



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

**FACULDADE DE LETRAS E CIÊNCIAS SOCIAIS**  
**DEPARTAMENTO DE ARQUEOLOGIA E ANTROPOLOGIA**  
**LICENCIATURA EM ARQUEOLOGIA E GESTÃO DO PATRIMÓNIO**  
**CULTURAL**

*Análise dos Bioindicadores Paleoambientais em Sítios Arqueológicos de Moçambique*

Dissertação apresentada em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para a  
Obtenção do grau de Licenciatura em Arqueologia e Gestão do Património Cultural na  
Universidade Eduardo Mondlane

Discente: Judite Artur Nhanombe

Supervisor: Doutor Mussa Iussufo Muhamad Raja

Maputo, Junho de 2021

*Análise dos Bioindicadores Paleoambientais em Sítios Arqueológicos de Moçambique*

Dissertação apresentada em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para a  
Obtenção do grau de Licenciatura em Arqueologia e Gestão do Património Cultural na  
Universidade Eduardo Mondlane por Judite Artur Nhanombe

**Departamento de arqueologia e antropologia**

Faculdade de Letras e Ciências Sociais

Universidade Eduardo Mondlane

Discente: Judite Artur Nhanombe

Supervisor: Mussa Iusufu Muhamad Raja

Maputo, 2021

O Júri			Data
O Presidente	O Supervisor	O Oponente	____/____/____
_____	_____	_____	

## Índice

DECLARAÇÃO .....	vi
DEDICATÓRIA .....	vii
AGRADECIMENTOS .....	viii
SIGLAS E ABREVIATURAS .....	x
Resumo .....	xi
CAPÍTULO I .....	12
1. Introdução .....	12
1.1. Enquadramento temático .....	12
1.2. Problema de Estudo .....	14
1.3. Justificativa e Relevância de Estudo .....	15
1.4. Objectivos .....	15
1.5. Caracterização geográfica e geomorfológica da area de estudo .....	16
1.5.1. Moçambique.....	16
1.5.2. Sítios da origem das amostras .....	16
1.5.3. Caverna de Ngalue .....	16
1.5.4. Lago Niassa .....	17
1.5.5. O Sitio de Mikuyu .....	17
1.5.6. Lago Nhauhache.....	18
1.5.7. Estação Arqueológica de Chibuene.....	18
1.5.8. Lago Chilau .....	19
1.5.9. Região costeira de Inhambane.....	19
1.5.10. Parque Nacional de Limpopo.....	20
CAPÍTULO II .....	22

ESTADO DE CONHECIMENTO, REVISÃO DE LITERATURA E QUADRO TEÓRICO- CONCEPTUAL .....	22
2. Estado de Conhecimento .....	22
2.1. Revisão de Literatura dos Estudos Paleoambientais Realizados em Moçambique .....	24
2.2. Quadro Teórico .....	25
2.3. Quadro Conceptual .....	26
2.4. Paleoambientes .....	26
2.5. Alterações paleoambientais .....	26
2.6. Bases Indicadoras.....	27
2.7. Holoceno .....	27
2.8. Emergência do Homem Anatomicamente Moderno.....	27
Capitulo III.....	29
MÉTODO E MATERIAL .....	29
3. Revisão bibliográfica.....	29
3.1. Trabalho do Campo.....	29
3.2. Método comparativo .....	30
3.3. Interpretação de dados .....	30
CAPÍTULO IV.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4. Descrição dos bioindicadores paleoambientais em relação aos sítios arqueológicos de Moçambique .....	32
4.1. Indicador biológico: Pólene .....	32
4.2. Indicador biológico: Fitólitos.....	34
4.3. Indicador biológico: Diatomáceas .....	36
5. Integração comparativa dos Bioindicadores aplicados em sítios da região da África Austral	37

5.1. Aplicação do Pólene .....	38
5.2. Aplicação de Fitólitos .....	39
5.3. Aplicação de Diatomáceas .....	40
5.4. Análise comparativa dos bioindicadores quanto a fiabilidade.....	41
Capítulo V.....	43
6. Conclusão .....	43
7. Referencia Bibliográfica.....	44
Apêndice .....	51
8. Apêndice 1 Glossário.....	51
Apêndice 2. <i>Tabela 8.5.2. Descrição de indicadores biológicos, variáveis, evidências, vantagens, desvantagens e métodos.</i> .....	53
Apêndice 3 <i>Tabela 8.5.3. pesquisadores paleoambientais, indicadores paleoambientais e evidências de sítios arqueológicos da África Austral</i> .....	54
Apêndice 4. <i>Tabela 8.5.4. pesquisadores paleoambientais, indicadores paleoambientais e evidências de sítios arqueológicos de Moçambique</i> .....	54

## **DECLARAÇÃO**

Declaro que este trabalho de obtenção de grau de licenciatura é resultado da minha investigação pessoal sob orientações do supervisor e, que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para a obtenção de qualquer grau académico, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente referenciadas ao longo do texto, nas notas e na referência bibliográfica final e tudo o que nele se encontra que não esteja citado, constitui conhecimento próprio adquirido durante os meus estudos.

Judite Nhanombe

---

## **DEDICATÓRIA**

Dedico o presente trabalho a minha mãe Marta Marcolino Sumbane (em memória) e ao meu irmão Artur Sabonete Júnior por nunca terem deixado de confiar em mim ao longo da minha caminhada acadêmica e reunirem incansavelmente todas as condições para o meu progresso educacional.

## **AGRADECIMENTOS**

É chegada a hora de agradecer a todos os indivíduos que estiveram a me apoiar nessa longa caminhada académica, desde o meu ingresso a Universidade até a fase da elaboração do presente trabalho de pesquisa para o grau de Licenciatura. Entretanto, agradeço primeiramente a minha família, especialmente a mãe Marta Marcolino Sumbane (em memória) que incansavelmente sempre pautou pela minha educação e formação académica, o meu muito KHANIMAMBO mamã e, ao meu pai Artur Sabonete e meus irmãos vão os meus agradecimentos pela força e incentivo ao longo da minha caminhada académica.

Vai também a minha dilecção ao meu Supervisor, Doutor Mussa Raja, pela perseverança, prontidão, paciência e incentivo académico ao longo da elaboração do trabalho. Agradeço-lhe também pelo estímulo e gosto pela Geoaqueologia, pois, se hoje escrevi esse trabalho de pesquisa com amor e gosto é graças a ele. Também vai o meu enorme apreço a Dra. Ana Gomes da Universidade do Algarve (ICArEHB) pelos ensinamentos que me proporcionou relacionados ao presente trabalho e também pela paciência incansável ao longo da supervisão do trabalho.

Agradeço igualmente a Dra. Kátia Filipe pelos ensinamentos académicos e diversos, sempre esteve apta a me ouvir sempre que precisasse, uma parte de mim do meu desempenho a académico e como “pessoa” e graças a ela. Os meus agradecimentos também vão ao Prof. Dr. Hilário Madiquida e dr. César Mahumane que sempre estiveram disponíveis e aptos a me ajudar a esclarecer qualquer dúvida que tivesse e disponibilizar o material bibliográfico ao longo da minha formação e na elaboração do presente trabalho.

Agradeço ao corpo docente do Departamento de Arqueologia e Antropologia, em particular aos professores do curso de Arqueologia, a Prof. Dra. Solange Macamo, Dr. Décio Muianga, dr. Celso Simbine, Dr. Omar Madime e ao dr. Varsil Cossa pelo acompanhamento académico que me proporcionaram. Ao Dr. Sérgio Maló, do Departamento de Geografia pela disponibilidade e prontidão no auxílio na elaboração dos mapas do trabalho e a Dra. Milena Carvalho da Universidade do Algarve (ICArEHB) pela ajuda sempre que precisei.

Aos meus colegas do curso que sempre estiveram presentes no meu percurso académico, vai o meu Khanimambo ao Milton Chirindza, Melizória Wiliamo, Lucas Maluvane, Domingos Muchaiabane, Modesto Lidjembe Anlavy Momad, Anifa Jojó, Gerson Guta, Braimo Ussene,

Rassina Farassi, Amélia Macoa, Assia Nito. Agradeço em especial a Aldemira Colaço, Sílvia Mahwai, Esperança Carta pela troca de experiências e por caminharmos de mãos dadas ao longo do nosso percurso, a Clara Mendes pelo companheirismo, carinho e conselhos proporcionados. Avante OMM!

Agradeço de igual forma aos meus primos e sobrinhos Vicente Sumbane, Marcolino Sumbane e Neuzia Mandlate, Ricardo Nhavoto pelo suporte.

Aos meus Amigos Adivon Orlando, Lourenço Laissane e Clernizia Amós pelo apoio incondicional e acreditarem de forma imensurável na minha capacidade de vencer e ser cada vez mais uma pessoa melhor na vida e na academia. Por fim, ao dr. Ermenegildo Coimbra da Universidade Joaquim Chissano e ao meu primo Isac Marengula pelo apoio e assistência no âmbito da elaboração do trabalho.

## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

AD - Anno Domini

BP – Antes do Presente

IPM – Idade da pedra Média

Kya – Mil Anos Atrás

MAE - Ministério de Administração Estatal

CENACARTA - Centro Nacional de Cartografia e teledetecção

DC – Depois de Cristo

AMS – Accelerator Mass Spectrometry

SIRM – Magnetização Isotérmica Remanescente de Saturação

XLSTAT – Statistical Software for Excel

MIS – Marine Isotope Stage

Ma – Milhões de anos

## **Resumo**

O presente trabalho versa sobre o estudo dos bioindicadores em sítios arqueológicos de Moçambique. Este pretende testar a fiabilidade dos indicadores biológicos no estudo das alterações paleoambientais, consequentemente, pôs-se em questão a identificação e descrição dos indicadores biológicos credíveis e empregues nos trabalhos paleoambientais em sítios arqueológicos de Moçambique e em restantes países da África Austral durante a época do Holocénico.

Para testar a fiabilidade dos bioindicadores paleoambientais fora usado o método da meta-análise, que colmatou com a distinção dos tipos de indicadores biológicos e as respectivas variáveis indicadoras, como forma de compreender o ambiente deposicional dos indicadores paleoambientais. A partir da análise comparativa dos indicadores paleoambientais usados na África Austral foi verificado o indicador credível para estudar os diversos eventos paleoambientais que afectam os ambientes aquáticos e terrestres ao longo do Holocénico e, a importância da combinação dos mesmos para obtenção dos resultados aprimorados.

# CAPÍTULO I

## 1. Introdução

No presente capítulo far-se-á menção aos subtítulos que aqui serão abordados. A ser tomado em conta, o enquadramento temático, problemática e relevância de estudo, objectivos do trabalho e a caracterização da área de estudo.

### 1.1. Enquadramento temático

O presente trabalho aborda questões relacionadas com os estudos de indicadores paleoambientais em sítios arqueológicos de Moçambique. O qual incidirá no estudo de bioindicadores empregues no estudo das alterações paleoambientais no Holocénico.

Importa referir que as alterações paleoambientais são mudanças da paisagem, em função, por exemplo, alterações do clima de um determinado espaço geográfico que ocorrem ao longo do tempo. Alterações paleoambientais podem causar mudanças nas características do ecossistema e alterar a vegetação local, sobretudo no crescimento e desaparecimento das espécies (Marcon *et al.* 2018:37).

As alterações paleoambientais podem ser impulsionadas pelos factores antrópicos (uso e aproveitamento da terra) e naturais (alterações climáticas). Porém, as alterações climáticas são causadas pelas mudanças da composição atmosférica devido as acções humanas e vulcânicas (processos estocásticos) e os processos cíclicos (ciclos de Milankovitch) (Sivakumaran 2015:2; Lowe e Walker, 1997:27).

Entretanto, os estudos das alterações climáticas poder ser realizados na base de diversos indicadores paleoambientais a exemplo disso são indicadores geoquímicos, biológicos e sedimentológicos. No entanto, o presente trabalho é baseado no estudo dos indicadores biológicos que são formados em microorganismos unicelulares (Diatomaceas) e em diferentes tipos de plantas (Fitólitos e pólene) capazes de nos inferir acerca das alterações climáticas e ambiente antigo de um determinado sítio que se pretende estudar.

O presente trabalho é composto por cinco (5) capítulos a saber: o *Primeiro Capítulo* apresenta o enquadramento temático, que é composto pela introdução, problemática de estudo, justificativa e relevância de estudo, objectivos e finalmente a caracterização da área de estudo.

O *Segundo Capítulo* é referente ao estado de conhecimento das bases metodológicas e teóricas para o estudo dos paleoambientes, que versa sobre os primeiros trabalhos realizados usando diversos tipos de indicadores. Também é apresentada a revisão de literatura que são abordados os trabalhos arqueológicos realizados em Moçambique e, finalmente o quadro teórico-conceptual que é referente a teoria e conceitos-chave que se empregam no trabalho.

No *Terceiro Capítulo* estão patentes os métodos e o tipo material utilizados para a materialização do trabalho, que é composto pelo trabalho de desktop (revisão de literatura que foi obtida em diversas instituições e meios cibernéticos) referente a presente temática e o trabalho do campo e consequentemente a análise e interpretação do material usado.

*Quarto Capítulo* aborda os resultados e discussão da análise interpretativa dos indicadores biológicos fiáveis para o estudo dos paleoambientes. Para melhor apresentação dos resultados e discussão foi feita a identificação e descrição dos indicadores paleoambientais e os respectivos sítios arqueológicos que foram aplicados, identificação do indicador fiável no estudo dos paleoambientes.

No que diz respeito ao *Quinto Capítulo* refere-se as conclusões obtidas e as considerações finais do trabalho.

## 1.2.Problema de Estudo

As mudanças climáticas durante o quaternário levaram a várias transformações na fauna e flora em África e em todos os continentes no geral. Esse evento de transformações veio a se reflectir na paisagem, no avanço e recuo do nível do mar e conseqüentemente influenciou na evolução humana.

Os trabalhos de Meneses (1999:197) confirmam que entre 25-15 Kya, no período quaternário, na África Austral houve algumas transformações na flora, onde as florestas tropicais foram substituídas por savanas, florestas equatoriais e bosques, e que ocuparam a maior parte da região e do continente africano, que de certa forma revela a grande influência que o clima teve na transformação da esfera terrestre e nos seus constituintes baixando a temperatura até 6-9° C.

Tal como Ekblom (2008:1255) através dos seus estudos na região Sul de Moçambique afirma que nos anos de 1600, 1400 e 1100 foram períodos secos, e entre 1100 e 700 anos atrás predominava um clima quente e húmido.

Face ao exposto acima e tendo em consideração que em Moçambique há poucos estudos integrados sobre as alterações paleoambientais verifica-se a necessidade de conjugar esforços para compreender um conjunto de indicadores associados às alterações ambientais e climáticas que se manifestaram nesse espaço geográfico, baseando-se em metodologias e teorias diversas. É neste sentido que surge a seguinte questão: *De que maneira os indicadores biológicos podem auxiliar no estudo dos paleoambientes em diversos sítios arqueológicos de Moçambique?*

### **1.3. Justificativa e Relevância de Estudo**

A escolha do presente tema emerge da necessidade de perceber as várias transformações que houvera em Moçambique, no que se refere as mudanças ambientais e climáticas, tendo em consideração o levantamento sistemático dos sítios arqueológicos e a análise interpretativa da bibliografia referente aos bioindicadores que auxiliam no estudo dos paleoambientes para a compreensão das mudanças ambientais e climáticas.

Por outro lado, as interacções académicas relacionadas com os paleoambientes com o Dr. Mussa Raja influenciaram positivamente para a escolha da presente temática e, veio a efectivar-se na palestra que sucedeu no campus universitário em 2019, presidida pela Dra. Ana Gomes coordenadora do projecto *InMoz - Quaternary environmental changes in Inhambane, Southeastern Mozambique, and their role in human evolution*.

### **1.4. Objectivos**

Para a materialização do presente trabalho foram definidos os objectivos geral e específicos:

#### **Geral:**

Analisar os bioindicadores fiáveis para a reconstituição dos paleoambientes em sítios arqueológicos de Moçambique durante o Holocénico. O estudo será baseado na revisão bibliográfica.

#### **Objectivos específicos**

- Identificar os sítios arqueológicos que foram empregues os bioindicadores em Moçambique durante o Holocénico;
- Descrever os indicadores biológicos credíveis para o estudo das alterações paleoambientais durante o Holocénico em Moçambique e os restantes países da África Austral;
- Descrever as variáveis dos indicadores paleoambientais Biológicos;
- Identificar o indicador biológico credível para o estudo das alterações paleoambientais durante o Holocénico em Moçambique.

## **1.5. Caracterização geográfica e geomorfológica da área de estudo**

### **1.5.1. Moçambique**

Moçambique localiza-se a sudeste do continente africano. Sendo limitado a leste pelo oceano indico, a norte por Tanzânia, a noroeste pelo Malawi e Zâmbia. Faz limites fronteiriços a oeste com Zimbabwe, África do Sul e Swazilândia e a sul com África do Sul (Cumbe 2007:6). Com as seguintes coordenadas geográficas 10° 27' S e 26° 52' S latitudes e 30° 12' E e 40° 51' E longitudes (Muchangos 1999).

Quanto ao clima é tropical seco, que se manifesta pelas diferenças regionais e locais entre a costa e o interior. Com uma temperatura média anual superior a 20° C, excepto nas zonas montanhosas que a temperatura inferior é de 16° C na estação mais fria condiciona a ocorrência de clima latitudinal (Muchangos 1999:37)

Os sedimentos do quaternário são caracterizados por materiais ferruginosos e aluminosos como solos vermelhos, seixos de arenito conglomerados, argilosos e dentre outros. Cobertos por uma vegetação diversificada de hidrófilas, mesófilas, xerófilas de floresta e de savana arbórea e arbustiva (Muchangos 1999:80; Burrows *et al.* 2018).

### **1.5.2. Sítios da origem das amostras**

#### **1.5.3. Caverna de Ngalue**

A caverna de Ngalue formada em rochas carbonáticas do Proterozoico, encontra-se localizada ao longo do vale do Rift. Com as seguintes coordenadas geográficas 12° 51.517' S, 35° 11.902' E (Mercader *et al.* 2009:1680).

O maciço da caverna é cercado pela montanha de Geci ao Norte, Moombela a Sul, Chipilua a leste e Dilombe a oeste. Essas faixas representam algumas elevações mais altas em Moçambique e são compostos por ganodiorito, granossenito e granitos formados Neoproterozoico que determinam uma elevada variabilidade de calcário, dolomite e mármore.

#### 1.5.4. Lago Niassa

Está localizado na escarpa oriental do Rift Vale, na província de Niassa, com 40° 12" S e 50° 34" E. É caracterizada por uma precipitação unimodal, uma estação chuvosa de Janeiro e Maio, seguida por uma estação seca severa de Junho e Dezembro. A precipitação média anual de 700 mm nas terras altas e 1400 mm nas terras baixas (Gama 1900:31-33). Os solos nas planícies são rasos e neutros com uma textura de areia silte e nos planaltos os solos são argilosos profundos e óxidos com pH alcalino à ácida.

Essa região é dominada por bosques de miombo, dominado por árvores *Fabaceae* formando um dossel descontínuo com arbustos subjacentes, juncos e gramíneas heliófitas (Campbell 1996).

#### 1.5.5. O Sítio de Mikuyu

O sítio arqueológico de Mikuyu, localiza-se na vila de Metangula entre as coordenadas 12° 43.444' S e 34°49.505' E. Este sítio, corresponde uma área ao ar livre, situada na margem do Rift do Niassa, e conseqüentemente se integra nas regiões do Vale do Rift que parte da África Oriental até às margens do Zambeze na Província de Sofala, o Rift do Urema (Mercader *et al.* 2009:287).

O local apresenta uma abundância de quartzo na plataforma plana, o que condiciona a ocupação humana ao longo do sítio. Nas planícies os solos vermelhos são rasos, neutros e apresentam textura de areia silte e nas montanhas os solos argilosos avermelhados tem pH alcalino e são profundos e ácidos (Mercader *et al.* 2009:287).

Mikuyu consiste em duas zonas climáticas e de vegetação diferentes em uma transição planícies e montanhas. Onde nas planícies a precipitação anual varia de 600-800 mm e 1400 mm nas áreas montanhosas (Gama 1990).

No que tange a vegetação, Mikuyu é predominada por uma floresta arbórea, com plantas características de *Acacia*, *Adansonia digitata* (planícies), *Albizia*, *Annona Brachystegia*, *Combretum*, *Cordyla*, *Isoberlinia*, *Kirkia*, *Lonchocarpus*, *Markhamia*, *Pseudolachnostylis*, *Pterocarpus*, *Securidaca*, *Sterculia*, *Terminalia*, *Treculia* e *Uapaca* (planaltos) (Ribeiro 2005).

### 1.5.6. Lago Nhauhache

O lago localiza-se a cerca de 3 km do noroeste da vila de Vilankulos, com 21° 58' 50" S e 35° 17' 39" E (Holmgrenetal.2012:312). O lago apresenta formações pleistocénicas. As formações de dunas compostas na costa formam um aquífero independente do interior e é principalmente alimentado por quedas de água (Ekblom 2004). Provavelmente estiveram activas durante o período que o nível do mar baixou no Último Máximo Glacial. Os solos dominantes são arenosos com um elevado teor de argila nas partes inferiores da estratigrafia (franzle 1984).

O lago apresenta uma temperatura de 27° C no verão e 19° C no inverno há uma precipitação média anual de 832 mm. A vegetação é dominada por floresta de savana ou bioma de floresta de miombo com espécies dominantes como *Brachystegia spiciformise Julbernadia globiflora* (Wild e Fernandes 1968). Ao longo do lago são encontrados arbustos litorâneas como *Commiphora zanzibarica*, *Phyllanthus reticulate*, *Turraea nilótica*, *Grewia monticola*, *Deinbollia oblongifolia*, *Clerodendrum glabrum*, *acalypha glabrata* e *cocculus hirta* (Ekblom 2004).

### 1.5.7. Estação Arqueológica de Chibuene

A estação arqueológica de Chibuene localiza-se na planície costeira da região Sul de Moçambique, há 7 km ao sul da vila de Vilankulos (Ekblom 2008:1248). Os lagos Nhaucati e Xiroche estão situados 1,5 e 2,5 km a oeste do mar. Os lagos são alimentados por aquíferos subterrâneos (Coetsee e hartley 2001).

O sistema de dunas da planície costeira apresenta solos fracos, com baixo conteúdo orgânico e intemperismo moderado. Estes solos são caracterizados por uma floresta de miombos com abundância de *Brachystegia spiciformise Julbernadia globiflora* (Wild e Fernandes 1968). Na área de Chibuene a vegetação é de pastagens abertas com *Eragrostis ciliaris*, *Panicum maximum*, *Cyperus ssp*, *Cenchrusincertus*, *Julbernadia globiflora* e *Digitaria ssp* (Ekblom 2008:1248). Quanto aos lagos reflectem uma vegetação local, embora o lago Nhaucati apresente uma maior influência regional em relação ao lago Xiroche (Coetsee e hartley 2001).

### **1.5.8. Lago Chilau**

O lago Chilau localiza-se na região Sul de Moçambique, especificamente no interior da Maxixe, na província de Inhambane, na drenagem superior do rio Inhaliave. Com as seguintes coordenadas 23°57'52" S e 34°56'55" E (Norstrom *et al.* 2017:2).

A região apresenta um clima tropical e subtropical, com temperaturas médias anuais de 30,6° C e 22,7° C em Janeiro e 25° C e 15,7° C em Agosto e uma precipitação anual de 980 mm. No que diz respeito a vegetação é caracterizada por manchas de florestas de miombos com pequenas árvores e arbustos de baixa dimensão com sub-bosques. A vegetação de miombo é constituída como um ecossistema de florestas de savana, com uma baixa diversidade arbórea denominada por espécies de *Brachystegia* e por vezes por *Julbernardia* (wild e fernandes 1968; Bloeshc e Mbago 2006; Frost 1996).

Ao redor do lago contém sistemas de dunas paralelas, sucessivamente formadas como dunas costeiras ao longo da costa. Entre as dunas, processos fluviais e eólicos passados e actuais formam depressões nos depósitos aluviais constituídos por argila arenosa, silte, areia e cascalho. Os alicerces da área consistem em brechas calcárias e arenitos ricos em feldspatos (Marques *et al.* 2005).

### **1.5.9. Região costeira de Inhambane**

A província de Inhambane localiza-se na região sul de Moçambique. Tem limites ao norte com o rio Save, província de Manica e Sofala, ao Oeste a província de Gaza e a Leste o Oceano Índico (MAE 2005:2). Com as seguintes coordenadas geográficas: 23° 54'00"S e 35°24'06"E.

No que concerne a geologia da área costeira, é composta por formações quaternárias com sistemas de dunas internas formadas no pleistoceno e sistemas de dunas-barreira do Pleistoceno à Holocénico que resultaram das alterações do nível médio do mar associados a disponibilidade de sedimentos e ao intenso transporte eólico (Gomes *et al.* 2019; Rebelo *et al.* 2012). Os solos das dunas internas são compostos por óxido de ferro excepto ao redor dos lagos, devido a lixiviação do óxido de ferro e as dunas externas são de solos brancos (Gomes *et al.* 2019).

O tipo de vegetação que predomina nesta região é arbustiva na área costeira, com predominância de algumas zonas de mangais ocupando áreas intermarés de estuários e baías protegidas e em direcção ao interior os solos são representados por coqueiros, árvores de frutos e terrenos agrícolas (Gomes *et al.* 2019).

#### **1.5.10. Parque Nacional de Limpopo**

O parque tem limites fronteiriços com o Kruger National Park a oeste e é delimitado pelo rio Limpopo a norte e leste a confluência do rio dos Elefantes. Representado por um clima semi-árido e seco, com temperaturas médias anuais de 30° C e precipitações de 600 mm, com uma evapotranspiração geralmente superior à 1500 mm. Estas condições são causadas pelas irregularidades da quantidade de precipitação ao longo da estação chuvosa e por conseguinte a ocorrência de frequentes períodos secos durante o período de crescimento das culturas (Muchangos 1999).

O Parque de Limpopo é caracterizado por depósitos do pleistoceno inferior (planícies) e depósitos aluviais que originam do fundo dos vales, caracterizadas por terraços baixos, suaves e ondulados com vastas inundações ao longo do rio Limpopo (Bondyrev 1983 e Brito *et al.* 2009). Os solos que caracterizam essa região são os arenosos denominados Mananga que predominam em áreas relativamente elevadas e os solos argilosos que estão ligados aos sistemas de drenagem dos rios (Brito *et al.* 2009).

Geologicamente é caracterizada por depósitos de Cretáceo e do Quaternário associados as acções dos rios Elefantes e Limpopo respectivamente. As principais rochas sedimentares são compostas por areais vermelhas, conglomerados, cascalhos, calcário e arenito com uma formação geológica contemporânea a Paleoceno e Eoceno (Carvalho 1975).

De acordo com Brito *et al.* (2009:8), as condições de seca que predominam na bacia do Limpopo favorecem o desenvolvimento de savana e ecossistemas secos. As chuvas que ocorrem no período influenciam no surgimento e formação de herbáceas proporcionando áreas de pastagem. Onde se destaca a savana seca de caducifólias arbóreas (*Colophospermum mopane* e *Boscia ssp. e*

*Acacia ssp.*) e vegetação ribeirinha ou florestas de galeria com *Ficus Syracuse*, *Trichilia emética* entre outras.

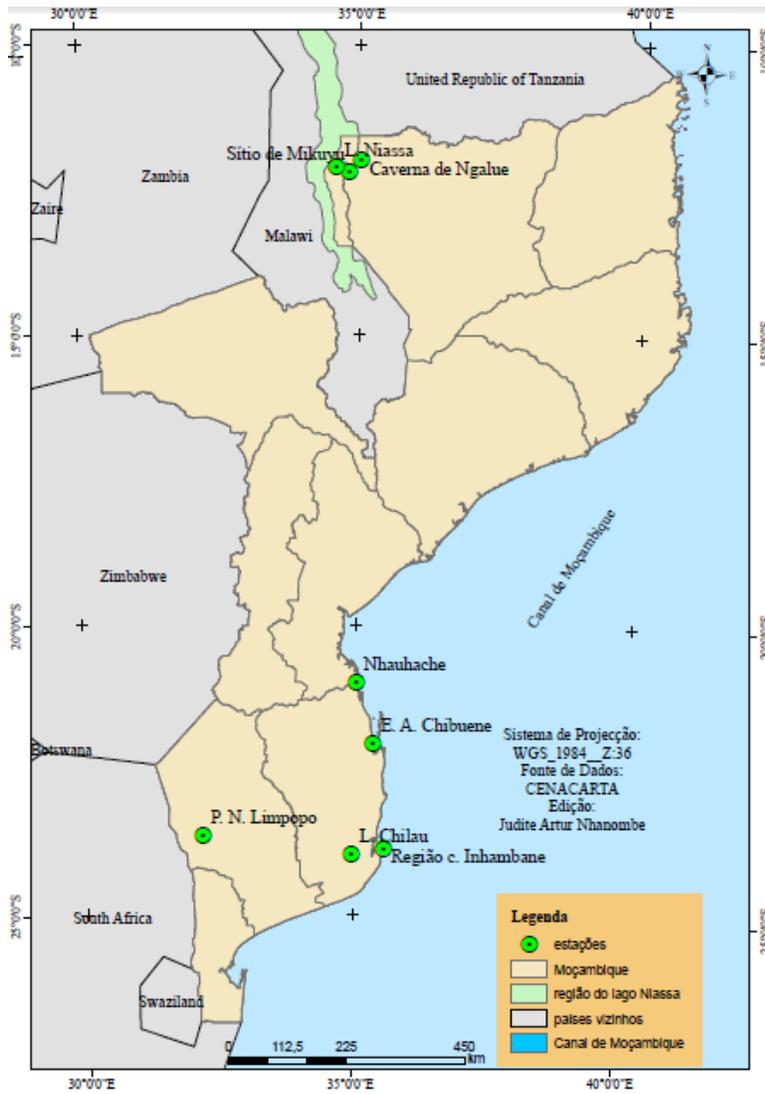


Figura 1.1. mapa de localização geográfica dos sítios arqueológicos e de origem das amostras em Moçambique.

## CAPÍTULO II

### ESTADO DE CONHECIMENTO, REVISÃO DE LITERATURA E QUADRO TEÓRICO-CONCEPTUAL

No presente capítulo pretende-se mencionar uma das primeiras pesquisas arqueológicas realizadas no mundo e em Moçambique relativas a presente temática, tem-se em consideração o estado de conhecimento sobre as bases para o estudo das alterações paleoambientais, a revisão de literatura e o quadro teórico-conceptual.

#### 2. Estado de Conhecimento

Os primeiros estudos sobre os paleoambientes foram realizados entre os anos de 1964 e 1971 que culminaram com a publicação da obra intitulada “*Environment and Archaeology*”, feita pelo Karl Butzer (Gilbert 2017).

O pesquisador Struve realizou os primeiros estudos efetuados com a análise de fitólitos em meados do século XX, que consistia em compreender a formação dos fitólitos em plantas. Consequentemente, mais tarde os arqueobotânicos Twiss (1969) e Rovner (1971) exploraram a análise de fitólitos no que diz respeito a classificação morfológica dos mesmos para a reconstituição dos paleoambientes (Piperno 2006).

Os estudos geoquímicos e isotópicos de Lent *et al.* (1995) realizados no lago de Devils, evidenciaram que os acontecimentos ligados ao aumento do nível do mar estavam interrelacionados com aumento da matéria-prima nos lagos (Saia 2006). Posteriormente, Imbride e Kipp (1971) fizeram os primeiros estudos sobre reconstituições paleoambientais quantitativas a partir de uma colecção de diversas espécies fossilizadas, que basearam-se especificamente em espécies de foraminíferos em ambientes marinhos, inferindo a temperatura e salinidade da superfície do mar no Pleistoceno em África. No entanto, Delorme (1971) apresentou simultaneamente o primeiro modelo interpretativo para inferir os valores absolutos ligados aos ambientes através de conjunto de Ostracodes fosseis não marinhos obtidos de arquivos de sedimentos continentais (Viehberg e Joanes 2012).

Em 1989, Delorme desenvolveu a teoria da fauna para quantificar as mudanças físicas, químicas e climáticas ao longo do tempo, trazendo uma revolução na precisão do estudo dos paleoambientes e na avaliação de paleoclima e, mais tarde desenvolveu-se para outros grupos de

indicadores paleoambientais relevantes, como as diatomáceas (Askin e Jacobson 2003). Contudo, através dos dados de foraminíferos, braquiopodes, Doyle (1996) pôs em prática o princípio de uniformitarismo, defendido por James Hutton (1726-1797) e posteriormente desenvolvida por Charles Lyle (1797-1875) para interpretar as rochas formadas em paleoambientes diversificados e, identificar os ambientes e condições de sedimentação do passado através das estruturas que formam-se em ambientes do presente (Magalhães 2016:21).

Nas últimas décadas Passenda *et al.* (2001 e 2010) desenvolveram diversos estudos utilizando os isótopos estáveis do carbono da matéria orgânica dos solos, com o intuito de analisar a dinâmica da vegetação e relacionar com possíveis alterações paleoclimáticas (Dos Santos 2013:29). Ainda na mesma década, foram realizados estudos relacionados com a complexidade comportamental do *Homo erectus* entre 3-1 Ma em Gona (Etiópia), com base nas análises ecomorfológicas e de isótopos estáveis como forma de inferir sobre o uso da paleopaisagem e a interação com os mamíferos para analisar se a mudança do ambiente influenciou no tipo e evolução dos instrumentos líticos por eles utilizados (Leiss, 2018).

Na década de 1990, Lagerheim e Von Post fizeram estudos de análises palinológicas para explicar que as massas terrestres de uma latitude média suportam uma vegetação de temperada quente a subtropical durante grande parte do período terciário inicial, enquanto as floras temperadas frias floresceram em latitudes polares próximas (Askin & Jacobson, 2003). Todavia Cruz (2003), através de dados de espeleotemas da América do Sul, obteve evidências de aumento da temperatura a partir de 18.000 Bp, e a estabilização do clima a partir de 8,000 anos, sendo possível averiguar que nos anos 6,000 e 5, 000 foram caracterizados pelas variações a partir de método  $\delta^{18}\text{O}$  que foi associado a um aumento da humidade nestes milénios (Saia 2006:20).

## 2.1. Revisão de Literatura

As primeiras pesquisas realizadas com os paleoambientes foram levadas a cabo pelo Loreno Barradas (1963), usando indicadores sedimentológicos ao longo dos terraços antigos da margem direita do rio dos Elefantes relacionados com alterações climáticas, ambientais, pedológicos e artefactos líticos (Barradas 1963:151). Enquanto Carvalho (1975) com base ao mesmo tipo de indicador utilizado pelo Barradas, estabeleceu sucessão climática que prevaleceu durante a formação dos terraços do quaternário que dá destaque a migração dos grupos pré-históricos para locais que há predominância da fauna e flora.

Posteriormente, Octávio De Oliveira (1968-1969) veio a efectuar pesquisas paleoambientais nas regiões altas da província de Manica e Sofala que levou na publicação da obra intitulada "*Conglomerados com Paleolitos embebidos: Jazida Pré-histórica de Chibabava*", que consistiu na avaliação das mudanças climáticas que predominaram nessa região em conformidade com alterações que ocorreram em restantes países da África e Europa ao longo do período quaternário (Oliveira 1969:125).

Uma pesquisa feita pela Meneses na região sul com o intuito de fornecer uma estrutura de amostragem para descrever unidades ecológicas para análise de dados e contextualização dos registos arqueológicos que marcaram as manifestações culturais dos homínídeos que estavam ligados a tradição tecnológica Acheulense. Pode inferir que nos ambientes costeiros em relação aos do interior são normalmente entendidos como dinâmicas em resposta as mudanças geomorfológicas e climáticas, originando um processo constante de formação da paisagem (Meneses 1999:198).

Eklblom desde 2004 até actualmente tem realizado pesquisas em Vilankulos e ao longo do Limpopo sobre a dinâmica da vegetação nessa região ao longo do tempo e nos padrões de assentamento, tendo sido possível concluir que os estudos históricos da vegetação podem oferecer evidências que contribuem para uma melhor compreensão da conservação das espécies e na gestão da ecologia e paisagem. Também sugere que os fragmentos florestais presentes na costa moçambicana estão sujeitos a ameaças das mudanças climáticas, pois, essa zona é sensível as futuras alterações climáticas (Eklblom 2004 & 2008:1247). Ela afirma que compreender as mudanças de longo prazo no uso da terra e no uso dos recursos ao longo do tempo é

imprescindível para uma compreensão geral da transformação da paisagem e da dinâmica do clima-vegetação. Com base nos estudos feitos em 1995 e 1999-2000, foi possível obter uma informação sobre as mudanças nas práticas de uso da terra como causa e resposta a mudanças ambientais (Ekblom 2012:117).

Subsequentemente, Habermann *et al.* em 2018 efectuaram pesquisas nos primeiros sítios de fósseis do Mioceno ao longo do Rift de Urema, de modo a perceber os contextos paleoambientais e paleoecológicos ao longo da margem no âmbito da formação dos fósseis em Gorongosa (Habermann *et al.* 2019). No mesmo ano Bicho *et al.* (2018) realizou pesquisas sobre a Idade da Pedra Média na estação arqueológica de Txina-Txina, foram encontrados diversos artefactos líticos que evidenciam a presença do homem anatomicamente moderno naquela região.

No âmbito do projecto *in Moz* em 2016 e 2019 liderada por uma equipa interdisciplinar, foram realizados trabalhos na região costeira de Inhambane com o intuito de estudar as alterações ambientais durante o quaternário, de forma a perceber o desenvolvimento ecológico e as alterações climáticas como factores que impulsionaram na evolução humana e no que diz respeito aos padrões de assentamento.

## **2.2. Quadro Teórico**

Para a prossecução do seguinte tema de pesquisa será aplicada a teoria da “Arqueologia Processual”. Essa corrente (teórica) surge na década de 1960, tendo como principal defensor o *Lewis Binford*. A corrente processual adquiriu influências do neo-evolucionismo, através dos antropólogos culturais *Julian Steward* e *Leslie White* (Flannery 1967).

Essa corrente teórica defende que a metodologia científica deve ser aplicada na investigação arqueológica, como forma de apresentar dados objectivos relacionados com a sociedade passada baseados nas evidências materiais (Flannery, 1967). Também versa na identificação e disseminação da cultura material no registo arqueológico de forma cronológica, explicativa e interpretativa. Por outro lado, a corrente processual caracteriza o processo das mudanças

culturais a partir dos factores internos, tendo como elemento preponderante as variações ambientais e temporárias em uma linha do tempo (Trigger 2004:148).

A escolha dessa abordagem no presente projecto deve-se ao facto de ser uma corrente objectiva e que se enfatiza no método teórico e prático, o que contribui na análise e interpretação dos indicadores paleoambientais. Por sua vez, a corrente processual apresenta um campo de estudo diversificado de conhecimento como o estudo da paisagem cultural, Geoarqueologia e o estudo paleoambiente, e não simplesmente no estudo da cultura. Facto esse que pode auxiliar de forma positiva na efetivação do trabalho com excelência.

### **2.3.Quadro Conceptual**

No presente subtítulo são apresentados alguns conceitos que estão intimamente relacionados com o presente trabalho de pesquisa: bases indicadoras/proxy, paleoambientes, alterações paleoambientais, Quaternário e Emergência do Homem Anatomicamente Moderno.

### **2.4.Paleoambientes**

Os paleoambientes são ambientes do passado que resultam de interações entre os processos geodinâmicos, superficiais e bióticos. Os registos paleoambientais podem ser preponderantes na compreensão do meio ambiente antes, durante e depois da ocupação humana e, por sua vez podem fornecer uma percepção sobre as mudanças ambientais que influenciaram a tecnologia, estrutura social, subsistência humana e os padrões de assentamento (Hill 200:187).

### **2.5.Alterações paleoambientais**

As alterações paleoambientais ocorridas durante o Quaternário deixaram diversos registos armazenados em depósitos sedimentares, podendo fornecer dados relacionada a composição atmosférica, biomassas e padrões de vegetação e níveis marinhos (Costa 2018:23). As alterações paleoambientais são mudanças alternadas dos ambientes e da paisagem (e.g., alteração da flora de um determinado local), em função das alterações, por exemplo climáticas num determinado espaço geográfico que ocorrem ao longo do tempo. Importa referir que essas alterações podem ter sido influenciadas pelas actividades humanas, assim como naturais (Marcon *et al.* 2018:37).

## **2.6.Bases Indicadoras**

São dados que nos fornecem informações relacionadas com a Paleoclimatologia e paleoambiente, como por exemplo, informações históricas (e.g., Mapas de navegação antigos), paleontológicos (e.g., fitólitos), geológicos (e.g., fácies sedimentares), geomorfológicas (e.g., terraços), dentre outros. A determinação das variáveis paleoclimáticas e paleoambientais tem sido originário de uma concepção multidisciplinares e com exigência de uma equipe com formação diversificada (Sugiuo 1999).

Os ambientes lacustres, por apresentar uma sedimentação activa e com pouca predominância da erosão, são considerados ambientes aconselháveis para o estudo dos paleoambientes. Os ambientes de planícies de inundação também podem preservar registos de ambientes pretéritos (Sugiuo 1999).

## **2.7.Holoceno**

Constitui o período quaternário actual, que deu o seu início há acerca de 11,6 BP, após o ultimo período glacial wurm que terminou há acerca de 15.000anos BP, que concluiu com o recuo glacial, subida do nível do mar e com a mudança do padrão da vegetação (Rapp e Hill 1998). Essa época é identificada como período quente contemporâneo. Este período está ligado com o desenvolvimento da espécie humana desde o grupo de caçadores e recolectores aos grupos de pastores e agricultores (Eyles e McCabe 1989).

Holoceno Inicial que corresponde há 11, 6-6000 BP, seguido pelo Holoceno Médio que data 6,000 Bp e o Holoceno Final que corresponde ao presente (Elshehawi 2019).

## **2.8.Emergência do Homem Anatomicamente Moderno**

O termo Homem Anatomicamente Moderno (HAM) é atribuído aos indivíduos actuais da espécie *Homo sapiens* com determinadas características anatómicas, sendo a única subespécie actual o *Homo sapiens sapiens* que surgiu mais cedo em África há cerca de 170,000 mil anos atrás. O período de 4,5-1,0 milhões de anos atrás foi um período de grandes mudanças climáticas, o que supostamente impulsionou na sua dispersão, espalhando-se do nordeste da Ásia, Europa e América através do corredor *Levantino* e *Arábico* por volta de 12.000 anos atrás. (Pilling & Góes 2014:6-8).

As mudanças sucessivas do clima e do nível do mar são vistas como factores que influenciaram no estabelecimento dos assentamentos humanos e na contribuição para o fracasso migratório de algumas comunidades durante o pleistoceno e holoceno (Siteo *et al.* 2017; Holmgren *et al* 2012).

## **Capítulo III**

### **MÉTODO E MATERIAL**

O presente capítulo expõe a metodologia usada para o estudo presente temática, que foi dividida nas seguintes fases: recolha e revisão do material bibliográfico, trabalho do campo, a análise e interpretação de dados, e a implementação do Método comparativo e meta-análise para melhor elaboração da presente temática.

#### **3. Revisão bibliográfica**

Para a efectivação desta componente foi possível com base na recolha sistemática do material bibliográfico relacionado com os bioindicadores para o estudo dos paleoambientes a nível nacional e, outras bibliografias que possam de certa forma a servir como um elemento guia na elaboração do presente trabalho de pesquisa.

As instituições bibliográficas e meios cibernéticos seguintes mencionados foram imprescindíveis para a recolha do material bibliográfico como Biblioteca do Departamento de Arqueologia e Antropologia da Universidade Eduardo Mondlane; Biblioteca Central Brazão Mazula; Arquivo Histórico de Moçambique e Jstor.

##### **3.1.Trabalho do Campo**

O trabalho do campo decorreu em 2019 no âmbito do projecto multidisciplinar de *Vilankulos na Idade da Pedra*, liderada pela Ana Gomes da Universidade do Algarve (Portugal). Esta equipa tinha o objectivo de localizar as jazidas arqueologias da Idade da Pedra através da prospecção na região de Massingir, nos vales do rio Limpopo e rio dos Elefantes. Foi neste âmbito que efectuou-se a sondagem e levantamento de espécies de plantas na estação arqueológica de Txina-Txina para adquirir conhecimento relacionado com a vegetação da estação e saber o tipo de plantas produtoras de alguns indicadores paleoambientais.

Para além do levantamento da espécie de plantas, fora feita a análise do terreno, de forma a conhecer o tipo de solos, vegetação e lagoas existentes e, por fim, fez-se o levantamento das coordenadas geográficas através do GPS como forma de obter a localização espacial exacta.

Também foi realizado trabalho exaustivo da recolha da referência bibliográfica da região da África austral no geral, com a finalidade de analisar os métodos empregues no âmbito dos trabalhos geoarqueológicos da região e ter o conhecimento do melhor método a ser usado na zona costeira e a zona do interior.

### **3.2.Método comparativo**

O método comparativo tem o intuito de investigar factos e aplica-los segundo as suas semelhanças ou diferenças. Enumeras vezes, esse método permite fazer uma análise de dados concretos e de dedução dos elementos constantes, abstractos e gerais proporcionando dessa maneira investigações de carácter indirecto. O método comparativo é visto como um método multidisciplinar, com a sua aplicação nos elementos investigativos de acordo com a área que se pretende estudar em um espaço geográfico abrangente e diversificado (Fachin 2001:40-41).

O método comparativo no presente trabalho vai permitir fazer uma comparação (semelhanças e divergências) dos bioindicadores e materiais que são aplicados em restantes países da África Austral e Moçambique, como forma de avaliar os indicadores fiáveis na reconstituição dos paleoambientes.

### **3.3.Interpretação de dados**

O método de meta-analise nas pesquisas científicas surgiu com Smith e Glass (1977) quando usaram os dados estatísticos que resultavam nas pesquisas psicoterapêuticas. Tendo-se desenvolvido primeiramente nas ciências sociais, educação, medicina e mais tarde na agricultura. Ela consiste em abordar diversos estudos em uma base de dados através dos métodos analíticos e estatísticos para explicar a variância dos resultados utilizando mesmos factores (Cooper 2010).

A meta-analise permite com que os pesquisadores resolvam problemas literárias, determinar os factores que auxiliam para as diferenças sistemáticas entre os estudos e identificar as áreas insoladas cientificamente (Person 1904).

Após o trabalho de campo, foi feita a análise interpretativa dos bioindicadores empregues na reconstituição dos paleoambientes com base na referência bibliográfica. Posteriormente fez-se a selecção das bases aconselháveis/eficazes para uma determinada área geográfica e no estudo das alterações paleoambientais. É neste âmbito que a implementação do método da meta-análise no estudo dos bioindicadores paleoambientes cinge-se no auxílio da compreensão e aprimoramento do conhecimento relacionado com os indicadores de forma analítica, de modo a dissertar diversos campos do saber relativamente ligados aos indicadores abordados na presente temática.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente capítulo são apresentados os resultados e discussão da análise interpretativa dos indicadores biológicos fiáveis para o estudo dos paleoambientes. Para melhor apresentação dos resultados e discussão fez-se a identificação e descrição dos indicadores paleoambientais e os respectivos sítios arqueológicos que foram aplicados, identificação do indicador fiável no estudo dos paleoambientes.

#### 4. Descrição dos bioindicadores paleoambientais em relação aos sítios arqueológicos de Moçambique

Os bioindicadores, Pólene, Diatomáceas e Fitólitos evidenciam vestígios do passado, que se encontram fixos nos sedimentos. Esses indicadores auxiliam na compreensão do passado concernente às mudanças ambientais em que, através dessas informações, é possível inferir sobre o ambiente que vivemos e das mudanças que este possa ter sofrido ao longo do tempo. Estas alterações estão relacionadas com os factores climáticos e sedimentares, variações relativas do nível médio do mar e por vezes acções antrópicas (Granja 2014:62-65; Lowe e Walker 2015).

##### 4.1. Indicador biológico: Pólene

Os trabalhos realizados na estação arqueológica de Chibuene pela arqueóloga Anneli Ekblom em 2000, tinham o intuito de analisar o Pólene em dois núcleos sedimentares do lago de Xiroche e Nhaucati, de modo a compreender a dinâmica da vegetação ao longo do tempo em Chibuene, usando os métodos paleoecológicos (Ekblom 2008:1247).

De acordo com Ekblom (2008:1247-1255), a análise fóssil de pólene efectuada nas áreas de estudos supracitadas anteriormente, evidencia a mudança da paisagem antes da chegada das primeiras comunidades na zona costeira de Inhambane (Chibuene), que provavelmente era dominada por uma vegetação de floresta e bosques pois, as espécies típicas da floresta de savana (*Trema*, *Ceitis* e *Moraceae*) período anterior à 1400 DC, sendo substituída pela paisagem actual, dominada de vegetação de Miombo (*Julbernardia globiflora* e *Strychnos spinosa*.), arbustiva (*Commiphorazanzibarica*, *Phyllanthus reticulatus* e *Turraea nilotica*) e vegetação aberta (*Eragrostis ciliaris*, *Panicum maximum*, *Cyperus* spp., *Cenchrus incertus* e *Digitaria* spp) que

estabeleceu-se há mais de 400 anos quando ocorreram períodos prolongados e recorrentes de seca por volta de 1400 a 1600 DC. Porém essa mudança, não só causou alteração intensificada na vegetação, mas também nos seres humanos e restantes animais (Ekblom *et al.* 2014:15-29).

As sondagens na estação de Chibuene foram efectuadas com mergulhadores que operam o equipamento de descaroçamento e broca no fundo do lago. Os núcleos sedimentares foram extraídos usando o descaroçador russo e a cronologia dos núcleos foi baseada em séries de datação AMS do carbono 14 de forma a obter sobre a relação das primeiras comunidades agricultoras e pastoras e o clima na dinâmica da vegetação (Ekblom 2008:1248).

Não obstante, os trabalhos realizados ao longo do vale do Limpopo, tinham a finalidade de comparar a alterações vegetacionais do local. Portanto, para testar a cobertura vegetal e hidrologia, disponibilidades alimentares e a perturbação de pastagem e fogo há 1200 anos, foram usados os mesmos métodos de Chibuene.

Os grãos de pólene foram depositados pelos factores eólicos ou pelo escoamento superficial. Também podem ser levados ao vale através dos aquíferos subterrâneos de alimentação, porém, este meio é considerado negativo porque o pólene pode ser filtrado pelo solo no âmbito da deposição (Ekblom e Gilson 2010:1532).

De acordo com Ekblom e Gilson (2010:1532) os núcleos sedimentológicos foram armazenados em uma câmara frigorífica com a temperatura moderada em OxLEL, na universidade de Oxiford e o NaOH e a cetólise para preparação e concentração do pólene e com a adição de esporos de *Lycopodium* exóticos para estimativas da concentração.

No entanto as análises sugerem uma variabilidade vegetal entre a região que está ao longo dos vales e com predominância de nitrogénio que auxilia no auto controlo da vegetação lenhosa (e.g. *Acácia xanthophloea*, *A. Tortillis*, *A. Nilótica*) e, as regiões com ausência da água ou que estão afastadas das margens das águas onde a savana herbácea tem-se mantido estável desde o período de 1200 DC até a actualidade (*Coloephospermum mopane*, *Acacia commiphora*, e *terminalia*) (Ekblom e Gilson 2010:1531).

#### **4.2. Indicador biológico: Fitólitos**

As pesquisas efetuadas em 2006 foram realizadas com a intenção de obter registos relacionados com o consumo de plantas durante a Idade da Pedra Média no continente africano. Entretanto, para a percussão desse trabalho foram analisados os resíduos de amidos quantitativamente e a posterior identificação botânica dos grãos em flocos e ferramentas de núcleos, de modo a compreender a ecologia da espécie humana no uso de hidratos de carbono nas florestas de Niassa (Rift vale) (Mercader *et al.* 2008:1).

A reconstituição da fisionomia e a estruturação da colecção de plantas antigas através indicadores fitológicas expostos em instrumentos líticos, sugere que os assentamentos do Pleistoceno Médio e Superior de Mikuyu e Ngalue (Vale do Rift em Niassa) ocorreram pela primeira vez em ambientes florestais, pois, diversas espécies de plantas de gramíneas, arbustos e árvores (e.g. acácias, *Combretum cordyla*, *Isoberlinia*, *Terminalia*, *Pseudolachnostylis*) fornecem aos grupos de caçadores e recolectores uma fonte de amido para fins medicinais e na dieta alimentar, servindo como uma das principais fontes da evolução humana ao longo do tempo (Mercader *et al.* 2008:4). No entanto, esses resultados foram obtidos através da aplicação das linhas de amostras de controlo para testar se o resíduo das ferramentas estudadas era uma fonte primária do amido; o uso de estereomicroscópio para verificar resíduos que supostamente estejam directamente contidos nos instrumentos e, também implementaram o microscópio para fazer análise de amidos sob a luz polarizada e a luz regularizada (Mercader *et al.* 2008:9, 2009).

Contudo, as pesquisas realizadas na mesma região por Mercader *et al.* (2010) constatam que os fitólitos de gramíneas *Poaceae* (Bambuseae, Panicoidae, Chloridoideae, Bambusoideae Arundinoideae *Sensu lato*) por possuírem sílica e biominerais tornam-se excelentes na preservação dos eventos históricos por um longo período de tempo, no que diz respeito na reconstituição da vegetação antiga e a sua interacção com a espécie humana por ser um elemento crucial para a sua evolução (Mercader *et al.* 2010:2). Porém, as gramas que menos produzem sílica, apresentam uma maior produção de fitólitos em relação as espécies arbóreas (Albert *et al.* 2000:942).

Por outro lado, Holmgren *et al.* (2012), realizaram pesquisas no lago Nhauhache em registos paleoambientais de modo a compreender os padrões climáticos espaciais e os seus factores para

as comunidades ao longo do Holocénico. Enquanto Norstrom *et al.* (2017) se engajaram no estudo da dinâmica dos ecossistemas de pastagem e florestas de miombo e o seu potencial agregado as mudanças hidro-climáticas no Holocénico tardio.

Contudo, os resultados de fitólitos e diatomáceas no lago Nhauhache (Inhambane), fornecendo evidências de flutuação do nível do lago nos últimos 2.300 anos, com base na datação do radiocarbono (AMS) para fornecer a datação do lago, as amostras foram retiradas usando o bote e o coring russo para a colheita das amostras sedimentológicas. Por via deste, Holmgren *et al.*(2012:320-321), constatou que nos primeiros 1.200 anos da história do lago foram caracterizados por níveis de águas baixas, a transição que ocorreu, no entanto, os níveis mais elevados do lago indicam um clima húmido entre 1180 e 1700 DC ca. E há uma provável relação entre os registos fósseis obtidos no lago Nhauhache e os registos do hemisfério sul ao que diz respeito ao período de chuvas na estação de verão.

Enquanto, o registo paleoambiental de fitólitos no lago Chilau sugere que as gramíneas Panicoideae e mesofíticas eram abundantes durante os anos de 1200 e 1300 DC relacionado a última fase do período quente medieval, e posteriormente por gramíneas Chloridoideae adaptadas ao período seco durante o início da Pequena Idade do Gelo entre os anos de 1400 a 1550 DC ca.) (Norstrom *et al.* 2017:10). O aumento nos fitólitos associados à vegetação arbórea entre 1400 e 1550 DC, sugerem que as árvores e arbustos associados à savana de Miombo foram favorecidos pelas condições mais secas relatadas nessa época. Este aumento arbóreo pode ter sido alargado por um declínio na perturbação do fogo. A tentativa de resposta das florestas de Miombo às mudanças climáticas enfatiza a importância de se considerar este bioma de vegetação em estratégias de conservação futuras (Norstrom *et al.* 2017:11).

### 4.3. Indicador biológico: Diatomáceas

Gomes *et al.* (2019) Realizaram pesquisas na região costeira da província de Inhambane (lago Muangue, lago Nhambutse, lago Merrongue, lago Nyalonzelwe e lago Chuvavane) com a sonda Livingstone e a sonda Kajak para compreender a variabilidade do nível do mar e a dinâmica da vegetação naquela região através de diversos indicadores paleoambientais, em especial as diatomáceas de forma a estudar o ambiente actual da região e obter resultados fiáveis ligados a alterações da paisagem e a sua interacção com a evolução humana.

Esses estudos mostram uma variabilidade do nível médio dos lagos, que moderam de 5 à 40 m acima do nível médio do mar e por via das actividades antropogénicas os sedimentos encontram-se perturbados, havendo acentuações variadas em termos de profundidade do lago (e.g. Chivanene). Em relação a vegetação, os mangais são mais visíveis e a vegetação arbórea (*Cocos nucifera*) e as espécies de arbustos e herbáceas (e.g. *Cybodondactylon*, *cyperuspapyrus*, *V. unguiculata e luteola*, *poaceae*, *sennaoccidentalis*) ao longo das margens dos lagos (Gomes *et al.* 2019).

Por outro lado, Siteo *et al.* (2017:305-312) analisou as diatomáceas do lago Lungué na província de Inhambane para compreender as mudanças paleoambientais e o nível do mar no Holocénico Tardio, as amplitudes e os seus factores impulsionadores. A interpretação da distribuição de diatomáceas, combinada com o conteúdo de carbono orgânico, susceptibilidade magnética e magnetização isotérmica remanescente de saturação (SIRM) indicam que a bacia do Lago Lungué está sujeita a variações relativas do nível do mar, mudanças climáticas, eventos de inundação e o padrão sinuoso do rio Limpopo pelo menos desde 740 DC, devido a topografia inferior da planície de inundação e a transgressão do nível do mar que afectou o sudeste de África provavelmente à 800 DC.

## 5. Integração comparativa dos Bioindicadores aplicados em sítios da região da África Austral

Após a análise exaustiva da referência bibliográfica referente aos estudos paleoambientais na região da África Austral, foi possível constatar que empregam os mesmos tipos de indicadores com Moçambique nas pesquisas arqueológicas atinentes ao presente estudo. A exemplo disso são os métodos por eles aplicados no âmbito do trabalho de campo como por exemplo, o coring russo, Eijkelkamp e Livingstone e método de terminulescência para a extração sedimentológica que será levada ao laboratório para posterior análise. Também a análise da matéria orgânica através do SensorTrace é visto como meio de analisar o tipo de elementos químicos existentes no tipo de indicador que se pretende analisar, seja pólen, diatomácea, fitólito ou outro tipo de indicador, e a datação por radiocarbono para identificar o período geológico que as amostras a serem estudadas pertencem ou estão enquadrados (Fantanier *et al.* 2016: 6-10; Ekblom 2008: 1287).

Portanto, alguns pesquisadores têm implementado outros métodos como forma de obter dados excelentes nas suas pesquisas, como o caso da Ekblom (2008: 1287); Finné *et al.* (2010) e Breman (2010) que empregaram o método de Berglund (1986), programa Pzcall e o NaOH e a cetolise para preparar fósseis paleoambientais no laboratório e por fim o diagrama do pólen como um meio de nos inferir sobre a profundidade dos sedimentos, idade e a quantidade em percentagem de diversos tipos de espécies de plantas que ocorrem em diferentes níveis estratigráficos de um determinado sítio em estudo. O diagrama também tem sido usado de igual modo na análise dos fitólitos e diatomáceas com a mesma funcionalidade, porém nesse caso é identificado o ambiente ecológico em que são formadas as espécies.

No entanto, tem-se notado a prevalência do mesmo tipo do mesmo registro e origem, por exemplo, as plantas modernas e análogos de solo da África Austral (África do Sul, Tanzânia, de forma acentuada em Lesoto, Malawi) sugerem que gramíneas *Chloridoideae* (principalmente xerofíticas) e gramíneas *Panicoideae* (principalmente mesofíticas), que são propícias para a formação de fitólitos e pólen para reconstituição dos paleoambientes (Barboni e Bremond 2009). Do mesmo modo, essas plantas são essas espécies são visíveis nas estações arqueológicas de Chibuene, ao longo do vale do Rift, Lagos Chilau, ao longo do vale do Limpopo (Mercader 2009; Holmgren *et al.* 2012; Ekblom 2004, 2008, 2010). Essas tendências, semelhantes, são

evidentes na representação de morfotipos de fósseis sedimentológicos individuais associados a factores relacionados à alterações climáticas que prevaleceram no final do Pleistoceno e Holoceno (Fullagar *et al.* 2006).

### **5.1. Aplicação do Pólene**

Scott *et al.* (2008:198-200) realizou um estudo comparativo feitas através da datação do radiocarbono em Tswaing e em Wonderkrater na África do Sul, como forma de estabelecer um parâmetro para a compreensão dos processos ambientais regionais de longo prazo. Através do pólene encontrado em depósitos lacunares constataram que as mudanças do clima que foram impulsionadas pela periodicidade da órbita da terra influenciaram os biomas da Região da África Austral durante o pleistoceno de uma maneira marcante e, afectou a distribuição das espécies, assim como na demografia da espécie humana.

Ao longo das pesquisas foi possível notar a presença de espécies de plantas como *Cyperaceae*, *Typha* e *Poaceae* nas margens dos lagos. De acordo com a colecção de espécies de plantas (e.g. *Asteraceae*) com presença de C3 e C4 extraídas através do XLSTAT com o coeficiente de correlação de person foi possível verificar uma instabilidade em relação aos eventos passados (e.g. alterações do clima e ambiente) na estação de Wonderkrater durante o Pleistoceno final e Holocénico (Scott *et al.* 2008:201-203).

Por outro lado Stewart e Mitchell (2018:210) dissertam que a área altitudinal da região dos montes Maloti-Drakensberg são sensíveis para a obtenção de informações ligadas as mudanças climáticas associadas ao ambiente local. Os estudos palinológicos nessa região demonstram uma sucessiva variabilidade climática e do nível do mar durante do Pleistoceno Final e no Início do Holocénico, caracterizada por Marine Isotope Stage (MIS) 2 no último máximo glacial e Marine Isotope Stage (MIS) 3 por volta de 50-24 Ka (Stewart e Mitchell 2018:326).

Esse estudo tinha o intuito de inferir sobre as informações ligadas aos indicadores encontrados na região do interior e a região costeira e o nível do mar de modo a reconstituir ambientes passados de Namaqualand, na África do Sul (Stewart e Mitchell 2018:195).

A margem sul do Kalahari durante o Holocénico (caverna de Wonderwerk) evidenciou a existência de gramíneas e *Acacia karoo*. O pólene encontrado nesse local que é característico de uma pastagem aberta com condições pantanosas com a presença de espécies de *Cyperaceae* e *Typha* evidencia temperaturas quentes e húmidas por volta de 7500-4500 anos BP. Enquanto há 4500-2700 anos BP as condições climáticas revelavam uma temperatura seca que prevaleciam quando as árvores estavam ausentes e as condições relativamente húmidas foram indicadas pelo pólene de *Chenopodiaceae* e *Crassulaceae* (Beaumont *et al.* 1984).

## **5.2. Aplicação de Fitólitos**

As análises de fitólitos realizadas Maloti-Drakensberg sugerem que todos os sedimentos depositados em 83 à 24 ka foram induzidos pelos fenómenos naturais e antrópicos causando uma diminuição da temperatura até 5 °C em relação ao período actual e as pastagens afroalpinas eram dominados espécies de plantas com presença de C3 (*Cyperaceae* e *Typha*), o mesmo tipo de espécie que domina a estação arqueológica de Chibuene (Stewart e Mitchell 2018:19).

Não obstante, os trabalhos feitos por Sjöström (2011) durante o holoceno tardio em toda região Sul de África, de modo a compreender a vegetação e as mudanças climáticas que afectam esse espaço geográfico. Para tal, Sjöström usou o padrão de Battarbae (1986) para a extracção de fitólitos e diatomáceas encontrados na fracção de silte. Foi feita também a perfuração do transacto e coring russo para a extracção dos sedimentos e a datação dos macrofósseis através do radiocarbono (Sjöström 2013:38-39). Os dados sugerem uma tendência de seca entre 400 a 1000 DC seguida por condições mésicas por volta de 1200 DC na região de Lydenburg e Mpumalanga, denominado por período quente medieval.

As amostras sedimentológicas de fitólitos *Poaceae* colectadas de diversos níveis estratigráficos em Laetoli (Tanzânia) permitiram evidenciar uma variação acentuada de gramíneas, que sugerem condições C3 húmidas nos leitos de laetoli inferior e condições C3 relativamente secas no inferior dos leitos de laetoli superior. Uma mudança de condições de gramíneas C4 mais secas para mais mésicas na parte superior dos leitos de laetoli superior e os ambientes de pastagem árida C4 ocorreram durante a deposição dos leitos superior de Ndolanya (Rossouw e Scott 2011: 202-10).

### 5.3. Aplicação de Diatomáceas

Norstrom *et al.* 2009; Finné *et al.* 2010 e Breman 2010 mostraram importância da ocorrência de microfósseis siliciosos (Diatomáceas) nas turfas da região da África Austral, especificamente na África do Sul na percepção dos eventos paleoambientais. Em torno da busca dos resultados eles usaram o método do Berglund (1986) para a extração sedimentológica e posterior análise laboratorial. Sendo possível afirmar que durante o período de 400 DC até o período contemporâneo ocorreu uma variabilidade climática, caracterizado por um período húmido por volta de 1200 DC, sendo interrompidas por um período significativamente mais seco entre 1250 e 1350 DC.

As análises de diatomáceas na bacia norte do lago Malawi revelam uma mudança do nível do mar do lago durante os últimos 24.000 anos. As flutuações das diatomáceas platônicas (e.g. *Aulacoseira nyassensis*, *Stephanodiscus ssp.* e *Cyclostephanos ssp.*) mais abundantes no lago revelam um baixo do nível do mar no Último Máximo Glacial e durante o período do Holocénico Superior. Regressões de curta duração também são sugeridas durante o período de 10.600 e 8.500-8200 anos BP. Por outro lado, o lago estava alto provavelmente em 5.700-13.000 e 7500-6600 anos BP (Gasse 2004:399-407).

Do mesmo modo, as análises sedimentológicas de diatomáceas realizadas em três sítios do lago Duluti foram usados para inferir as mudanças ambientais anteriores. De acordo com os perfis estratigráficos combinados com a datação do carbono 14 fornecem a estrutura cronológica dos sítios e o tipo de flora moderna existente como a *Aulacoseira ambígua*, e *Nitzschia amphibia* (Öberg *et al.* 2012:401). Os autores sustentam que os três sítios revelam uma sucessão estratigráfica semelhante, mas a proporção relativa de habitats representadas pelas diatomáceas variam substancialmente entre os núcleos. Por outro lado, as diatomáceas indicam que a parte mais antiga do registo arqueológico caracteriza-se pelo nível do lago relativamente baixo e com uma vegetação pantanosa (Öberg *et al.* 2012: 402-405).

Consequentemente, Harding *et al.* (2005:42-47) suscitaram um estudo ligado a relevância das diatomáceas para a avaliação da qualidade da água na África do Sul, como forma de perceber as águas que são melhor conservadas as diatomáceas. Para tal, realizaram testes na maior parte dos

ecossistemas aquáticos, pântanos, regiões húmidas e zonas marginais do país, sendo possível chegar a conclusão que a qualidade prevaleceu a 40-50 anos, em muitos casos antes do desenvolvimento diversos rios e pântanos e do aumento acentuado das actividades antrópicas. Consequentemente, para a precursão da pesquisa implementou-se coring russo e o método da terminulescência para a extracção sedimentológica, a análise da matéria orgânica através do SensorTrace como meio de analisar o tipo de elementos químicos existentes e uma datação cronológica por meio da datação por radiocabono (Harding *et al.* 2005:44).

#### **5.4. Análise comparativa dos bioindicadores quanto a fiabilidade**

Existem diversas variáveis que identificam cada indicador biológico que pretende-se ter em questão, como por exemplo, os fitólitos que apresentam uma tendência de se fixarem em ambientes florestais e arbóreas com elementos microscópicos compostos por sílica, especificamente em gramas de afinidade mais xerofítica por apresentar maior disponibilidade de amidos e em juncus e olmos, em regiões húmidas (Mercader *et al.* 2009; Burrows 2018:13-15). Por conseguinte, os pólenes conservam-se com maior predominância em depósitos pantanosas, turfas, áreas ácidas e alagadas, espécies de pinheiros, plantas com florestas fechadas (Gragan (1999:107).

No que diz respeito as *Diatomáceas* elas têm mais preferências em se posicionar em águas doces, salobras, turfas e sedimentos marinhos e superficiais devido a grande sensibilidade e flexibilidade de responderem aos eventos ambientais, (Bergami, Calantoni e Copotondi 2015:6035).

De acordo com Egan (2001), nos últimos anos os fitólitos têm sido excelentes indicadores dos eventos passados em relação ao pólene devido a natureza errática das taxas de sobrevivência do pólene, esporos e as formas comparativas que essas plantas sobrevivem (Wilkinson e Stevens 2003). Pelo facto das plantas apresentarem milhares de cristalinhas duras ao longo das células, quando elas morrem as estruturas físicas ficam depositados no solo (Rovner 1971). Consequentemente, a identificação de fitólitos em pesquisas arqueológicas podem inferir diversas transformações ocorridas em um determinado espaço (Piperno 2006) que serão apresentados ainda no presente subtítulo. O comportamento dos fitólitos não indica apenas a

sensibilidade das gramíneas da savana a alterações climáticas, mas também seu potencial para se restabelecer relativamente rápido quando as condições se tornarem mais favoráveis.

O estudo das alterações paleoambientais com base na análise dos fitólitos tem sido um meio eficaz durante o Holocénico devido a sua estabilidade no ambiente deposicional em relação aos outros indicadores (e.g. Pólene) (Scott *et al.* 2008:78), por serem seres inorgânicos são resistentes as alterações ambientais e bem conservados em diversos arquivos naturais (e.g. plantas, sedimentos, lagos) (Piperno 2006). Por outro lado, esses microorganismos respondem rápido as alterações que ocorrem em longo período de tempo e levam menos tempo para inferirem os resultados pretendidos (Twiss *et al.* 1969; Norstrom *et al.* 2017) e, podem ser evidenciados no corpo humano (e.g. dentes), auxiliando a determinar a dieta alimentar do ser humano e o tipo de vegetação preferencial (Zucol, Brea e Scopel 2005).

O pólene pode ser um indicador a ser implementado na estação arqueológica de Txina-Txina devido a presença abundante de plantas arbóreas que é formado e produzido o pólene, a exemplo de *Diospyros mespiliformis*, *Combretum imerbe*, *Vachellia nilótica*, *Combretum apiculatum* nesse sítio arqueológico (Burrows *et al.* 2018; Schmidt 2002). O pólene igualmente pode melhor ser usado para análise das mudanças paleoambientais e no que diz respeito aos padrões dos assentamentos, as actividades humanas que por via destas podem influenciar na mudança da paisagem ao longo do Holocénico (Ekblom e Gilson 2010: 1527).

Por outro lado, a existência da matéria orgânica no solo nessa estação arqueológica e diversos artefactos líticos como lascas, raspadores, bafásseis, e entalhes esquirolas (Bicho *et al.* 2018; Lopes, 1975) indicam a ocupação humana no sítio de Txina-Txina, as evidências do pólene podem estar contidos nesses artefactos, consequentemente podem ser capaz de inferir sobre os padrões dos assentamentos e no que diz respeito a sua dieta alimentar ao longo da evolução (Bradley 1999).

## Capítulo V

### 6. Conclusão

O presente estudo consistiu na análise de indicadores biológicos paleoambientais através da revisão de literatura, que tinha como objectivo de interpretar e identificar os indicadores fiáveis no estudo das alterações climáticas e ambientais em diferentes sítios arqueológicos e sítios de origem das amostras em Moçambique. No âmbito da interpretação dos resultados foi possível constatar que os indicadores Pólene, diatomáceas e fitólitos exercem uma função preponderante na reconstituição dos eventos passados em Moçambique e nos restantes países da África Austral, seja ela ecológica, climática e geográfica.

No âmbito da análise comparativa foi possível verificar que a região Sul de África emprega o mesmo indicador na reconstituição dos ambientes antigos e as mesmas metodologias para a efectuação dos seus estudos desde o trabalho do campo até ao trabalho laboratorial. Sendo o corring russo, o método de terminulescência, datação radiocarbono, NaOH e cetolise mais frequentes de serem aplicados.

O conhecimento do tipo de indicador e a respectiva variável possibilitou inferir que os indicadores biológicos são melhor conservados em ambientes hidrológicas e a sua formação em plantas arbóreas e florestais, pois, esses ambientes apresentam elementos eficientes como por exemplo o nitrogénio. Essas constatações possibilitaram na identificação dos fitólitos como excelentes indicadores para a reconstituição dos paleoambientes ao longo do Holocénico em Moçambique, assim como em diversos países da África Austral.

No que concerne ao levantamento sistemático dos sítios arqueológicos permitiu constatar sobre a eficácia dos indicadores supracitados anteriormente e de igual forma serviu para o aumento de conhecimento relacionado aos indicadores dos ambientes antigos.

## 7. Referencia Bibliográfica

- Albert, R.M., Weiner, S., Bar-Yosef, O., Meignen, L., 2000. Phytoliths in the Middle Palaeolithic deposits of Kebara Cave, Mt Carmel, Israel: *study of the plant materials used for fuel and other purposes*. Journal of Archaeological Science 27, Pag. 931-947.
- Askin, R. & Jacobson, S.R.2003. Encyclopedia of Physical Science and Technology. 3<sup>rd</sup> edition.
- Barboni D and Bremond L (2009) Phytoliths of East African grasses: An assessment of their environmental and taxonomic significance based on floristic data. *Review of Palaeobotany and Palynology* 158: 29-41. Balkema, Rotterdam, Pag. 329–338.
- Barradas, L., 1963. Ensaio Sobre a Paleoclimatologia do Parufi. Boletim da Sociedade de Estudos em Moçambique. Pag. 141-170.
- Beaumont, P.B., Van Zinderen Bakker, E.M., Vogel, J.C., 1984. Environmental changes since 32,000 BP at Kathu Pan, Northern Cape. In: Vogel, J.C. (Ed.), Late Cenozoic.
- Bergami, C., Capotondi, C., Colantoni, P. 2015. Benthic Foraminifera for Environmental Monitoring: A Case Study in the Central Adriatic Continental Shelf. Environmental Science and Pollution Research.
- Bicho, N., Cascalheira, J., André, L. Haws, J. ;Gomes, A.; Gonçalves, C. Raja, M. & Benedetti, M. 2018. *Portable art and personal ornaments from Txina-Txina: a new Later Stone Age site in the Limpopo River Valley, Southern Mozambique*. Project Gallery. Pag. 1-7.
- Bold, H. C. & Wynne, M. J.1985. *Introduction to the Algal*. 2<sup>nd</sup> ed. Prentice-Hall. New Jersey.
- Bouchet, V., Châtelet, E.; Francescangeli, F.; Frontalini, F. 2018. Benthic foraminifera in transitional environments in the English Channel and the southern North Sea: *A proxy for regional-scale environmental and paleo-environmental characterizations*. Marine Environmental Research.
- Bradley, R.S. 1999. Paleoclimatology, reconstructing climates of the Quaternary. Burlington, MA: academic press. Pag. 613.
- Brito,R., Famba, S., Munguambe,P., Ibraimo, N. & Julaia, C.2009. Profile of the Limpopo Basin in Mozambique. *“Integrated Water Resource Management for Improved Rural Livelihoods: Managing risk, mitigating drought and improving water productivity in the*

- water scarce Limpopo Basin*". A contribution to the Challenge Program on Water and Food Project 17.
- Carvalho, G., 1975. Quaternary Sedimentology and Lithostratigraphy of Massingir, *Memórias do Instituto de Investigação Científica de Moçambique*. 10, Série B, Pag.76-95.
- Cooper, H. 2010. Research Synthesis and meta-analysis: *A step-by-step approach*. III ed. Thousand Oaks, CA:Sage
- Costa, C.R. 2018. Reconstituição Paleoambiental Utilizando uma Abordagem Multi-Proxy em um Registro de Turfeira Tropical de Montanha, Minas Gerais, Brasil. *Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal*. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM.
- Dos Santos. 2013. Paleogeografia e paleoambientes do baixo curso do rio Ivai-PR. programa de pós-graduação em geografia. Universidade Estadual de Maringá: centro de ciências humanas, letras e artes.
- Douglass, A.E. 1909. Wethercycles in the growth of big trees. Vol, 37. Pag. 226.
- Duarte, R. T. 1988. Arqueologia da Idade do Ferro em Moçambique. *Trabalhos de Arqueologia e Antropologia 5: 57-74*. DAA/UEM - Maputo. Moçambique.
- Egan, D. 2001. The historical ecology handbook: *A restorationist's Guide to reference Ecosystems Guide*. Island press: Washington DC.
- Eklom, A. 2004. *Changing Landscape: an environmental history of Chibuene, South Mozambique*. Uppsala. Studies in Global Archaeology 5. Department of Archaeology and Ancient History. Uppsala.
- Eklom, A. 2008. Forest-savanna dynamics in the coastal lowland of southern Mozambique since c. AD 1400. Environmental Change Institute, Oxford University Centre for Environment. *The Holocene* 18. 1247-1257.
- Eklom, A. e Gilson, L. 2010. Hierarchy and scale: Testing the long term role of water, grazing e nitrogen in the savanna landscape of Limpopo National Park (Mozambique).

- Department of Archaeology and Ancient History, Uppsala University (25). Pag. 1529-1546
- Ekblom, A., Notelid, M., Sillén, P., 2015. Archaeological surveys in the lower Limpopo Valley, Limpopo National Park, African and Comparative Archaeology. Department of archaeology and Ancient History, Uppsala University, *South African Archaeological Bulletin* 70 (202), Pag. 201–208.
- Ekblom, A; Eichhorn, B; Sinclair, P; Badenhorst, S e Berger, A. 2014. Land use history and resource utilization from A.D. 400 to the present, at Chibuenene, southern Mozambique. Department of Archaeology and Ancient History, Uppsala University. Pag. 15-32.
- Eyles, N. e McCabe, A.M. 1989. The late devension (<22,000Bp) irish sea basin: *the sedimentary record of a collapsed ice sheet margin*. Quaternary science eviews. 8(4): 307-351.
- Fachin, O. 2001. *Fundamentos de Metodologia*. 5ªedição, saraiva editora.
- Fagan, B. M.1999. *Archaeology: A brief introduction*. Seventh edition. University of California, Santa Barbara.
- Fantnier, C., Garnier, C., Brandily, B., Dennielou, S., Bichon, N., Gayet, T., Eugene, M., Rovere, A. e Deflandre, B. 2016. Living (stained) benthic Foraminifera from the Mozambique Channel (Easter Africa): *Exploring ecology of deep-sea unicellular meiofauna*.
- Gasse, F., Barker, P. e Johnson, T. 2004. A 24,000 yr Diatom Record From the Northern Basin of Lake Malawi. *The East African Great Lakes:Limnology, Paleolimnology and Biodiversity*. Pag. 393-414.
- Gilbert, A.S. 2017. *Encyclopedia of Geoarchaeology*. 2<sup>nd</sup> edition, New York.
- Glock, W.S.1937. Principles and methods of tree-ring analises. Carnegie institute. Wash.
- Gomes, A., Connor, S., Gadd, P., Haberle, S., Nora, D., Skosey-Lalonde, E., Martins, M., Zinsious, B., Santana, P., Raja, M. e Bicho, N. 2019. InMoz - Alterações Climáticas durante o Quaternário em Inhambane, Sudeste de Moçambique, e o seu papel para a

- evolução Humana. *Relatório dos trabalhos desenvolvidos em mocambique*. (PTDC/HAR-ARQ/28148/2017).
- Granja, H. 2014 Geo e bioindicadores: *Na Busca dos Ambientes onde o Homem Viveu*. Revista da Faculdade de Letras Ciências e Técnicas do Património. Porto. Vol.8. 61-74.
- Habermann, J., Albert, M., Aldeias, V., Alemseged, Z. 2018. *Gorongosa by the sea: First Miocene fossil sites from the Urema Rift, central Mozambique, and their coastal paleoenvironmental and paleoecological contexts*. Projects: *paleoprimates project, palaeogeography, paleoclimatology paleoecology*. Pag. 514.
- Hannaford, M. & Nash, D. 2016. Climate, History, Society Over the Last Millennium in Southeast Africa. *Climate, history, and society in southeast Africa*. Vol. 7. Pag. 370–392.
- Harding, W., Archibald, C. e Taylor. 2005. The relevance of diatoms for water quality assessment in South Africa: *A position paper*. 31(1). Pag. 41.
- Hill, C. & Rapp. 2006. *Geoarchaeology: the earth-science approach to archaeological interpretation*. Yale University press.
- Holmgren, K., Risberg, J., Freudendahl, J., Achimo, M., Ekblom, A., Norstrom, E. & Siteo, S. 2012. Water-level variations in lake Nhauhache, Mozambique, during the last 2,300 years. (48). Pag. 311-322.
- Leiss, A. 2018. *The Paleoenvironmental context of Early stone Age Archaeology: an analysis of Gona fauna between ~ 3-1 Ma*.
- Lopes, M.E., 1975. The Paleoclimatic Significance of Petrographic Composition of Olifants' river Terraces Coarse Deposits in Massingir. *Memórias do Instituto de Investigação Científica de Moçambique*, 10 (B), pp.101-120.
- Lowe e Walker. 1997. *Reconstructing Quaternary Environments*. 2<sup>nd</sup> edition
- Lowe e Walker. 2015. *Reconstructing Quaternary Environments*. 3<sup>rd</sup> edition. New york.
- Magalhaes, A.F. 2016. Os Fosseis na reconstituição de paleoambientes: *aplicação de um jogo didáctico como recurso educativo*. Mestrado em ensino de biologia e de geologia no 3<sup>o</sup>

- ciclo do ensino básico e no ensino secundário. Universidade de porto: *Faculdade de Ciências*.
- Marcon *et al.* 2018. Alteração Ambiental e Crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na região Centro-Sul do Parana, Brasil. 15 (28). Pag. 35.
- Marzoli, A. 2007. Avaliação Integrada das Florestas de Moçambique – AIFM. Inventário Florestal Nacional. Maputo.
- Meneses, M.P.G. 1999. New Methodological Approaches to the Study of the Acheulean from Southern Mozambique. The State University of New Jersey.
- Mercader, J., T. Bennett and M. Raja 2008 Middle Stone Age Starch Acquisition in the Niassa Rift, Mozambique. *Quaternary Research* 70 (2), Pag. 283-300.
- Mercader, J., Y. Asmerom, T. Bennett, M. Raja and A. Skinner., 2009. Initial Excavation and Dating of Ngalue Cave: A Middle Stone Age Site along the Niassa Rift, Mozambique. *Journal of Human Evolution* 57 (1), Pag. 63-74.
- Meriç, E., Avsar, N., Yokes, M., Dinçer, F., Demir, V. 2014. Foraminifera Population from South Africa Coast Line ( Indian and Atlantic Oceans). *International Journal of Environment and Geoinformatics* 1 (1-3). Pag. 29-39.
- MINISTÉRIO DE ADMINISTRAÇÃO ESTATAL. 2005. Perfil do Distrito de Massingir, Província de Gaza.
- Morais, J. M. 1988. *The Early Farming Communities of Sothern Mozambique*. Studies in Global Archaeology 3. Eduardo Mondlane University, Maputo. Tropical Research Institute, Lisbon.
- MUCHANGOS, A. dos. (1999). *Moçambique, Paisagens e Regiões Naturais*. (Cópia do Autor). República de Moçambique, 01048/FBM/93.
- Norstrom, E., Oberg, H., Siteo, S., Ekblom, A., Westerberg, L. & Risberg, J. 2017. Vegetation Dynamics within the savanna biome in southern Mozambique during the late holocene. Pag. 1-16.

- Oliverira, O.R. 1969. Conglomerados com paleolitos embebidos: Jazida pre-historica de Chibabava. Boletim Sociedade de Estudos de Mocambique. Lourenço Marques, Vol. 37 (156-7).
- Öberg, H., Thorbjon, J., Anderson, L., Risberg, K., Holmgren, K. 2012. A Diatom record of Recent Environmental Change in Lake Duluti, Northern Tanzania. *Journal of Paleolimnology*. 48 (2). Pag. 401-416.
- Person, K. 1904. Report on certain enteric fever inoculation statistics. British medical journal (3). Pag. 1243-1246.
- Pilling, S. e Góes, C. 2014. Evolução do Homem e Civilização Humana. Mestrado e Doutorado em Física e Astrobiologia. Universidade do Vale do Paraíba.
- Raja, M. 2020. A Geoarqueologia Da Jazida Da Idade Da Pedra Superior De Txina-Txina, Massingir, Moçambique. Universidade do Algarve: *Faculdade de Ciências Humanas e Sociais*. Monografia para a obtenção do grau de Doutoramento.
- Raven, P. 2007. *Biologia Vegetal*. RJ: Guanabara Koogan
- Remane, I. e Therrell, M. 2014. Dendrocrological potential of *Millettia Stuhlmannii* in Mozambique. Trees structures and function. ISSN 0931-1890.
- Rossouw, L. e Scott, L. 2011. Phytoliths and Pollen, the Microscopic Plant Remains in Pliocene Volcanic Sediments Around Laetoli, Tanzania. *Geology, Geochronology, Paleoecology and Paleoenviromeny*, 1 Pag. 201-2015.
- Saia, S. 2006. Reconstituição paleoambiental (Vegetação e Clima) no Quaternário tardio com base em estudo multi/interdisciplinar no vale da ribeira (Sul do estado de São Paulo). Universidade de São Paulo: Centro de Energia Nuclear na Agricultura.
- Schons, C., Ciarnoschi, L., Schmitz, R., Silva, S. 2018. Dendrocronologia: *Princípios e Aplicações*. Programa de pós-graduação em engenharia florestal. Universidade Federal do Paraná.

- Schulman, E. 1938. Classification of false annual rings in Monterey pine. *Tree-Ring Bull.* Vol, 4, 3. Pag. 4-7.
- Sitoe, S., Risberg, J., Norstrom, E. & Westerberg, L. 2017. Late holocene sea-level changes and paleoclimate recorded in lake Lungué, southern Mozambique. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 485. Pag. 305-315.
- Sitoe, S., Risberg, J., Norstrom, E. & Westerberg, L. 2017. Late holocene sea-level changes and paleoclimate recorded in lake Lungué, southern Mozambique. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 485. Pag. 305-315.
- Sivakumanan, S. 2015. Global Warming and Climate Change Causes, Impacts and Mitigation. *Central Environmental Authority*, Battaramulla, Sri Lanka.
- Suguio, K. 1999. Geologia do Quaternário e mudanças ambientais-passado + presente = futuro?. São Paulo.
- Trigger, B. 2004. *A History of Archaeological Thought*. Cambridge University. New York.
- Viehberg, F.A. & Joanes, F.M. 2012. Oastrada as proxies for quaternary climate change. *In developments quaternary science*.
- Zucol, A.F. Brea, M. e Scopel, A. 2005. First record of fossil wood and phytolith assemblages of the late plesistocene in El Palmar National Park (Argentina). *Journal of south american Earth Sciences* 20. Pag. 33-43.

## **Apêndice**

### **8. Apêndice 1 Glossário**

#### **Fitólitos**

Os fitólitos são vistos como bio mineralizações com partículas de sílica amorfa ou cálcio que se precipitam no interior das células da vegetação durante os processos metabólicos, conferindo a planta diversas vantagens e benefícios evolutivos (Marcelo *et al.* 2005:15). A produção e o grau de desenvolvimento dos diversos tipos de fitólitos nas plantas dependem de vários factores genéticos e ambientais como, o clima, o ambiente de formação e desenvolvimento das plantas, a disponibilidade da água no solo, assim como as características específicas das plantas como idade e afinidade taxonómica (Passenda *et al.* 2015:3).

Conforme (Rossouw 2009), o padrão de acumulação de silício contido no *fitólito* e a colocação dos depósitos de sílica são semelhantes dentro da espécie da planta. Os fitólitos após a morte da planta decompõem-se e pelo facto de serem inorgânicos são resistentes e bem preservados em diversos arquivos naturais. Os fitólitos que nascem em gramíneas de miombos especificamente em plantas Panicoidae, Chloidoideae e Bambusoideae (Mercader *et al.* 2009) apresentam uma taxa elevada e respondem com eficiência as alterações ambientais, o que contribui pra que os fitólitos sejam indicadores excelentes na reconstituição dos paleoambientes (Twiss *et al.* 1969).

#### **Diatomáceas**

As diatomáceas são organismos unicelulares simples, que ocupam o maior e diverso habitat (ambientes aquáticos, terrestres e subaéreos), podendo viver fixas em fanerogamos, macroalgas e nos sedimentos (Bold e Wynne 1985) A distribuição das espécies varia de acordo com o nível de pH, salinidade, nível de oxigénio na água, nutrição e a temperatura da água e as suas células são cobertas por carapaças, a frústula, constituída por dióxido de silício. (Raven 2007).

As Diatomáceas, tanto como todo o sistema biológico adaptaram-se a vários factores ambientais ao longo da sua evolução como foi supracitado no subtítulo anterior, por isso, têm sido usadas como bioindicadores de grandes variedades de interpretações dos acontecimentos contemporâneos e do passado (Harwood e Geronde 1990), podendo nos fornecer informações

relacionadas aos fenómenos naturais (Eustasia e Isostasia) (Flarin e Miller 1989; Castro & Lana 2012:104-105). Deste modo, devido a resistência das frústulas siliciosas que podem ficar preservadas nos sedimentos, torna os capazes reconstituir o ambiente antigo utilizando a escala tectónica, orbital ou milenar secular (Santos 2010:7).

## **Pólene**

Os pólenes são preservados em ambientes sedimentológicos marinhos capazes de inferir dados sobre a complexidade da interpretação de diversos registos pré-históricos como foi referenciado anteriormente, incluindo artefactos, em relação as outras plantas remanescentes de modo, a fornecer uma datação relativa as evidencias isoladas que poderiam permanecer sem uma datação. (Fagan 1999:108).

As colecções de pólen não apresentam situações ambientais/vegetação de um determinado sítio específico, mas sim, representa a diversidade vegetativa de uma determinada região específica através da combinação de diversos dados (Lowe e Walker 2015; Ekblom 2008:1250). Além disso, através a combinação de diversas características dos pólenes como por exemplo, a textura, o tamanho e o tipo de abertura, pode-se obter informações paleoambientais ocorridas ao longo do tempo que podem ter sido influenciados pelas mudanças climáticas e acções antrópicas (Neumann e Scott 2018 153-154; Gagan 1999:107).

**Apêndice 2. Tabela 8.5.2. Descrição de indicadores biológicos, variáveis, evidências, vantagens, desvantagens e métodos.**

<b>Indicadores biológicos</b>				
<b>Indicador</b>	<b>Registos em que foram estudados e Origem dos indicadores</b>	<b>Evidência</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Pólene</b>	Sedimentos recolhidos em depósitos pantanosos; turfas; lagos Plantas angiospérmicas e gimnospérmicas	Variação da vegetação ; alterações climas;	Indicações dos eventos em um longo período do tempo; dispersam-se de forma ampla e uniforme; são morfologicamente distintos; são produzidos anualmente em grande massa	Não preservam em ambientes oxidantes, ambientes associados a depósitos alcalinos bem drenados; Demoram reagir a alterações ambientais em relação aos Foraminíferos e diatomáceas
<b>Fitólitos</b>	Gramma; junco; olmo,	Vegetação antiga; alterações ambientais	Habitam em diversos tipos de solos sem concentração química exagerada e diversas espécies de árvores; Indicações dos eventos em um longo período do tempo; impactos das actividades humanas no ecossistema	Falta de evidências sedimentológicas em alguns depósitos fitolíticas; alguns fitólitos que são produzidos em plantas apresentam uma má conservação nos sedimentos
<b>Diatomáceas</b>	Água doce, salobra ou marinha, sedimentos, turfas.	Nível Médio do Mar; Alterações climáticas e altitudinais; alterações ambientais; alterações da salinidade da água e de produtividade	Preservam-se melhor em meios ácidos; sensíveis a alterações ambientais aquáticas ou continentais; curto ciclo de vida permite registar alterações ambientais de curta duração;	Indicações das alterações de um curto período do tempo; falta de informação ecológicas sobre diatomáceas de ambientes de transição.

**Apêndice 3** Tabela 8.5.3. pesquisadores paleoambientais, indicadores paleoambientais e evidências de sítios arqueológicos da África Austral

<b>Pesquisadores/Autores</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Evidências</b>
Stewart e Mitchell 2018	Carbono 14, carvão, fitólitos, pólene, artefactos, ossos	Influência das alterações climáticas no comportamento humano e na dinâmica da vegetação.
Cowling e Vlok 2004	Registos fósseis (Pólene)	Alterações climáticas; dinâmica da vegetação.
Sjöström 2013	Fitólitos	Alterações climáticas; alterações ambientais.
Nostrom 2009; Finne 2010; Breman 2010	Pólene e Fitólitos	Alterações climáticas; nível o mar
Scott <i>et al.</i> 2008	Pólene	Dinâmica da vegetação
Scott 2016	Pólene	Alterações climáticas; alterações ambientais
Hannaford e Nash 2016	Dendrocronologia	Alterações climáticas-padrões de assentamento

**Apêndice 4.** Tabela 8.5.4. pesquisadores paleoambientais, indicadores paleoambientais e evidências de sítios arqueológicos de Moçambique

<b>Pesquisador/Autor</b>	<b>Indicador</b>	<b>Evidência</b>
Sitoe <i>et al.</i> 2017	Diatomáceas	Alterações climáticas
Saetersdal 2004	Pólene	Alterações climáticas
Norstrom <i>et al.</i> 2017	Fitólitos e diatomáceas	Alterações ecológicas e climáticas.
Mercader <i>et al.</i> 2008 e 2010	Fitólitos	Paleobotânica
Holmgren <i>et al.</i> 2012	Fitólitos e diatomáceas	Nível do mar; alterações climáticas.
Ekblom <i>et al.</i> 2008, 2010, 2011, 2012, 2004 e 2015	Fitólitos, diatomáceas, pólene e carvão.	Alterações climáticas, nível do mar, dinâmica da vegetação, padrões de assentamento.