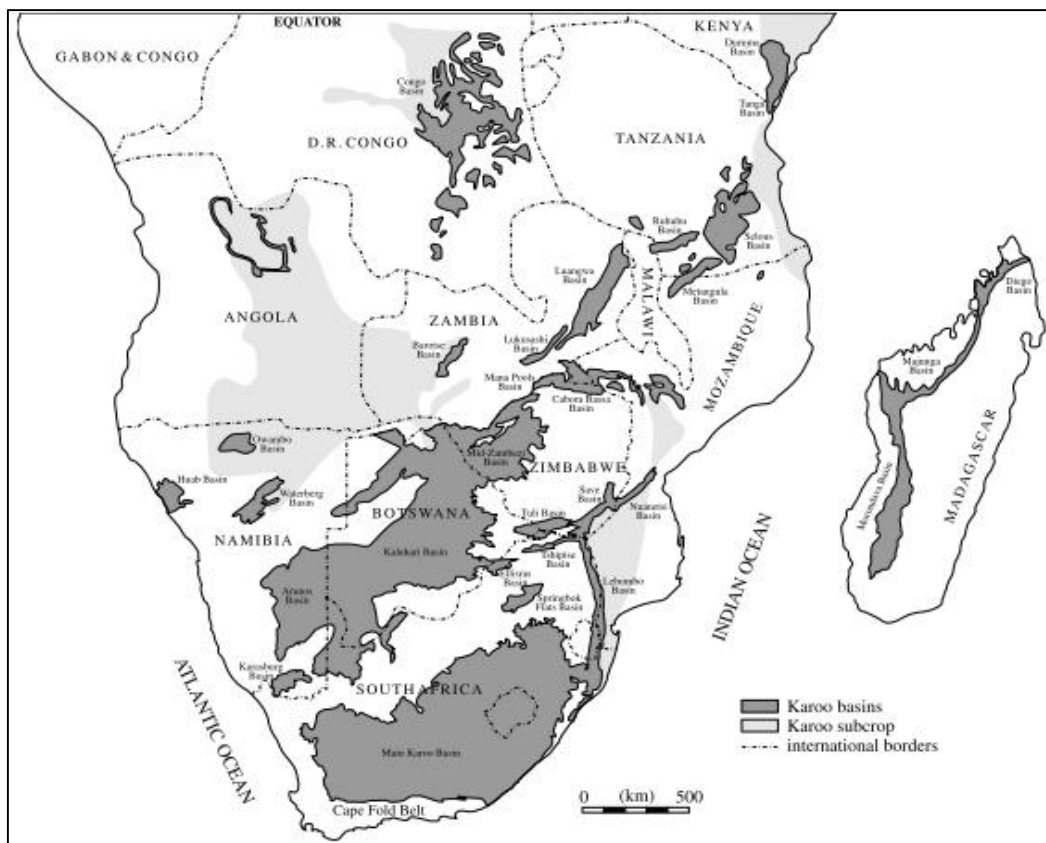


Figura 2. Distribuição das bacias do Karoo na África Austral e Central (Catuneano et al 2005).

1.6.2.1. Descrição do Karoo Inferior

Formação K4

A formação k4 é agrupado em dois membros: **K4a** e **K4b**. O membro **K4a** consiste em xisto argiloso ou siltoso, xistos carbonosos, e camadas finas de carvão de cerca de 0,8 m de espessura. Observa-se dentro da litologia gresosa *Glossopteris* ampla abundante, *G. browniana* e *G. indica*, e uma zona palinológica de *Vesiscapora* ao longo de K4, indicando idade do Ecca Inferior (Jourdan & Verniers, 1982; Verniers et al., 1989). As camadas gresosas de **K4b** formam “cuestas” topográficas. A espessura geralmente é estimada de 171 a 186 m nos furos dos sedimentos vermelhos entre K5 e K3, e da idade do Ecca, Pérmico Médio (Jourdan & Verniers, 1982; Verniers, et al., 1989).

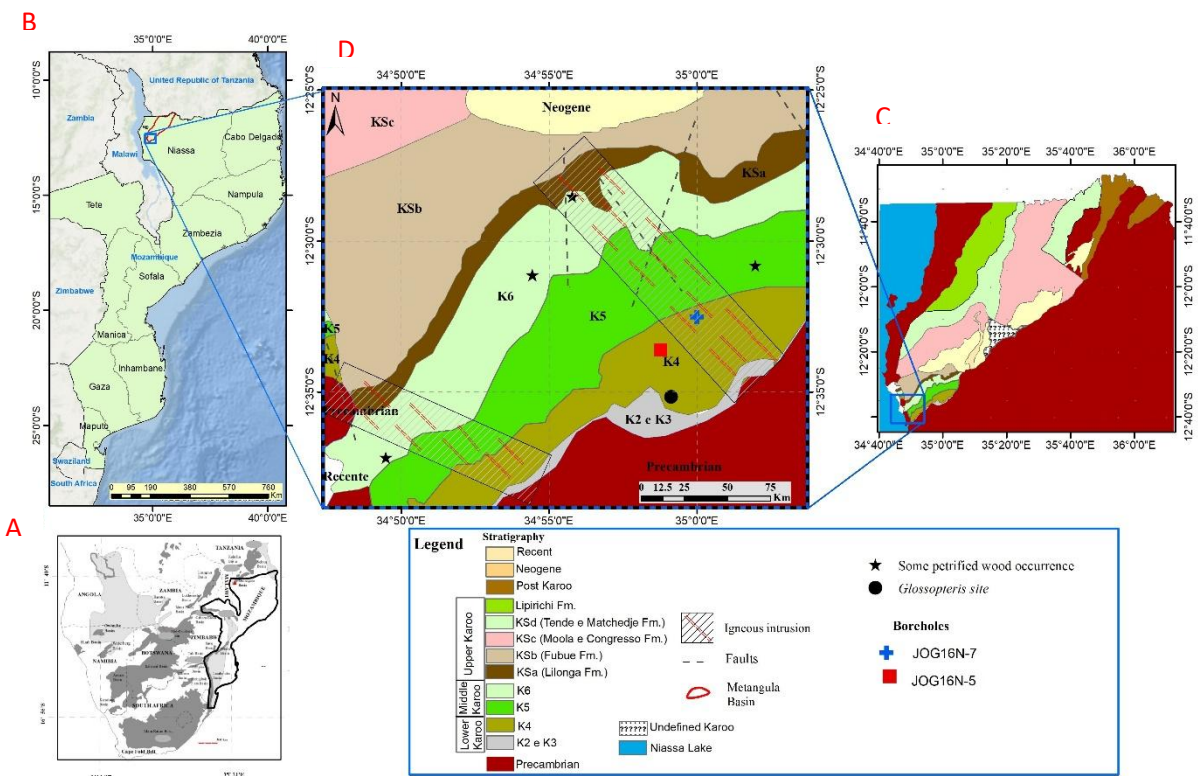


Figura 3. A. Mapa da África Austral ilustrando a localização de Moçambique, B. Mapa de Moçambique mostrando a localização da Bacia de Maniamba (Niassa), C e D. Geologia e estratigrafia da Bacia de Maniamba (modificado de Verniers et al., 1989)

CAPÍTULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Palinologia: conceitos e generalidades

A Palinologia é a parte da botânica que estuda os grãos de pólen, esporos e outras estruturas com parede orgânica ácido-resistente, chamados por palinomorfos. Tem como foco compreender a constituição, estrutura e os mecanismos de dispersão do pólen e esporos, quer dos exemplares mais recentes e fossilizados. Também fazem parte deste grupo de palinomorfos, os esporomorfos, cistos de dinoflagelados, cutículas vegetais e matéria orgânica amorfa.

A palinologia permite-nos igualmente estudar os microfósseis de parede orgânica, cujo potencial de preservação e variabilidade morfológica, pode nos ajudar a fazer interpretações paleoecológicas, paleoclimáticas e a respectiva atribuição de idades relativas (Menezes, 2011). Com base nestes estudos palinológicos, obtém-se informações relevantes para diferentes domínios científicos, como por exemplo, a taxonomia, melissopalynologia, bioestratigrafia entre outros (Moore et al., 1991).

2.2. Grupo de Palinomorfos

2.2.1. Palinomorfos de Origem Continental

Os palinomorfos continentais incluem grãos de pólen produzidos por plantas terrestres. Podem ser masculinos, designados por microgametófitos e, quando femininos, são designados por megagametófitos. Estas estruturas reprodutivas são produzidas em diversos tipos de plantas, com destaque para as gimnospermas e angiospermas. Por outro lado, podem ser igualmente encontrados esporos de plantas sem sementes, como samambaias e musgos.

Em estudos palinológicos, a análise de palinomorfos continentais é um aspecto bastante relevantes, visto que nos permite reconstruir o tipo de vegetação predominante no passado, identificar mudanças climáticas, avaliar a influência humana no ambiente, assim como, correlacionar sequências sedimentares em diferentes locais. A realização destas análises só é possível devido a resistência à decomposição que os palinomorfos apresentam, podendo ser preservados em sedimentos por longos períodos de tempo, às vezes até milhões de anos. (Michels, 2017).

2.2.1.1. Esporos

São células haploides produzidas pelo corpo esporófito e que se desenvolve como plantas gametofíticas nas briófitas, licófitas, esfenófitas e pteridófitas. Os esporos são constituídos por uma parede celular de esporopolenina e a exina. A sua morfologia é descrita de acordo com seu formato, tamanho, natureza da abertura e ornamentação. Em geral, sua dispersão é pelo vento ou pela água, favorecida pelo pequeno tamanho, baixo peso específico e por uma alta razão área superficial (Brasier, 1980). Estas células fornecem informações com maior confiabilidade em âmbito local e existem do Eossiluriano ao Recente.

2.2.1.2. Grãos de pólen

São gametófitos caracterizados por duas ou três células e são produzidos por gametófitos masculinos nas gimnospermas e, pelas anteras nas angiospermas. A morfologia dos grãos de pólen é descrita como nos esporos, porém, apresentam maior diversidade morfológica devido o elevado número de agentes dispersores (Armstrong & Brasier, 2005).

Os grãos de pólen transportados pelo vento são pequenos (20-40 μm) e ovais. Possuem exina lisa e fina e sacos aéreos que aumentam a capacidade de deslocamento por longas distâncias, tal como ocorre nas gimnospermas (Brasier, 1980; Armstrong & Brasier, 2005). Por outro lado, os grãos de pólen dispersos por animais, principalmente insetos, tendem a ter exina grossa e uma ornamentação mais protuberante que melhor aderem ao corpo do dispersor. O seu tamanho varia 50-200 μm para as grandes e 5-16 μm as mais pequenas, como nas angiospermas (Brasier, 1980). Estas células fornecem informações com maior confiabilidade no âmbito regional e abundam do Neodevoniano ao Recente.

2.3. Anatomia e morfologia dos palinomorfos continentais - Esporomorfos

A classificação taxonómica fundamenta-se na caracterização dos grupos morfológicos, baseada na descrição morfológica, dimensões e características especiais de cada género e espécie. O estudo da morfologia esporopolínica envolvem a compreensão das diferenças de grãos de pólen e esporos para cada espécie vegetal, sobretudo no que diz respeito à forma, aberturas, ornamentação e estrutura da esporoderme, organização e distribuição das estruturas das partes internas dos grãos e tamanho (Salgado-Labouriau, 2007).

A terminologia morfológica dos esporomorfos utilizada, foi baseada essencialmente no dicionário temático de morfologia esporolínica de Ybert et al. (2012), e o Illustrated Pollen Terminology de Halbritter et al, (2018).

2.3.1. Anatomia e morfologia dos grãos de Pólen

2.3.1.1. Anatomia dos grãos de Pólen

Os grãos de pólen são estruturalmente constituídos por: Saco aerífero, corpo do grão de pólen, zona germinal distante, zona de inserção do saco aerífero, crista marginal, Endexina, Ectexina, Eixo polar e calote proximal, como na figura 4.

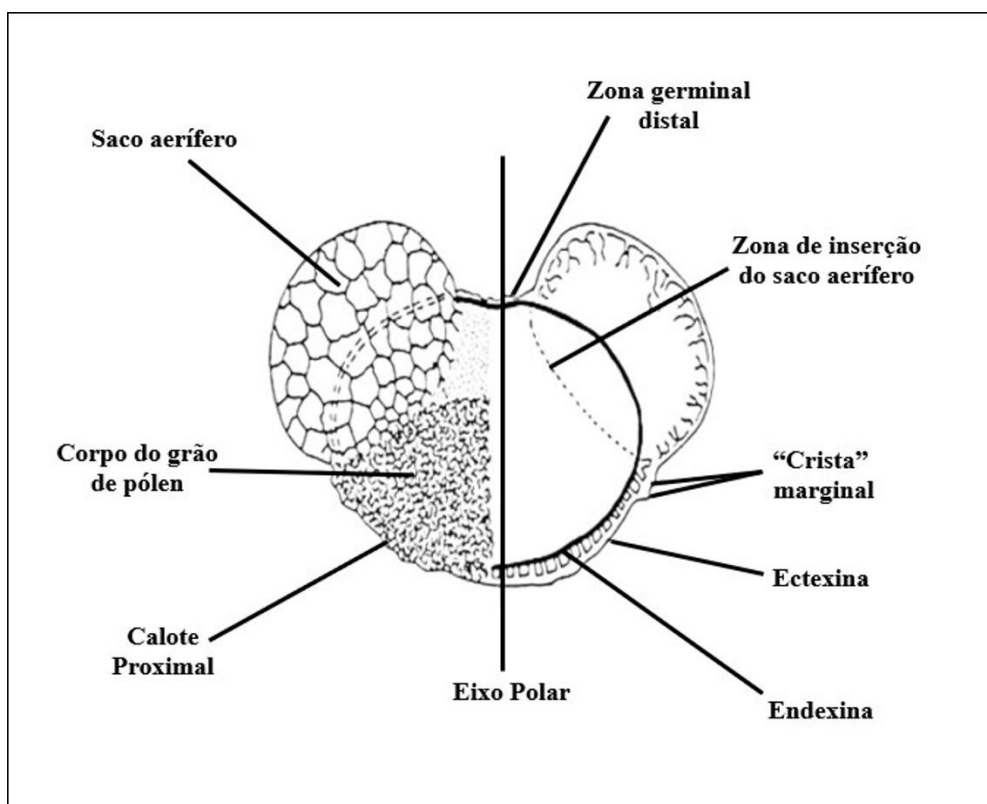


Figura 4. Esquema de grão de pólen. Modificado de Salgado-Labouriau (2007).

2.3.1.2. Morfologia e evolução dos pólenes

As formas e os tamanhos dos grãos de pólen são muito variados. Relativamente ao tamanho, o diâmetro pode variar entre 6 e 200 μm , embora os valores mais comuns se encontrem compreendidos entre 25 e 50 μm (Borges, 2012). Os grãos de pólen são células masculinas, muito elaboradas na sua estrutura e eficientes no transporte e dispersão de gametófito, da antera

até ao carpelo. Assim, a parede celular (exina), que envolve o protoplasma, apresenta um sistema de camadas complexo, que torna o grão de pólen muito resistente.

A exina é constituída por esporopolenina e apresentam duas camadas, uma interna (endexina) e outra externa (ectexina), que podem variar de dimensões relativas entre si. A endexina apresenta texturas diversas, podendo ser homogénea, granulosa ou lamelar, contínua ou com aberturas (Traverse, 1988 in Castro, 2006). O exterior da exina é constituído por uma camada base e projecções muito diferenciadas, importantes para a classificação dos pólenes.

A exina na parte exterior apresenta também estruturas denominadas colpos, sulcos e/ou poros, que permitem a expansão do conteúdo celular do grão de pólen ao entrar no estigma do carpelo, com a formação do tubo polínico e posterior fecundação. A figura 4.12 esquematiza a vista polar e equatorial de um grão de pólen com colpo e poro.

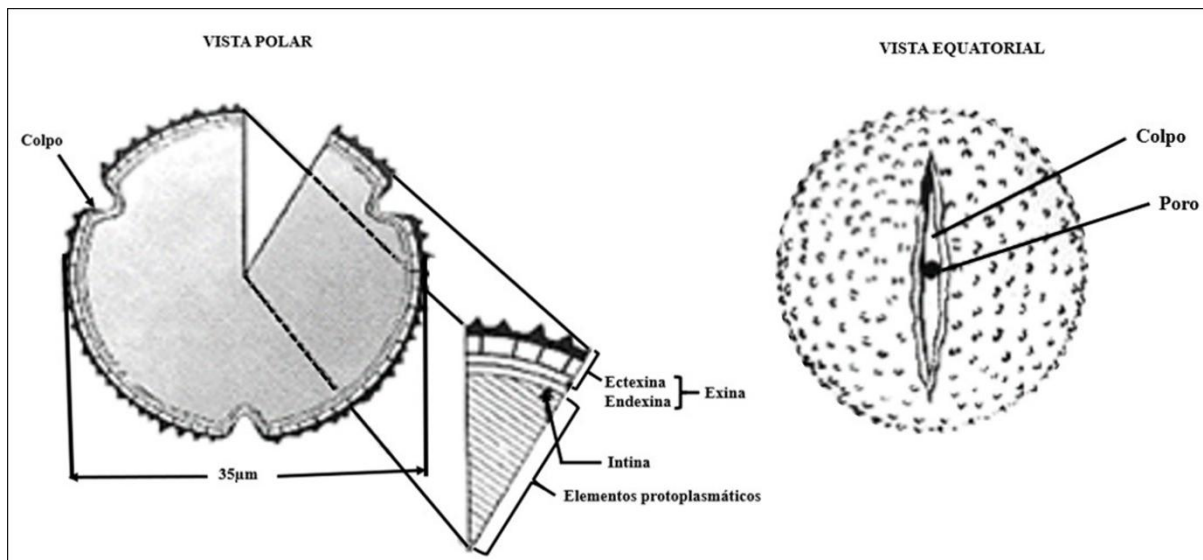


Figura 5. Representação esquemática das principais características morfológicas de um grão de pólen em vista polar e equatorial (Castro, 2006);

O colpo é uma abertura, na parede da exina, alongada e flexível (parte pode ser membranosa) que permite uma melhor acomodação da expansão do grão de pólen na fase de germinação. Embora não haja consenso entre os autores, pensa-se que a sua localização seja numa linha meridional que liga os polos e atravessa o equador do grão (Traverse, 2007).

O sulco é uma abertura idêntica ao colpo, todavia em posição distal e não atravessa o equador do grão. De acordo com Traverse (2007) afirma, tipicamente um polo está localizado no centro de um sulco. O poro apresenta tamanho, forma e distribuição mais ou menos uniformes e uma membrana geralmente mais fina que o resto da exina (Castro, 2006; Traverse, 2007).

Com base nas características destas estruturas, existem muitas classificações dos pólenes, tal como é ilustrado na tabela a seguir (Traverse, 2007 & Borges, 2012).

Tabela 1. Resumo da classificação de pólenes segundo Traverse (2007) & Borges (2012).

Tipo de Pólenes	Principais características
Sacados	Podem ser monosacados e bissacados: <ul style="list-style-type: none"> Nos monosacados o corpo central é rodeado por menos um saco; Nos bissacados, o corpo central é ladeado por pelo menos dois sacos. Os sacos dão maior firmeza aos grãos, facilitando a sua dispersão pela água ou vento.
Estriados	Quando apresentam múltiplas estrias ou ténias na parte superficial
Colpados/sulcados	Apresentam colpo ou sulco na sua constituição. Podem ser monocolpados ou monosulcados ou mais.
Colporados	Diferenciam-se dos colpados por não apresentarem abertura ao longo do plano meridional, sim das linhas que ligam os pólos.
Porados	São caracterizados pela presença de poros na exina. Podem ser classificados em monoporados, diporados, triporados (comuns em angiospermas) ou periporados quando apresentam poros espalhados por toda a superfície do grão.
Inaperturados	✓ Quando desprovidos de abertura germinativa. São difíceis de se distinguir de outros microfósseis, como alguns acritarcas e quistos de dinoflagelados.

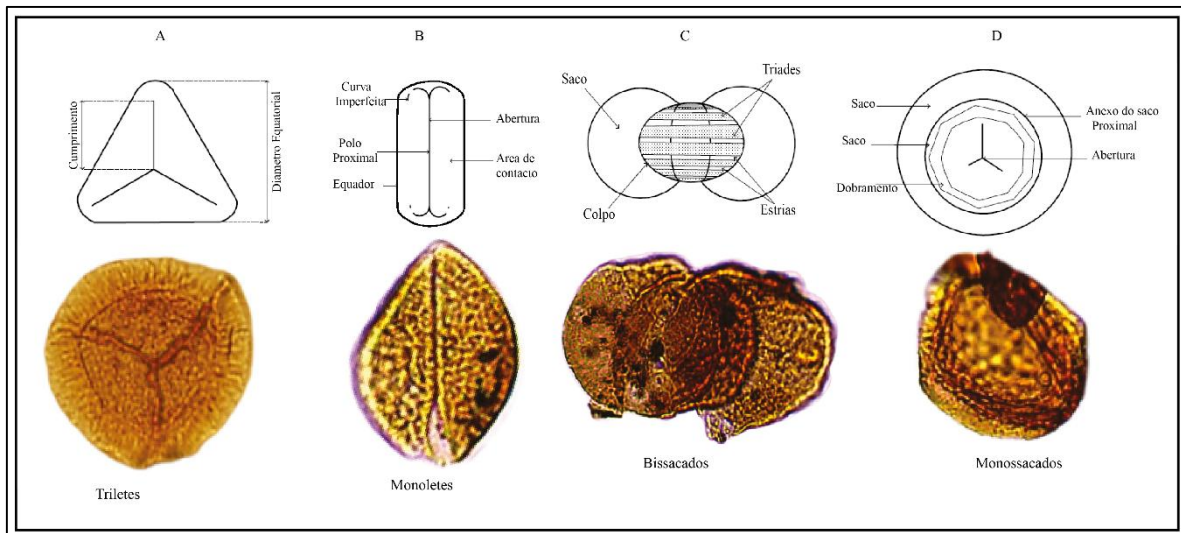


Figura 6. Principais feições da morfologia (superior) de algumas classes de pólenes (inferior).

Segundo Traverse (2007), os microfósseis de grãos de pólen podem surgir sob a forma de mónodas (estruturas únicas, que são as mais comuns), quando a separação das tétradas for

completa. Surgem também sob a forma de díadas (pares), tétradas (quatro) ou de políadas (múltiplos de quatro), que correspondem a processos de separação inacabados.

Os pólenes sacados são característicos das gimnospérmicas (as angiospérmicas não os produzem), apresentando uma filogenia muito distribuída e uma estratigrafia persistente, quer sejam monossacados, bissacados ou, menos comuns, trissacados. Durante o Triásico Superior e o Jurássico, as associações palinológicas terrestres foram dominadas por pólenes monossacados e bissacados, conjuntamente com esporos provenientes de fetos (Jarzen & Nichols, 1996). Segundo Warrington (1996), uma das características a salientar nas associações palinológicas ao longo do Pérmico é a abundância de pólenes bissacados, incluindo pólenes bissacados estriados.

Para além dos sacados, as gimnospérmicas produzem pólenes inaperturados, monocolpados ou monosulcados e estriados. Relativamente a estes últimos, ocorreram entre o

Carbonífero Superior-Triásico Inferior, sendo que atingiram o pico de diversidade e proeminência numérico ao longo do Pérmico (Warrington, 1996). Hamiapollenites, Protohaploxypinus e Striatopodocarpites são exemplos de géneros de pólenes bissacados estriados, Cycadopites exemplo de pólen monocolpado e Vittatina de pólen estriado das gimnospérmicas (Jarzen & Nichols, 1996).

2.3.1.3. Anatomia de um esporo

É designado de esporo a estruturas produzidas por plantas briófitas, pteridófitas, algas e fungos. As suas características morfológicas e constituição variam. Tal como os grãos de pólen, os esporos das briófitas e pteridófitas são constituídos por esporopolenina e apresentam estrutura e ornamentações características.

Os esporos compreendem as estruturas marcam o início do ciclo de vida das Briófitas e das Pteridófitas. São estruturas unicelulares que após germinarem dão origem à geração gametófito, responsável pela produção dos gâmetas. É a partir dos esporos que pode haver a distribuição e reprodução da planta, além dos mesmos serem responsáveis pela protecção do conteúdo do esporo durante o transporte e antes da germinação (Tschudy & Scott, 1969).

2.3.1.4. Morfologia e evolução dos esporos

Há vários tipos morfológicos gerais de esporos. O carácter estrutural principal é condicionado pelo modo de associação dos esporos na tetrada, pois que cada célula mãe dos esporos se divide em quatro, segundo dois processos: tetraédrico e tetragonal, originando esporos com marca trilete e monolete, respectivamente (Fig7.). Os esporos aletes não tem nenhuma marca deixada pelo contacto com os restantes elementos da tetrada.

A - Tetraedrica (trilete)

B -Tretagonal (monolete)

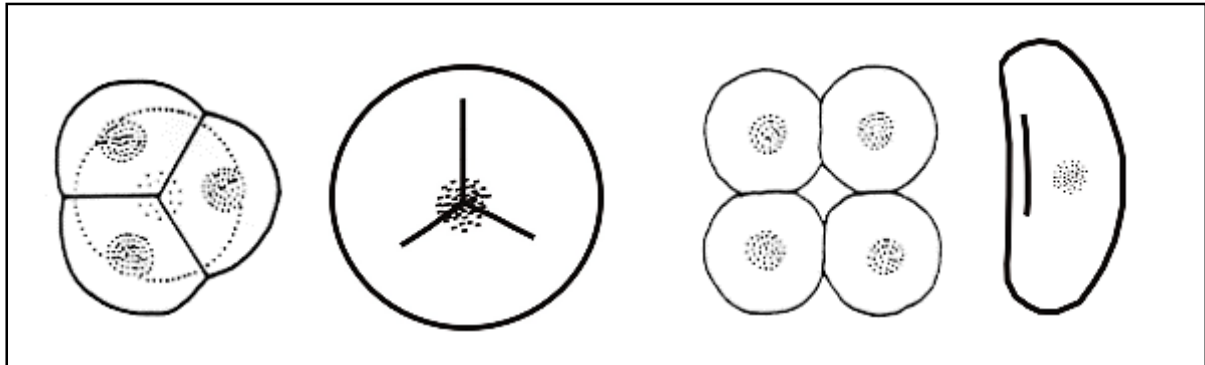


Figura 7. Formas de associações dos esporos na tetrada (adaptado por Chateauneuf e Reyre, 1974; Reille, 1990).

O tipo de esporo mais comum é o esporo trilete que apresenta uma marca ou abertura em forma de Y (“marca Y), resultante do contacto entre os diferentes grãos de tetrada. É com base neste tipo morfológico que se apresentam as principais características morfológicas dos esporos (Figura 7), sendo a terminologia basicamente a mesma para outros tipos. A marca define o eixo de simetria principal ou eixo polar e os seus dois polos principais: polo proximal (o mais próximo do centro da tetrada) e o polo distal (o ponto diametralmente oposto ao polo proximal). O plano perpendicular a este eixo é o plano equatorial.

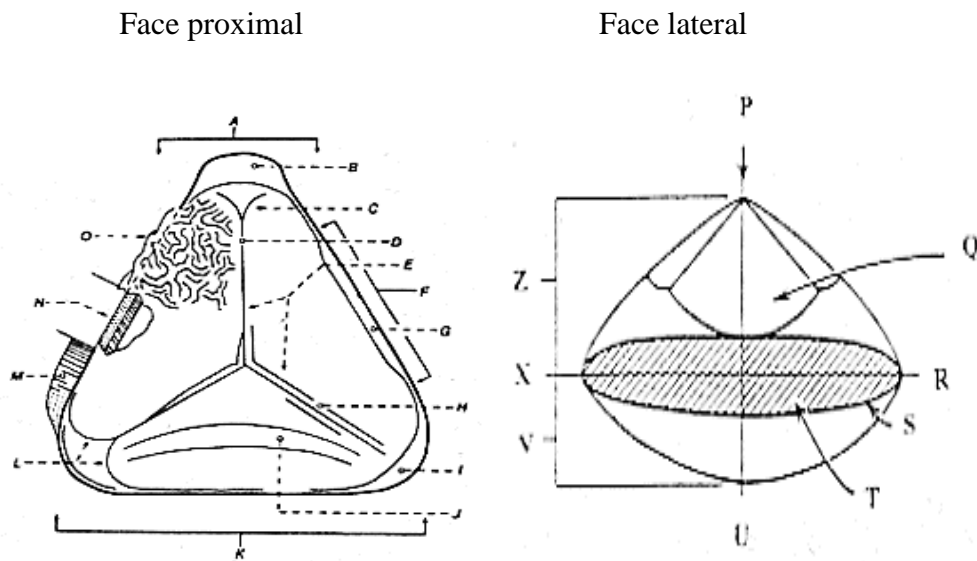


Figura 8. Representação esquemática das principais características morfológicas do esporo trilete (Traverse1988; Sousa1996). A - Regia radial (área); B - aurícula (espessamento radial); C - curvatura imperfeita; D - comissura; E - radii (braços) da “laesure” ; F - região inter-radial (área); G - espessamento inter-radial; H- lábio da saturail-valvae; J - torus; K - diâmetro equatorial; L - curvatura perfeita; M - cingulum ou zona; N - exosporo; O - perisporo; P - eixo polar; Q - polo proximal; R - área de contacto; S - equador; T- plano equatorial; U - polo distal; V - face distal; X - eixo equatorial; Z -face proximal.

O tamanho do esporo oscila entre os 1 e os 2 μm nos micrósporos, enquanto nos macrosporos varia entre 1 e os 2 mm sendo o valor médio 50 a 100 μm . A envolver o material celular dos esporos.

A ornamentação dos esporos bem como a sua morfologia são variáveis, principalmente nas formas fosseis do paleozóico e do mesozóico. Dado o reduzido número de formas fosseis encontradas.

Ornamentação

Para designar particularidades morfológicas da superfície do exosporio e perisporio. Dos tipos de ornamentação dos esporos destaca-se:

- ✓ **Laevigado** – esporo liso, sem ornamentação;
- ✓ **Báculo** – elemento em forma de bastonete, com uma altura maior que o diâmetro e extremidade arredondada;

- ✓ **Cone** – elemento em forma de cone, com a altura menor que duas vezes o diâmetro da base e extremidade pontiaguda ou arredondada;
- ✓ **Espinho** – elemento pontiagudo cuja altura é maior que duas vezes o diâmetro da base;
- ✓ **Verruga** – elemento não pontiagudo na extremidade, nem constricto na base, mais largo que alto.

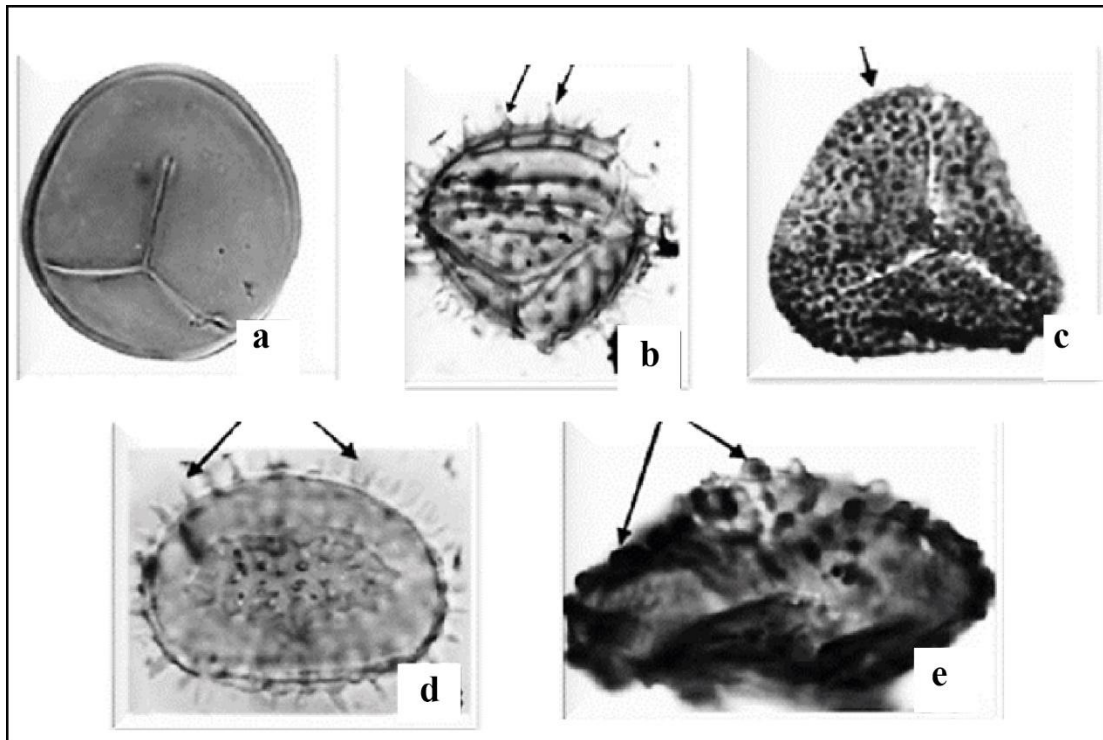


Figura 9. Ilustração de esporo com ornamentação do tipo: a) laevigado, b) báculo, c) cone, d) espinho, e) verruga, adaptado de (Ybert et al., 2012).

2.4. Biostratigrafia

A biostratigrafia tem por objectivo determinar as idades relativas dos estratos com conteúdo fossilífero no período de deposição sedimentar, bem como comparar estes estratos com outros com os mesmos táxons a fim de estabelecer correlações estratigráficas. Este processo é apoiado no nível de certeza da identificação dos fósseis e sua precisa localização na coluna estratigráfica (Dino, 1992).

Para a proposta de um zoneamento biostratigráfico que limita a datação relativa da amostragem, analisam-se os intervalos do primeiro e último aparecimento de um ou mais táxons e/ou a abundância relativa de determinado táxon em um intervalo de tempo. Uma vez posicionados no tempo geológico, são identificadas ou caracterizadas biozona (unidade fundamental da biostratigrafia). A biozona é definida pelo conteúdo fossilífero presente em um

pacote de rocha e o objectivo do seu estabelecimento é detalhar e individualizar as camadas sedimentares. O conteúdo de uma biozona deve ser característico a ponto de permitir que uma zona seja diferenciada daquelas que lhe são imediatamente sobre e subjacentes (Antunes & Melo, 2001).

Alguns grupos de palinómorfos possuem géneros e espécies que são consideradas importantes guias (*Weylandites Lucifer*, *Lundbladispota* sp. *Verrucosiporites* sp, *Guttulapollenites hannonicus*), sendo muito utilizadas em datações de sequências sedimentares e correlações entre bacias. Os esporos e grãos de pólen têm sido assinalados em sedimentos Paleozóicos até o recente, deixando evidente a presença de uma antiga flora terrestre (Traverse, 1988). Os esporómorfos mostram-se de grande valor estratigráfico para a datação de sedimentos continentais lacustres, fluviais e deltaicos (Cruz, 2004). Devido a acentuada dispersão, esses grãos são os únicos elementos microflorísticos que permitem correlações cronoestratigráficas entre depósitos formados em diferentes contextos ambientais.

2.5. Categorias Taxonómicas dos Esporómorfos

Os termos palinológicos aplicados neste trabalho seguem as terminologias utilizadas em Punt et al., (1994) e no Glossário de Palinologia do LNEG (Pereira, 2010), recomendadas por Commission Internationale de Microflore du Paleozoique (CIMP). O conjunto de estampas que se encontra presente neste trabalho foi elaborado, do ponto de vista taxonómico, segundo a classificação supragenérica de esporos e pólenes de Potonié & Kremp (1954), Dettmann (1963) e Smith & Butterworth (1967) e Souza (2000) conforme a tabela.

Tabela 2. Sistemática das categorias Supragenéricas, segundo (Souza, 2000)

Posição Sistemática	Categorias Supragenéticas													
Anteturma	Proxigerminantes						Varigerminantes							
Turma	Triletes				Hilates	Saccites				Plicates				
Subturma	Azonotriletes		Zonotriletes	Zonolaminatitriletes	Pseudosaccitriletes	Monosaccites		Disaccites		Costates				
Infraturma	Laevigoti	Returotrilete	Apiculati	Muromati	Auriculati	Cingulati	Cingulicavati	Monopseudosaccitri	Aletesacciti	Triletesacciti	Striasacciti	Disaccitrileti	Striatiti	Costati

CAPÍTULO III - MATERIAIS E METODOLOGIA

3.1. Materiais

- Testemunho de sondagem: JOG16N-5, testemunho colhido na Formação K4 do Graben de Metangula, com as coordenadas: 12° 33'36,623''S, 34° 58'46,452''E
- Fita-métrica: para medir a profundidade de retirada da amostra
- Martelo: para a fragmentação da amostra
- Saco plástico – para armazenar a amostra
- Papel branco A4 – Para a produção de etiquetas
- Materiais de protecção durante o trabalho- luvas, máscaras, bata;
- Caderneta – para anotar a descrição litológica
- Materiais diversos - marcador, régua
- Lâminas palinológicas
- Microscópio Olympus BX-43 – para classificação qualitativa e quantitativa dos palinóforos
- Câmera acoplada ao microscópio – para fazer microfotografias dos palinóforos
- Softwares: Strater, ArcGIS, Canvas, ImageJ

O trabalho de gabinete consistiu na integração dos dados obtidos, estes que foram traduzidos em log's, elaboração do mapa de localização geográfica da área de estudo, mapa geológico e a inserção das coordenadas geográficas do ponto da colheita da amostra e diagramas biostratigráficos realizados nos softwares: Strater, ArcGIS, respectivamente.

As fotomicrografias foram obtidas usando-se a câmara de captura de imagem acoplado ao microscópio óptico Olympus BX-43 associado ao software EpView.

As fotomicrografias foram posteriormente processadas no software Canva para a produção de pranchas ilustrativas e ImageJ para medição de microestruturas de interesse.

3.2. Metodologia

Com vista a alcançar os objectivos preconizados para este Projecto Científico, foram desenvolvidos os seguintes trabalhos:

3.2.1. Pesquisa bibliográfica

A Pesquisa bibliográfica foi a primeira etapa do trabalho consistiu a selecção da área de estudo, identificação de fontes para a aquisição de informação acerca dos pólenes e esporos, na revisão e consulta de toda informação fornecida pelos artigos científicos, tabela cronostratigráfica e as respectivas notícias explicativas, revistas científicas, teses de projectos científicos, publicações e registos electrónicos existentes referentes a biostratigrafia dos terrenos permianos de Moçambique. Esta revisão foi feita no Museu Nacional de Geologia (MNG), com base nalguns artigos conceituados na mesma área como é o caso de Tyson (1995), Mugabe (1997), Verniers et al (1989), Mendonça Filho (2012), Barbolini (2016), Correia (2016) e esquemas palinoestratigráficos para o Gondwana, Souza 2000, Bailarino (2009), Barbolini et al (2016) e Souza (2017).

3.2. Amostragem

O trabalho de selecção, consistiu em fazer a amostragem de testemunhos de sondagem. Esta amostragem foi realizada na DNGM (Direcção Nacional de Geologia e Minas). As amostras utilizadas neste estudo são provenientes do testemunho de sondagem JOG16N-5 (12° 33'36,623''S, 34° 58'46,452''E) perfurados pela companhia **Japan Oil, Gas and Metal National Corporation (JOGMEC)**, na bacia de Maniamba, distrito de Lago, província do Niassa, região Norte de Moçambique.

Primeiramente, o furo foi analisado e caracterizado em termos litológicos e os critérios para a colecta de amostras foi consoante **a cor, granulometria** e o **mínimo grau de alteração** da rocha.



Figura 10. Marcos de onde foram seleccionadas as amostras para a análise, Os horizontes de amostragem encontram-se destacados em (a), com retângulos em amarelo e setas vermelhas. (a), avaliação das amostras de acordo com os critérios para a colecta (b e c).

3.3. Trabalho Laboratorial

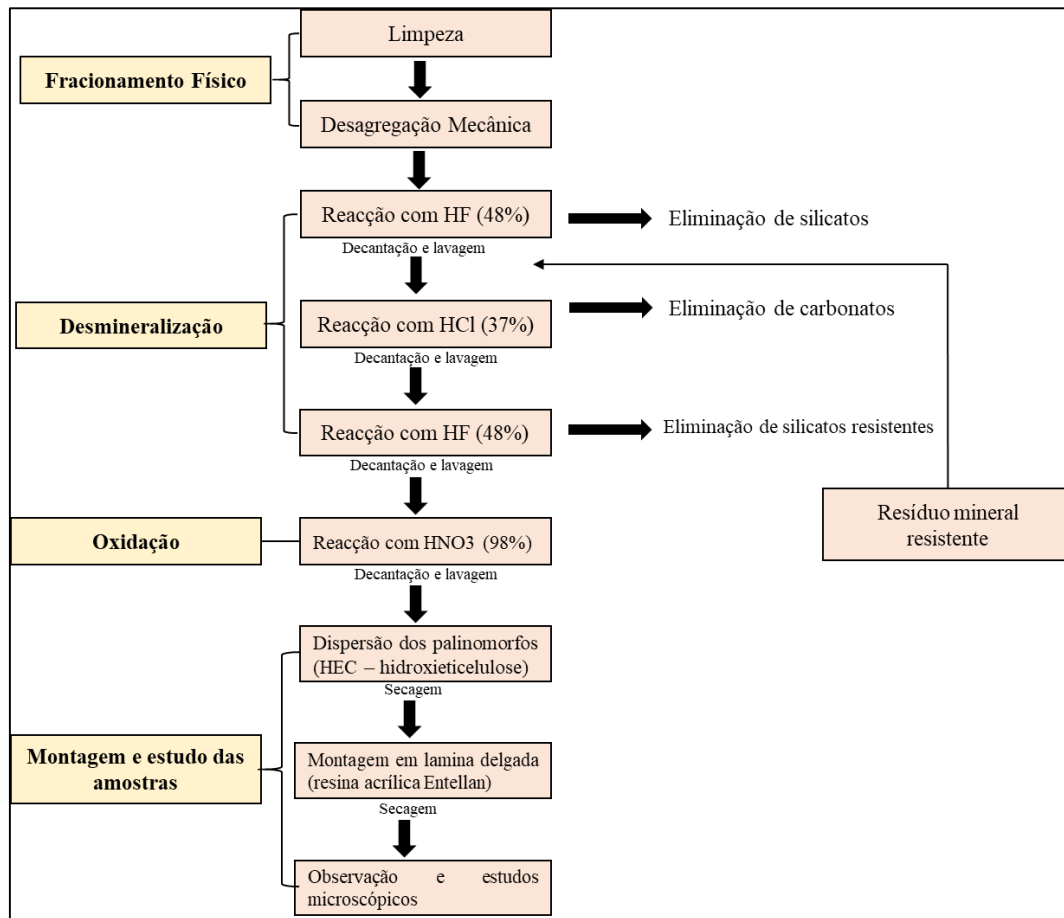
3.3.1. Processamento Laboratorial

O processamento para recuperação da matéria orgânica particulada foi realizado no Laboratório de Palinologia da escola de geociências da Universidade de Witwatersrand na África do Sul, pelo supervisor do presente trabalho, Dr. Nelson Nhamutole.

Este processamento seguiu a metodologia padrão que foi proposta por Tyson (1995) in (Chagas et al., 2009) e Quadros & Melo (1987) in (Leite, 2017), que consiste nas seguintes etapas abaixo:

1. Trituração da rocha em almofariz:

Processamento laboratorial realizado:



A) 1º Fase: fragmentação das amostras; nesta etapa, as amostras são trituradas em uma fracção que permite recuperar o que se encontra no interior sem fragmentar todo o conteúdo. De seguida, são processadas em peneiras geralmente de ou acima de 3mm. Os sedimentos que passam pela peneira (pó), normalmente são descartadas por terem sido sujeitas a trituração excessiva, não podendo mais ser tratadas por encontrarem-se danificadas (Souza, 2019).

B) Selecção de aproximadamente 20 gramas de material fragmentado; C) condicionamento em béqueres de plástico, devidamente identificados; D) disposição dos béqueres em capelas com exaustor, adaptado de (Betella, 2019).

2. Teste de reacção ao ácido clorídrico (HCl a 32 %) utilizando-se um pequeno pedaço da amostra e gotejando HCl em pequena quantidade na mesma. Em caso de ocorrência da reacção, a amostra é considerada carbonática e recebe o ataque com HCl a fim de dissolver os carbonatos presentes;

3. Ataque com ácido fluorídrico (HF a 40 %) durante pelo menos, 24 h, a fim de eliminar os silicáticos;
4. Ataque com ácido clorídrico (HCl a 10%) à quente em temperatura inferior a 60°C, para eliminação dos fluorsilicatos e sílica gel que se formam nos ataques ácidos com HCl e HF;
5. Lavagem (pelo menos três vezes) das amostras com água destilada para neutralização dos resíduos após cada ataque ácido. Posteriormente, é realizada decantação, para descarte dos ácidos;
6. Peneiramento de cada amostra, com concentração do resíduo entre 20 e 250µm, e Armazenamento dos resíduos em pequenos frascos, devidamente identificados com código da amostra referente;
7. Montagem das lâminas palinológicas a partir da secagem do resíduo posto em lamelas, fixado com adição de “Cellosize”.
8. Posteriormente, é feita a colagem das lamelas nas lâminas com cola “Entellan” (Leite, 2017).

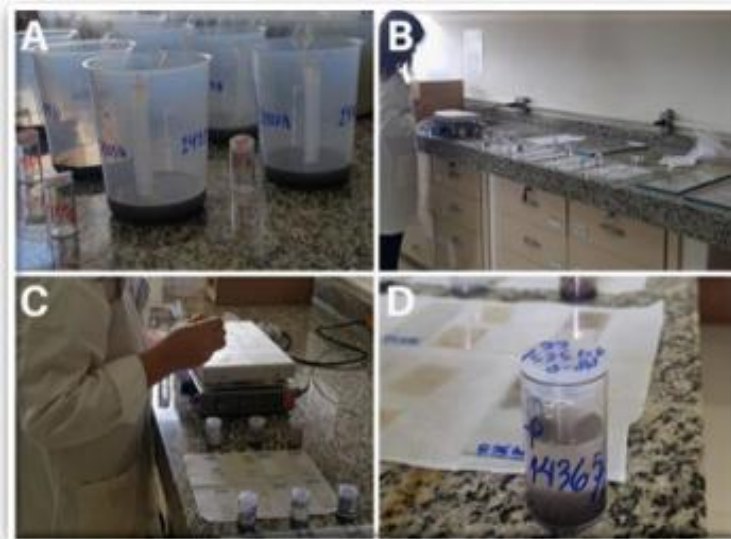


Figura 11. A) Fase de concentração do resíduo rico em material palinológico (peneiramento). B - D) Confeção de lâminas para análise microscópica

3.3.2. Identificação Palinológica

3.3.2.1. Análise Quantitativa e Qualitativa

Nesta análise fez-se a identificação e classificação das associações palinológicas presentes na bacia, com base na análise visual da morfologia dos palinomorfos, tendo em consideração as características de cada táxon. Foi utilizado um microscópio de luz transmitida da marca Olympus BX-43 para fazer a contagem, com apoio de objectivas de 20x e 40x de ampliação. Para maior detalhe das micrografias, utilizou-se a objectiva de 100x de ampliação, com óleo de imersão. Este processo teve lugar no Museu Nacional de Geologia, entre Maio – Junho de 2022.

Quanto a análise palinosestratigráfica, fez-se a contagem de cerca de 300 palinomorfos no mínimo, em cada lâmina, para que uma amostra seja validada em estudos posteriores de identificação taxonómica (fig.11c). No entanto, em algumas amostras, os palinomorfos não se encontram bem preservados, o que contribuiu para que não se alcançasse o padrão de amostragem inicialmente estabelecido. A identificação taxonómica dos palinomorfos foi feita a partir de comparação dos espécimes identificados com base em literaturas especializadas (Falcon 1975, Souza 2000, Bailarino 2009, Glikson-simpson, M. 2020).

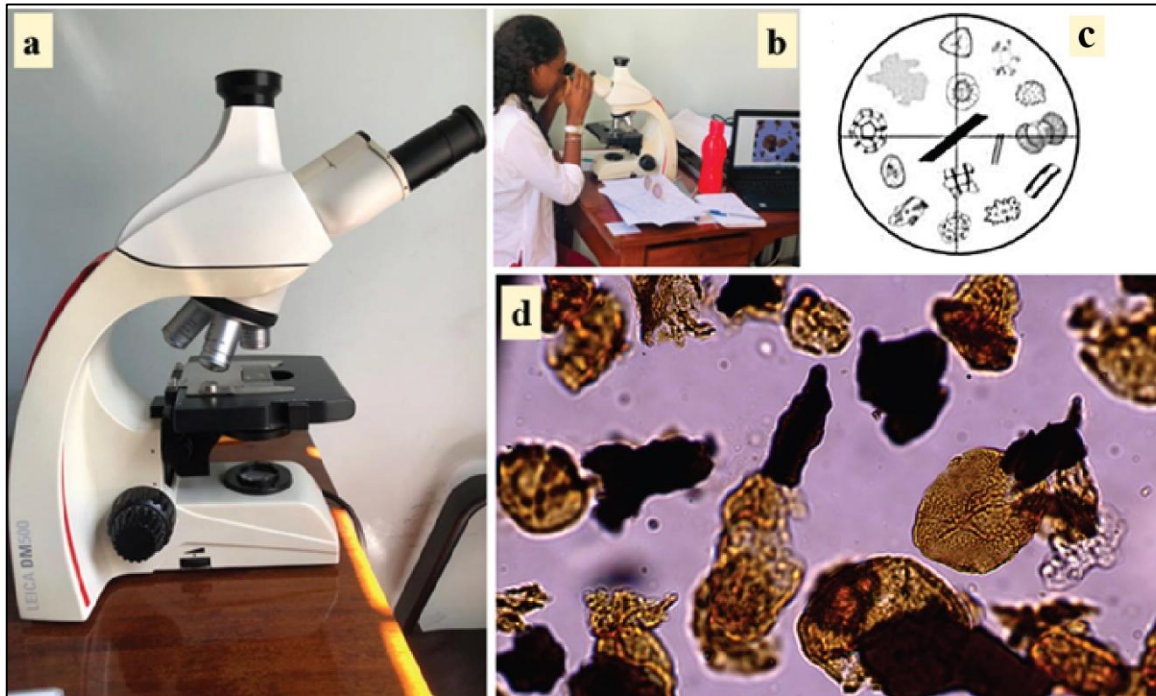


Figura 12. Análise visual de palinomorfos utilizando um microscópio óptico de luz branca transmitida Leica DM 500 (a - b). Durante estas análises, contam-se as partículas que estão sobre o retículo graduado (c) e as partículas observadas ao microscópio (d).

CAPÍTULO IV- APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Identificação de Palinomorfos Continentais (Esporomorfos)

As análises microscópicas realizadas no testemunho de sondagem JOG16N-5 (E3, E23, E26, E28, E31, E33, E39, E41, E42, E47, E47, E49) permitiram a identificação dos diferentes subgrupos de esporomorfos com base em sua morfologia. Foi constatado que os esporos estão presentes em maior quantidade. Essas análises microscópicas revelaram a presença de esporos do tipo monoletes e triletes, bem como grãos de pólen com características distintas, incluindo assacados, monossacados, bissacados e poliplicados. Essas observações possibilitaram a classificação dos esporomorfos em subgrupos com base em suas características morfológicas e evidenciaram a predominância dos esporos em relação aos grãos de pólen no testemunho JOG16N-5, conforme a figura 13.

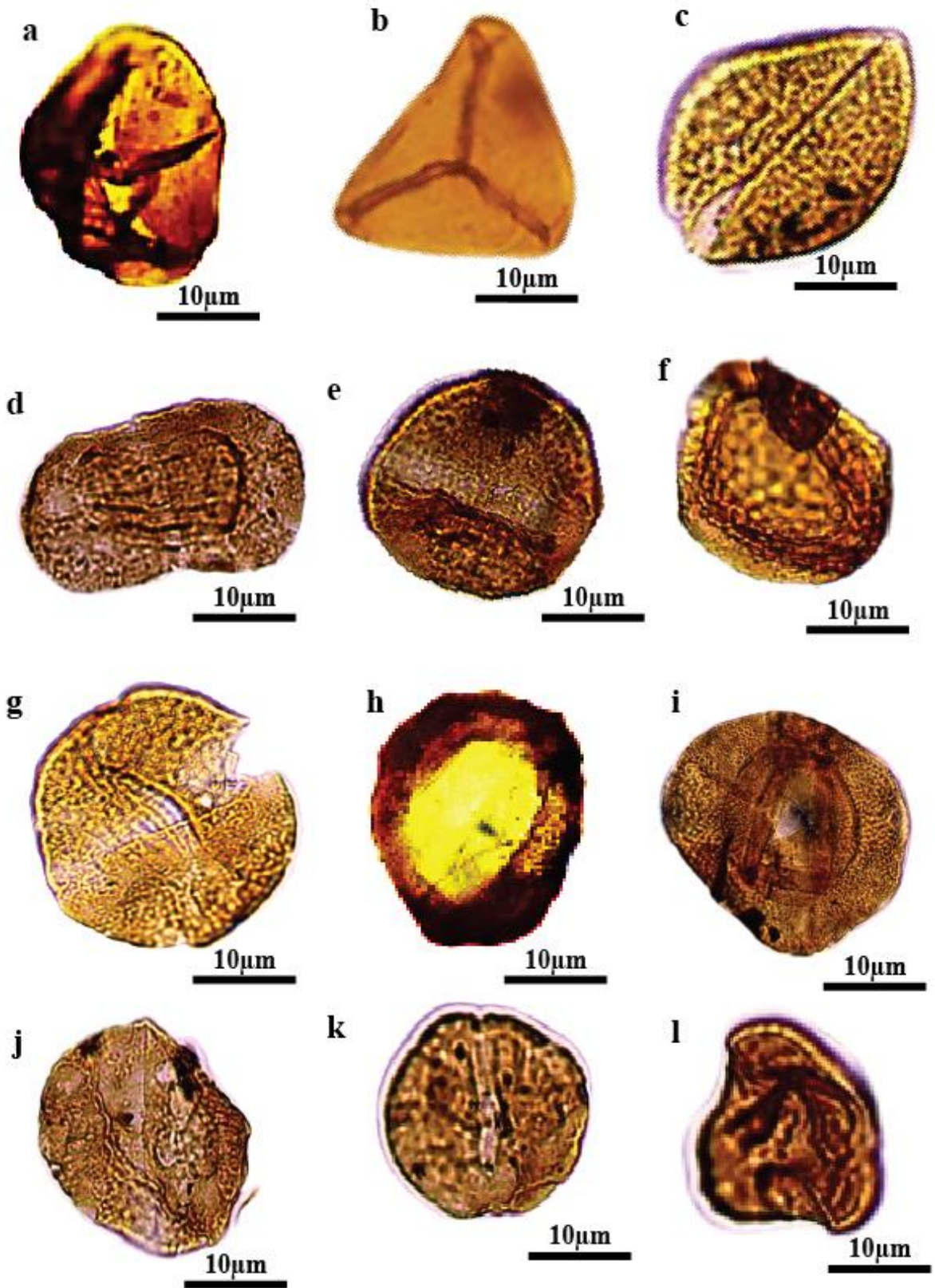


Figura 13. Palinomorfos Continentais (esporomorfos): A e J – Esporos monoletes; B e L – Esporos triletes, C - Grãos de pólen colpados. D - Grãos de pólen bissacado diploxilonoide, E e K- Grãos de pólen bissacados haploxilonoide, H e I- Grãos de pólen monossacados

4.2. Taxonomia e Sistemática

Os esporos e grãos de pólen geralmente são encontrados nos sedimentos dissociados da planta-mãe. Devido a isso, sua classificação é feita com base no Código Internacional de Nomenclatura Botânica, que leva em consideração a ordem hierárquica de parentesco entre as espécies, com maior aplicação as categorias de Família, Ordem, Classe e espécie. No presente trabalho, foram adoptadas as terminologias propostas por Punt et al., (1994) e a nomenclatura do Glossário de Palinologia do LNEG (Pereira, 2010), recomendadas por Commission Internationale de Microflore du Paleozoique (CIMP). O sistema de classificação utilizado neste estudo é o de Playford & Dettmann (1996), que está em uníssono com os trabalhos pioneiros de Potonié (1956, 1970), Potonié & Kremp (1954), Dettmann (1963) e Smith & Butterworth (1967). A caracterização taxonómica realizada inclui a descrição morfológica e a amplitude estratigráfica.

A Sistemática iniciou com subgrupo dos polens, seguido pela descrição dos esporos. Por outro lado, a classificação supragenérica dos esporomorfos utilizada, foi baseada no sistema de classificação descrito por Sousa (2000). No apêndice podem ser visualizados os registros fotomicrográficos de alguns palinomorfos observados no decorrer da pesquisa.

4.2.1. Grãos de Pólenes

Anteturma **POLLENITES** Potonié 1931

Turma **SACCITES** Erdtman 1947

Subturma **MONOSACCITES** Chitaley emend. Potonié y Kremp 1954

Infraturma **DIPOLSACCITI** Hart emend. Dibner 1971

Infraturma **TRILETISACCITI** Leschik 1955

Género **CANNANOROPOLLIS** potoniée Sah 1960

Cannanoropollis janakii Potonié y Sah, 1960.

Descrição: Grão de pólen monossacado, radialmente simétrico, com contorno geral circular e margem ondulada. Corpo central com contorno pouco definido e exina fina, o que lhe confere uma coloração mais clara que a do saco. Marca de trigêmeo imperceptível, com ramos rectos que atingem pelo menos 1/2 do raio do corpo central. Saco de largura constante com aderência equatorial proximal e subequatorial distal. A zona de adesão é irregular em largura. Sexina do

saco infrarreticulada, formando paredes irregulares em forma e largura que delimitam lúmenes irregulares que marcam pregas radiais ténues (Balarino, 2009).

Dimensões: Largura total, 55(103,6)144 µm; largura do saco na face proximal, 11,6(21,4)37µm; largura do saco na face distal, 12(14,6)20µm.

Amplitude estratigráfica: Carbónico (Pennsylvânico) – Triássico (Inferior)

Amostras: E23, E26, E28, E31, E33, E37, E39, E47.

Género **PLICATIPOLLENITES** Lele, 1964

Plicatipollenites gondwanensis (Balme & Hennely) Lele 1964

Descrição: grão de pólen monossacado, de simetria radial, contorno circular e margem lisa.

Corpo central circular a levemente subcircular. Lesura nem sempre distinta, trilete, com raios geralmente reduzidos a 1/3 do raio do corpo central. Saccus intramicoreticulado, com raiz distal no corpo central cobrindo até 1/3 do raio deste e associada a um sistema de pregas poligonal, com largura variável (5-20µm). Pregas radiais são raras (Souza, 2000).

Dimensões: Diâmetro equatorial total:76-180 µm; diâmetro do corpo central: 46-107 µm;

largura do saco:11-45 µm; recobrimento do saco no corpo central: 5(7,5)20 µm.

Amostras: E23, E26, E41, E47.

Género **PARASACITES** (Bharadwaj and Tiwari 1964)

Parasacites gondwanensis (Balme and Hennely 1956)

Descrição: Monossacado, radialmente simétrico. Contorno circular a subcircular. Corpus circular. Cicatriz tétrade claramente visível onde o corpus está preservado. Trilete, dilete ou monolete. Nos exemplares trilete a cicatriz geralmente não atinge a margem equatorial. Ectexina destacou-se equatorialmente na face proximal e subequatorialmente na face distal. Endexina/nexina mais espessa que ectexina. Este último intensamente dobrado radialmente, resultado de um saco achatado e altamente inflado (Glikson-simpson, 2020).

Dimensão: Diâmetro total 40-140 µm. Diâmetro do corpo 36-120 µm.

Amplitude estratigráfica: Pérmico

Género **SCHEURINGIPOLLENITES** Tiwari 1973

Scheuringipollenites maximus (Hart) Tiwari, 1973

Descrição: Grão de pólen bissacado, haploxilonoide, de contorno circular a oval, alongado na direcção transversal. Corpo central com parede fina, de coloração mais clara que a dos sacos. As bordas, quando discerníveis, delimitam um corpo central circular a ligeiramente oval alongado transversalmente. Cápsula estreita, 1(7,4)16µm com lados rectos paralelos, côncavos ou levemente convexos, com extremidades divergentes. Sacos iguais a 1/2 círculo, com

inserção proximal não discernível e inserção distal bilateral. Sexina dos sacos infrarreticuladas, de paredes espessas, geralmente dispostas radialmente das zonas de aderência e dos lúmenes com contornos irregulares (Balarino, 2009).

Dimensões: Largura total. 43(56,2)89µm: largura do saco na face distal. 14(25,2)39 µm: comprimento do saco. 20(46,2)87µm.

Amplitude estratigráfica: Pennsylvaniano – triássico (inferior)

Amostras: E23, E26, E28, E33, E37, E41, E47, E49.

Scheuringipollenites medius (Burjack) Dias-Fabrício 1981

Descrição: Grão de pólen bissacado haploxilonoide, contorno subcircular a ligeiramente oval, alongado transversalmente. Corpo central sem margens discerníveis. Cápsula 1(6,2)15 µm, com contornos rectos e paralelos a convexos de extremidades divergentes. Sacos iguais ou ligeiramente inferiores a 1/2 círculo, com inserção distal bilateral. Sexina dos sacos infrarreticulados, com paredes finas e lumens irregulares (Balarino, 2009).

Dimensões: Largura total. 30(41,1)55µm: largura do saco na face distal. 10(6,2)15µm: comprimento do saco. 22(35,2) 45µm.

Amplitude estratigráfica: Pensilvaniano – Cisuraliano

Amostras: E23, E26, E28, E33, E37, E47, E49.

Scheuringipollenites ovatus (Balme y Hennelly) Foster 1975

Descrição: Grão de pólen bissacado, haploxilonoide, de contorno subcircular a ligeiramente oval, alongado longitudinalmente. Corpo central oval longitudinal, de paredes finas, de coloração mais clara que os sacos e bordas, geralmente pouco discerníveis. Cápsula 2(4)6 µm de largura, com lados rectos paralelos ao côncavo, espalhados por todo o comprimento do corpo. Sacos iguais ou ligeiramente menores que meio círculo, com inserção equatorial proximal e inserção distal bilateral, com leve inclinação distal. Sexina dos sacos infrarreticulados, com paredes finas e lúmenes irregulares e pouco discerníveis (Balarino, 2009).

Dimensões: Largura total, 28(42)84µm; corpo central, 15(18,2)35µm de largura e 21(37,5)78 µm de comprimento; largura do sacco na face proximal, 7(9,8)21µm e na face distal, 11(21,4) 37 µm: comprimento do saco. 21(37,5)78µm.

Amplitude estratigráfica: Pérmico - Triásico

Amostras: E23, E26, E28, E31, E33, E39, E41, E42, E47, E49.

infraturma *STRIATITES* Pant 1954

Género *STRIATOPODOCARPITES* Zoricheva y Sedova ex Sedova emend. Hart 1964

Striatopodocarpites fusus (Balme & Hennelly) Potonié, 1958

Descrição: grão de pólen bissacado, diploxilonoide, alongado longitudinalmente. Corpo central circular. Face proximal apresentando sete ténias longitudinais levemente sinuosas. Saccus semicirculares, pouco maiores que o corpo central, cobrindo-o por 2/3 do seu diâmetro (Neregato, 2007).

Dimensões: Largura total. 45(84,5)145 µm: corpo central. 25(43,6)80 µm de largura e 26(44,1)74 µm de comprimento: largura do saco na face proximal. 11(14,7)22 µm e na face distal. 22(36,7)62 µm: comprimento do saco. 33(58,3)97 µm.

Amplitude estratigráfica: Permiano (Asseliano ao Kazaniano)

Amostras: E23, E28, E33, E39, E41, E47, E49.

Striatopodocarpites cancellatus (Balme y Hennelly) Hart 1963

Descrição: Grão de pólen bissacado, estriado, diploxilonoide, com contorno geral oval alongado no sentido transversal. Corpo central circular, de paredes espessas. Camada dividida entre 8 a 10 estrias transversais, completas, com 2 a 5 µm de largura e extremidades arredondadas delimitadas por estrias profundas e estreitas. O contorno equatorial levemente ondulado, dado pela altura das ténias nas laterais. Cápsula 3(11,9)20 µm, rectangular, com lados rectos e sem ornamentação perceptível. Sacos iguais a pouco maiores que 1/2 círculo, com inserção equatorial proximal, inserção distal bilateral e forte inclinação distal. Contorno irregular dos sacos e intexina infrarreticulada, formando um subpontuado levemente disposto. Nas bases dos sacos podem ser observadas algumas dobras radiais resultantes da sua compressão.

Dimensões: Largura total, 40 (70)107 µm; corpo central, 19 (35,5)53 µm de largura e 15(36)59 µm de comprimento; largura do saco na face proximal, 9(15,6)29 µm e na face distal, 20(30,1)47 µm; comprimento do saco, 18 (43,6)63 µm

Amplitude estratigráfica: Pérmico - Triássico (Inferior)

Amostras: E28, E31, E37, E39, E41, E47.

Anteturma **VARIEGERMINANTES** Potonié, 1970

Turma **SACCITES** Erdtmann, 1947

Subturma **DISACCITES** Cookson 1947

Infraturma **DISACCITRILETI** (Leschik) Potonié 1958

Género FALCISPORITES

Espécie-tipo: *Falcisporites stabilis*

Descrição: Pólen bissacado, bilateralmente simétrico; contorno haploxilonoide a muito ligeiramente diploxilonoide. Corpo ligeiramente alongado ou circular; intexina fina, quase imperceptível, cappa exoexina espessa, levemente columelada. Cápsula estreita (25% da largura do corpo); paralelo; estende o comprimento do corpus. Dentro da cápsula, um sulco distal medial longitudinal é muito distinto. Sacos fortemente inclinados distalmente; crescente a semicircular; rígido; com infrarreticulação relativamente grosseira. Sacos ligeiramente maiores ou semelhantes em tamanho ao corpo. Um par de estreito dobras intexinais em forma de meia-lua estão frequentemente presentes nas bases distais do sacco.

Dimensões: Largura total 56 (70) 105 μm ; comprimento total 42 (50) 55 μm ; saco sem aba 20 (22) 35 μm ; saco onlap 15 (22) 30 μm ; largura da cápsula 5 (10) 15 μm ;

Amplitude estratigráfica: Pérmico

Amostras: E26.

Turma **PLICATES** Naumova emend. Potonié 1960

Subturma **COSTATES** Potonié 1970

Infraturma **COSTATI** Jansonius 1962

Género **VITTATINA** Luber ex Wilson 1962 *Weylandites magmus* (Bose y Kar) Backhouse 1991

Descrição: Grão de pólen de contorno subcircular a oval. Corpo central dividido por estrias finas em 12 a 15 ténias transversais, de 3 a 5 μm de largura, paralelas na face proximal, algumas mais curtas e encaixadas entre as maiores. Na face distal eles continuam os mesmos, mas estão localizados longitudinalmente, nos lados longitudinais do grão. Sulco distal médio, pouco visível devido à compressão.

Dimensões: Largura total, 41(45,6)51 μm ; comprimento total, 46-47 μm .

Amplitude estratigráfica: Pérmico (Cisuraliano - Guadalupiano)

Amostras: E47, E49.

Género **Vittatina vittifera** (Luber & Valts) Samoilovich, 1953 in Jansonius, 1962

Descrição: grão de pólen com simetria bilateral, poliplicado, contorno equatorial subcircular. Face proximal apresentando 12-14 ténias.

Dimensões: (2 espécimes): eixo longitudinal = 40-52 μm , eixo transversal = 33-41 μm .

Amplitude estratigráfica: Pérmico (Cisuraliano - Guadalupiano)

Amostra: E23, E31, E41, E49.

Género **CYCADOPITES** Wodehouse 1933

Cycadopites cymbatus (Balme and Hennelly) Segroves 1970

Descrição: Monocolpado (Wodehouse, 1935) Hart, 1965. Contorno elíptico. O sulco pode ser fechado ou aberto, mas em espécimes perfeitamente conservados é provavelmente sempre fechado. O sulco é semelhante à silte e, muitas vezes, o lado oposto sobrepõe-se mutuamente. É ligeiramente mais largo lateralmente do que centralmente. As margens laterais são parabólicas, ou seja, levemente desenhadas para fora. A escultura é granular (Segroves, 1970).

Dimensões: 62,5µm-75µm (Dawit, E.L., 2014). Eixo longitudinal 40 (54) 65µm; eixo transversal 15 (27) 38µm (Segroves, 1970).

Amplitude estratigráfica: Carbonífero (Pennsylvânico) - Pérmico (Cisuraliano)

Amostras: E23, E26, E28, E31, E33, E39, E41, E42, E47, E49.

Cycadopites follicularis Wilson y Webster 1946

Descrição: Grão de pólen monocolpado, de contorno geral oval a afilado, com lados convexos, extremidades pontiagudas. A relação largura/comprimento de 3:2. Colpo estendido e ao longo de todo o corpo, de largura variável, geralmente estreito no centro e extremidades abertas. Exina levigada, geralmente corroída (Balarino, 2009).

Dimensões: diâmetro equatorial 20 (26,9) 34 µm, diâmetro polar 37 (43,3) 55 µm, largura do colpo 3 (7,2) 15 µm.

Amplitude estratigráfica: Carbonífero-Triássico

Amostras: E23, E31, E33, E39, E41, E47, E49.

4.2.2 Esporos

Anteturma **PROXIMEGERMINANTES** Potonié 1970

Turma **TRILETES** Reinsch emend. Dettmann 1963

Subturma **AZONOTRILETES** Lüber emend. Dettmann 1963

Infraturma **LAEVIGATI** Bennie y Kindston emend. Potonié 1956

Género **CALAMOSPORA** Schopf en Schopf, Wilson y Bentall 1944

Calamospora breviradiata Kosanke 1950

Descrição: Esporo radial trilete, de contorno circular a poligonal porque geralmente é dobrado. Margem suave. Lesão simples, com raios curtos e rectos, geralmente estendidos até 1/4 do raio do esporo. Exina levigada fina e com numerosas dobras irregulares e concêntricas, produtos de compressão (Balarino, 2009).

Dimensões: Diâmetro equatorial, 34 (40,4) 48µm; exina, 0,5 (1) 1,5µm; raios da lesura 3 a 10µm.

Amplitude estratigráfica: Carbonífero (Pensilvaniano) – Pérmico (Cisuraliano)

Amostras: E23, E26, E31, E41.

Género **LEIOTRILETES** Naumova emend. Potonié y Kremp 1954

Leiotriletes ulutus Utting 1994

Descrição: Esporo radial trilete, de contorno triangular, lados côncavos a rectos e ápices arredondados. Margem suave. Lesão simples, com raios rectos estendendo-se entre $2/3$ e $3/4$ do raio do esporo. Na face proximal apresenta um espessamento que circunda a lesura. Exina fina, com menos de $1 \mu\text{m}$ de espessura, levigada (Balarino, 2009).

Dimensões: Diâmetro equatorial, 25 (36,3)47 μm , espessura da exina, 0,8-1 μm .

Amplitude estratigráfica: Pérmico (Cisuraliano)

Amostras: E23, E26, E28, E31, E37, E47.

Género **APICULIRETUSISPORA** Streeel, 1964 emend. Streeel, 1967

Apiculiretusispora plicata (Allen, 1965) Streeel, 1967

Descrição: contorno subcircular a subtriangular. Marca trilete distinta e simples. Os raios triletes estendem-se $5/6$ do caminho em direcção ao equador. Na linha do equador, eles divergem em adaptações perfeitas. Onde eles divergem, as extensões são visivelmente recortadas. Curvaturas situam-se dentro do equador de esporos nas áreas radiais, mas estendem-se para encontrar o equador nas áreas inter-radiais. Superfície proximal laevigado. Em alguns espécimes, há um espessamento triangular imperceptível associado à marca de trilete.

Dimensões: 47 (61) 70 μm

Amplitude estratigráfica:

Amostra: E31, E37, E41

Género **MICROBACULATISPORA** Bharadwaj 1962 1965

Microbaculatispora trisina (Balme & Hennely 1956)

Descrição: Âmbito triangular, lados convexos. Trilete; lesura claramente delineada, estendendo-se até à margem equatorial de esporos. Dobras onduladas seguindo os raios tétrades. Face piramidal proximal. Face distal convexa. Exina cerca de $2\mu\text{m}$ de espessura na face distal,

Amostras: E23, E28, E37, E41, E47.

Infraturma **APICULATI** Bennie y Kidston emend. R. Potonié 1956

Género **BREVITRILETES** (Balme y Hennelly) Bharadwaj y Srivastava 1969

Brevitriletes levis (Balme y Hennelly) Bharadwaj y Srivastava 1969

Descrição: Esporo radial trilete, de contorno circular a subcircular, com margem irregular devido à projecção da ornamentação. Lesura simples claramente discernível, com raios estendendo-se até o contorno equatorial, resolvendo-se em curvaturas imperfeitas. Face

proximal laevigada e face distal ornamentada por espinhos de base bulbosa, regularmente distribuídos. Exina de 1 a 2 µm de espessura (Balarino, 2009).

Dimensões: Diâmetro equatorial 24 (30,7) 50 µm: ornamentação, 0,5-3 µm de largura basal e 1-5 µm de altura.

Amplitude estratigráfica: Carbonífero (Pensilvaniano) – Pérmico (Guadalupiano)

Amostras: E28, E37.

Género *VERRUCOSISPORITES* Ibrahim emend. Smith 1971

Verrucosisporites cf. V. chiquiritensis Ottone 1989

Descrição: Esporo radial trilete com contorno subcircular a oval, deformado por compressão, com margem levemente ondulada devido à projecção da ornamentação. Leasura trilete, nem sempre perceptível porque é mascarada pelos elementos da escultura e das dobras.

Ornamentação composta por verrugas equidimensionais, bases baixas, arredondadas, irregulares, densamente dispostas. Alguns cones isolados podem ser observados, de dimensões semelhantes às verrugas. Alguns elementos escultóricos podem ser fundidos formando pequenas cristas compostas de 2 a 3 verrugas. Exina com 1,5µm de espessura (Balarino, 2009).

Dimensões: Diâmetro equatorial, 40µm: ornamentação, 1-2µm de diâmetro basal e até 2 µm de altura.

Amostras: E23, E41.

Género *MICROBACULATISPORA* Bharadwaj 1962 1965

Microbaculatispora trisina (Balme & Hennely 1956)

Descrição: Âmbito triangular, lados convexos. Trilete; lesura claramente delineada, estendendo-se até à margem equatorial de esporos. Dobras onduladas seguindo os raios tétrades. Face piramidal proximal. Face distal convexa. Exina cerca de 2 µm de espessura na face distal, diminuindo em direcção à face proximal. Escultura granular; a grana varia em altura de ≤1 a 1 µm, bem confeccionada, formando um padrão regular em vista superficial, achatando-se em direcção à face proximal, ausente da área de contacto (Glikson-simpson, 2020).

Dimensões: 50-80 µm

Amplitude estratigráfica: Pérmico (Lopingiano)

Amostras: E23, E28, E33, E41, E47.

Turma *MONOLETES* Ibrahim 1933

Supraturma *ACAVATOMONOLETES* Dettmann 1963

Subturma *AZONOMONOLETES* Lubert 1935

Infraturma *LAEVIGATOMONOLETI* Lubert 1935

Género *LAEVIGATOSPORITES* Ibrahim 1933

Laevigatosporites vulgaris (Ibrahim) Ibrahim, 1933

Descrição: esporo monolete, liso, simetria bilateral, contorno equatorial elipsoidal, abertura reta ou curvada, sem lábios, medindo aproximadamente 2/3 do diâmetro equatorial. Exina fina (2-3 μ m).

Dimensões: Diâmetro principal, 46-57 μ m; diâmetro menor, 33-37 μ m: exina. 1-1,5 μ m de espessura, eixo longitudinal = 76-100 μ m, eixo transversal = 48-64 μ m.

Amplitude estratigráfica: Carbonífero (Pensilvaniano) – Pérmico

Amostras: E23, E28, E33, E49.

Laevigatosporites plicatus Kar 1968

Descrição: Esporo bilateral monolete. Esboço longitudinalmente estendido, oval a sub-retangular, com lados maiores rectos, lados menores convexos e ângulos arredondados. Lesão simples, estendida até 5/6 do eixo longitudinal do esporo. Exina fina, com menos de 1 μ m de espessura, laevigada e com numerosas dobras, geralmente paralelas ao eixo maior, produzidas por compressão (Balarino, 2009).

Dimensões: Diâmetro principal, 45 (55,6) 70 μ m; diâmetro menor, 27 (35,5) 50 μ m; espessura da exina, 0,5-1 μ m.

Amplitude estratigráfica: Pérmico (Lopingiano) - Triásico (Inferior)

Amostras: E23, E31, E33, E37, E39, E4

Na tabela 3, é apresentado de forma resumida a classificação sistemática das espécies identificadas e descritas neste projecto, em duas classes principais, esporos e polens. Estes dados por sua vez, permitiram uma análise detalhadas sobre a distribuição espacial das espécies em diferentes lâminas delgadas e em profundidade, tal como descrito a seguir.

Tabela 3. Classificação sistemática dos esporos e polens em diferentes classes

Esporos		Polen					
Triletes	Monolotes	Monossacado	Bissacado não estriado	Bissacado estriado	Colpado	Plicado	Assacado
<i>Calamospora sp</i>	<i>Laevigatosporites plicatus</i>	<i>Plicatipollenites Gondwuanensis</i>	<i>Scheuringipolles nites ovatus</i>	<i>Striatopodocarpites cancellatus</i>	<i>Cycadopites cymbatus</i>	<i>Vittatina Subsacata</i>	<i>Guttulapollenites hannonicus</i>
<i>Apiculatisporis plicata</i>	<i>Laevigatosporites flexus</i>		<i>Scheuringipolles nites maximus</i>	<i>Stratopodocarpites cancellatus</i>	<i>Cycadopites folliculares</i>	<i>Vittatina fasciolata</i>	<i>Circulisporites parvus</i>
<i>Apiculastiporis sp</i>	<i>Laevigatosporites vulcanis</i>		<i>Facisporites</i>	<i>Striatopodocarpites fusus</i>	<i>Marsupipollenites striatus</i>	<i>Vittatina costabilis</i>	<i>Peltacystia</i>
<i>Baculatisporites bharadwajii</i>	<i>Laevigatosporites sp</i>		<i>Scheuringipolles nites medius</i>	<i>Potohaploxypinus goraiensis</i>	<i>Cycadopites glaber</i>		<i>Tetraporina horologia</i>
<i>Calamospora hartunguiana</i>	<i>Cannanoropollis janakii</i>		<i>Hamiapollenites fusiformes</i>	<i>Potohaploxypinus limpidus</i>	<i>Gnetaceapollenites sinuosus</i>		
<i>Cyclogranisporites sp.</i>	<i>Laevigatosporites colliensis</i>		<i>Scheuringipolles nites sp</i>	<i>Hamiapollenites insolitus</i>	<i>Marsupipollenites tiradiatus</i>		
<i>Granulatisporites micronodosus</i>			<i>Platysacaus queenslandi</i>	<i>Potohaploxypinus amplus</i>	<i>Conrulatisporites archangelskyi</i>		
			<i>Alisporites sp plicatus</i>	<i>S. rarus</i>			
<i>Microbaculatisporites sp</i>							
<i>Leiotriletes ulutus</i>							
<i>Calamospora brevidiatra</i>							
<i>Brevitriletes sp</i>							
<i>Verrucosisporites</i>							

4.3. Associação Palinológica

A partir das análises qualitativas e quantitativas efectuadas a partir de lâminas palinológicas, foram identificadas no furo JOG16N-5 cerca 57 géneros e 87 espécies, agrupados em 8 subgrupos principais de polens e esporos. A distribuição percentual das espécies, varia de forma considerável de uma lâmina para a outra, sendo os subgrupos de monoletes, bissacados e colpados, os mais representativos. Os dados E23 – E49, representam informações de lâminas delgadas, e encontram-se organizados em ordem crescente da profundidade do furo, ou seja, do topo para a base do furo.

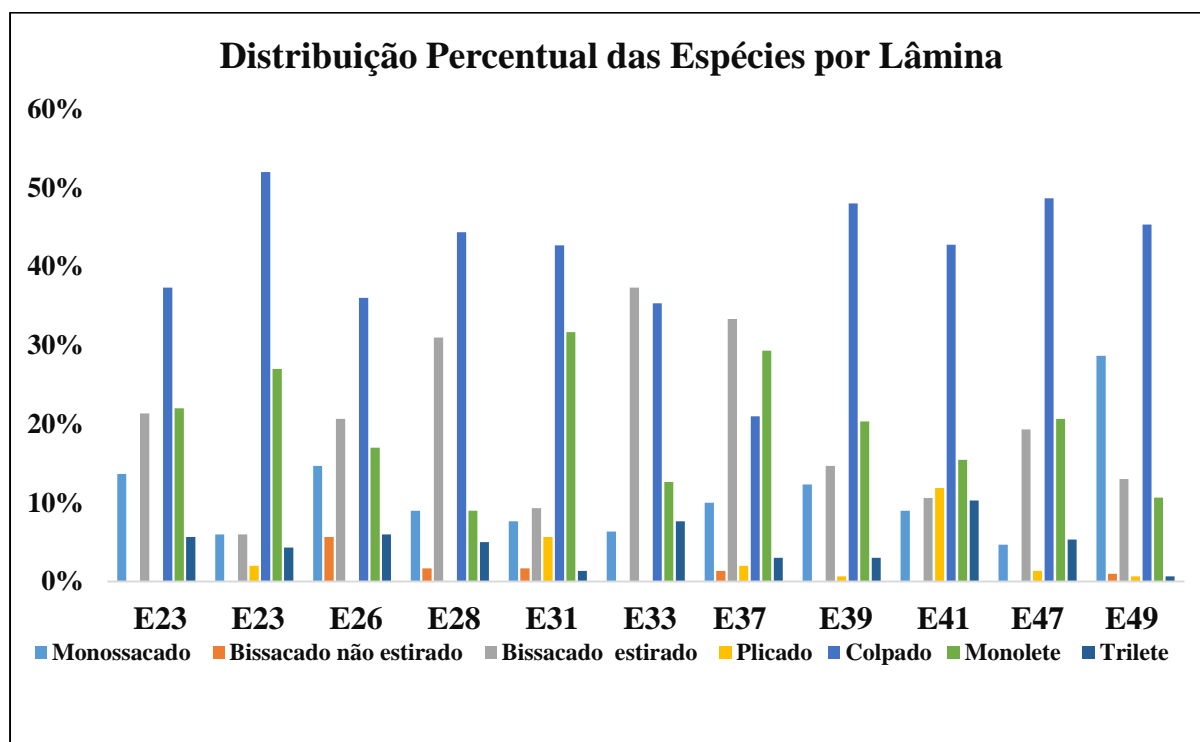


Figura 13. Distribuição percentual das espécies por cada lâmina delgada

Os polens colpados é caracterizado por 9 géneros e 13 espécies. É o subgrupo mais representativo, com variação percentual superior a 50%. O outro grupo mais representativo são os polens bissacados estirados, agrupados em 4 géneros e 11 espécies. A variação percentual deste subgrupo vai até 50% (fig.13). Em termos de abundância, destaca-se nos polens colpados a espécie *Cycadopites cybantus* como a mais abundante e a *Striapodocarpites gondwanenses*, a mais rara. Por outro lado, nos bissacados estirados, as *Scheuringipollenites ovatus* são as mais predominantes, se comparado com a espécie *Staurosaccites cancellatus*.

Os polens monossacados representam cerca de 12 géneros e 14 espécies. Com base na variação percentual e gráfica (figura acima), pode-se compreender que estes distribuem-se de forma

irregular ao longo da profundidade do furo (E23 – E49). São mais representativos na lâmina E49, com cerca de 30%. Deste grupo, destaca-se a *Gnetaceapollenites sinuosus* como a espécie mais abundante e a *Alisporites landianus* a menos comum.

Em termos de variedade de espécies, os monoletes são os mais representativos, sendo caracterizado por 20 géneros e 32 espécies. Apesar da sua representatividade percentual ser pouco significativa (até 30%), são mais frequentes nas lâminas E23, E31 e E37 (fig.13). Neste subgrupo, destacam-se *Cannanoropollis janakii* como os mais abundantes e *Gondisporites vaniganjoensis*, o mais raro.

Os polens bissacados não estirados identificados, foram agrupados em 4 géneros e 5 espécies, e representam um dos subgrupos menos representativos, a semelhança dos polens plicados, com 1 género e 4 espécies e, triletes com 7 géneros e 8 espécies. De acordo com o gráfico (gráfico acima), as variações percentuais destes dois subgrupos representam menos de 10%. Em termos de abundância, destaca-se nos polens bissacados não estirados a *Staurosaccites* sp e *Weylandites magnus*, ao passo que, nos plicados temos a *Vittatina costabilis*. A aparição destes dois subgrupos tem início nas lâminas E23b e E26, seguido do desaparecimento dos polens bissacados não estirados nas lâminas E33, E39, E41 e E47 (fig.13).

No subgrupo e triletes, a espécie de *Leiotriletes* sp é a mais abundante e os *Lopophotriletes*, são os mais raros. Relacionando-se esta distribuição espacial das espécies com a profundidade em termos de subgrupos, observa-se na figura abaixo, várias espécies de polens colpados, são os mais abundantes e encontram-se desde a zona basal (E23), até a zona mais profunda do furo (E49).

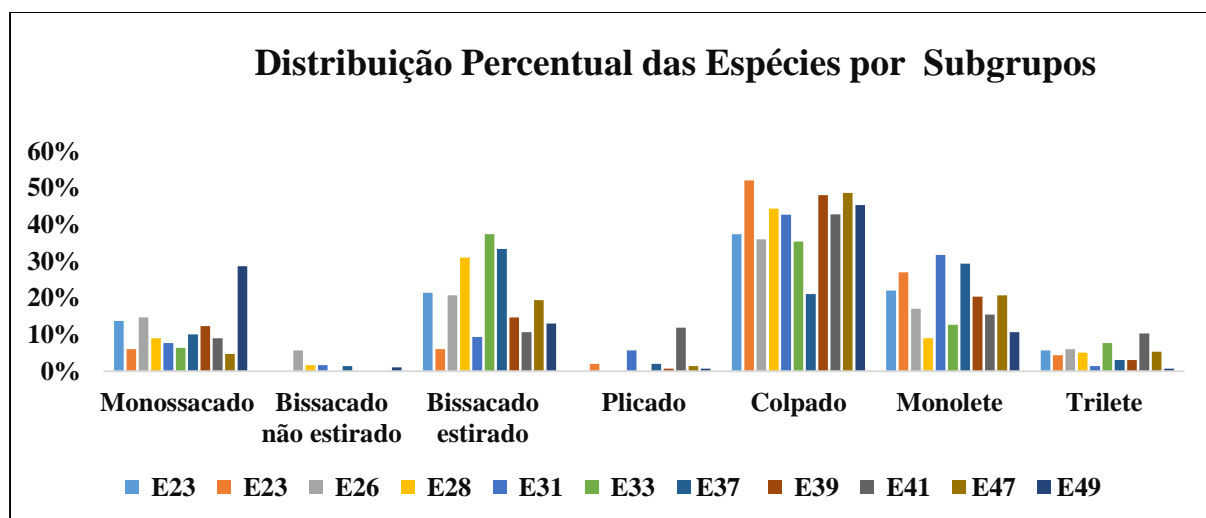


Figura 14. Distribuição percentual das Espécies por subgrupo e a sua variação com profundidade.

Análise da Distribuição Estratigráfica de Microfósseis de Parede Orgânica com Base Em Dados de Um Furo do Graben de Metangula (Niassa)

Em termos numéricos, as amostras positivas apresentaram maior quantidade de palinórfos, tendo atingido o valor de 300 partículas em cada lâmina. As proporções relativas destes grupos supragenéricos do furo JOG16B-5, encontram-se representados de forma gráfica, a seguir.

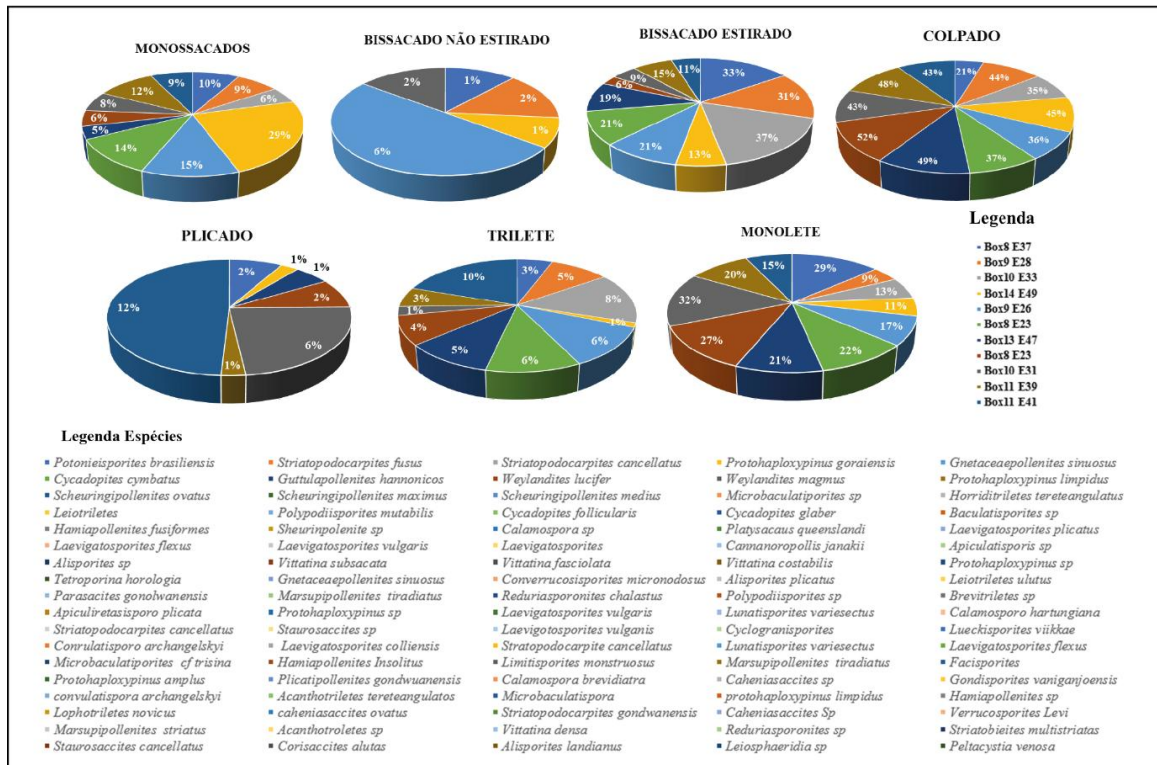


Figura 15. Representação gráfica dos grupos supragenéricos identificados no furo JOG16N-5.

A correlação de dados de abundância relativa dos grupos supragenéricos com a profundidade, permitiu inferir a não distribuição regular das espécies com profundidade, pode estar de alguma forma, influenciada pela variação das litologias em toda a secção do furo, como é demonstrado no log sedimentar a seguir. Nos 210 metros atingidos pelo furo, observa-se uma considerável variabilidade litológica, com maior destaque para os primeiros 80 metros de profundidade.

A partir dos 100 metros, a espessura das camadas sedimentares tende a ser relativamente maior e as litologias variam principalmente de arenitos, para arenitos siltosos e por vezes, com camadas de carvão. Tendo em consideração a (fig.16) que mostra a distribuição espacial dos subgrupos com profundidade, pode-se compreender facilmente que com o aumento da profundidade, os polens bissacados estirados, os colpados e monoletes, vão sendo mais abundantes e representativos, se comparado com os plicados e triletes.

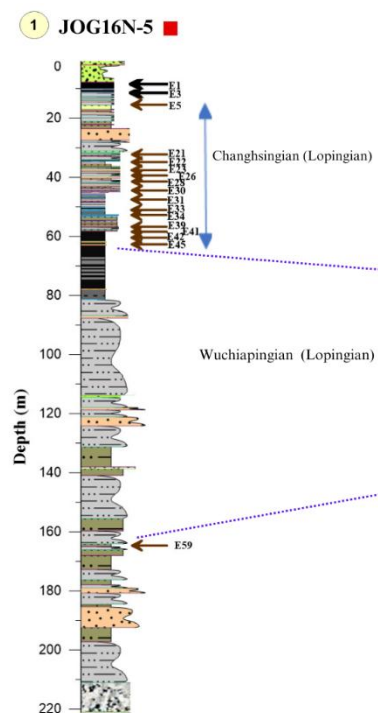


Figura 16. Log sedimentar do furo JOG16N-5, evidenciando a variação da litologia com profundidade.

No gráfico que se segue, é mostrado de forma gráfica as tendências de variação dos diferentes grupos de palinórfos em diferentes unidades litológicas e os picos de abundância relativa de cada espécie. De referir que os Palinórfos indeterminados não foram incluídos nesta análise estatística por amostra, o que contribui para esta distribuição gráfica, apresentada no gráfico abaixo.

No caso dos Palinórfos Indeterminados, dada a informação pouco relevante que se poderia obter, devido à inexistência de descrições destes espécimes na bibliográfica disponível. Na análise global, além destes não foram considerados os Esporos e Pólenes Indeterminados. A ausência de Palinórfos Indeterminados prende-se com as mesmas justificações acima apresentadas. Será também realizada uma apreciação em relação à produtividade das unidades litológicas, de forma a compreender qual das unidades apresenta uma maior quantidade de palinórfos classificados e uma maior qualidade, isto é, quais das unidades apresentam melhor rácio (palinórfos bem preservados / palinórfos degradados).

Análise da Distribuição Estratigráfica de Microfósseis de Parede Orgânica com Base Em Dados de Um Furo do Graben de Metangula (Niassa)

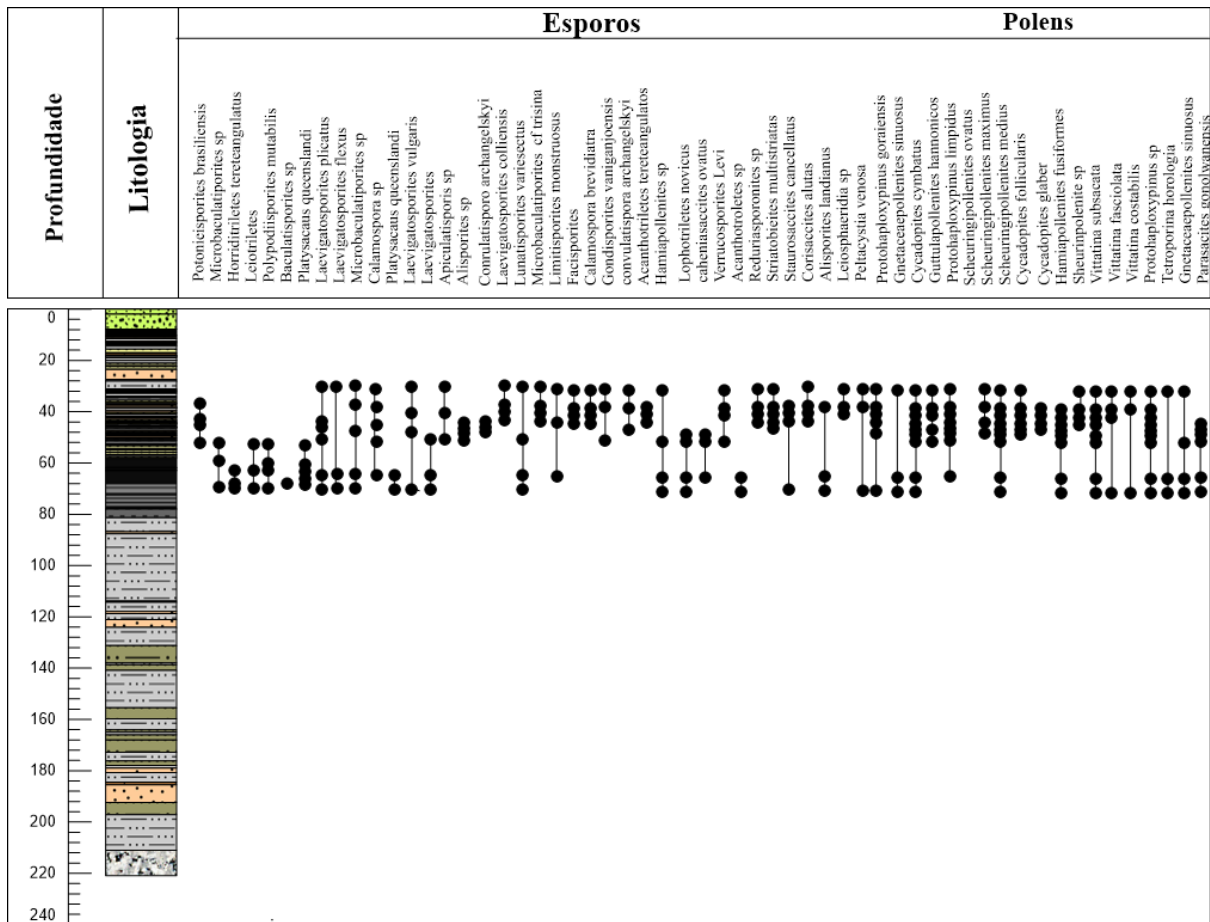


Figura 17. Distribuição dos táxons dos microfósseis de parede orgânica ao longo da secção estratigráfica

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Interpretação Biostratigráfica

O testemunho de sondagem JOG16N-5, foi realizado ao longo da Formação K4 do Graben no Metangula. Esta formação é constituída basicamente por siltitos intercalados por arenitos finos a grosseiros e por vezes, com veios de carvão e xisto carbonoso. Em algumas secções desta formação, observa-se a ocorrência de fósseis de *Glossopteris browniana*, *Glossopteris indica* e uma zona palinológica de vesiscapora datada do Ecca Inferior (Jourdan & Verniers, 1982; Verniers et al., 1989).

Com base nas análises qualitativas e quantitativas realizadas, constatou-se que aproximadamente 78% do conteúdo palinológico do furo JOG16N-5 são esporos, em relação aos polens que representam cerca de 22% de abundância relativa, com maior destaque para polens bissacados não-estirados e estirados. No total, foram identificados neste estudo cerca de

57 géneros e 87 espécies, se comparado com o estudo de Vernier *et al.* (1989), onde se fez a identificação de cinco géneros e uma espécie, ao longo do Graben de Metangula.

Do ponto de vista bioestratigráfico, os resultados obtidos neste estudo, certamente, irão contribuir para um maior entendimento da bioestratigrafia do Graben de Metangula, visto que, fornece maior número de informações sobre a diversidade de palinomorfos continentais existentes nesta região. Com base nestes resultados, este estudo é correlacionável com os estudos de Falcon (1989), Catuneanu *et al.* (2005), Barbolini (2014) e Barbolini *et al.* (2016), dada a proximidade e similaridade das associações palinológicas presentes (tabela 6).

No período Kunguriano, algumas os resultados deste estudo são mais correlacionáveis com os estudos de Nyambe & Utting (1997), Costa (2015) e Barbolini *et al.* (2016), pela ocorrência das espécies *Guttulapollenites hannonicus* e *Striatopodocarpites fusus*. Ao passo que no período Artinskiano, o estudo é correlacionável com Falcon (1989) e Catuneanu *et al.* (2005), com base na aparição de espécies como *Brevitriletes (Apiculatisporis) levis*, *Brevitriletes (Apiculatisporis)* e *Scheuringipollenites ovatus* (tabela 6).

As espécies *Striatopodocarpites cancellatus* e *Protohaploxypinus identificadas no período Artinskiano, permitem que este estudo seja correlacionável com Nyambe & Utting (1997) e Barbolini et al. (2016), datados do período Kinguriano. Por fim, todos os géneros identificados e datados como sendo de idade Asseliano, permitem a correlação desse estudo com De Bock & Verniers, (1984), Verniers et al. (1989) no Antiskiano, e Nyambe & Utting (1997), Barbolini (2014) e Barbolini et al. (2016) no Kunguriano.*

Tabela 5. Distribuição de esporos e polens pelas bacias do Karoo

		Zambia	Pakistan (Salt Range) (Balme, 1979; Hermann et al., 2012)	Zambia (Mid-Zambezi Valley) (Nyambe and Utting, 1997), Barbolini et al., 2016)	India (Raniganj and Panchet Fm.) (India) (Jha et al., 2011, Jha and Aggarwal, 2012)	South Africa (Katberg and Balfour Fm.) (Steiner, 2003, Prevec et al., 2010, Barbolini, 2018.)	Mozambique (Moatize Minjova Basin) (Pereira et al., 2016)	Mozambique (Maniamba Basin) (This study) JOG16N-6 and JOG16N 8 boreholes
Triassic	Olenekian							
	Induan	Common G. hannonicus, Lundbladispora spp., Lunatisporites pellucidus, Densoisporites playfordii, P. crenulate, T. playfordii.	<i>Densoisporites playfordii</i> , <i>Lundbladispora brevicula</i> , <i>L. obsoleta</i> , common, <i>Uvaesporites</i> spp., <i>Lunatisporites pellucidus</i> , <i>L. noviaulensis</i> and <i>G. Hannonicus</i>	<i>Falcisporites stabilis</i> , <i>Platysaccus queenslandii</i> , <i>L. pellucidus</i> , <i>Calamospora</i> sp., <i>Verurucosisporites</i> sp., <i>P. cancellata</i> , <i>Apiculatisporis</i> sp.	<i>Protohaploxypinus</i> spp., <i>Striatopodocarpites</i> spp., <i>Faunipollenites</i> spp., common <i>Osmundacidites</i> sp., <i>Weylandites</i> spp., <i>Hoditriletes</i> spp., <i>P. crenulata</i>	<i>Krauselisporites</i> spp., <i>Lundbladispora</i> spp., <i>Lunatisporites</i> spp., <i>Lunatisporites pellucidus</i> , <i>Tripunatisporites maastrichtiensis</i> and <i>Anatrisporites tenuispinosus</i>	<i>Lunatisporites pellucidus</i> , <i>Indospora clara</i> , <i>Lundbladispora</i> spp., <i>Triquitrites</i> sp., <i>P. microcorpus</i> , <i>P. pantii</i> , <i>G. hannonicus</i>	<i>Platysaccus papilonis</i> , <i>Lunatisporites</i> spp., <i>Verrucosisporites</i> spp., <i>Lundbladispora</i> spp., <i>Krauselisporites</i> sp.
Permian	Changhsingian	<i>Protohaploxypinus</i> spp., <i>Striatopodocarpites</i> spp., <i>Alisporites</i> spp., <i>P. microcorpus</i> , <i>G. hannonicus</i> , <i>Weylandites</i> spp., <i>L. virkkae</i> , <i>Falcisporites</i> spp., <i>Krauselisporites</i> spp and rare <i>L. pellucidus</i>	<i>Alisporites</i> spp., <i>G. hannonicus</i> , <i>Krauselisporites</i> spp., <i>K. wargalensis</i> , <i>Klausipollenites schaubergeri</i> , <i>Lueckisporites</i> spp., <i>Playfordiaspora</i> sp., <i>Protohaploxypinus</i> spp., <i>Striatopodocarpites</i> and <i>W. Lucifer</i>	<i>Protohaploxypinus limpidus</i> , <i>P. goraiensis</i> , <i>Striatopodocarpites</i> spp., <i>G. hannonicus</i> , <i>W. lucifer</i> , <i>Corisaccites alutas</i> , <i>Reticuloidosporites warchianus</i> , <i>Polypodiisporites mutabilis</i>	<i>L. pellucidus</i> , <i>Densoisporites</i> spp., <i>Lundbladispora</i> spp., <i>Verrucosisporites</i> spp., <i>Krausepollenites schaubergerii</i> , <i>Triplexisporites playfordii</i>	<i>Cycadopites cymbatus</i> , <i>Granulatisporites convexus</i> , <i>Marsupipollenites triradiatus</i> , <i>Plicatipollenites gondwanensis</i> , <i>Playfordiaspora crenulata</i> , <i>Protohaploxypinus limpidus</i> and <i>Vittatina fasciolata</i>	<i>Protohaploxypinus</i> spp., <i>Striatopodocarpites</i> spp., <i>Alisporites</i> spp., common <i>G. hannonicus</i>, <i>Weylandites</i>. Key taxa: <i>Corisaccites</i> , <i>Falcisporites</i> , <i>Krauselisporites</i> , <i>Lueckisporites</i> , <i>Osmundacidites</i> .	<i>Protohaploxypinus</i> spp., <i>Striatopodocarpites</i> spp., <i>G. hannonicus</i> , <i>C. alutas</i> , <i>Scheuringipollenites</i> spp., <i>Cycadopites cymbatus</i> , <i>Laevigatosporites</i> spp, <i>Plicatipollenites gondwanensis</i>
	Wuchiapigian							

5.2. Paleobiozonas

Uma breve análise comparativa sobre a ordem de aparição em diferentes profundidades, nível de frequência ou abundância das espécies, permitiu identificar espécies guias, as quais foram utilizadas para definir as biozonas.

Conjunto T1: Este conjunto palinofloral é registrado entre a profundidade de 165–63,27 m. É caracterizado pela dominância de esporos, que são mais bem preservados do que os grãos de pólen. Os táxons de esporos mais abundantes neste conjunto incluem *Laevigatosporites* spp., *Horriditriletes* spp. e *Converusisporites confluens*. Também é observada a rara ocorrência de táxons como *Thymospora* spp. O conjunto é complementado pela rara ocorrência de grãos de pólen bissacados não estriados, como *Scheuringipollentes maximus*, *Scheuringipollenites* spp., *Protohaploxypinus limpidus* e *Protohaploxypinus amplus*. Ocorrências raras de grãos de pólen colpados, como *Weylandites* spp. e *Cycadopites cymbatus*, estão presentes. Espécies estratigraficamente importantes, como *Thymospora pseudo thiessenii* e *Osmundacidites senectus*, ocorrem na assembleia, sendo a primeira abundante, enquanto a última é rara.

Assembléia T2: Esta assembleia palinofloral é marcada a uma profundidade de 60,23 a 53,32 m. É caracterizada por grãos de pólen bissacados, não teniatos e teniatos. Os principais componentes da assembleia incluem *Protohaploxypinus* spp. (por exemplo, *Protohaploxypinus* sp., *Protohaploxypinus limpidus*, *Protohaploxypinus goraiensis* e *Protohaploxypinus amplus*), *Striatopodocarpites* spp. (por exemplo, *Striatopodocarpites cancelatus*, *Striatopodo carpites fusus*, *Striatopodocarpites* sp.) e *Alisporites* spp. Outros táxons registrados incluem grãos de pólen colpados, como *Weylandites lucifer*, *Weylandites* sp. (ocorrência comum) e *Weylandites striatus* (ocorrência rara). *Lunatisporites* sp., *Corisaccites alutas*, *Florinites* sp. e *Cycadopites* sp. Foram raramente observados. Em contraste, *Staurosaccites quadrifidus* ocorre em maior abundância. Esporos são raros nesta assembleia e apenas três táxons foram identificados, incluindo *Cyclogranisporites* spp. e *Laeviga tosporites* spp., além do táxon-chave *Osmundacidites senectus*.

Conjunto T3: Este conjunto palinofloral (profundidade 50–58,37 m) é caracterizado pela dominância de grãos de pólen estriados bissacados sobre os não estriados. Os grãos de pólen estriados bissacados incluem a ocorrência comum e abundante de *Striatopodocarpites fusus*, *Striatopodocarpites cancelatus* e *Striatopodocarpites* sp. Os táxons não estriados bissacados são observados raramente neste conjunto e incluem *Scheuringipollenites maximus*,

Scheuringipollenites medius, *Scheuringipollenites ovatus* e *Alisporites spp.* Outros táxons de pólen incluem *Striomonosaccites spp.*, *Corisaccites spp.*, *Corisaccites alutas* e grãos de pólen coloados, como *Weylandites striatus* e *Weylandites spp.* Os esporos complementam a assembleia, embora em menor quantidade. *Cyclogranisporites* marca sua primeira aparição nesta assembleia. Outros esporos incluem *Calamospora sp.* e *Laevigatosporites sp.* *Osmundacidites senectus* é observado como ocorrência comum na assembleia.

Assemblage T4: Esta assembleia palinofloral é marcada a uma profundidade de 45,2 a 39,9 m. É caracterizada pela dominância de bissacados não estriados e subdominância de bissacados estriados. O Palynotaxa comum inclui *Scheuringipollenites medius*, *Scheuringipollenites ovatus*, *Scheuringipollenites maximus*, *Protohaploxylinus limpidus*, *Prot haploxylinus goraiensis*, *Protohaploxylinus spp.*, e *Striatopodocarpites cancelatus*, *Striatopodocarpites fusus* e *Striatopodocarpites spp.* dominam o conjunto. Outra ocorrência abundante inclui *Guttula pollenites hannonicus*, *Lunatisporites spp.*, *Lueckisporites virkkiae* e *Weylandites Lúçifer*. Ocorrências raras de pólen incluem *Striomonosaccites incrassatus*, *Limitisporites sp.*, *Staurosaccites quadrifidus*, *Corisaccites alutas*, *Vittatina costabilis*, *Vittatina sp.* e *Cycadopites sp.* Esporos são raramente observados aqui, com *Calamospora spp.*, *Cyclogranisporites spp.* E *Lophotriletes spp.*, *Osmundacidites senectus* e *Thymospora pseudo thiessenii* sendo os únicos táxons observados.

Assembléia T5: Esta assembléia palinofloral (profundidade 33,18–15,67m) é caracterizada por uma clara dominância de pólen bissacado não estriado como observado na assembléia anterior (L4); entretanto, a diversidade de pólen bissacado estriado é reduzida aqui. *Lunatisporites spp.*

5.3. Implicações Bioestratigráficas

Segundo Petri *et al.* (1986), as biozonas podem ser definidas com base na amplitude, associação, abundância ou pelo aparecimento, desaparecimento de táxons importantes. Com base no conteúdo paleontológico, as biozonas podem abranger de forma específica, um determinado intervalo estratigráfico. A extensão espacial das biozonas pode ser determinada dependendo das correlações estratigráficas, realizada com o auxílio de fósseis guias. Em termos práticos, levam também em consideração as litofácies, parâmetros geoquímicos entre outros. Os limites entre biozonas são bio-horizontes que geralmente correspondem ao aparecimento ou desaparecimento de táxons

Neste contexto, a Formação K4, foi antes estudado do ponto de vista palinoestratigráfico por Verniers *et al.* (1989) e Traverse (1988), com base nos géneros *Acanthotriletes*, *Apiculatisporis*, *Vesicaspora*, *Protohaploxylinus*, *Densosporites*, *Vittatina*. Todavia, os resultados destes estudos dataram estes sedimentos como pertencentes ao Pérmico inferior e Médio. As espécies mencionadas acima, como os polens e esporos guias do Pérmico Médio, podem ser encontradas ao longo de todo este período.

Em relação aos trabalhos anteriores de Verniers *et al.* (1989), a maior recuperação de palinómorfs e a presença de esporos e poros do Pérmico Inferior a Médio neste estudo, é de considerar que as associações dos *Striatopodocarpites*, *Protohaploxylinus*, *Cycadopites*, *Guttulapollenites*, são correlacionáveis. Com base nestes dados, os sedimentos da Formação K4 interceptados pelo furo JOG16N-5, foram datados do Asseliano ao Kunguriano.

CAPÍTULO VI- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusões e Recomendações

Finda a pesquisa, com objectivo de analisar a distribuição estratigráfica de microfósseis de parede orgânica do furo JOG16N-5, realizado ao longo do Graben de Metangula, foi possível identificar cerca de 57 géneros e 87 espécies de palinomorfos, agrupados em 3 biozonas e 8 subgrupos principais, designadamente: Monossacados, bissacados não-estirados, bissacados estirados, plicados, colpados, monoletes e triletes.

A partir das análises qualitativas e quantitativas realizadas em cerca de 11 lâminas palinológicas, cerca de 78% da abundância relativa das espécies, pertencem a classe de esporos e 22%, a grãos de polens, sendo os polens bissacados não-estriados e estriados os mais frequentes. Ainda com base nesta abundância relativa das espécies, foram definidas diferentes associações de palinológicas presentes no Graben de Metangula, dentre as quais, os monoletes foram identificadas como os mais representativos, sendo caracterizados com cerca de 20 géneros e 32 espécies.

A maior recuperação de associações de palinomorfos neste estudo, permitiu a correlação das associações dos *Striatopodocarpites*, *Protohaploxylinus*, *Cycadopites*, *Guttulapollenites*, com várias outras associações de esporos e polens do Pérmico Inferior a Médio. Adicionalmente, estes dados permitiram datar as sequências sedimentares interceptadas pelo furo JOG16N-5, como sendo do Asseliano ao Kungariano. Uma vez que a Formação K4 já havia sido estudada do ponto de vista palinoestratigráfico por Verniers *et al.* (1989) e Traverse (1988), os dados obtidos neste estudo, é contributo considerável para um melhor entendimento da bioestratigrafia e diversidade em termos de palinomorfos do Graben de Metangula.

Com vista a potencializar este entendimento da Bacia de Maniamba, destaca-se como associações de palinomorfos do Pérmico Inferior (Asseliano) identificadas ao longo do testemunho de sondagem JOG16N-5, *Potonieisporites*, *Vittatina*, *Lueckisporites*, *Densosporites*, *Emphanisporite*, *Lundbladispota*. Por outro lado, foram identificadas neste estudo como associações que marcam a primeira ocorrência do pérmico Médio (Kungariano), espécies *Potonieisporites*, *Protohaploxylinus*, *Klausipollenites*, *Densosporites*, *Lundbladispota*, *Schopfites Striatopodocarpidites*, *Parasaccites*, *Circulina*, *Lundbladispota simplex*, *Dictyotriletes* e *Sulcatisporites*.

*Análise da Distribuição Estratigráfica de Microfósseis de Parede Orgânica com Base Em
Dados de Um Furo do Graben de Metangula (Niassa)*

Esta informação torna-se relevante a medida que permite maior conhecimento da geologia e diversidade de palinórfos no Graben de Metangula, em profundidade, além ajudar a compreender as condições paleoecológicas e paleobiogeográficas das espécies ao longo da bacia de Maniamba. Adicionalmente, estes dados podem ser correlacionáveis aos estudos de potencial gerador de hidrocarbonetos, dada a abundância relativa de palinórfos que vem sendo identificados nesta bacia apresenta.

CAPÍTULO VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. Bibliografia

Antunes, & Melo, R. M. (2001). *Micropaleontologia e estratigrafia de seqüências*. In: Ribeiro,

Armstrong, H.A., Brasier, M.D. (2005). *Microfossils*. 2.Ed. Malden Blackwell Publishing. Londres.

H.J.P.S. (2001). *Estratigrafia de Seqüências, Fundamentos e Aplicações*. Editora. Unisinos.

Balme, B.E (1995). *Fossil in situ spores and pollen grains: an annotated catalogue*. Review of Palaeobotany and Palynology. v.87, p.81-323. Amsterdam.

Barbolini, N. (2013). *Palynostratigraphy of the south african karoo Supergroup and correlations with coeval gondwanan Successions*. University of the Witwatersrand, Johannesburg.

Cerqueda, M. L. A. de. (2014). *Caracterização do conteúdo orgânico e posicionamento palinoestratigráfico de sedimentos eocretáceos na área de Aramari – Bacia do Recôncavo Rio de Janeiro*. Brasil.

Chagas, R., Mendonça Filho, J. G., Mendonça, J., & Menezes, T. (2009). *Caracterização palinofaciológica de uma sucessão sedimentar oligocênica da Formação Tremembé, bacia de Taubaté*. Revista Brasileira de Paleontologia, 12(3), 257–266. <https://doi.org/10.4072/rbp.2009.3.08>

Correia, J. C. P. F. M. (2016). *Palinologia , Palinofácies e Maturação Orgânica dos Sedimentos da Bacia de Moatize – Minjova , Karoo Inferior , Moçambique*. Univerisade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Tese de Mestrado de Engenharia Geológica, 161. <http://hdl.handle.net/10362/21602>

Costa, M. (2015). *Palinoestratigrafia e maturação orgânica do Karoo da Bacia de Moatize-Minjova , Moçambique*. Geonoovas.

Dino, R. (1992). *Palinologia, Bioestratigrafia e paleoecologia da formação Alagamarcretáceo da bacia Potiguar, Noroeste do brasil*. Brasil.

- Ercegovac, M., & Kostić, A. (2006). *Organic facies and palynofacies: Nomenclature, classification and applicability for petroleum source rock evaluation*. International Journal of Coal Geology, 68(1-2 SPEC. ISS.), 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2005.11.009>
- Falcon, R. M. S. (1975). *Palynostratigraphy of the Karoo sequence in the central Sebungwe District, Mid zambesi Basin, Rhodesia*. Palaeontographica Africana, 18, 1–29.
- Galasso, F., Pereira, Z., Fernades, P., Spina, A., & Marques, J. (2019). *First record of PermoTriassic palynomorphs of the N' Condédzi Basin, Moatize-minjova Coal Supergroup, Karoo*. xxx, 1–19.
- Gray, J.; Chaloner, W. G.; Westoll, T. S. (1985). *The Microfossil Record of Early Land Plants: Advances in Understanding of Early Terrestrialization, 1970–1984*.
- Michels, F. H. (2017). *Análise palinoestratigráfica e paleoambiental de Depósitos AptianosAlbianos (Cretáceo Inferior) da Bacia do Espírito Santo, Brasil*. <http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=001058713&loc=2018&l=e02a27c74dbda8>
- Neregato, R. (2007). *Estudo palinológico das formações serra alta, teresina e rio do rasto nos furos de sondagem sp-23-pr e sp-58-pr, centronorte do paraná (permiano, bacia do paraná)*. 107.
- Nhamutole, N., Bamford, M., & Araújo, R. (2021). *New species of Protaxodioxylon (conifer wood) from the Middle Permian of the Metangula Graben (Niassa Province, Mozambique) and their implications*.
- Paulino, F. P., Vasconcelos, L., & Marques, J. (2009). *Estratigrafia do Karoo em Moçambique. Novas Unidades*. X Congresso de Geoquímica Dos Países de Língua Portuguesa.
- Santos, C. F. de O. (1963). *Características morfológicas dos Grãos de Polem das principais Plantas Apícolas*. Anais Da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 20(0), 175–228. <https://doi.org/10.1590/s0071-12761963000100013>
- Souza, P. A. (2000). *Palinobioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Carbonífero/Permiano, na porção nordeste da Bacia do Paraná (SP/PR, Brasil)*. Instituto de Geociências, 197.
- Stephenson, M. H. (2018). *Permian palynostratigraphy: A global overview*. Geological Society Special Publication, 450(1), 321–347. <https://doi.org/10.1144/SP450.2>

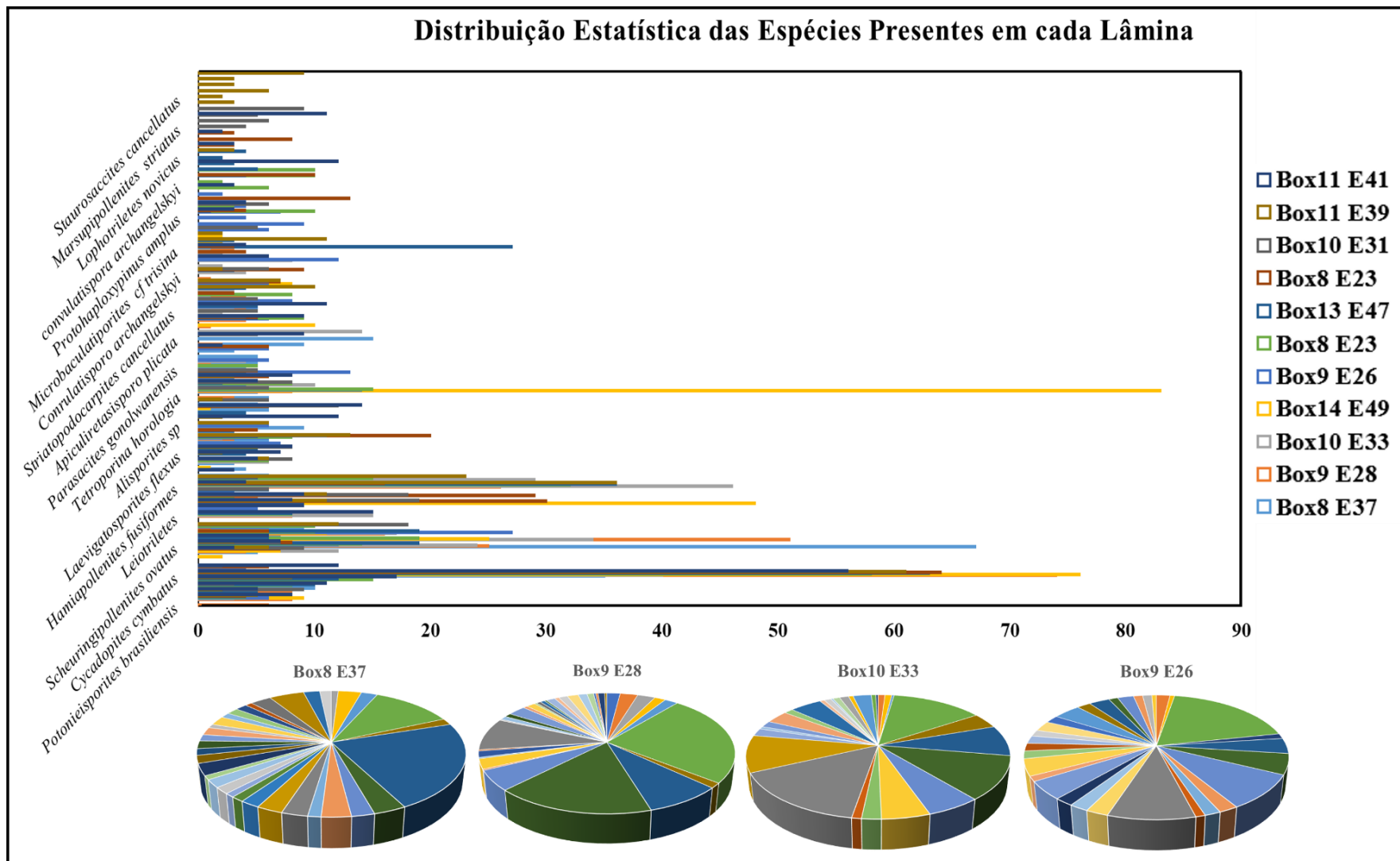
Tyson, R. V. (1987). *The genesis and palynofacies characteristics of marine petroleum source rocks*. Marine Petroleum Source Rocks, 26, 47–67.

Verniers, J., Jourdan, P. P., Paulis, R. V., Frasca-Spada, L., & De Bock, F. R. (1989). *The Karroo Graben of Metangula Northern Mozambique*. Journal of African Earth Sciences. [https://doi.org/10.1016/0899-5362\(89\)90016-X](https://doi.org/10.1016/0899-5362(89)90016-X).

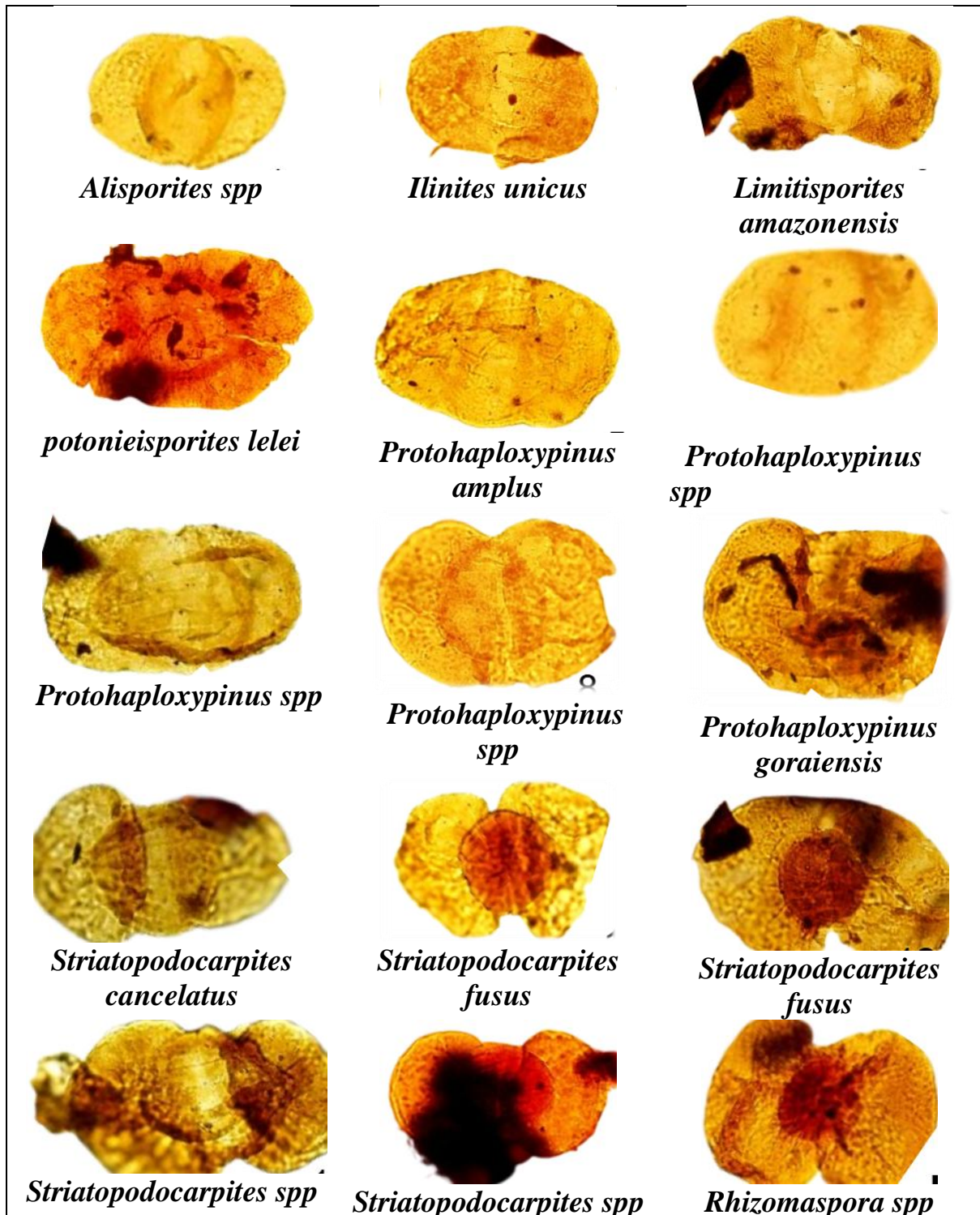
Ybert, J., Carvalho, M., & Scheel-ybert, R. (2012). *Dicionário Temático de Morfologia Esporopolínica*. Museu Nacional - Série Livros 47. January.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Gráfico de espécies presentes em cada lâmina











Lophotriles spp



Leiotriletes spp.,



Cyclogranisporites spp.



Converrucosisporites confluensis



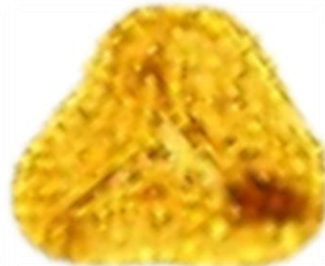
Converrucosisporites spp.,



Granulatisporites austroamericanus



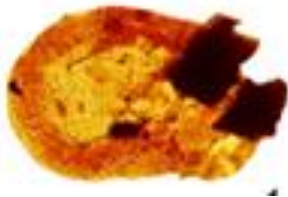
Granulatisporites austroamericanus



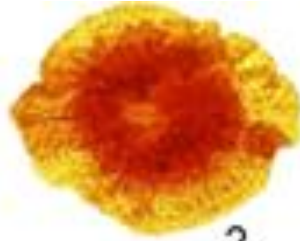
Horriditriletes spp



Horriditriletes tereteangulatus



*Caheniasaccites
flavatus,*



Cannanoropolis mehtae



Corisaccites alutas



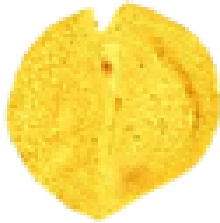
Lueckisporites virkkiae



Lueckisporites virkkiae



Lunatisporites spp



*Scheuringipollenites
maximus*



*Striomonasaccites
incrassatus*



*Striomonasaccites
incrassatus*