



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS

**Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do
Ambiente**

**Proposta de Zoneamento Ambiental para o Município da Matola em
Moçambique**

Euclides Délio Matule

Feira de Santana – Bahia

Fevereiro de 2016

EUCLIDES DÉLIO MATULE

**Proposta de Zoneamento Ambiental para o Município da Matola em
Moçambique**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Dr. Flávio Jorge Ponzoni

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Joselisa Maria Chaves

Feira de Santana – Bahia

Fevereiro de 2016

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

Matule, Euclides Délio
M397p Proposta de zoneamento ambiental para o município da Matola em Moçambique / Euclides Délio Matule. – Feira de Santana, 2016.
145 f. : il.

Orientador: Flávio Jorge Ponzoni.
Coorientadora: Joselisa Maria Chaves.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, 2016.

1. Zoneamento ambiental – Matola, Moçambique. 2. Planejamento urbano. I. Ponzoni, Flávio Jorge, orient. II. Chaves, Joselisa Maria, coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 711.4

EUCLIDES DÉLIO MATULE

PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA O MUNICÍPIO DA MATOLA EM MOÇAMBIQUE

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Feira de Santana, 22 de fevereiro de 2016

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Dr. Flávio Jorge Ponzoni

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

São Jose dos Campos – SP

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Joselisa Maria Chaves

Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS

Feira de Santana – BH

Dr. Edison Crepani

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

São Jose dos Campos – SP

Prof^a. Dr^a. Sandra Medeiros Santo

Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS

Feira de Santana – BH

À minha filha Shalynn, pela minha ausência nos seus primeiros anos de vida.

Ao meu filho Nasildo pela ausência do afeto paternal.

À minha esposa Ana Paula pela sua compreensão, apoio, confiança e pelo esforço empreendido na educação dos nossos filhos na minha ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Aos meus pais, Marta e Victor e meus avós, Matitimelane (*in memorium*) e Tahate pelo esforço empreendido para a minha educação formal e informal.

Aos meus orientadores, Dr. Flávio Jorge Ponzoni e Prof^a. Dr^a. Joselisa Maria Chaves pela orientação, sugestões e paciência.

Ao Instituto de Formação em Administração de Terras e Cartografia (INFATEC) pela bolsa de estudos.

As Prof^{as}. Dr^a. Sandra Santo e Elane Borges e ao Eng. Pedro Perez pelas contribuições na banca de acompanhamento e de qualificação.

Ao Dr. Edison Crepani (DSR/INPE) pela ajuda no processo da elaboração da proposta do zoneamento ambiental.

A Coordenação do PPGM por ter aceito e aprovado a minha integração no programa.

A todos os professores do PPGM, em especial a Prof^a. Dr^a. Rosângela Santos.

Aos grandes amigos e colegas de trabalho, o Miguel Muguio, o André Moiane e o Lucrêncio Macarringue, estes que foram preponderantes para continuidade dos meus estudos.

A todos os colegas do INFATEC, em especial a Diretora Laurinda Guila, a Menalda Alexandre e a Artimiza Cossa.

A Valódia Cufanhane do Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção (CENACARTA), ao Salésio Chivambo e ao Vitoriano Carpeto do Conselho Municipal da Cidade da Matola (CMCM) e ao técnico Cassimo do Instituto Nacional de Estatística (INE) pelas informações usadas nesta dissertação.

AoSoltan e Mariane pela sua disponibilidade em ajudar nos meus primeiros dias em Feira de Santana.

À todos os colegas das turmas VIII e VIIIa pela amizade e troca de experiência.

Aos familiares e amigos.

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito”.

Martin Luther King (1929 – 1968)

RESUMO

PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA O MUNICÍPIO DA MATOLA EM MOÇAMBIQUE

A expansão da macha urbana no Município da Matola em Moçambique tem sido significativa nas últimas décadas e é feita de forma não estruturada. Esta forma de ocupação do espaço contribui para a destruição da sua estrutura ecológica e ambiental. Uma das estratégias para minimizar esses efeitos é levar em consideração a legislação, concernente à ocupação do solo urbano e à preservação/conservação da cobertura vegetal, assim como a elaboração do Zoneamento Ambiental. A pesquisa tem como objetivo elaborar uma proposta de Zoneamento Ambiental a partir da análise da expansão urbana, da distribuição da cobertura vegetal em um período de 17 anos (1997 - 2014) e da legislação, de forma a contribuir com elementos que informem ou possibilitem a elaboração dos planejamentos urbano e ambiental do Município da Matola. Foram usadas três imagens dos sensores orbitais TM/Landsat 5 e OLI/Landsat 8, dados SRTM, dados populacionais e a base de dados cartográfica digital do Município/País. Empregaram-se técnicas de interpretação visual, de segmentação, declassificação de imagens e de geoprocessamento. Dos resultados, a área urbana aumentou cerca de 180,964m², o que corresponde a 254,91% em relação ao ano de 1997. A área da cobertura vegetal reduziu 118,74m² (52,62%) em 17 anos. Verificou-se redução do Índice de Cobertura Vegetal (ICV) da totalidade na área mapeada ao longo do tempo, sendo 61,25% em 1997, 39,65% em 2007 e 29,02% em 2014. No entanto, o estudo detalhado do ICV tendo como recorte espacial os bairros, mostrou distribuição espacial bastante desigual. O Zoneamento Ambiental proposto, foi elaborado a partir da integração de diferentes planos de informação (mapas temáticos) e apresenta cinco zonas: (i) Zona de Conservação Total; (ii) Zona de Conservação de Uso Sustentável; (iii) Zona de Expansão Urbana; (iv) Zona de Controle Ambiental e (v) Zona de Recuperação. Foi também proposto a criação de três Unidades de Conservação localizadas na Zona de Conservação Total: (i) Reserva Natural Integral, (ii) Monumento Natural e (iii) Área Verde de Proteção Permanente. O trabalho será de grande valia para a gestão municipal e servirá de base para, a elaboração dos próximos planos gerais e parciais de urbanização e o Plano de Estrutura Urbana da Cidade da Matola de 2019/2020, alcançar os objetivos da Estratégia Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável de Moçambique (2007 - 2017) e os objetivos da Agenda 2030 da ONU.

Palavras-chave: Ambiente; Geotecnologias; Matola; Monitoramento Ambiental; Ocupação Antrópica; Vegetação.

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL ZONING PROPOSAL FOR THE CITY

OF MATOLA IN MOZAMBIQUE

The expansion of the urban area in the city of Matola in Mozambique has been significant in recent decades and it has happened in an unstructured way. This occupation contributes to the destruction of both the ecological and environmental structure of the city. One of the strategies to minimize these effects is to consider the legislation, concerning the urban land use and the preservation / conservation of vegetation, as well as the preparation of the Environmental Zoning. The main objective was, to propose an Environmental Zoning based on the analysis of urban sprawl and its impact on the environment, the distribution of vegetation over a period of 17 years (1997-2014) and the legislation to contribute with elements that inform and enable the development of urban and environmental planning in the municipality of Matola. Three satellite images from TM / Landsat 5 and OLI / Landsat 8 orbital sensor, SRTM data, population data and digital database of the city/country were utilized as input data. It was employed visual interpretation, images segmentations, digital classification and geoprocessing technics. Results, indicated that urban area increased about 180.964m², corresponding to 254.91% between 1997 and 2014. The area of vegetation cover reduced to 118.74m² (52.62%) in 17 years. The Vegetation Cover Index (VCI) for total mapped area, reduced from, 61.25% in 1997, to 39.65% in 2007 and 29.02% in 2014. However, the detailed study of the VCI to different neighborhoods of Matola, showed a very uneven spatial distribution. The Environmental Zoning proposed, was made by integrating several information's plans (thematic maps) and features five zones, namely: (i) Total Conservation Zone; (ii) Sustainable Use Conservation Zone; (iii) Expansion Urban Zone; (iv) Environmental Control Zone and (v) Recovery Zone. Has also proposed the creation of three protected areas located in the Total Conservation Zone: (i) Integral Natural Reserve, (ii) Natural Monument and (iii) Permanent Protection Green Area. This research will be important to municipal management and will serve as a basis for preparing the next general and partial urbanization plans and Matola Master Plan 2019/2020, achieving the objectives of the Environmental Strategy for Sustainable Development of Mozambique (2007 - 2017) and the objectives of Agenda 2030 of the UN.

Keywords: Environment; Geotechnology; Matola; Environmental Monitoring; Anthropoc Occupation; Vegetation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Modelo da estrutura urbana em 27

	Moçambique.....	
Figura 2.2:	Características dos espaços urbanos de Moçambique.....	28
Figura 2.3:	Fotos ilustrando área urbana do Município da Matola.....	29
Figura 2.4:	Fotos ilustrando área suburbana do Município da Matola.....	29
Figura 2.5:	Fotos ilustrando área periurbana do Município da Matola.....	30
Figura 2.6	Foto ilustrando disposição inadequada do lixo em um bairro do Município da Matola.....	35
Figura 2.7:	Foto ilustrando poluição atmosférica no Município da Matola.....	36
Figura 2.8:	Fotos ilustrando ocupação de áreas marginais no Município da Matola.....	45
Figura 3.1:	Enquadramento Geográfico do Município da Matola.....	55
Figura 3.2:	Divisão Administrativa do Município da Matola.....	56
Figura 3.3:	Fluxograma metodológico geral.....	62
Figura 3.4:	Fluxograma metodológico para a elaboração de mapas temático.....	64
Figura 3.5:	Fluxograma metodológico para a análise dos índices de cobertura vegetal.....	67
Figura 3.6:	Fluxograma metodológico para a análise e interpretação de dados temáticos	68

Figura 3.7:	Fluxograma metodológico para a análise da ecodinâmica.....	70
Figura 3.8:	Fluxograma metodológico para a proposta de Zoneamento Ambiental.....	74
Figura 3.9:	Fluxograma metodológico para a definição de UC.....	75
Figura 4.1:	Mapeamento da mancha urbana e cobertura vegetal do Município em 1997.....	78
Figura 4.2:	Mapeamento da mancha urbana e cobertura vegetal do Município em 2007.....	79
Figura 4.3:	Mapeamento da mancha urbana e cobertura vegetal do Município em 2014.....	80
Figura 4.4:	Vetores de crescimento da mancha urbana (1997 – 2014).....	81
Figura 4.5:	Espacialização do Índice de Cobertura Vegetal por bairros – 1997.....	88
Figura 4.6:	Espacialização do Índice de Cobertura Vegetal por bairros – 2007.....	89
Figura 4.7:	Espacialização do Índice de Cobertura Vegetal por bairros – 2014.....	90
Figura 4.8:	Alternativas do Plano de Estrutura da Cidade de Maputo de 1985.....	93
Figura 4.9:	Morfologia urbana de parte do Município da Matola.....	95
Figura 4.10:	As fotos ilustram bairros parcialmente inundados no Município da Matola em	

	2014.....	96
Figura	As fotos ilustram áreas vulneráveis a inundações com placa	
4.11:	de identificação no Município da Matola.....	97
Figura	As fotos ilustram espaços verdes transformados em espaços	
4.12:	comerciais no Município da Matola.....	99
Figura	Plano de Informação para o tema	104
4.13:	Relevo.....	
Figura	Plano de informação para o tema Solos.....	105
4.14:		
Figura	Plano de informação para o tema Vegetação.....	106
4.15:		
Figura	Plano de informação para o tema	107
4.16:	Clima.....	
Figura	Valores médios de vulnerabilidade das Unidades de	109
4.17:	Paisagem..	
Figura	Mapa de Vulnerabilidade à Perda de Solo do Município da	
4.18:	Matola.....	110
Figura	Mapa síntese da Proposta de Zoneamento Ambiental de	114
4.19:	1997...	
Figura	Mapa síntese da Proposta de Zoneamento Ambiental de 2007.	115
4.20:		
Figura	Mapa síntese da Proposta de Zoneamento Ambiental de 2014.	116
4.21:		
Figura	Propostas de Unidades de Conservação na Zona de	
4.22:	Conservação Total: A – Noroeste, B – Sudeste.....	124

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: Evolução da população do Município da Matola (1997 – 2014)...	41
Gráfico 4.1: Evolução das áreas da mancha urbana e cobertura vegetal (1997 – 2014).....	82
Gráfico 4.2: Evolução do Índice de Cobertura Vegetal da Área Urbana (1997 – 2014).....	84
Gráfico 4.3: Evolução do Índice de Cobertura Vegetal por Habitantes (1997 - 2014).....	85
Gráfico 4.4: Comparação das áreas das zonas ambientais propostas (1997 - 2014).....	118

LISTA DE QUADROS

Quadro2.1: Evolução da população urbana no Mundo entre 2007-2050(%).....	26
.....	

Quadro2.2:	População urbana em Moçambique (1950 - 2050).....	33
Quadro2.3:	Evolução da população do Município da Matola (1997 - 2014)..	40
Quadro 2.4:	Funções e respectivas características da cobertura vegetal.....	47
Quadro3.1:	Divisão Administrativa do Município da Matola.....	54
Quadro3.2:	Categorias de classes de declividade.....	67
Quadro3.3:	Classificação do ICV por Bairros do Município da Matola.....	68
Quadro3.4:	Valores de estabilidade atribuídos às categorias morfodinâmicas.....	71
Quadro3.5:	Graus de Vulnerabilidade das Unidades de Paisagem.....	72
Quadro 3.6:	Leis e regulamentos analisados e seus objetivos.....	73
Quadro4.1:	Quantificação das áreas de expansão urbana e cobertura vegetal (1997 - 2014).....	82
Quadro4.2:	Índices de cobertura vegetal do Município (1997 - 2014).....	84
Quadro 4.3:	Índices de Cobertura Vegetal por bairro (1997 - 2014).....	86
Quadro 4.4:	Evolução das áreas das zonas ambientais propostas (1997 - 2014).....	118

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CMCM	Conselho Municipal da Cidade da Matola
DNAL	Direcção Nacional de Administração Local
DNE	Direcção Nacional de Estatística
DUAT	Direito de Uso e Aproveitamento da Terra
EP1	Ensino Primário do 1º Grau
EP2	Ensino Primário do 2º Grau
ESG	Ensino Secundário Geral
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
GEOBIA	GEography Object Based Image Analysis
HDR	Human Development Report
IAV	Índice de Área Verde
ICV	Índice de Cobertura Vegetal
ICV/H	Índice de Cobertura Vegetal por Habitante
ICVAU	Índice de Cobertura Vegetal da Área Urbana
IMAP	Instituto de Magistério Primário
INE	Instituto Nacional de Estatística
INIA	Instituto Nacional de Investigação Agronômica
Landsat	Land Remote Sensing Satellite

MLME	Modelo Linear de Mistura Espectral
OLI	Operational Land Imager
ONU	Organização das Nações Unidas
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
TM	Thematic Mapper
UNECA	United Nations Economic Commission for Africa
USGS	United States Geological Survey
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS84	World Geodetic System 1984
WRS-2	Worldwide Reference System 2

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES INICIAIS	Erro! Indicador não definido.
1.1 Introdução	Erro! Indicador não definido.
1.2 Objetivos	Erro! Indicador não definido.
1.3 Justificativa da pesquisa.....	Erro! Indicador não definido.
CAPÍTULO II: REFERENCIAL TEÓRICO	Erro! Indicador não definido.
2.1 Urbanização	Erro! Indicador não definido.
2.1.1 Principais considerações.....	Erro! Indicador não definido.
2.1.2 Processos de urbanização	Erro! Indicador não definido.
2.1.3 Urbanização em Moçambique.....	Erro! Indicador não definido.
2.1.4 Consequências da urbanização	Erro! Indicador não definido.
2.2 O Município da Matola: principais considerações.....	Erro! Indicador não definido.
2.2.1 Dinâmica Populacional.....	Erro! Indicador não definido.
2.2.2 Crescimento Urbano.....	Erro! Indicador não definido.
2.3 Cobertura vegetal e meio ambiente urbano	Erro! Indicador não definido.
2.4 Sensoriamento remoto nos estudos urbanos	Erro! Indicador não definido.
2.5 Zoneamento Ambiental	Erro! Indicador não definido.
CAPÍTULO III: METODOLOGIA	Erro! Indicador não definido.
3.1 Localização da área de estudo.....	Erro! Indicador não definido.
3.2 Caracterização físiográfica	Erro! Indicador não definido.
3.3 Caracterização socioeconômica.....	Erro! Indicador não definido.
3.4 Material e método.....	Erro! Indicador não definido.
3.4.1 Material.....	Erro! Indicador não definido.
3.4.2 Método	Erro! Indicador não definido.
CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO	Erro! Indicador não definido.
4.1 Análise da expansão urbana e da cobertura vegetal.....	Erro! Indicador não definido.
4.2 Análises dos índices de cobertura vegetal	Erro! Indicador não definido.
4.3 Ocupação do solo urbano, cobertura vegetal e legislação.....	Erro! Indicador não definido.
4.4 Proposta de Zoneamento Ambiental	Erro! Indicador não definido.
CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS	Erro! Indicador não definido.
5.1 Conclusões.....	Erro! Indicador não definido.
5.2 Recomendações	Erro! Indicador não definido.
Referências	Erro! Indicador não definido.