



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

M397p Matule, Euclides Délio
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.

Ao Soltan 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, de classificação 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 Moçambique.....	28
Figura 2.2:	Características dos espaços urbanos de Moçambique.....	29
Figura 2.3:	Fotos ilustrando área urbana do Município da Matola.....	30
Figura 2.4:	Fotos ilustrando área suburbana do Município da Matola.....	30
Figura 2.5:	Fotos ilustrando área periurbana do Município da Matola.....	31
Figura 2.6	Foto ilustrando disposição inadequada do lixo em um bairro do Município da Matola.....	36
Figura 2.7:	Foto ilustrando poluição atmosférica no Município da Matola.....	37
Figura 2.8:	Fotos ilustrando ocupação de áreas marginais no Município da Matola.....	46
Figura 3.1:	Enquadramento Geográfico do Município da Matola.....	56
Figura 3.2:	Divisão Administrativa do Município da Matola.....	57
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.....	79
Figura 4.2:	Mapeamento da mancha urbana e cobertura vegetal do Município em 2007.....	80
Figura 4.3:	Mapeamento da mancha urbana e cobertura vegetal do Município em 2014.....	81
Figura 4.4:	Vetores de crescimento da mancha urbana (1997 – 2014).....	82

Figura 4.5: Espacialização do Índice de Cobertura Vegetal por bairros – 1997.....	89
Figura 4.6: Espacialização do Índice de Cobertura Vegetal por bairros – 2007.....	90
Figura 4.7: Espacialização do Índice de Cobertura Vegetal por bairros – 2014.....	91
Figura 4.8: Alternativas do Plano de Estrutura da Cidade de Maputo de 1985.....	94
Figura 4.9: Morfologia urbana de parte do Município da Matola.....	96
Figura 4.10: As fotos ilustram bairros parcialmente inundados no Município da Matola em 2014.....	97
Figura 4.11: As fotos ilustram áreas vulneráveis a inundações com placa de identificação no Município da Matola.....	98
Figura 4.12: As fotos ilustram espaços verdes transformados em espaços comerciais no Município da Matola.....	100
Figura 4.13: Plano de Informação para o tema Relevo.....	104
Figura 4.14: Plano de informação para o tema Solos.....	105
Figura 4.15: Plano de informação para o tema Vegetação.....	106
Figura 4.16: Plano de informação para o tema Clima.....	107
Figura 4.17: Valores médios de vulnerabilidade das Unidades de Paisagem..	109
Figura 4.18: Mapa de Vulnerabilidade à Perda de Solo do Município da Matola.....	110
Figura 4.19: Mapa síntese da Proposta de Zoneamento Ambiental de 1997...	114
Figura 4.20: Mapa síntese da Proposta de Zoneamento Ambiental de 2007.	115
Figura 4.21: Mapa síntese da Proposta de Zoneamento Ambiental de 2014.	116
Figura 4.22: Propostas de Unidades de Conservação na Zona de Conservação Total: A – Noroeste, B – Sudeste.....	124

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: Evolução da população do Município da Matola (1997 – 2014)...	42
Gráfico 4.1: Evolução das áreas da mancha urbana e cobertura vegetal (1997 – 2014).....	83
Gráfico 4.2: Evolução do Índice de Cobertura Vegetal da Área Urbana (1997 - 2014).....	85
Gráfico 4.3: Evolução do Índice de Cobertura Vegetal por Habitantes (1997 - 2014).....	86
Gráfico 4.4: Comparação das áreas das zonas ambientais propostas (1997 - 2014).....	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1:	Evolução da população urbana no Mundo entre 2007-2050 (%).....	27
Quadro 2.2:	População urbana em Moçambique (1950 - 2050).....	34
Quadro 2.3:	Evolução da população do Município da Matola (1997 – 2014)..	41
Quadro 2.4:	Funções e respectivas características da cobertura vegetal.....	48
Quadro 3.1:	Divisão Administrativa do Município da Matola.....	55
Quadro 3.2:	Categorias de classes de declividade.....	67
Quadro 3.3:	Classificação do ICV por Bairros do Município da Matola.....	68
Quadro 3.4:	Valores de estabilidade atribuídos às categorias morfodinâmicas.....	71
Quadro 3.5:	Graus de Vulnerabilidade das Unidades de Paisagem.....	72
Quadro 3.6:	Leis e regulamentos analisados e seus objetivos.....	73
Quadro 4.1:	Quantificação das áreas de expansão urbana e cobertura vegetal (1997 – 2014).....	83
Quadro 4.2:	Índices de cobertura vegetal do Município (1997 - 2014).....	84
Quadro 4.3:	Índices de Cobertura Vegetal por bairro (1997 - 2014).....	85
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	16
1.1 Introdução	16
1.2 Objetivos	21
1.3 Justificativa da pesquisa.....	21
CAPÍTULO II: REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 Urbanização	23
2.1.1 Principais considerações.....	23
2.1.2 Processos de urbanização	25
2.1.3 Urbanização em Moçambique.....	27
2.1.4 Consequências da urbanização	34
2.2 O Município da Matola: principais considerações	40
2.2.1 Dinâmica Populacional.....	40
2.2.2 Crescimento Urbano.....	42
2.3 Cobertura vegetal e meio ambiente urbano	46
2.4 Sensoriamento remoto nos estudos urbanos	50
2.5 Zoneamento Ambiental	52
CAPÍTULO III: METODOLOGIA	55
3.1 Localização da área de estudo.....	55
3.2 Caracterização físiográfica	58
3.3 Caracterização socioeconômica.....	59
3.4 Material e método.....	61
3.4.1 Material.....	61
3.4.2 Método	61
CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4.1 Análise da expansão urbana e da cobertura vegetal	76
4.2 Análises dos índices de cobertura vegetal	84
4.3 Ocupação do solo urbano, cobertura vegetal e legislação	92
4.4 Proposta de Zoneamento Ambiental	103
CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
5.1 Conclusões.....	125
5.2 Recomendações	127
Referências	130

CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Introdução

Desde o início da civilização, os seres humanos têm deliberadamente gerenciado e convertido a paisagem para derivar recursos naturais, tais como; alimentos, fibra, água fresca, e produtos farmacêuticos (GOLDEWIJK; RAMANKUTTY; 2004). Essas mudanças na paisagem são muitas vezes influenciadas por políticas regionais (CALVO-IGLESIAS et al., 2008). Os principais fatores determinantes para as mudanças ambientais globais foram identificados como a intensificação da agricultura (GREEN, 1990) ou urbanização (PHIPPS et al., 1986). Além disso, as políticas socioeconômicas determinam os tipos de uso da terra dentro de uma determinada região, que por sua vez afetam questões ambientais (MANDER; PALANG, 1994; MELLUMA, 1994). A fim de solucionar os desafios da urbanização, sem comprometer a qualidade do ambiente e seu sustento, o ordenamento do território com dados espaciais adequados são cruciais, especialmente nas regiões em estirpes ambientais e demográficas graves (AITHAI et al., 2012).

A expansão urbana é caracterizada por um desequilíbrio acentuado entre a difusão espacial urbana e o crescimento da população (BRUEKNER, 2001). O alastramento de assentamentos humanos, tanto em torno de cidades existentes e em áreas rurais, apresenta-se como fator importante nas mudanças no uso e cobertura da terra nos países em desenvolvimento (GONZALEZ-ABRAHAM et al., 2007; BATISANI; YARNAL, 2009).

A urbanização exerce substancial efeito sobre as trocas de carbono entre a atmosfera e a superfície da terra, transformando paisagem, mudando albedo e alterando os processos hidrológicos (GRIMMOND et al. 2002; KOERNER et al., 2004). Foi reconhecida como um fator importante na modificação das características biológicas, físicas e químicas da superfície da terra, afetando ainda mais as funções dos ecossistemas terrestres e alterações climáticas (GOLDEWIJK; RAMNAKUTTY, 2004; ZHOU et al., 2004; FOLEY et al., 2005; ZHANG et al., 2006; ZHANG et al., 2008). Portanto, a compreensão de como a expansão urbana e as condições demográficas e econômicas influenciam nas condições ambientais é um pré-requisito para lidar melhor com os problemas ambientais (LU et al, 2010).

A medida que começamos a reconhecer o alcance da influência humana sobre os ecossistemas, é importante compreender como as formas específicas de transformação da terra induzidas pelo homem afetam a dinâmica dos sistemas biológicos (IMHOFF et al, 2004). A transformação da terra devido as atividades humanas manifestou-se historicamente de muitas formas, começando com o manejo do fogo, práticas do pastoreio, o desenvolvimento da agricultura e culminando com a urbanização, incluindo o desenvolvimento industrial (DAILY; EHRLICH, 1992; EHRLICH; EHRLICH, 1992).

Recentemente, mais atenção vem sendo dada para a urbanização, pois é uma forma particularmente perturbadora de transformação da terra em termos do seu impacto ecológico e a extensão de sua influência que está crescendo juntamente com o aumento das necessidades da população e dos materiais (WACKERNAGEL; YOUNT, 1998).

O monitoramento da expansão urbana necessita de instrumentos ágeis na obtenção de informações sobre esta realidade devido à grande velocidade em que ocorrem as mudanças nos limites das áreas urbanas (VIERA, 1989). O estudo e o monitoramento do crescimento das áreas urbanas tornam-se difíceis e onerosos se realizados com técnicas convencionais de obtenção de dados, como levantamento de campo e levantamentos aerofotogramétricos tradicionais, embora este último tenha tentado ajustar-se para tornar-se competitivo (ALVES et al., 2009).

Dentre as técnicas de monitoramento ambiental, o sensoriamento remoto tem sido reconhecido como uma ferramenta importante para a reprodução de observações "instantâneas" da terra e da atmosfera (JENSEN, 2009). Nas observações de áreas urbanas, os dados do sensor de satélite permitiram ampla cobertura aérea, com cobertura em intervalos consistentes e facilmente atualizáveis. Dada a sua rápida recuperação e disponibilidade global, o sensoriamento remoto por satélite é um meio ideal para a produção de medições para monitorar vários aspectos da dinâmica urbana, em particular a escala regional (LO, 1986).

O sensoriamento remoto surge como uma técnica alternativa e bastante eficiente para avaliar o processo de crescimento do espaço urbano. Esta técnica, aliada a outras tecnologias, fornece a possibilidade de monitorar, além do crescimento

urbano, os problemas ambientais decorrentes do processo de expansão da mancha urbana (FORSTER, 1984).

A distribuição espaço-temporal da vegetação é um componente fundamental para o ambiente urbano / suburbano (SMALL; MILLER, 1999). A vegetação influencia as condições ambientais urbanas e fluxos de energia por reflexão seletiva e de absorção de radiação solar (GOWARD et al., 1985; ROTH et al., 1989; GALLO et al., 1993) e por modulação de evapotranspiração (CARLSON et al., 1994; GILLIES et al., 1997; OWEN et al., 1998). A presença e a abundância de vegetação em áreas urbanas têm sido reconhecidas como forte influência sobre a demanda de energia e o desenvolvimento de ilhas de calor urbanas (OKE, 1976). A abundância de vegetação urbana também pode influenciar a qualidade do ar e saúde humana (WAGROWSKI; HITES, 1997), porque as árvores proporcionam área superficial abundante para o sequestro de partículas e do carbono. A vegetação urbana também experimenta a curto e a longo prazos mudanças fenológicas e pode ser sensível à sutil mudança nas condições ambientais. Mudanças no componente de construção no ambiente urbano são geralmente documentados em vários níveis de detalhe, mas as mudanças fenológicas da vegetação em áreas urbanas não estão sob o controle direto do homem e não são geralmente monitorados em grandes áreas (SMALL, 2001).

Amorim (2001) afirma que a falta de vegetação nas áreas urbanas traz consequências negativas para o meio ambiente urbano, como: alterações do clima local, enchentes, deslizamentos, falta de áreas de lazer para a população e pode provocar processos erosivos nessas áreas e nos terrenos no seu entorno.

Já, Nucci (2008) considera que é com base na vegetação que muitos problemas urbanos podem ser amenizados ou resolvidos e, assim a cobertura vegetal, tanto em termos qualitativos como quantitativos e sua distribuição espacial, no ambiente urbano, deve ser cuidadosamente considerada na avaliação de qualidade ambiental e planejamento da paisagem urbanizada.

Para entender completamente o impacto do desenvolvimento urbano sobre a vegetação e outros sistemas naturais, segundo Miller et al. (2015) é importante compreender: (i) a história da urbanização e como ela influenciou os padrões de

desenvolvimento na paisagem urbana; (ii) que interação os residentes urbanos têm com as paisagens rurais; e (iii) o que pode ser projetado para o futuro da vida urbana.

A rápida urbanização e o acelerado crescimento populacional de Moçambique, no geral e em particular no Município da Matola nas últimas décadas estão causando muitos problemas ambientais, como a perda de vegetação, poluição do ar, escassez de água e contaminação, deterioração das condições sanitárias, entre outros, assim como a ocupação de áreas impróprias para a habitação. Dessa forma, é essencial examinar os impactos da expansão urbana na redução da área de cobertura vegetal e seus impactos no meio ambiente. É uma das formas de minimização desses efeitos é levar em consideração a legislação vigente no país, concernente a ocupação do solo urbano e a preservação/conservação da cobertura vegetal, assim como a elaboração do Zoneamento Ambiental.

O Zoneamento Ambiental como um instrumento estratégico de planejamento, apresenta como principal qualidade a viabilização da inserção da variável ambiental em diferentes momentos do processo de tomada de decisão. Desde a formulação de estratégias de desenvolvimento setoriais (mais voltadas para o plano regional), até a decisão sobre a ocupação de um sítio específico para a implantação de uma determinada atividade (MONTAÑO et al, 2007).

Montaño et al., (op. cit.) afirmam que o Zoneamento Ambiental é o instrumento mais adequado para a obtenção de respostas amplas com relação à viabilidade da ocupação do território em bases ambientalmente sustentáveis, tanto em relação aos fatores ambientais a serem considerados como também na delimitação das áreas de influência e/ou identificação de conflitos. Sendo assim, trata-se de um instrumento essencial para a efetividade de outros instrumentos.

Segundo o artigo 60 do Decreto nº. 23/2008 de Moçambique, constitui objetivo do zoneamento, salvaguardar as qualidades ecológicas e ambientais das diversas regiões do território nacional definindo limites à sua ocupação humana, exploração econômica e qualquer outra forma de utilização visando impedir a sua degradação ambiental e a fomentar o seu uso sustentável (MOÇAMBIQUE, 2008).

Tendo em conta esses aspectos, a pesquisa, procura analisar de que forma o Zoneamento Ambiental pode contribuir para os planejamentos urbano e ambiental

do Município da Matola, partindo da hipótese de que a expansão urbana não estruturada impacta na redução da área da cobertura vegetal e consequente degradação do meio ambiente e da sua qualidade ambiental.

O trabalho está estruturado em cinco capítulos principais. O primeiro, consta a introdução, a apresentação dos objetivos e as justificativas do estudo. No segundo é apresentado o referencial teórico que sustentou a pesquisa, onde são apresentados conceitos e estudos relacionados ao processo de urbanização, características dos espaços urbanos em Moçambique, dinâmicas populacionais e urbanas do Município da Matola, a importância da cobertura vegetal em ambientes urbanos e os índices de cobertura vegetal, o Zoneamento Ambiental, além de ponderações sobre as Geotecnologias e sua relevância na aplicação em estudos urbanos e da cobertura vegetal.

O terceiro capítulo é reservado a apresentação da área de estudo, sua localização, as suas características fisiográficas e socioeconômicas, a metodologia empregada, com destaque para as Geotecnologias, como os métodos de processamento, classificação de imagens de satélite, zoneamento, álgebra de mapas, geração de gráficos e a elaboração dos mapas.

A apresentação, análise e discussão dos resultados é feita no quarto capítulo, e em seguida, no capítulo cinco, são apresentadas as conclusões e recomendações da pesquisa.

1.2 Objetivos

Geral

A pesquisa tem como objetivo geral elaborar uma proposta de Zoneamento Ambiental a partir da análise da expansão urbana e da distribuição da cobertura vegetal em um período de 17 anos (1997 - 2014), assim como da legislação vigente no país, de forma a contribuir com elementos que informem ou possibilitem a elaboração dos planejamentos urbano e ambiental para o Município da Matola.

Específicos

- ✓ Detectar, mapear e quantificar a área da expansão urbana e a área da cobertura vegetal do Município empregando ferramentas do sensoriamento remoto;
- ✓ Analisar espacial e temporalmente os Índices de Cobertura Vegetal;
- ✓ Analisar e integrar a forma de ocupação do espaço urbano e cobertura vegetal com os instrumentos legais vigentes no país;
- ✓ Aplicar as técnicas do geoprocessamento para o armazenamento, edição, manipulação e integração de diferentes planos de informação;
- ✓ Elaborar uma Proposta de Zoneamento Ambiental para o Município.

1.3 Justificativa da pesquisa

O rápido crescimento populacional no Município da Matola tem criado demanda significativa de novos espaços para a sua expansão por parte da população e do Governo do Município. Esse crescimento alia-se às crescentes migrações campo-cidade da população pobre, às secas e cheias cíclicas, aos preços relativamente baixos das terras ao longo das áreas de expansão (especulação fundiária), à procura de espaço por parte da população do Município do Maputo (migração cidade-cidade), uma vez que, esta se encontra saturada e sem espaço para o seu desenvolvimento, bem como pelo reassentamento da população retirada de áreas consideradas impróprias para habitação ou sujeitas às intervenções planificadas

(ocupadas ilegalmente), e isto faz com que o Município albergue mais de 50% da população da província de Maputo (com 8 distritos).

A expansão da mancha urbana no Município da Matola tem sido significativa nas últimas décadas e feita de uma forma desorganizada sem respeitar as normas de um planejamento territorial, no qual a população constrói as suas residências sem que se criem redes de arruamento adequadas e sem uniformização da estrutura parcelar, ocupando, em certos casos, áreas inapropriadas ou mesmo sem os cuidados mínimos quanto ao relevo. As construções não obedecem à drenagem natural das águas relacionadas às declividades dos terrenos, o que tem ocasionado enchentes e outros danos que prejudicam a população residente nesses locais. Esta forma de ocupação do espaço contribui para a destruição da estrutura ecológica e ambiental do Município, a superlotação dos assentamentos e a sobrecarga das infraestruturas instaladas, bem como, problemas na gestão fundiária e na falta de espaços verdes.

Deve-se realçar que Moçambique dispõe de vários instrumentos legais que podem, ou poderiam, travar a situação acima, mas estes não estão sendo usados efetivamente, devendo-se a vários motivos.

Portanto, compreender essas dinâmicas de ocupação do espaço em relação à redução da área da cobertura vegetal e a legislação, pode proporcionar medidas interventivas na redução dos impactos ambientais que a urbanização possa proporcionar, criando deste modo uma ferramenta para a tomada de decisão por parte do Governo Municipal, em relação a forma que a expansão urbana será feita, a tipologia de construção, a criação de áreas verdes, áreas de proteção e conservação. Tudo isso visando evitar possíveis ilhas de calor e o aumento das temperaturas, a poluição do ar, a redução da umidade relativa, a deterioração da estética urbana, objetivando melhores planejamentos urbano e ambiental do Município, dessa forma o Zoneamento Ambiental torna-se uma estratégia para sua efetivação.

CAPÍTULO II: REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Urbanização

2.1.1 Principais considerações

Araújo (2003) afirma que a urbanização é um processo específico de organização territorial da população que, na sua inter-relação com o meio, cria um conjunto de atividades sociais, econômicas e culturais que resultam na formação de um espaço com características próprias de concentração da população, de produção, de serviços e de organização espacial.

Uma aglomeração populacional será considerada urbana se possuir quantidade de habitantes estabelecida como mínima. Ocorre que essa quantidade mínima varia muito de um país para outro, por exemplo: Canadá e Escócia, 1.000 habitantes; França e Portugal, 2.000 habitantes; Espanha e Grécia, 10.000 habitantes. De acordo com a ONU, a quantidade mínima seria de 20.000 habitantes (UNECA, 1968).

Não existem critérios universais rígidos para esta definição de espaço urbano. Os conceitos podem ser diferentes de país para país, de época para época, de acordo com o desenvolvimento socioeconômico. Os países que não foram atingidos pela revolução industrial, nem pela atual revolução tecnológica, onde a economia de mercado é uma exceção ou está reduzida ao benefício de um pequeno número de grandes centros de recolhimento e de comercialização, possuem poucas cidades que exerçam funções de relação e de troca – são países fundamentalmente rurais (ARAÚJO, 1997).

Para Smirnov (1972), o campo de interação nos povoamentos rurais centra-se na agropecuária e em outros fenômenos espacialmente contínuos a esta. Para ele é essencial, para a definição de urbano, o grau de industrialização ou de desenvolvimento de outros setores não agrários. Sendo assim, um povoamento rural não é apenas formado por população agrária, mas também por aquela que tem atividades de algum modo relacionadas com todas as infraestruturas de apoio à atividade agropecuária, e que constituem os “fenômenos espacialmente contínuos”.

Beaujeu-Garnier (1983) considera que a definição de urbano deve atender aos seguintes critérios:

- ✓ Lugares com certo grau de organização administrativa;
- ✓ Núcleos populacionais com um determinado número de habitantes, o qual pode variar de país para país e de época para época;
- ✓ Combinação do número de habitantes com a organização administrativa;
- ✓ Combinação do número de habitantes com a atividade essencial do grupo.

São aqui considerados três indicadores fundamentais: número de habitantes, principal atividade da população residente e organização administrativa.

George (1974) refere que através de um critério puramente quantitativo considera-se urbano um espaço contínuo de residência a partir de um determinado número de habitantes. Mas para que a interpretação dos números seja válida, é imprescindível que se estabeleça uma estreita relação entre três noções inevitavelmente implicadas:

- ✓ A de população, que é descritiva e quantitativa, e tem uma aproximação fundamentalmente estatística;
- ✓ A de povoamento, que é essencialmente espacial e que implica uma relação com o meio;
- ✓ A de distribuição territorial, que é, na essência, geográfica.

Araújo (1988, 1997) defende que, para o caso de Moçambique, se deve adotar uma classificação de urbano com base nos seguintes critérios:

- ✓ Organização administrativa, segundo o qual será urbana toda a população que vive nas capitais provinciais;
- ✓ Número de habitantes, considerando-se urbanos os aglomerados com 10.000 e mais residentes;
- ✓ Existência de infraestruturas socioeconômicas, como sejam de serviços, comércio, construção, transportes e comunicações;
- ✓ Função econômica, que deve situar-se majoritariamente fora do setor agrário;
- ✓ Papel histórico desempenhado pelo centro populacional e perspectivas de desenvolvimento dos setores secundário e terciário.

Estes critérios devem ser considerados em conjunto, pois seria equivocado estabelecer uma classificação com base apenas num ou dois destes ou doutros parâmetros. Nestas condições podem definir-se como urbano os aglomerados populacionais com 10.000 e mais habitantes, cuja atividade econômica principal não pertença ao setor agrário, e com uma infraestrutura socioeconômica e administrativa considerada mínima.

2.1.2 Processos de urbanização

A Inglaterra foi o primeiro país a nível mundial a se urbanizar. Porém, a urbanização acelerada da maior parte dos países desenvolvidos industrializados só ocorreu a partir da segunda metade do século XIX, na fase da Segunda Revolução Industrial. No caso dos países subdesenvolvidos, a urbanização é um fato mais recente.

Nos países industrializados, a urbanização é mais antiga e ocorreu de forma mais lenta e integrada com a área rural. As cidades acompanharam a evolução das migrações e, com o tempo, receberam novos equipamentos urbanos. Com o passar do tempo a expansão horizontal cedeu lugar a verticalização (AGBOLA, 2005).

A expansão da urbanização na Europa do século XIX foi acompanhada pela difusão industrial e do trabalho assalariado fora do local de residência. A maior parte dos migrantes vindos das áreas rurais foi absorvida pelo crescimento do setor das manufaturas. Como resultado, as condições sociais e econômicas da população urbana melhoraram consideravelmente e a migração aumentou, pelo que foi o fator que, naquela altura, mais contribuiu para o aumento demográfico das cidades europeias. Tem-se como exemplo a Inglaterra, que em 1801 a população das 10 maiores cidades representava apenas 16% do efetivo demográfico total do país, mas apenas em 1851 as mesmas urbes já concentravam 23% dos residentes e em 1880, 67% já era urbana. Cem anos depois, a população urbana da Inglaterra atingiu 91%. A França e os EUA tinham, em 1880, uma população urbana de 35 e 29% respectivamente, e só em 1990 ultrapassaram os 70% (MCGEE; GRIFFITHS 1994).

O rápido crescimento da população nas cidades europeias provocou problemas semelhantes àqueles que atualmente se observam nas áreas urbanas dos países

em desenvolvimento, apesar da dimensão e origem do fenômeno ser muito diferente. Os principais problemas estão ligados a: falta de habitação adequada, proliferação de bairros de lata (favelas), graves lacunas de saneamento urbano e higiene ambiental (ARAÚJO, 1997).

Nos países em desenvolvimento, a primeira vaga de urbanização teve lugar quando a maior parte deles ainda eram colônias e não deu origem ao desenvolvimento da indústria nem a infraestruturas urbanas. O crescimento da população em geral e da urbana em particular, não foi acompanhado pelo mesmo desenvolvimento econômico que foi experimentado pelos países desenvolvidos durante o século XIX. O conjunto da população urbana da África, Ásia e América Latina, na década de 1950-60, cresceu com uma taxa média de cerca de 4,5% a 4,6%, enquanto nos países desenvolvidos, no mesmo período, foi de apenas 2,4% (ARAÚJO, op. cit.).

O processo de urbanização ocorre de forma desordenada, na maioria das vezes, fator decorrente do crescimento populacional concentrado nas áreas urbanas. Esse crescimento geralmente não está em equilíbrio com a oferta de infraestrutura, fazendo com que a cidade cresça para áreas além daquelas planejadas ou até mesmo para áreas inadequadas para uso urbano.

Segundo o HDR (1990), nos 35 anos após 1950, o número de pessoas que viviam nas cidades quase triplicou, aumentando em cerca de 1,25 mil milhões de habitantes. Nas regiões desenvolvidas quase duplicaram de 450 a 840 milhões de pessoas enquanto que, nas regiões em desenvolvimento, passou-se de 285 milhões para 1,15 mil milhões.

Em 1950, 29,4% da população mundial vivia em áreas urbanas e em 1960, apenas três das dez maiores aglomerações urbanas se situavam no mundo em desenvolvimento e somente quatro delas tinham mais que 10 milhões de pessoas. Em 2000, quase metade da população mundial vivia nas cidades e existiam 22 cidades com mais do que 10 milhões de pessoas, sendo a Cidade do México a maior com uma população de 26,3 milhões (UNITED NATIONS DEPARTMENT OF INTERNATIONAL AND SOCIAL AFFAIRS, 1985).

Em 2008 existiam 22 cidades com mais de 10 milhões de pessoas, estando Tóquio no pódio com cerca de 34,25 milhões de pessoas e estima-se que em 2030 existirão

33 cidades a superar a fasquia dos 10 milhões, sendo Jakarta a maior cidade de todas (DEMOGRAPHIA, 2008).

O Quadro 2.1, apresenta as previsões da ONU, segundo as quais mais da metade da população mundial estará vivendo nos centros urbanos entre 2025 - 2050, tendo-se a África e a Ásia a apresentarem aumentos significativos da população habitando áreas urbanas (ONU, 2008).

Quadro 2.1: Evolução da população urbana no Mundo entre 2007 - 2050 (%)

Localização	Anos		
	2007	2025	2050
Mundo	49,4	57,2	69,6
África	38,7	47,2	61,8
Ásia	40,8	51,1	66,2
Europa	72,2	76,2	83,8
América do Sul	78,3	83,5	88,7
América do Norte	81,3	85,7	90,2
Oceânia	70,5	71,9	76,4

Fonte: ONU, 2008.

2.1.3 Urbanização em Moçambique

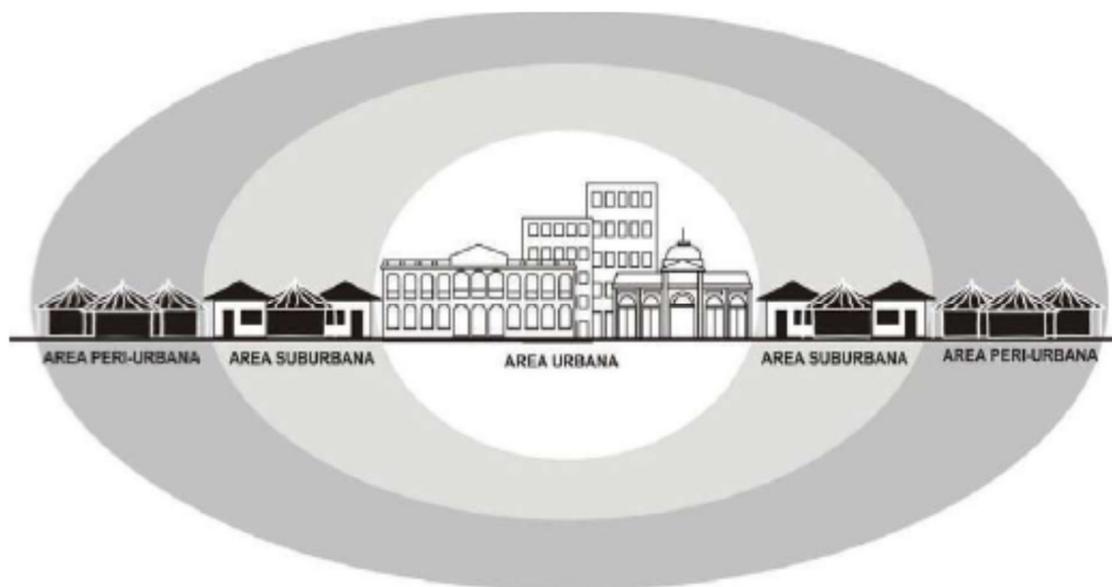
Importa referir que o território moçambicano subdivide-se em províncias (11), distritos (150), postos administrativos (394), localidades e povoações ou aldeias (1042) e as áreas urbanas são estruturadas em cidades e vilas (53). As cidades e vilas, correspondem aos Municípios (número 2 do artigo 2 da Lei nº. 2/1997).

Os atuais espaços urbanos em Moçambique são resultantes de um processo alógeno, em que a concentração de atividades económicas foi decidida e imposta em função de interesses exteriores (coloniais). Muitas das vezes não são interesses económicos diretos que atuam como fator imediato da localização do “situ” urbano, mas antes interesses ligados às necessidades do poder colonial, como sejam o de controle militar e/ou administrativo e a exportação de matéria primas, geralmente provenientes do interior. Ainda hoje, as cidades e o campo moçambicanos apresentam alguns antagonismos que apenas o tempo e modelos mais adequados

às realidades e percepções locais vão reduzindo gradualmente. Por isso, a localização e características das atuais cidades moçambicanas, que não chegam a constituir uma rede urbana, é o resultado de interesses político-econômicos coloniais, sobre os quais se procurou ajustar, na pós-independência, às políticas nacionais de desenvolvimento (ARAÚJO, 1997).

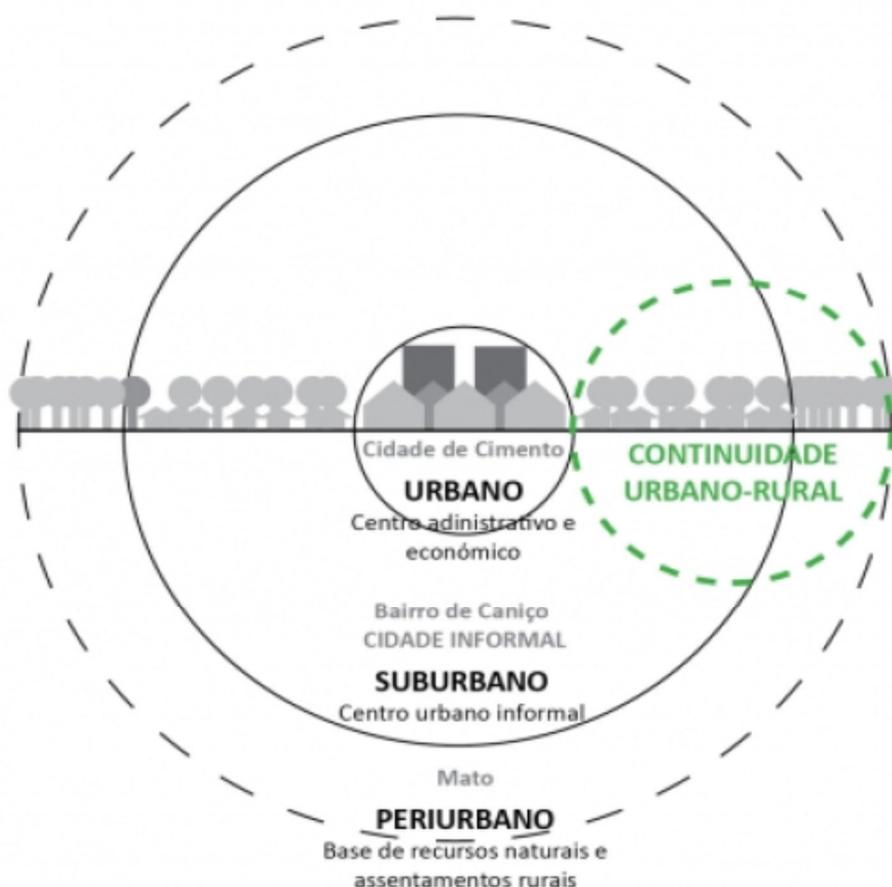
A cidade colonial, em Moçambique, apresentava uma característica dual muito marcada: por um lado, a chamada “cidade de cimento”, branca, de desenvolvimento vertical, planificada, com infraestruturas e serviços; em oposição a designada “cidade de caniço”, negra, suburbana, horizontal, não planificada, de construção espontânea e de material precário (estacas, barro e caniço), sem infra – estruturas e serviços e que se dispunha a volta da “cidade de cimento”, cercando-a. As transformações ocorridas nestes espaços, depois da independência nacional, não eliminaram a dualidade econômica, social e de organização territorial, pois a principal alteração foi apenas demográfica, com as consequências daí decorrentes. Assim, surge um modelo de estrutura urbana constituído por três manchas circulares concêntricas, onde as condições de urbanização e socioeconômicas se degradam do centro para a periferia (Figura 2.1).

Figura 2.1: Modelo da estrutura urbana em Moçambique



A figura 2.2 ilustra as características dos espaços urbanos segundo Veríssimo (2013).

Figura 2.2: Características dos espaços urbanos de Moçambique



Fonte: VERÍSSIMO, 2013. p.185

Segundo Araújo (2003) as características de cada um destes três espaços podem sintetizar-se da seguinte forma:

- a) “**Cidade de cimento**”, também considerada por área urbana – organizada territorialmente, obedecendo a uma planta ortogonal; com rede viária pavimentada, apesar de muito degradada; serviços de saneamento básico, redes de abastecimento de energia elétrica e de água potável e de telecomunicações; construção, em geral, vertical; concentração de comércio, serviços e algumas indústrias, falta de espaços verdes e de lazer (Figura 2.3).

Figura 2.3: Fotos ilustrando área urbana do Município da Matola



Fonte: MATULE, 2015.

b) Área suburbana, conhecida por “**cidade de caniço**” – constituída por bairros não planejados, de plantas indiferenciadas ou anárquicas; elevada densidade de ocupação do solo, dificultando a circulação e falta de espaço para serviços; redes de abastecimento de energia elétrica deficientes ou inexistentes; falta ou muito deficiente rede de telecomunicações; falta ou fraco serviços de saneamento básico; construção horizontal, com predominância de material de construção de baixo custo ou precário (Figura 2.4).

Figura 2.4: Fotos ilustrando área suburbana do Município da Matola



Fonte: MATULE, 2015

c) Área Periurbana - espaço de expansão da cidade, ainda com muito terreno para edificação; manchas de bairros planejados que se intercalam com bairros espontâneos e residências rurais dispersadas, ainda muito frequentes; construção totalmente horizontal, intercalando material durável com o precário; redes de abastecimento de energia elétrica inexistentes ou deficientes; falta de serviços de saneamento básico; a população é constituída por camponeses há muito tempo ali residentes, por imigrantes de outras áreas rurais e “imigrantes” urbanos vindos da “cidade de cimento” para aqui instalarem residências, vulgarmente designadas por quintas (Figura 2.5).

Figura 2.5: Fotos ilustrando área periurbana do Município da Matola



Fonte: MATULE, 2015

Em Moçambique, as décadas de 70, 80 e 90 foram caracterizadas pela ocorrência de fatores conjunturais adversos (guerra colonial, guerra civil, calamidades naturais) aliados aos fatores estruturais das migrações campo – cidade que alteraram o desenvolvimento normal da distribuição territorial da população a partir dos centros urbanos. Isto sucedeu porque os fatores conjunturais referidos tornaram o meio rural extremamente repulsivo enquanto os espaços urbanos e urbanizados adquiriram valores atrativos que, embora apenas aparentes, surgem hipervalorizados (IBRAÍMO, 1994; ARAÚJO, 2003).

- ✓ No primeiro período aqui considerado (1970 - 1980) ocorreu a independência nacional, que, tendo libertado o país da dominação colonial, abriu as cidades

aos moçambicanos que, naturalmente, as ocuparam. Foi uma fase de explosão urbana com substituição da população.

- ✓ Entre 1980 e 1991, foi à guerra civil que durante longos anos afligiu o país, em particular as áreas rurais e periferias urbanas. Foi uma etapa de implosão urbana, de “ruralização” das áreas mais periféricas do espaço das cidades e de “suburbanização” de espaços “vagos” do interior das urbes.
- ✓ O terceiro período, de 1991 a 1997, foi afetado por algumas catástrofes naturais, mas o crescimento demográfico urbano parece querer retomar o ritmo normal e a cidade acentua a segregação social e econômica interna, elevando a dualidade.

Em 1970 o peso da população estrangeira (colona) era muito elevado, estimando-se em cerca de 40%. Ela ocupava, na totalidade, o centro urbanizado das cidades (a "cidade de cimento"), assim como alguns bairros periféricos construídos de propósito, ao longo de eixos rodoviários de saída da cidade, para uma classe de colonos de menores recursos econômicos, fundamentalmente operários e funcionários públicos.

Com a independência nacional, a quase totalidade dos estrangeiros abandonou o país e as cidades foram ocupadas por população moçambicana que, vinda dos subúrbios, se deslocou para o centro urbanizado e, oriundo do campo, se instalou na área suburbana e também na urbana.

As cidades, concebidas e com infraestruturas para albergarem uma população limitada, sofreram impacto negativo muito grande ao receberem, sem que para tal fossem preparadas, número de pessoas muitas vezes superior. Durante este período não houve ampliação das infraestruturas existentes, nem construção de novas. Ao contrário, a pressão sobre elas exercida por um número tão grande de pessoas, levou à sua rápida degradação. Com a independência, a população urbana teve taxas de crescimento consideráveis, estas se devendo a atração que os centros urbanos apresentavam.

Araújo (2003) afirma que em Moçambique, com a alteração da divisão administrativa de 1986 (requalificação urbana¹), vários milhares de famílias “adormeceram” como rurais e acordaram como urbanas, sem que se tivessem processado quaisquer alterações de organização espacial, econômicas, sociais ou culturais. Na realidade, estes espaços, assim como a população neles residente, continuaram rurais, mas ficaram à disposição de intervenções urbanas que, em geral, excluem a população que há muito ali residia. Mas este fenómeno teve outro aspecto negativo, que foi o de retirar às áreas administrativas vizinhas da cidade (distritos ou Municípios) espaços e atividades econômicas importantes para o desenvolvimento destas últimas.

Para Baía (2009), o processo de inclusão de áreas agrícolas periféricas nos limites administrativos das cidades, atribuiu novas especificidades ao processo urbano em Moçambique, o que produz, politicamente, um espaço urbano que contempla conteúdos socioeconômicos e culturais tipicamente característicos do mundo rural. Neste contexto as áreas periféricas das cidades em Moçambique tornaram-se “zonas” de transição entre as formas de ocupação dispersa do solo rural e de ocupação concentrada características do núcleo central da cidade.

A falta de investimentos nas infraestruturas e serviços urbanos, que as cidades experimentaram depois da independência nacional, aliada a falta de políticas explicativas de desenvolvimento urbano, levou não apenas a degradação das condições existentes (degradação generalizada do parque imobiliário e dos diversos serviços urbanos), como não estimulou um crescimento urbano que mitigasse as demandas do crescimento populacional.

Até o ano 2050, mais da metade da população moçambicana estará habitando os centros urbanos (Quadro 2.2).

¹Consiste no aumento, por decreto, da área das cidades, alterando os seus limites administrativos, com o argumento de que a cidade necessita de novas áreas de expansão (ARAÚJO, 2003).

Quadro 2.2: População urbana em Moçambique (1950 - 2050)

Anos	População urbana (x1000)	%
1950	153	2,4
1955	206	3,0
1960	280	3,7
1965	390	4,6
1970	546	5,8
1975	923	8,7
1980	1.592	13,1
1985	2.233	16,7
1990	2.858	21,1
1995	4.178	26,2
2000	5.296	29,1
2005	6.231	30,0
2010	7.241	31,0
2011	7.463	31,2
2015	8.436	32,2
2020	9.898	33,9
2025	11.685	36,0
2030	13.844	38,6
2035	16.357	41,5
2040	19.113	44,4
2045	22.105	47,4
2050	25.335	50,5

Fonte: UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION, 2012.

2.1.4 Consequências da urbanização

✓ Urbanização e ambiente

Urbanização e meio ambiente têm uma relação direta. A urbanização, por implicar a concentração de pessoas e atividades produtivas sobre um espaço restrito, gera, necessariamente, impactos degradadores do meio ambiente com efeitos sinérgicos e persistentes. A ocorrência de desastres ambientais em áreas urbanas provocados por fenômenos naturais tem se intensificado à medida que a própria urbanização se acelera. Furacões, chuvas intensas, invernos rigorosos e secas prolongadas parecem ter consequências cada vez mais extensas e graves à proporção que as cidades se expandem e se adensam e a população urbana cresce (JATOBÁ, 2011).

Uttara et al. (2012), apresentam quatro categorias de impactos da urbanização sobre o ambiente:

i. Impactos na atmosfera e clima

- Criação de ilhas de calor;
- Mudanças na qualidade do ar;
- Mudanças no padrão da precipitação;

ii. Impactos na litosfera e recursos terrestres

- Erosão e outras mudanças na qualidade da terra;
- Poluição;

iii. Impactos na hidrosfera e recursos hídricos

- Fluxo de água para e sobre o canal/rio;
- Degradação da qualidade da água;

iv. Impactos na biosfera

- Modificação e destruição dos habitats;
- Criação de novos habitats.

Santos (1999) afirma que a deterioração do ambiente é um problema antigo, constante na história da humanidade. O novo nesse final de século, é a intensidade dos processos de degradação ambiental que acompanham a urbanização, resultando em crescente vulnerabilidade das cidades, agravada pela concentração urbana.

A irregularidade e a precariedade dos assentamentos populares em todo o mundo pobre; a necessidade de expansão de infraestrutura e serviços urbanos; a nova escala dos problemas de transporte e acessibilidade; o armazenamento, o abastecimento, a utilização de energia e da água; o controle no tratamento de resíduos; a poluição, decorrente da própria expansão urbana; o crescimento da pobreza; a falta de empregos e de renda; o aumento da violência e o acirramento

dos conflitos de terra seriam os principais problemas ambientais urbanos (ROLNIK, 1997).

Hogan (1995, *apud* RIBEIRO et al. 1999) aponta como principais problemas do meio urbano a deposição inadequada dos resíduos sólidos, falta de saneamento, espaço verde, poluição do ar, da água e do solo, enchentes e deslizamentos, e poluição sonora e visual. Conclui ainda, que durante muito tempo tais problemas foram tratados como pontuais, caracterizando a intervenção do poder público com o objetivo de promover saúde e conforto para a população urbana. Mais recentemente passaram a ser entendidos como um problema da gestão urbana dentro de uma visão ecossistêmica, que marca mudanças importantes de pensamento do ambientalismo contemporâneo.

Os principais problemas ambientais no Município da Matola, estão essencialmente ligados à falta de saneamento – desde o abastecimento de água, a disposição inadequada do lixo (Figura 2.6), sistemas de drenagem, etc.; redução da cobertura vegetal; falta de espaços verdes; enchentes e poluição atmosférica (Figura 2.7).

Figura 2.6: Foto ilustrando a disposição inadequada do lixo em um bairro do Município da Matola



Fonte: MATULE, 2015

Figura 2.7: Foto ilustrando a poluição atmosférica no Município da Matola



Fonte: CIMENTOS DE MOÇAMBIQUE, 2006

✓ **Urbanização, habitação e segregação espacial**

Condições marginais de habitação para os pobres é o resultado inevitável da rápida urbanização que governa a aglomeração e densificação dos que tem meios limitados (PENG et al., 2009).

As favelas (bairros de lata e/ou caniço) têm emergido através do processo de invasões organizadas e desorganizadas de áreas urbanas e subdivisões ilegais e a venda de terra em cidades de países em desenvolvimento, na qual estão dotadas com unidades habitacionais dispersas, não padronizadas e de baixa qualidade, com uso inadequado de solo (PENG et al., 2009). Este processo se associa também à concentração de renda, ao desemprego e à falta de planejamento urbano. Muitas pessoas, por não disporem de condições financeiras para custear suas moradias, acabam não encontrando outra saída senão ocupar de forma irregular (através de invasões) áreas que geralmente não apresentam características favoráveis à habitação, como os morros com elevada declividade.

Segregação, quer dizer, diferenciação residencial segundo grupos, significa diferencial de renda, proximidade às facilidades da vida urbana como água, esgoto,

áreas verdes, melhores serviços educacionais, e ausência de proximidade aos custos da cidade como crime, serviços educacionais inferiores, ausência de infraestrutura etc. Se já existe diferença de renda monetária, a localização residencial implica em diferença maior ainda no que diz respeito à renda real (CORRÊA, 1989).

Corrêia (op. cit.), afirma que a segregação residencial é um conceito que aparece com a Escola de Chicago, primeiramente com Robert Park e, a seguir com Mackenzie, que o define como sendo uma concentração de tipos de população dentro de um território. A expressão espacial da segregação é a “área natural”, definida por Zerbaugh como sendo uma área geográfica caracterizada pela individualidade física e cultural. Será ela resultante do processo de competição impessoal que geraria espaços de dominação dos diferentes grupos sociais, replicando ao nível da cidade processos que ocorrem no mundo vegetal.

O mesmo autor, considera que para além do papel do Estado na segregação residencial, está a classe dominante ou algumas das suas frações. Sua atuação se faz, de um lado, através da auto-segregação na medida em que ela pode efetivamente selecionar para si as melhores áreas, excluindo-as do restante da população: irá habitar onde desejar. A expressão dessa segregação, é a existência de bairros exclusivos e com muros e sistemas próprios de vigilância, dispondo de áreas de lazer e certos serviços de uso exclusivo. Por outro lado, segrega os grupos sociais na medida em que controla o mercado de terras, a incorporação imobiliária e a construção, direcionando seletivamente a localização dos demais grupos sociais no espaço urbano.

Oliveira Silva (2007, *apud* CEZARIO; CAETANO, 2010) apresenta dois modos no processo de segregação: as favelas e as cidades dormitórios. As favelas são imóveis irregulares que surgem próximas ao centro. As cidades dormitórios são Municípios vizinhos a outro que se constitui como centro de serviços e disseminação de capital e trabalho. Assim, sem condições de adquirir imóveis no centro, as classes menos abastadas, ao se estabelecerem na periferia, acabam (re)criando uma identidade própria, diferente daquela dos moradores dos bairros com maiores rendas. Ambos manifestam a sua própria forma de cultura e lazer, adaptando-se às condições que lhes são dadas, geralmente de caráter econômico.

✓ **Urbanização, educação e saúde**

A importância da urbanização, pode ser vista no fato de que, é tipicamente mais barato disponibilizar acesso à educação e saúde em áreas urbanas do que nas rurais. O custo nas cidades pode ser especialmente importante para serviços públicos com substanciais custos fixos. Para além da vantagem desses custos, podem ter outras razões para que essa eficiência seja melhor, tais como, (i) pode ser mais fácil monitorar a qualidade; (ii) a vida urbana cria um bom ambiente para a educação e (iii) a competição na provisão de serviços, pode ser alta e consequentemente promover a eficiência (PENG et al., 2009).

A partir do momento em que as cidades crescem e se transformam sem planejamento, crescem também ambientes vulneráveis a riscos de desastres e problemas de saúde pública. Tais riscos decorrem da maneira como o espaço urbano é ocupado e pela não consideração dos impactos negativos que a inadequada ocupação do solo pode trazer à população (MARANDOLA JÚNIOR; HOGAN, 2004).

Os problemas de saúde emergentes em áreas urbanas são integrados. Por exemplo, quando a qualidade do ar é baixa (uma questão ambiental) e as pessoas fumam (uma questão de estilo de vida) os fatores combinados das questões individuais podem causar problemas de saúde (asma, alergias e outras). Os problemas sociais podem levar a problemas de saúde, tais como: acidentes e cirrose do fígado causadas pelo álcool, desnutrição causada pela pobreza, suicídios por falta de serviços de saúde mental, lesões causadas por drogas ou estresse, dentre outros (RITTER, 2007).

Os problemas ambientais apresentam riscos de saúde tanto para ricos e população de baixa renda nas áreas urbanas na maioria dos países. Eles incluem a poluição do ar pelos veículos a motor e de emissões industriais, a poluição da água, abastecimento de água insuficiente, inadequada gestão de resíduos sólidos levando à proliferação de vetores de doenças, alimentos contaminados e ruído (GOLDSTEIN, 1990).

2.2 O Município da Matola: principais considerações

O nome Matola provém de Matsolo, povo Bantu que se fixou na região a partir do Século II. Em 1895 a área da Matola é incluída na 1ª Circunscrição Civil de Marracuene no então Distrito de Lourenço Marques, quando Moçambique era colônia portuguesa. A povoação foi criada pela portaria nº 928 de 12 de Outubro de 1918 (INE, 2009). É desde 02 de outubro de 2007 um Município de categoria B.

2.2.1 Dinâmica Populacional

De 1960 até 1980, a Matola apresentava taxas de crescimento populacional elevadas. Diversas causas podem estar na origem do crescimento demográfico tão pronunciado, entre as quais podem ser apontadas as seguintes: (i) nos anos 60 a Matola conheceu o seu grande “boom” industrial, ao mesmo tempo que se transformou numa área urbana residencial muito apetecida para a burguesia colonial, que saía de Lourenço Marques (Maputo) e ali se fixou em amplas moradias com grande espaço; (ii) durante os anos 60 e 70 a política colonial criou, no espaço urbano da Matola, novas áreas de expansão urbana para classes trabalhadoras coloniais, dando incentivos para a construção de casa própria, fato que deu origem ao surgimento de novos bairros, como os atuais Fomento e Liberdade, para onde foram residir muitos operários e quadros médios portugueses que deixaram a cidade de Lourenço Marques; (iii) a instalação de várias indústrias na Matola e Machava atraiu muitos trabalhadores moçambicanos que, vindos de áreas rurais circundantes e dos bairros suburbanos de Lourenço Marques, se instalaram em áreas suburbanas da Matola. Estes mesmos fatores aliados a um início de retorno a Portugal de colonos, estiveram na origem do crescimento negativo observado, entre 1960 e 1970, na cidade de Lourenço Marques (ARAÚJO, 2006).

Entre 1970 e 1980, as taxas de crescimento da Matola foram marcadas pela independência nacional que fez com que a população urbana em Moçambique sofresse transformação radical. Os moçambicanos “tomaram” a cidade e a maior parte da população colona abandonou-a regressando ao seu país de origem. Este fenômeno foi mais evidente nos atuais Municípios da Matola e de Maputo, pois aquela ficou com mais espaço residencial abandonado pelos colonos, o qual foi

ocupado por diferentes estratos de população moçambicana. Além disso, foi neste período que a cidade da Matola viu crescer muito os seus espaços suburbanos, tendo funcionado como uma espécie de “tampão” para a migração em direção a Maputo.

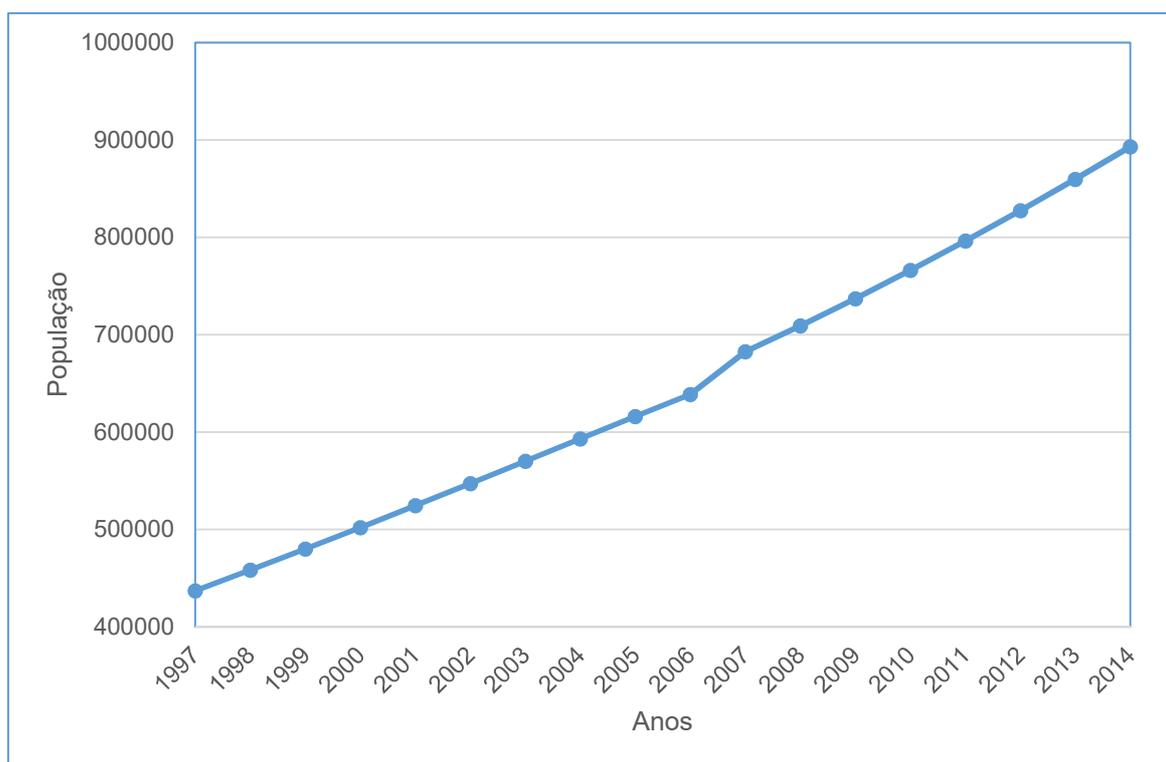
O crescimento populacional da cidade a partir de 1980, teve cenário idêntico ao que se observou em todas as áreas urbanas do país e foi explicado, para além do crescimento natural, que continuava elevado, por um fluxo migratório do campo para a cidade muito acentuado devido à insegurança das áreas rurais durante a guerra civil, assim como ao fraco desenvolvimento do campo. Isto fez com que as cidades se transformassem numa espécie de miragem para se conseguir segurança e melhoria das condições de vida para a população rural. Este é um fator social muito antigo que explica as migrações campo-cidade, mas que no caso de Moçambique foi bastante potencializado pela guerra civil que afligiu o país durante longos anos, assim como uma série de calamidades naturais (secas ou inundações) que agudizaram muito as precárias condições de vida no campo (IBRAÍMO, 1994; ARAÚJO, 2003).

O quadro 2.3 e o gráfico 2.1, apresentam a evolução da população do Município da Matola entre 1997 e 2014.

Quadro 2.3: Evolução da população do Município da Matola (1997 - 2014)

Anos	População	Anos	População
1997	437055	2006	638498
1998	458270	2007	682691
1999	479898	2008	709171
2000	501935	2009	737004
2001	524347	2010	766070
2002	547100	2011	796263
2003	570023	2012	827475
2004	592943	2013	859709
2005	615795	2014	892963

Fonte: INE, 2010; 2013

Gráfico 2.1: Evolução da população do Município da Matola (1997 - 2014)

Fonte: INE, 2010; 2013. Org. MATULE, 2015

2.2.2 Crescimento Urbano

O Posto da Matola foi criado em 17 de Novembro de 1945. Desde então, abarcou três centros populacionais distintos, ainda em esboço mas em franca evolução - Boane, Machava e Matola Rio (INE, 2009).

Os progressos operados e as medidas legislativas promulgadas pelo governo da então Província de Moçambique levaram à criação de uma unidade administrativa central o "Conselho da Matola", pelo Decreto nº 39858, de 20 de Outubro de 1955 e pela Portaria nº 10774 de 5 de Fevereiro de 1955. Em consequência da criação do Conselho da Matola, nasceu por imperativos das bases XLVIII e XLIX da Lei Orgânica do Ultramar Português, a Câmara Municipal do Conselho da Matola que era então o corpo administrativo do Conselho.

Pela Portaria nº 21181, de 20 de Abril de 1968, publicada no Boletim Oficial nº 16 do mesmo ano, a então Vila da Matola, passou a denominar-se Vila Salazar, em

homenagem ao antigo Presidente do Conselho de Ministros de Portugal, Professor Dr. António de Oliveira Salazar. Foi primeiro Presidente da Câmara Municipal da Matola, o Sr. Eugénio Castro Spranger, sucedido pelo Sr. Abel Baptista, antes administrador do Conselho, que impulsionou todo um processo de urbanização do Conselho, iniciando em 1963, a construção dos bairros residenciais designados por **Unidades**.

Sob administração do Abel Baptista, a Câmara Municipal da Matola assistia aos indivíduos que quisessem construir casas para a sua habitação, fornecendo-lhes, gratuitamente material de construção e emprestando máquinas de construção.

Os bairros eram, simultaneamente, equipados com furos para a captação de água e ruas asfaltadas. É nessa altura, que se regista um grande interesse dos moradores da cidade de Lourenço Marques, especialmente profissionais, tais como, médicos, advogados, oficiais do exército e arquitetos, a procura de terrenos para as suas casas de campo nos arredores da Matola.

Além disso, a concessão de lotes já equipados com certas infraestruturas e a assistência gratuita à construção de casas pessoais cativou ainda mais os residentes de Maputo, particularmente de Chamanculo, Xipamanine e Malanga, que transferiram as suas residências para a Matola, com maior incidência para as Unidades B, F e G.

Paralelamente, organizações e proprietários singulares empenham-se na construção de facilidades sociais, residências e infraestruturas tais como: Igreja Paroquial São Gabriel, Cinema S. Gabriel, Escola Primária Paola Isabel, Escola de Santa Maria, Escola Dr. Rui Patrício e a Missão de Liqueleva. Mais tarde, são estabelecidas as Escolas Secundária da Matola e da Machava, Escola Industrial da Matola e o Cinema 700. Na zona industrial, estabelecem-se as Fábricas de Cimento, a Companhia Industrial da Matola, o complexo mineiro dos Caminho de Ferro, a Shell Co. e a Caltex.

O fluxo diário de pessoas entre Matola e Maputo crescera para um nível tal que a necessidade de transportes tornou-se preocupação, é então criada a Companhia de Transportes de Moçambique. Entre 1969/1970, a indústria expande-se para a Machava, ainda no mesmo período, implantam-se novos bairros: Fomento,

Liberdade, as unidades D, E (Patrice Lumumba) e F. Em 1967, Abel Baptista reforma-se e sucede-lhe Fausto Leite de Matos. Em 1972, a vila da Matola ascende formalmente à categoria de cidade pela portaria nº83/75 de 5 de Fevereiro de 1972.

Em 1973, implantam-se novos bairros, T-3, unidade C (Acordos de Lusaka), unidade G, unidade H e a unidade I. Também, regista-se então o aumento da densidade habitacional em algumas áreas mais longe das parceladas que até 1973 tinham características rurais, principalmente os bairros de Khongolote, Bunhiça, Tsalala, Sikwama e Mussumbuluco, todos alinhados ao longo dos acessos principais.

Em 1974, com o Governo de transição, a Câmara Municipal da Matola passa a ser dirigida por um presidente nomeado pelo Governo de Moçambique. O primeiro dos quais, foi Rogério Daniel Ndzawana. Com ele, o sistema de funcionamento da Câmara não alterou. Porém, mais atenção começou a ser dada a população dos bairros mais necessitados, sobretudo na construção de fontanárias de água.

Em meados de 1979, os bairros da Machava ficaram totalmente ocupados e com a falta de demarcação de bairros, regista-se a ocupação espontânea e desordenada de diversas áreas, especialmente a Oeste. Na Matola verifica-se a ocupação organizada da Unidade J e parte da Unidade K (Matola C) e também a ocupação das áreas já parceladas. Em geral nesta fase havia pouco fornecimento de terreno parcelado à população para fins habitacionais, resultando, assim a ocupação espontânea em diversas áreas, fundamentalmente ao longo dos acessos principais e/ou próximos das áreas industriais.

Em 1980, pela resolução 5/80 da Assembleia Popular, a Cidade da Matola perde a sua autonomia ao ser integrada à Cidade de Maputo. Esta integração deveu-se ao fato, em grande parte da sua dependência estrutural e funcional em relação à Província de Maputo, o que precipitou a paralisação do seu processo de desenvolvimento enquanto cidade.

Em 1988, a Assembleia Popular aprovou uma nova resolução sobre a Matola, deliberando a desanexação do território da cidade de Maputo, que passa a ter o estatuto de província. Com esta desanexação, a Matola não só reassume o seu estatuto de cidade como passa a ser capital da Província de Maputo.

Com o processo de democratização do País, abriram-se as portas para a restauração do estatuto municipal. A criação de Municípios foi fundamentada na Constituição da República de Moçambique de 1990 e a Lei nº 2/97, de 18 de fevereiro, elaborou o quadro jurídico para a criação das autarquias locais. A cidade da Matola, foi assim, transformada em autarquia (Município) e no seguimento das primeiras eleições autárquicas, realizadas a 30 de Junho de 1998, foram instalados os novos órgãos de poder local: a Assembleia Municipal e o Conselho Municipal.

As áreas de expansão atuais são constituídas por bairros caracterizados por uma expansão residencial horizontal mais ou menos densa onde os serviços urbanos são precários ou inexistentes. Essas áreas que serviam de residência da população rural nativa e de imigrantes rurais, são observadas habitações construídas, como afirma Baía (2009), segundo modelo de habitação urbana europeia, assim como espaços residenciais que contemplam tanto a moradia como os lugares para atividades produtivas, não havendo separação entre o lugar de trabalho e a residência, as suas ruas são tortuosas ou inexistentes, tratando-se de uma reinvenção da habitação rural no meio urbano, revelando o encontro entre a importação do modelo de habitação da cidade europeia e a rural.

A procura de espaços próximos a área central do Município e à proximidade do Município de Maputo, aliando-se às burocracias de atribuição de terrenos² e a falta de dinheiro para a compra³ de terrenos parcelados, faz com que em alguns casos verifique-se a ocupação de áreas marginais (Figura 2.8).

Segundo o Mapa de Uso de Solo atual (CMCM, 2010), a área residencial com ocupação planificada (alta, média e baixa densidade) é de 6013ha e 24781ha de área residencial não planificada (média, baixa densidade e sem ocupação – 13141ha). As áreas verdes arborizadas (arbóreo e/ou arbustivo), que são especialmente vocacionados para a utilização florestal, destinando-se ao aproveitamento dos recursos e que desempenham um papel importante na

²A Lei de Terra (19/97), apresenta três formas de atribuição dos Direitos de Uso e Aproveitamento da Terra (DUAT) (i. Por ocupação pelas Comunidades Locais; ii. Por ocupação por boa-fé e iii. Por autorização de um pedido) – art. 12.

³Perceba-se, que em Moçambique a Terra é propriedade do Estado e não pode ser vendida ou, por outra forma, alienada, hipotecada ou penhorada – art. 3 (Lei 19/97).

estruturação da paisagem, e protecção ambiental são muito poucas e localizam-se ao longo do Rio Matola, ocupando 168ha.

Figura 2.8: Fotos ilustrando ocupação de áreas marginais no Município da Matola



Fonte: MATULE, 2015

2.3 Cobertura vegetal e meio ambiente urbano

Nucci e Cavalheiro (1999) definem cobertura vegetal urbana como qualquer área provida de vegetação dentro do espaço urbano, compreendendo a vegetação herbácea, arbustiva ou arbórea. Desta forma, os jardins, os quintais, as praças, os parques, os canteiros em vias de circulação, as áreas preservadas, dentre outras formas de cobertura vegetal estão contidos dentro dessa categoria. Essas áreas podem estar situadas tanto em terrenos públicos, quanto em terrenos privados.

A urbanização acelerada nos grandes centros tem incitado sérios danos à condição ambiental, bem como consideráveis prejuízos econômicos, sociais e de qualidade de vida às comunidades urbanas. Tratando-se da qualidade climatológica, nota-se significativo aumento da temperatura dos centros urbanos em relação às áreas rurais adjacentes, sendo este aumento apontado como efeito denunciador das alterações climáticas produzidas pelo ambiente construído, onde os grandes responsáveis por essas alterações são as diferenças existentes entre as características térmicas dos materiais de construção e da vegetação. A vegetação,

ao contrário do que ocorre nos materiais de construção, retira calor do meio e o transforma, não armazena calor (SHAMS et al., 2009).

A vegetação é, pois um importante componente regulador da temperatura urbana, pois absorve com muito mais facilidade a radiação solar que é utilizada nos seus processos biológicos: fotossíntese e transpiração (GOMES; AMORIM, 2003).

Dessa forma, a vegetação age purificando o ar por fixação de poeiras e materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese; regula a umidade e, temperatura do ar; mantém a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo e protege-o contra a erosão, e; reduz os níveis de ruído servindo como amortecedor do barulho das cidades (NUCCI; CAVALHEIRO, 1999; MENEGHETTI, 2003; MILLER et al., 2015).

De acordo com Oliveira (1996, *apud* GONÇALVES et al., 2012), são muitos os benefícios/ funções (Quadro 2.4) da vegetação no ambiente urbano. Dentre alguns deles destacam-se a importância para o controle climático e da poluição do ar e acústica, melhoria da qualidade estética da paisagem urbana, aumento do conforto ambiental, efeitos sobre a saúde mental e física da população, valorização de áreas de convívio social, valorização econômica das propriedades do entorno e formação de uma memória e do patrimônio cultural da cidade. A retirada da vegetação altera totalmente os aspectos citados (CASTRO; GUERRA, 2010).

Quadro 2.4: Funções e respectivas características da cobertura vegetal

Funções	Características
Composição Atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ação purificadora por fixação de poeiras e materiais residuais; ✓ Ação purificadora por depuração bacteriana e de outros micro-organismos; ✓ Ação purificadora por reciclagem de gases através de mecanismos fotossintéticos; ✓ Ação purificadora por fixação de gases tóxicos.
Equilíbrio solo-clima-vegetação	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Luminosidade e temperatura: a vegetação ao filtrar a radiação solar, suaviza as temperaturas extremas; ✓ Umidade e temperatura: a vegetação contribui para conservar a umidade do solo, atenuando sua temperatura; ✓ Redução na velocidade do vento; ✓ Mantém as propriedades do solo: permeabilidade e fertilidade; ✓ Abrigo à fauna existente; ✓ Influencia no balanço hídrico.
Níveis de Ruído	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amortecimento dos ruídos de fundo sonoro contínuo e descontínuo de caráter estridente, ocorrentes nas grandes cidades.
Estético	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Quebra da monotonia da paisagem das cidades, causada pelos grandes complexos de edificações; ✓ Valorização visual e ornamental do espaço urbano; ✓ Caracterização e sinalização de espaços, constituindo-se em um elemento de interação entre as atividades humanas e o meio ambiente.

Fonte: GUZZO, 1998.

A conservação das áreas verdes⁴ urbanas também é de fundamental importância em decorrência do aumento da frota de veículos e consequente aumento da poluição do ar, uma vez que a vegetação filtra o gás carbônico e melhora a qualidade do ar (LUZ; RODRIGUES, 2014). Entretanto, para que as áreas verdes

⁴Onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como área verde (LIMA et al., 1994; LOBODA; DE ANGELIS, 2005).

possam desempenhar satisfatoriamente suas funções é necessário que sejam englobadas de forma integrada ao planejamento urbano.

A quantificação de cobertura vegetal em áreas urbanas permite avaliar, monitorar, comparar e discutir os índices de cobertura vegetal apresentados em diferentes lugares do mundo. Bem como é possível acompanhar a evolução ou redução da cobertura vegetal urbana em relação a especulação imobiliária (MOURA; NUCCI, 2008).

Moura e Nucci (2008) afirmam que os índices de cobertura vegetal podem ser obtidos de diversas formas, utilizando diferentes tecnologias, metodologias, escalas e recursos.

De acordo com estudos sobre o Índice da Cobertura Vegetal nas Cidades/ Área Urbana (ICVAU), o recomendável de cobertura vegetal para o adequado balanço térmico nas áreas urbanas está em torno de 30%, em áreas onde o índice é inferior a 5%, as características climáticas se assemelham a regiões desérticas (OKE, 1973 *apud* LOMBARDO, 1985). Outro índice usado, é o Índice de Cobertura Vegetal por Habitantes – ICV/H, que é um parâmetro ambiental utilizado para medir a quantidade de vegetação disponível para determinado número de habitantes em bairros, distritos e cidades. Tem se considerado necessários 15m² de cobertura vegetal por habitante (LUZ; RODRIGUES, 2014).

Nucci (2001) destaca que o índice não deve ser apresentado de forma isolada, mas sim acompanhado da distribuição espacial da cobertura vegetal, procedimento que poderá indicar a presença de desertos florísticos se a cobertura vegetal estiver concentrada em certos pontos do bairro.

Os problemas relacionados ao meio ambiente têm sido observados com mais intensidade nas cidades, portanto, os estudos relacionados com a qualidade do ambiente urbano podem contribuir para melhorar o planejamento a partir da geração de políticas capazes de tornar o uso e a ocupação do solo nas cidades menos impactantes ao meio ambiente, e melhorar a qualidade de vida da população, que necessita de um ambiente ecologicamente equilibrado (LIMA; AMORIM, 2006).

2.4 Sensoriamento remoto nos estudos urbanos

O sensoriamento remoto por satélite pode contribuir nos estudos urbanos, uma vez que fornece dados regulares e repetitivos de uma fonte única e consistente. A identificação de áreas urbanas e a sua delimitação através do espaço por meio de sensoriamento remoto, envolve duas etapas principais: em primeiro lugar, detectar a variabilidade morfológica de assentamentos (por exemplo, centros de cidades, subúrbios, periferias urbanas, aglomerados periféricos, áreas de diluição ou eixos, aglomerações urbanas); e, em segundo lugar, delimitar as entidades urbanas que são relevantes para os sistemas de estatísticas nacionais e internacionais, de modo que eles possam ser comparados ao longo de espaço e do tempo. É importante notar, contudo, que a delimitação das áreas urbanas não pode ser simplesmente reduzida pelo desenho de uma linha em torno de uma cidade concentrada, ela organiza-se discretamente em blocos homogêneos de uso da terra. Isso ocorre porque as áreas urbanas frequentemente compreendem conjunto de assentamentos espalhados entrelaçados com outros elementos territoriais, que só indiretamente apresentam uma estrutura unificada. A simples descrição deste tipo de urbanização requer essas estruturas elementares de ser “nomeada e identificada”, e implica que a sua própria estrutura interna deve ser estudada no nível superior. Assim, a estrutura é a questão-chave para análise e detecção deste tipo de urbanização (DONNAY et al., 2001).

A evolução da tecnologia de sensor remoto durante os últimos anos tem fornecido e irá fornecer um conjunto inovador de sistemas aerotransportados e espaciais com melhor resolução espectral e espacial. Dados de sensoriamento remoto a partir desses sistemas têm um potencial específico para um mapeamento mais detalhado e preciso das áreas urbanas. Portanto, imagens de alta resolução espacial são de especial interesse para uma variedade de aplicações relacionadas ao planejamento e gestão urbana (HEROLD et al., 2002).

Para Antunes (2003), a extração de informações nessas imagens pode ser realizada por meio de procedimentos de interpretação visual ou por métodos de classificação (JENSEN, 1986), que são os principais empregados atualmente. Dependendo da técnica adotada para a extração de informações, pode-se incrementar ou reduzir o poder de discriminação, o qual considera não apenas a

resolução espacial e espectral da imagem, mas também do contexto (relação de um pixel com os pixels da sua vizinhança).

Roberts et al. (1993), Small e Miller (1999), Small (2001, 2005) e Fuckner et al. (2009a), buscaram, através de algoritmos, separar os principais elementos da cobertura urbana (vegetação, solo, superfície impermeabilizada, sombra e água) visando criar bibliotecas espectrais específicas (Análise de Mistura Espectral) para caracterizar o comportamento das cidades e mapeamento da cobertura vegetal. Em função da mistura dos pixels e da alta variabilidade dos materiais que compõem as coberturas urbanas, e considerando uma resolução espacial média, os avanços das novas técnicas de classificação baseadas na cognição, mostram o potencial dessas novas metodologias para as aplicações do sensoriamento remoto nas áreas urbanas (CASTRO FILHO, 2006; DURAND et al., 2007a; ALVES et al., 2009b).

O uso de técnicas híbridas (automáticas e analógicas) é uma das técnicas usadas para a superação das limitações espectrais para o mapeamento das áreas urbanas, frente as imagens de sensoriamento remoto de média resolução, o que permite classificar e delimitar com mais precisão as manchas urbanas, cujos procedimentos dependem em grande parte do conhecimento da área de estudo e da experiência do intérprete (PEREIRA et al., 2005).

Imagens de sensores de alta resolução espacial (3 a 30 m) permitem analisar áreas urbanas em escala regional ou escala metropolitana quando as imagens forem de altíssima resolução espacial (0,5 a 3 m) permitindo deste modo as análises do tecido urbano e da composição dos blocos urbanos e os elementos individuais (casa, árvore, estrada, etc.) (TRAN et al., 2011). Para uma análise quantitativa em estudos urbanos, a escolha de uma resolução espacial para identificar objetos geográficos automaticamente ainda é uma tarefa difícil (NIJLAND et al., 2009).

Donnay, et al. (2001), Mesev (2003) e Jensen (2009) são do consenso de que o maior obstáculo na utilização das imagens orbitais para estudos intraurbanos, até 1999, esteve relacionado a resolução espacial das imagens. Os avanços na área de sensoriamento remoto orbital trouxeram melhorias na resolução espacial das imagens. Mudanças nas características dos sistemas sensores, com resolução espacial submétrica, permitem a geração de imagens que discriminam com maior

precisão os elementos da superfície terrestre e, conseqüentemente, os elementos de cobertura do solo intraurbano (SOUZA, 2012).

Atualmente, o uso de técnicas automáticas e semiautomáticas para a extração de informações urbanas e intraurbanas de imagens de alta resolução espacial vem sendo alvo de diversos estudos, com destaque para as técnicas baseadas em análise orientada a objeto Geográficos (GEography Object Based Image Analysis - GEOBIA) (MESEV, 2003; BLASCHKE et al., 2008).

GEOBIA é uma subdisciplina da Ciência da Informação Geográfica dedicada ao desenvolvimento de métodos automatizados que visam transformar as imagens de sensoriamento remoto em objetos, de forma a avaliar suas características por meio de escalas espaciais, espectrais e temporais, com o intuito de gerar novas informações geográficas em SIG (HAY; CASTILLA, 2008).

Do acima exposto, o trabalho fará referência a uma linha de estudos urbanos destinada ao conhecimento e à ação sobre o sistema urbano e sua relação com o meio físico, analisando deste modo a direção da expansão urbana, adensamento urbano, tamanho da mancha urbana, assim como mapeamento da cobertura vegetal ao longo de 17 anos. Esta linha de estudos urbanos usa imagem de sensoriamento remoto de alta resolução (TRAN et al., 2011).

2.5 Zoneamento Ambiental

Montaño et al., (2005) afirmam que o Zoneamento Ambiental permite a visualização de forma clara, de áreas susceptíveis a processos naturais assim como de áreas com maior ou menor aptidão para a implantação de atividades específicas, de acordo com os níveis de aptidão das áreas para cada atividade.

O zoneamento é o produto fundamental para as atividades de manejo e gestão, pois representa com precisão cartográfica um território dividido em zonas homogêneas quanto à possibilidade de um dado empreendimento humano ser viável e sustentável dos pontos de vista socioeconômico e ambiental. É a busca de uma ferramenta clara para que a sociedade civil e os empreendedores conheçam as vulnerabilidades e potencialidades de cada local ou região as quais, ao serem

fundidas, possibilitem o estabelecimento de zonas de desenvolvimento que tenham como base a homogeneidade dos atributos naturais e sociais. Nesse contexto ele é uma regra clara para que os empreendedores saibam de antemão as peculiaridades e as exigências ambientais para se instalarem num dado local (SCOLFORO et.al., 2009).

Segundo Cadavid García (1991), o zoneamento é mais que identificar, localizar, e classificar atributos de um território. Ele, deve ser entendido, também, como o resultado de análises dinâmicas e regionalização de atributos relevantes obtendo, conseqüentemente, a integração dessas análises. O zoneamento, independentemente de sua adjetivação, define as zonas "homogêneas" dentro de uma determinada região, segundo critérios de agrupamentos pré-estabelecidos, cujos resultados podem ser apresentados na forma de mapas temáticos, matrizes ou índices técnicos.

A identificação e delimitação de zonas ambientais sempre obedecem a algum critério, quer seja, empírico ou técnico. No entanto, num zoneamento ambiental, os fatores que compõem o meio físico, biótico, cultural e socioeconômico com suas vocações e fragilidades devem ser considerados, assim como suas inter-relações, já que o mesmo é a base para o planejamento ambiental (SANTOS; CÂNDIDO, 2013).

Para Macedo (1998, *apud* MONTAÑO et al., 2007), a elaboração de um zoneamento ambiental parte de uma questão básica: sua elaboração deve ser feita a partir de uma política de desenvolvimento que se deseja implementar ou manter em um dado território. Se bem utilizado, segue o autor, o zoneamento ambiental constitui-se no melhor instrumento de auxílio aos gestores desta política e a todas as demais partes envolvidas: investidores, empresários, trabalhadores, mercados, Poder Público, etc.

O Zoneamento é um instrumento de Ordenamento Territorial de caráter geral (artigo 10 da Lei nº. 19/2007 de Moçambique), sendo um instrumento informativo e indicativo, elaborado com base na Qualificação dos Solos⁵, existência de recursos

⁵Instrumento informativo e indicativo da utilização preferencial dos terrenos em função da sua aptidão natural ou da atividade dominante que neles se exerça, ou possa ser exercida, para seu mais correto uso e aproveitamento e garantia da sustentabilidade ambiental.

naturais e na ocupação humana, que qualifica e divide o território em áreas vocacionadas preferencialmente para determinadas atividades de caráter econômico, social e ambiental (MOÇAMBIQUE, 2007).

Segundo o artigo 60 do Decreto nº. 23/2008 (Regulamento de Ordenamento do Território de Moçambique), constitui objetivo do zoneamento salvaguardar as qualidades ecológicas e ambientais das diversas regiões do território nacional definindo limites à sua ocupação humana, exploração econômica e qualquer outra forma de utilização de forma a impedir a sua degradação ambiental e a fomentar o seu uso sustentável (MOÇAMBIQUE, 2008).

Constituem elementos integrantes do zoneamento os seguintes (artigo 61 do Decreto nº. 23/2008):

- a) A definição e localização geográfica e a caracterização ambiental das áreas a considerar para zoneamento;
- b) A caracterização das formas de ocupação dos terrenos dentro das áreas a considerar para zoneamento, incluindo os direitos estabelecidos por DUAT (Direito de Uso e Aproveitamento da Terra), ou outros;
- c) A caracterização das qualidades naturais estabelecidas como únicas da área a considerar;
- d) A caracterização das relações de interdependência natural, infraestrutura, administrativa, econômica, ou outras, da área a considerar, com a região onde se insere;
- e) A história da ocupação humana da área a considerar.

Compete ao Conselho Municipal da Cidade da Matola (CMCM) a responsabilidade pela elaboração, atualização e divulgação do zoneamento, devendo tal instrumento ser disponibilizado para consulta através do órgão que superintende a atividade de Ordenamento do Território (número 1 do artigo 62 do Decreto nº. 23/2008).

A pesquisa visa a elaboração de uma proposta de zoneamento ambiental levando em consideração essas premissas, de forma a contribuir para a gestão ambiental do Município da Matola.

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1 Localização da área de estudo

O Município da Matola localiza-se na parte sul de Moçambique, dentro da província de Maputo, ocupa área de 368,4 km² e situa-se aproximadamente entre os paralelos 25° 41' 36" e 25° 50' 36" de latitude Sul e entre os meridianos 32° 24' 02" e 32° 35' 12" de longitude Leste (CMCM, 2010).

É limitado a Noroeste e a Norte pelo Distrito de Moamba; a Oeste e a Sudoeste pelo Distrito de Boane. Ao Sul faz fronteira com a Cidade de Maputo, através do Distrito Municipal da Katembe, separado da Baía de Maputo. A Leste é limitado pela Cidade de Maputo e a Nordeste, faz fronteira com o Distrito de Marracuene (INE, 2009) (Figura 3.1).

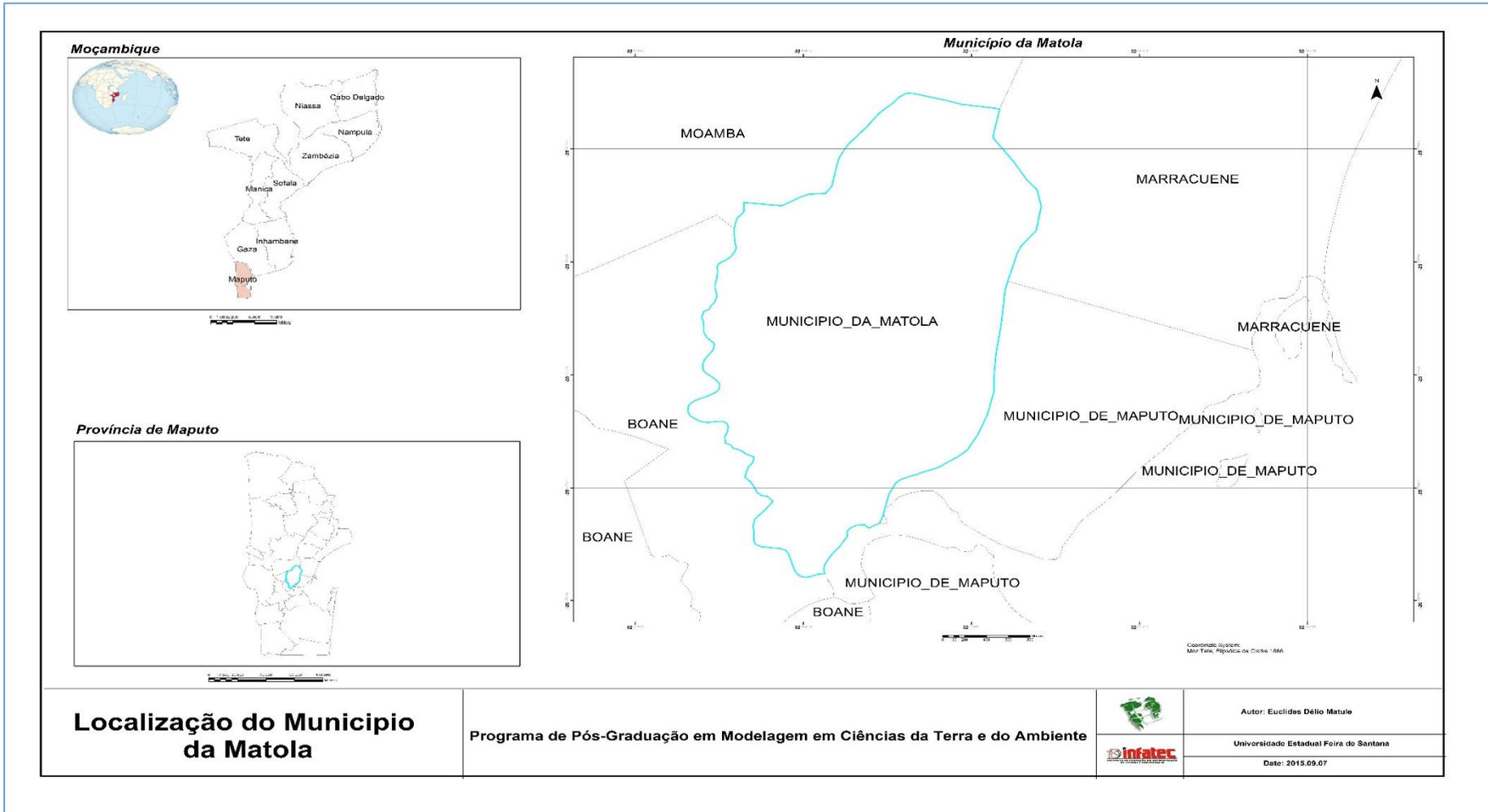
O Município da Matola subdivide-se em três Postos Administrativos, nomeadamente: Posto Administrativo da Matola Sede, Posto Administrativo da Machava e o Posto Administrativo do Infulene, tendo 42 bairros (Figura 3.2 e Quadro 3.1).

Quadro 3.1: Divisão administrativa do Município da Matola

Posto Administrativo	Bairros
Matola Sede	Matola A, Matola B, Matola C, Matola D, Matola F, Matola G, Matola H, Matola J, Fomento, Liberdade, Mussumbuluco, Malhampsene e Sikwama
Machava	Bairros do Infulene, Unidade A, Trevo, Patrice Lumumba, Machava Sede, São Damaso, Bunhiça, Tsalala, Km-15, Matlhomele, Kobe, Matola Gare, Singathela e Siduava
Infulene	Zona Verde, Ndlavela, Infulene D, T-3, Acordos de Lusaka, Vale do Infulene, Khongolote, Intaca, Muhalaze, 1º de Maio, Boquisso A, Boquisso B, Mali, Mucatine e Ngolhosa

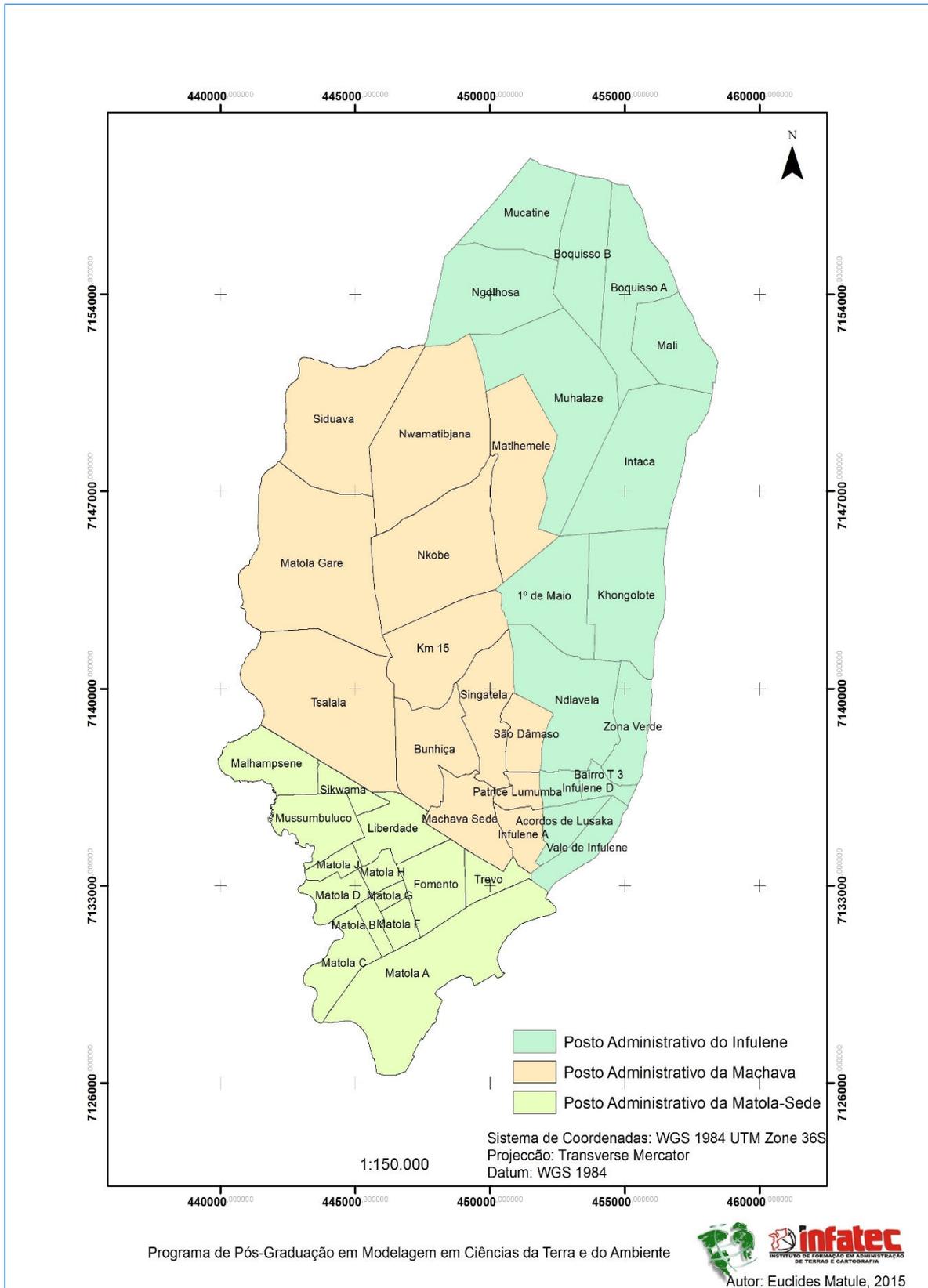
Fonte: CMCM (2010). Org. MATULE, 2015

Figura 3.1: Enquadramento Geográfico do Município da Matola



Fonte: Base de Dados Cartografia do CENACARTA (1999)

Figura 3.2: Divisão Administrativa do Município da Matola



Fonte: Base de Dados Cartográfica do CENACARTA (1999)

3.2 Caracterização fisiográfica

Vários complexos morfológicos estão incluídos na área do Município desde o vale de Infulene (Rio Mulaúze) a Leste até ao rio Matola a Oeste. A região da Baía, onde se situa o Município, está caracterizada por uma vasta área de planície que se mantém acima dos 40m de altitude, entrecortada por talwegues secundários e depressões (CMCM, 2010).

Os cursos de água que drenam a área da Matola são o rio Mulaúze e o rio Matola, ambos desaguam por um estuário que forma a Baía de Maputo. Existem também diversas depressões sem escoamento que drenam por infiltração, principalmente na planície da Machava, além de pequenos lagos situados nos bairros Bunhiça, São Damaso, Kobe e Boquiço A.

O Município da Matola, situa-se numa área formada no período Quaternário, que é caracterizada por variações climáticas e flutuações do nível do mar e a topografia predominantemente de relevo é a planície arenosa com colinas e dunas onduladas com inclinação para o estuário (INIA, 1993).

A principal unidade geológica da paisagem Quaternária é um manto com mais de 20m de espessura de cor castanho-amarela, salino-sódico, calcário, franco-argiloso-arenoso, formando largas áreas de ligeira inclinação denominadas "Mananga".

Nas áreas altas e arenosas a água da chuva infiltra-se e o excesso percola no subsolo e as águas superficiais, devido às colinas e dunas onduladas, com inclinação para o estuário, drenam em direção a Baía.

A cobertura vegetal nativa encontra-se fortemente modificada, o que levou Muchangos (1986) a designar esta área de Savana em uso. De acordo com a classificação de Koppen, o clima do Município da Matola é do tipo Aw, tropical de Savana com duas estações, uma quente e chuvosa (outubro a março) e outra fria e seca (abril a setembro). As temperaturas médias anuais variam entre 22 – 24° C e com uma precipitação média de 600 - 1000mm por ano.

3.3 Caracterização socioeconômica

O Município da Matola tem atualmente (segundo projeções para o ano de 2016) uma população de 962.075 habitantes, sendo 447.365 homens e 479.759 mulheres repartidas pelos 42 bairros (INE, 2010).

Atualmente, a Matola conta com 19 Unidades de Saúde dos quais, 12 são Centros de Saúde, entre os quais 6 com maternidades; 5 Postos de Saúde; 1 Hospital geral na Machava, especializado no tratamento da tuberculose, 1 Hospital Provincial. Para cada Unidade há, em média, 53.083 habitantes e 84.932 para cada Posto de Saúde (CMCM, 2010).

O setor da educação apresenta alguns problemas como a falta de infraestruturas e a qualidade dos serviços oferecido. A rede escolar no Município da Matola é constituída por 57 escolas do Ensino Primário do 1.º Grau. O Ensino Primário do 2.º Grau, conta com 36 escolas. O EP2 do curso noturno, funciona em 5 escolas.

Ao nível do Ensino Secundário Geral do 1º ciclo que leciona da 8ª a 10ª classe, funcionam 4 escolas. O Município da Matola conta com apenas uma única escola do ESG 2º ciclo, lecionando a 11ª e 12ª classes. Em relação ao ensino técnico, este Município conta com várias escolas. Desde 1998, o Município conta com o funcionamento de um Instituto de Magistério Primário (IMAP) e várias instituições de formação técnico-profissional.

Para além dos serviços referidos, funciona também o ensino privado, com 13 escolas do EP1. Para minimizar a deficiência que se encontra neste sector, o conselho Municipal da Matola, perspectiva numa primeira fase, expandir o EP2 para os bairros da Matola A, Matola C e Malhampsene; abertura de novas escolas nos bairros Mali, Ndlavela, Hanhane e Mastrong.

O saneamento do Município da Matola é outro problema que se tem que levar a sério. O abastecimento de água constitui grande problema para o Município da Matola. A rede principal que distribui a água ao Município está ligada à rede geral que abastece a cidade de Maputo. Os bairros da área urbana e suburbana, possuem uma rede completa de abastecimento domiciliar (água encanada). Esta rede também abastece os parques industriais localizados nas principais vias de acesso.

O Município da Matola, possui dois depósitos de água, um localizado na Matola-sede e outro na Machava. Alguns bairros suburbanos e periurbanos, para além de se beneficiarem de fontenários instalados na rede geral de abastecimento, contam igualmente, com água subterrânea obtida através de poços.

Na área urbana, o sistema de saneamento funciona através de fossas sépticas familiares. Nas áreas suburbanas e periurbanas, a grande maioria utiliza latrinas (banheiro tradicional), sendo umas melhoradas e outras que não oferecem aceitáveis condições sanitárias. A drenagem de águas pluviais é feita naturalmente ao longo das vias asfaltadas e em terra batida, provocando na maioria dos casos a erosão e destruição dos acessos. O lixo doméstico, não tem tido tratamento adequado, o que tem trazido problemas de saúde causadores de doenças como a malária, diarreias e cólera, e mortes, sobretudo nas crianças e mulheres. A coleta do lixo tem sido regular na área urbana do Município e nas áreas suburbana e periurbana tem sido feita de forma irregular ou inexistente, fazendo com a população opte em enterrar o lixo nos seus lotes.

O Município da Matola é altamente industrializado, concentrando cerca de 60% do parque industrial do país. A sua importância esteve, desde o início, associada ao crescimento das relações económicas entre Moçambique e a África do Sul, que permitiu o desenvolvimento industrial, dos transportes e das comunicações. Logo as atividades económicas expressam-se no desenvolvimento da agricultura comercial e na extensa rede de indústrias, transportes e comunicações.

3.4 Material e método

3.4.1 Material

Para a efetivação da pesquisa, foram usadas três (03) imagens de satélite dos sensores TM/Landsat 5 e OLI/Landsat 8 (assim como a banda pancromática de OLI/Landsat 8 com 15m de resolução espacial) órbita/ponto 167/78 WRS-2 (23/07/1997; 19/07/2007 e 08/09/2014 - www.earthexplorer.usgs.gov, www.glovis.usgs.gov e www.glcapp.glcg.umd.edu), projeção UTM, Zona 36S e Datum WGS84.

Uma imagem Shuttle Radar Topography Mission - SRTM adquirida através do seguinte endereço: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>.

Foram usados também dados populacionais, obtidos no Instituto Nacional de Estatísticas (INE) de Moçambique e a base de dados cartográfica digital do Município/país obtida no Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção (CENACARTA) de Moçambique.

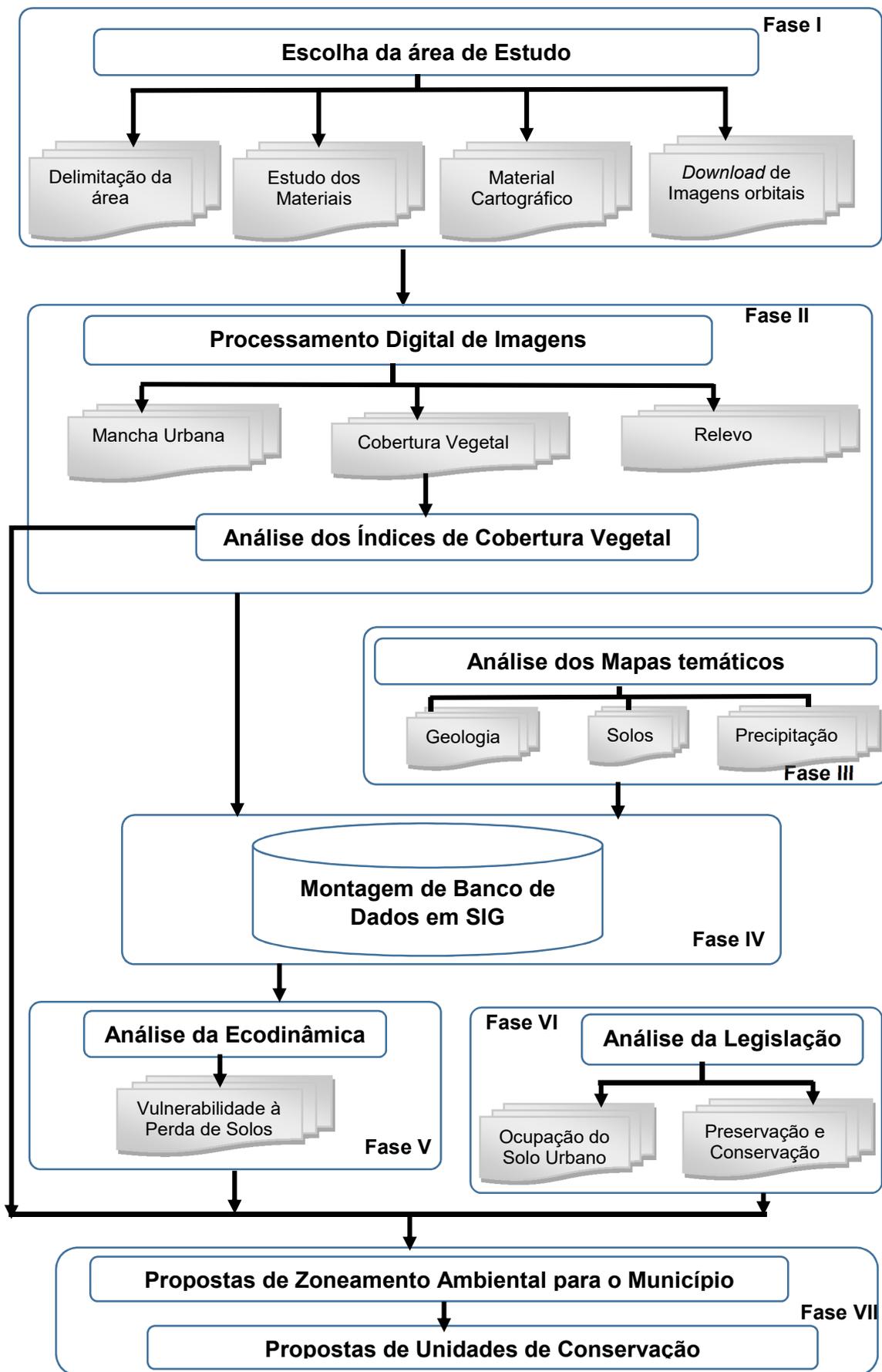
Para o desenvolvimento da pesquisa, foram usados os seguintes aplicativos:

- i) O ENVI 4.8, para o registro e recorte das imagens; e
- ii) O SPRING 5.2, para a extração, análise e quantificação da cobertura vegetal.
- iii) O ArcGIS 10, para a vetorização, quantificação da mancha urbana, criação de base de dados espacial para o zoneamento ambiental e elaboração mapas apresentados ao longo do trabalho.

3.4.2 Método

A figura 3.3 apresenta o fluxograma metodológico geral adotado na pesquisa. A metodologia é dividida em sete fases que serão descritas detalhadamente em seguida.

Figura 3.3: Fluxograma metodológico geral



Fase I – Escolha da área de estudo

Nesta etapa, foi inicialmente delimitada a área de trabalho, tendo em conta a sua dinâmica urbana e os efeitos negativos que o mesmo proporciona a área. Neste caso foi escolhido o Município da Matola, este que é um Município de categoria B e tem o maior parque industrial do País, cerca de 60%, o que o torna mais atrativo por parte da população de outros locais, contribuindo deste modo para que o Município tenha mais de 50% da população da província de Maputo (com oito distritos).

Em seguida, foi feito o estudo dos materiais existentes sobre o Município da Matola (relatórios, dissertações e teses), a legislação vigente no país sobre questões urbanas e ambientais, as Política Nacional (de Terras - Resolução N° 10/95, de 17 de Outubro; do Ambiente - Resolução N° 5/95, de 6 de Dezembro; de Ordenamento do Território - Resolução N° 18/2007 de 30 de Maio; de Florestas e Fauna Bravia - Resolução N° 8/97, de 01 de Abril; de Conservação - Resolução N° 63/2009, de 2 de Novembro) e a Lei das Calamidades (Lei n°. 15/2014), artigos científicos e informações de carácter geral, que contribuíram como elementos chave para a percepção do tema em análise, os aspectos orientadores dos efeitos da urbanização na cobertura vegetal, as técnicas de análise e de processamento de imagens e metodologias de elaboração de zoneamento.

Depois, foi coletado o material cartográfico em formato digital do município, assim como dados referentes a mapas temáticos (solos, geologia e precipitação) a escala de 1:1.000.000 do País, que compôs a base de dados usada para a elaboração da proposta de zoneamento ambiental para o Município da Matola.

Finalmente, foi verificado a existência de imagens de satélite da série Landsat que cobrissem a área de estudo. Ao se verificar a sua existência e a qualidade, procedeu-se o descarregamento das mesmas nos diferentes portais do United States Geological Survey – USGS. A imagem Shuttle Radar Topography Mission - SRTM foi adquirida a partir do site da Consultative Group for International Agricultural Research – Consortium for Spatial Information (CGIAR - CSI). Os dados encontram-se na resolução espacial de 90 metros. A precisão vertical global é de ± 16 m e horizontal de ± 20 m (RABUS, et al., 2003).

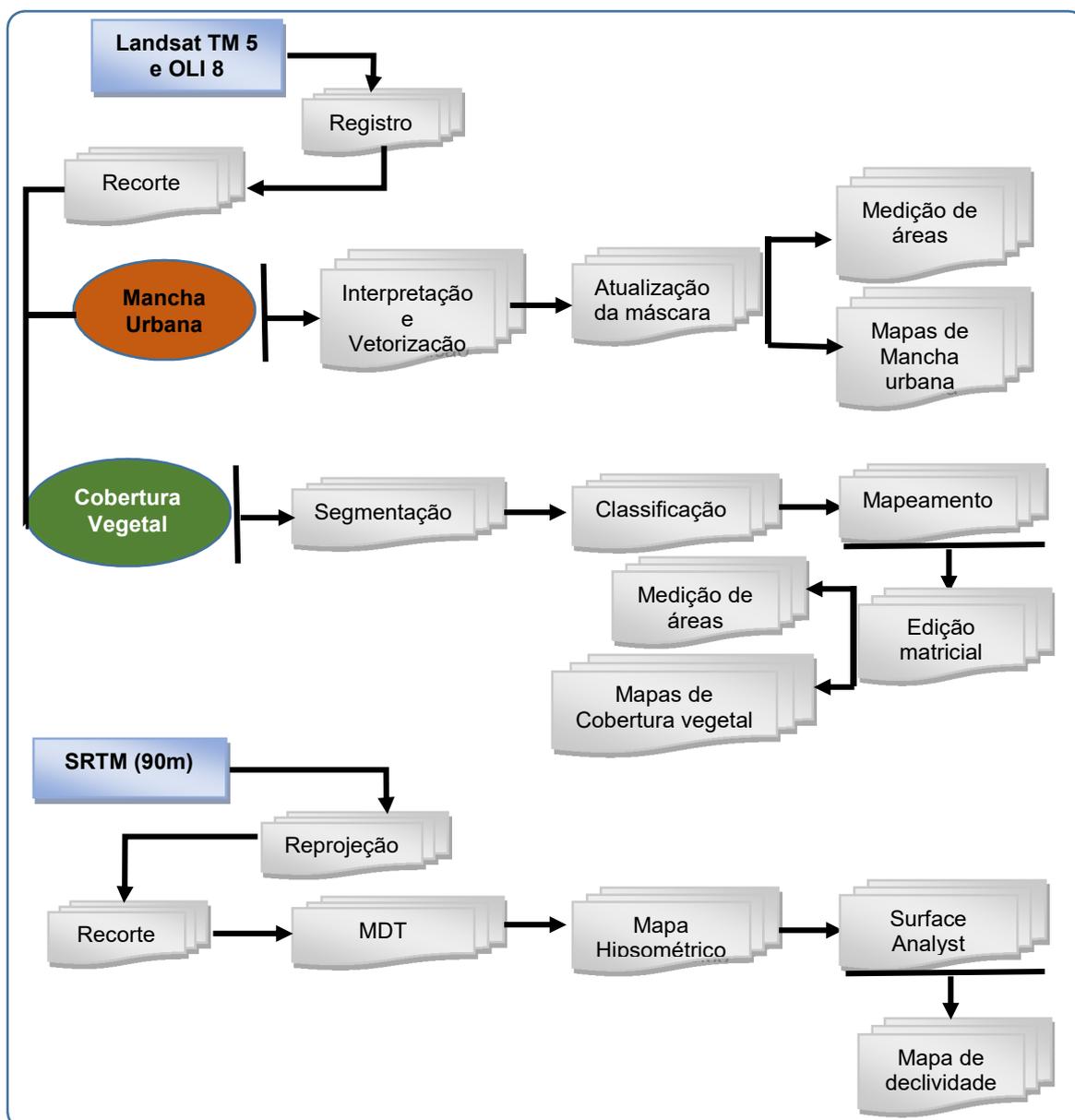
Fase II

Esta fase está dividida em duas etapas, a etapa do processamento digital de imagem e a etapa da análise dos índices de cobertura vegetal. Esta etapa tem como objetivo a elaboração de mapas temático.

Etapa I: Processamento Digital de Imagens

A figura 3.4 apresenta o fluxograma desta etapa. Esta etapa inicia com o descarregamento das imagens orbitais.

Figura 3.4: Fluxograma metodológico para a elaboração de mapas temáticos



Após o descarregamento das imagens, estas foram organizadas em uma base de dados, dispostas por ano de forma a prepará-las para o processo de extração de informação.

As imagens Landsat foram registradas usando a técnica de registro imagem-imagem, usando-se como referência a imagem ETM+/ Landsat 7 ortorretificada (Geocover) de 07/05/2001, obtida no site www.glcapp.glcf.umd.edu, tendo sido colhidos 10 pontos de controles espalhados pelas imagens com erro RMS (Roots Mean Square) inferior a 0.5 pixel, uma vez que as imagens disponibilizadas estavam georreferenciadas. Estas imagens foram registradas usando o sistema de projeção UTM Zona 36S, Datum WGS84.

A imagem SRTM foi reprojeta para o sistema de projeção UTM Zona 36S, Datum WGS84.

Usando o ENVI 4.8 e o ArcGIS 10, procedeu-se o recorte da área de estudo sobre as imagens, usando o arquivo *shapefile* do Município da Matola.

A extração da informação temática para o trabalho foi feita em vários momentos. Primeiro, foi a extração da área da mancha urbana, na qual foram usadas as técnicas de interpretação visual feita na tela das composições R5G4B3 (TM) e R6G5B4 (OLI), usando os elementos de interpretação como tonalidade, cor, textura, contorno, tamanho, sombra, lugar ou posição e a topografia (GOMES, 2001; FLORENZANO, 2002; MOREIRA, 2003; FERRÃO, 2005; PENIZZA; FONSECA, 2011), de modo a vetorizar e delimitar a mancha urbana nos diferentes anos. As imagens foram vetorizadas na escala de 1/60.000. Devido à complexidade espectral e variabilidade espacial dos elementos que compõem as áreas urbanas, esse tipo de extração de informação apresenta melhores resultados quando comparados com os métodos tradicionais de classificação automática (ALVES et al., 2007).

Uma das vantagens das técnicas da fotointerpretação é que elas podem ser adaptadas para sensores de diferentes satélites e permitem que o intérprete organize as informações, de modo a melhorar a eficiência do mapeamento (COSTA et al., 2011).

A interpretação visual, como envolve uma interação direta do ser humano com o computador, e um alto índice de decisão é adequada para uma avaliação espacial, mas deixa a desejar quanto a exatidão quantitativa. A estimativa de área na interpretação visual envolve a medição planimétrica das regiões identificadas visualmente, e nesses casos, erros na definição dos contornos podem prejudicar a precisão na determinação da área. Para evitar a incongruência dos limites na mancha urbana, a vetorização dos anos subsequentes foi feita a partir da atualização da máscara da mancha do ano anterior e assim sucessivamente e posterior quantificação da área e elaboração do mapa das manchas urbanas dos anos em análise.

O segundo momento foi reservado a extração da informação referente à cobertura vegetal, recorrendo-se a técnica de segmentação de imagens, composição R4G5B3 (TM) e R5G6B4 (OLI), usando o método de crescimento por regiões com critérios de similaridade 4 e área 2 para a imagem de 1997 e critério de similaridade 5 e área 3 para as imagens de 2007 e 2014 respectivamente. Esta técnica tem basicamente dois objetivos: (i) decompor a imagem em partes para posterior análise e (ii) realizar uma mudança de representação (SHAPIRO; STOCKMAN, 2001). Em seguida foi feita a classificação supervisionada por regiões (apenas classe vegetação) usando o classificador/ algoritmo *Bhattacharya*, limiar de aceitação de 95%, com 5 iterações.

Para a análise da acurácia dos mapas elaborados, foi adotado uma técnica simples de verificação da congruência da imagem classificada, sobrepondo-a sucessivamente a imagem não classificada e posterior edição matricial da imagem classificada. A quantificação da área da cobertura vegetal foi feita a partir da medida de classes. Finalmente, foram elaborados os mapas de cobertura vegetal.

O terceiro momento desta etapa, reservou-se a elaboração do mapa de declividade. Este mapa foi elaborado a partir do Modelo Digital de Terreno do SRTM com o sistema de coordenadas convertido para UTM. Em seguida, foi elaborado o mapa Hipsométrico do Município. Usando a ferramenta de análise 3D em ArcGIS 10, isto é, *surface analysis*, escolheu-se a opção *slope* e a opção porcentagem. Foi gerado o mapa de declividade com 6 classes: Classe A, Plano (0-3%); Classe B, Suave Ondulado (3-8%); Classe C, Moderadamente Ondulado (8-13%); Classe D,

Ondulado (13-20%); Classe E, Forte Ondulado (20-45%) e Classe F, Montanhoso ou Escarpado (> 45%). Por questões práticas, foram aglutinadas as Classes E e F, passando a ser designada de Classe E, Forte Ondulado e Montanhoso ou Escarpado (> 20%) (Quadro 3.2).

Quadro 3.2: Categorias de classes de declividade

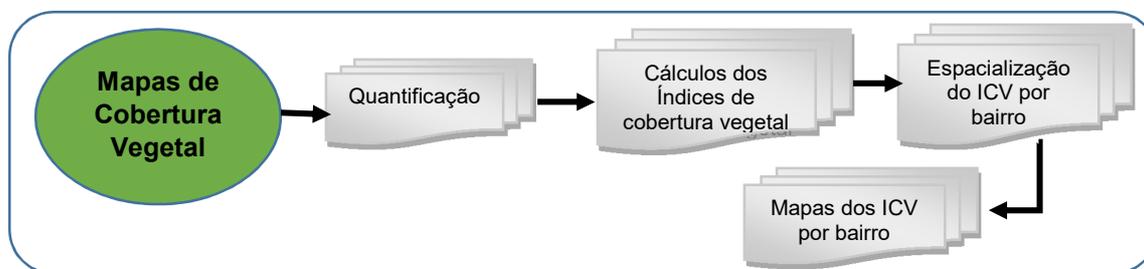
Valor (%)	0 – 3	3 - 8	8 - 13	13 – 20	>20
Classes	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E

Fonte: Org. MATULE, 2015

Etapa II: Análise dos Índices de Cobertura Vegetal

Após o mapeamento de toda cobertura vegetal de Município e posterior quantificação em m^2/km^2 , foram calculados os índices de cobertura vegetal (figura 3.5).

Figura 3.5: Fluxograma metodológico para a análise dos índices de cobertura vegetal



Conhecendo a área total estudada, também em m^2/km^2 , chegar-se-á posteriormente à porcentagem de cobertura vegetal que existe no Município (ICVAU). Outro índice calculado foi o Índice de Cobertura Vegetal por Habitantes – ICVH que é um parâmetro ambiental utilizado para medir a quantidade de vegetação disponível para determinado número de habitantes do Município (MOURA; NUCCI, 2008; GONÇALVES et al., 2012; LUZ; RODRIGUES, 2014).

Usando as técnicas do geoprocessamento, foi feita a espacialização do ICVAU por cada bairro, categorizando os índices em cinco classes, isto é, (i) Muito Alto; (ii) Alto, (iii) Médio, (iv) Baixo e (v) Muito Baixo. Foi considerada ICVAU Muito Alto, os

valores acima de 46% e Muito Baixo, os valores de ICVAU abaixo de 13%, considerando que áreas com valores de ICVAU abaixo de 5% são consideradas de desertos florísticos, o que compromete significativamente as diferentes funções da cobertura vegetal, e o ICVAU Médio está de acordo com o valor recomendado de 30% (Quadro 3.3).

Quadro 3.3: Classificação do ICV por Bairros do Município da Matola

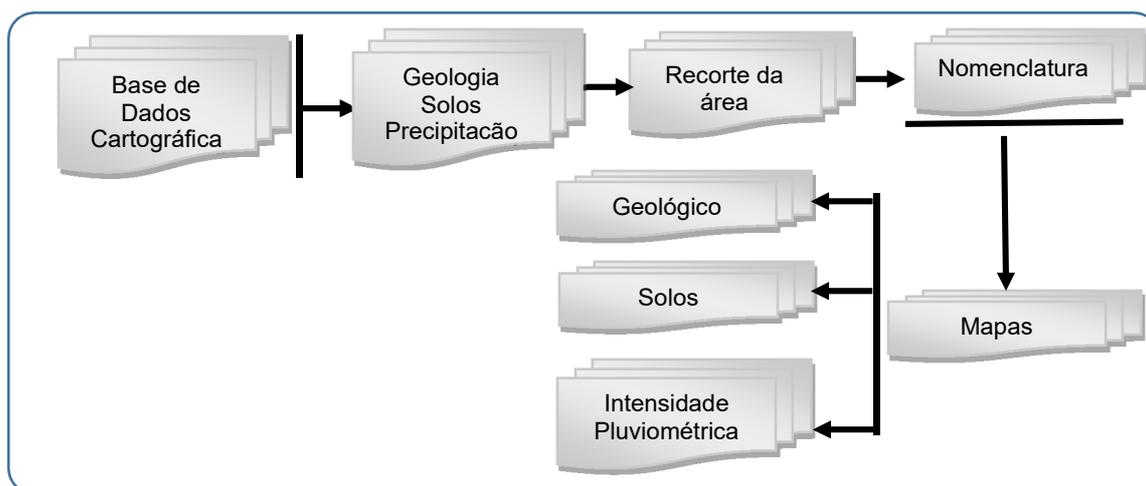
Valor (%)	0 – 13	13 – 24	24 - 35	35 – 46	>46
Classes	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto

Fonte: Org. MATULE, 2015

Fase III: Análise de mapas temáticos

Esta fase, consistiu na elaboração de mapas geológico, de solos e de intensidade pluviométrica (Figura 3.6), que serão usados para a elaboração do mapa de vulnerabilidade à perda de solo.

Figura 3.6: Fluxograma metodológico para análise e interpretação de dados temáticos



Estes mapas, foram elaborados usando os mapas contidos na base de dados digital a escala de 1/1.000.000. A partir deles, foi feito o recorte da área do Município e posterior mudança da nomenclatura nas classes temáticas do mapa geológico –

considerou-se a apenas uma litologia: Depósitos de Quaternário - terraços para Sedimentos Inconsolidados. O mapa de solos contém duas classes: Chromic Cambisol passou a ser considerada Cambissolos e de Ferralic Arenos em Neossolos. O mapa de intensidade pluviométrica foi elaborado a partir do mapa da precipitação média anual dividido pelo número de dias com chuva, transformados em meses, observando-se duas classes – 600mm e 700mm.

Fase IV: Montagem de Banco de Dados em SIG

Após a elaboração dos diferentes mapas temáticos da fase III, estes foram organizados em um ambiente SIG para que fossem posteriormente usados na análise da ecodinâmica.

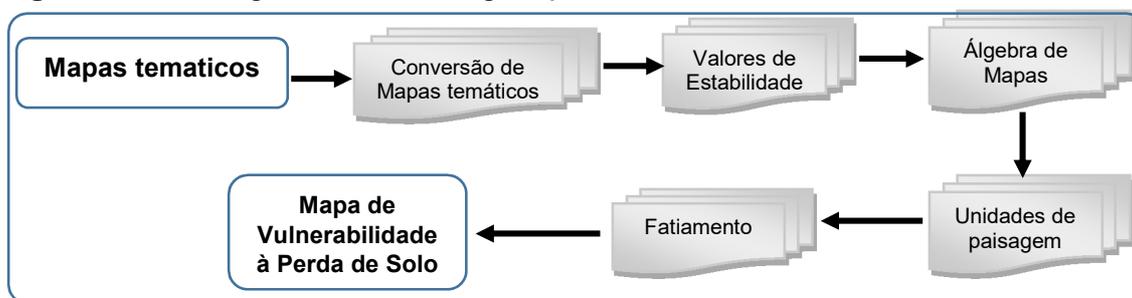
Os SIG's são sistemas cujas principais características são: integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes, dados e modelos numéricos de terrenos; combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e imprimir o conteúdo da base de dados geo-codificados (CÂMARA, 1993).

Desta forma, a base de dados foi elaborada no aplicativo ArcGIS 10. Ela foi dividida em anos de análise, isto é, 1997, 2007 e 2014, contendo mapas temáticos (planos de informação) em formato *shapfile* (.shp), relativos a mancha urbana, cobertura vegetal, índices de cobertura vegetal, geologia, solos, precipitação para além de base cartográfica do Município. A base de dados contém mapas temáticos não reclassificados e reclassificados em formato *.tiff*, tais como: declividade, unidades de paisagem, índices de cobertura vegetal, geologia, solos e precipitação. Esta base de dados, contém informação proveniente da análise da ecodinâmica, isto é, o mapa de vulnerabilidade a perda de solos e os mapas dos zoneamentos ambiental. Esta base de dados foi elaborada usando o sistema de projeção UTM Zona 36S, Datum WGS84.

Fase V: Análise da ecodinâmica

A análise da Ecodinâmica, serviu para a elaboração do mapa de Vulnerabilidade à Perda do Solo. Essa análise foi feita a partir da metodologia desenvolvida por Crepani et al. (1996) a partir do conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977) e da potencialidade para estudos integrados das imagens de satélite, que permitem visão sinótica, repetitiva e holística da paisagem, com o objetivo de subsidiar o Zoneamento (CREPANI et al., 2008). Esta etapa obedeceu ao fluxograma apresentado na figura 3.7.

Figura 3.7: Fluxograma metodológico para a análise da ecodinâmica



Para se analisar uma unidade de paisagem é necessário conhecer sua gênese, constituição física, forma e estágio de evolução, bem como o tipo da cobertura vegetal que sobre ela se desenvolve. Estas informações são fornecidas pela Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitogeografia e precisam estar integradas para que se tenha um retrato fiel do comportamento de cada unidade frente a ocupação. Finalmente, é necessário o auxílio da Climatologia para que se conheçam algumas características climáticas da região onde se localiza a unidade de paisagem, a fim de que se antevêja o seu comportamento frente às alterações impostas pela ocupação (CREPANI et al., 2001).

Cada componente, como Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Clima e a intervenção antrópica, participa dessa dinâmica de forma integrada (CREPANI et al., 2008). Essa vulnerabilidade é analisada a partir da caracterização morfodinâmica dessas unidades, segundo critérios desenvolvidos em Crepani, et al., (1996). Esses critérios permitiram criar um modelo onde se buscou avaliar, de forma relativa e empírica, o estágio de evolução morfodinâmica das unidades de

paisagem do Município, ao qual foram atribuídos valores de estabilidade às categorias morfodinâmicas, apresentadas no Quadro 3.4. Estes valores foram atribuídos após a conversão dos mapas temáticos para o formato *raster*.

Quadro 3.4: Valores de estabilidade atribuídos às categorias morfodinâmicas

Tema	Classe		Valor
Geologia	Sedimentos Inconsolidados		3,0
Relevo	Declividade (%)	< 3,5	1,0
		3,5 – 5,8	1,1
		5,8 – 8,2	1,2
		8,2 – 10,3	1,3
		10,3 – 12,9	1,4
		12,9 – 15,1	1,5
Solos	Cambissolos		2,5
	Neossolos		3,0
Vegetação	ICV	Muito Baixo	3,0
		Baixo	2,5
		Médio	2,0
		Alto	1,5
		Muito Alto	1,0
Clima	Intensidade Pluviométrica	(600mm) 194,2	1,6
		(700mm) 226,5	1,8

Fonte: Org. MATULE, 2015 a partir de CREPANI et al., 2008

Uma vez atribuídos valores para todas classes de todos mapas temáticos foi feita a integração destes mapas recorrendo a técnica de álgebra de mapas, gerando o Mapa de Vulnerabilidade à Perda de Solo, cujo valor final resultou da média aritmética dos valores individuais de cada tema recorrendo a seguinte equação:

$$V = \frac{G + R + S + Vg + C}{5}$$

Onde:

V = Vulnerabilidade da Unidade de Paisagem

G = Vulnerabilidade para o tema Geologia

R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia (Relevo)

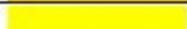
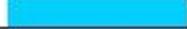
S = Vulnerabilidade para o tema Solos

Vg = Vulnerabilidade para o tema Vegetação

C = Vulnerabilidade para o tema Clima

Desta operação resultaram 7 classes de vulnerabilidade (Unidades de Paisagem) com valores médios entre 1,8 e 2,4 (Quadro 3.5), que foram fatiadas em duas classes ou graus de Vulnerabilidade, isto é: (i) Moderadamente Vulnerável e (ii) Medianamente Estável/ Vulnerável.

Quadro 3.5: Graus de Vulnerabilidade das Unidades de Paisagem

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA		GRAU DE VULNERABILIDADE	GRAU DE SATURAÇÃO			
				VERM	VERDE	AZUL	CORES
U1	↑	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0	
U2		2,9		255	51	0	
U3		2,8		255	102	0	
U4	V	2,7	MODERADAM.	255	153	0	
U5	U	2,6		255	204	0	
U6	L	2,5	VULNERÁVEL	255	255	0	
U7	N	2,4		204	255	0	
U8	E	2,3	MODERADAM.	153	255	0	
U9	R	2,2		102	255	0	
U10	A	2,1	ESTÁVEL/	51	255	0	
U11	B	2,0		0	255	0	
U12	I	1,9	VULNERÁVEL	0	255	51	
U13	L	1,8		0	255	102	
U14	I	1,7	MODERADAM.	0	255	153	
U15	D	1,6		0	200	204	
U16	A	1,5	ESTÁVEL	0	255	255	
U17	D	1,4		0	204	255	
U18	E	1,3	ESTÁVEL	0	153	255	
U19	↓	1,2		0	102	255	
U20		1,1		0	51	255	
U21		1,0		0	0	255	

Fonte: CREPANI et al., 2001, p. 22

Fase VI: Análise da Legislação

Esta etapa, teve como objetivo analisar as causas que contribuíram para a forma desordenada de ocupação do solo urbano do Município que culminou com a degradação da sua estrutura ecológica e ambiental. Visa também analisar o processo de desenvolvimento urbano e a necessidade de preservação e conservação dos ecossistemas, tendo em conta os instrumentos legais existentes deste a independência do País até ao ano de 2014.

Foram analisadas as Políticas Nacionais Terras, do Ambiente, de Florestas e Fauna Bravia, do Ordenamento do Território, da Conservação, da Gestão das Calamidades e os Regulamentos do Plano de Estrutura Urbana da Cidade da Matola (PEUCM) e de Avaliação do Impacto Ambiental, assim como outras leis e regulamentos afins (Quadro 3.6).

Quadro 3.6: Leis e regulamentos analisados e seus objetivos

Lei/ Decreto	Designação	Objetivo
Decreto no 23/2008, de 1 de julho	Regulamento de Ordenamento do Território	Ocupação do Solo/ Preservação e Conservação
Decreto nº 60/2006, de 26 de dezembro	Regulamento do Solo Urbano	Ocupação do Solo
Decreto nº 66/98, de 8 de dezembro	Regulamento da Lei de Terras	Ocupação do Solo/ Preservação e Conservação
Lei nº 02/97, de 18 de fevereiro	Lei das Autarquias Locais	
Lei nº 10/99, de 07 de julho	Lei de Florestas e Fauna Bravia	Preservação e Conservação
Lei nº 15/2014, de 20 de julho	Lei de Gestão de Calamidades	Ocupação do Solo/ Preservação e Conservação
Lei nº 16/2014, de 20 de julho	Lei da Conservação	Preservação e Conservação
Lei nº 19/2007, de 18 de julho	Lei de Ordenamento do Território	Ocupação do Solo/ Preservação e Conservação
Lei nº 19/97, de 01 de outubro	Lei de Terras	
Lei nº 20/97, de 01 de outubro	Lei do Ambiente	Preservação e Conservação
Decreto n.º 45/2004 de 29 de setembro e Decreto n.º 42/2008, de 4 de novembro	Regulamento da Avaliação do Impacto Ambiental	
PEUCM, 2010	Regulamento do PEUCM	Ocupação do Solo/ Preservação e Conservação

Fonte: Org. MATULE, 2015

O país dispõe de legislação que pode evitar ou minimizar situações como ocupação não estruturada do território, no geral e particularmente nos espaços urbanos, bem como a preservação e conservação dos ecossistemas, garantindo desde modo a sustentabilidade dos espaços e melhoramento das condições básicas de vida dos seus habitantes. Essas leis e decretos, devem ser analisadas em conjunto e agregadas a outras que se mostrem pertinentes para o processo de ordenamento do território e conservação do meio ambiente.

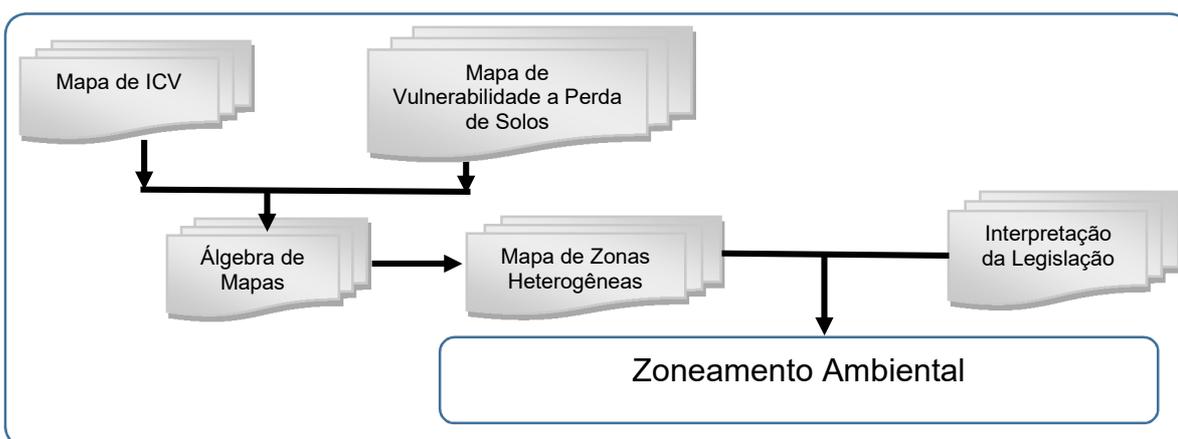
Fase VII: Proposta de Zoneamento Ambiental

Esta fase compreende duas etapas: a da elaboração da proposta de Zoneamento Ambiental e a proposta de criação de Unidades de Conservação (UC).

Etapa I: Proposta de Zoneamento Ambiental

As propostas de Zoneamento Ambiental foram elaboradas a partir da álgebra de mapas, entre o Mapa de Vulnerabilidade à Perda de Solo e os Mapas de Espacialização do ICV de 1997, 2007 e 2014 (Figura 3.8).

Figura 3.8: Fluxograma metodológico para a elaboração do zoneamento ambiental



Este procedimento foi importante para representar espacialmente as combinações possíveis entre as duas classes de vulnerabilidade à perda de solo e as cinco classes do índice de cobertura vegetal, tendo-se obtido um mapa com 10 (dez)

áreas heterogêneas. Essas áreas heterogêneas foram agrupadas em cinco zonas, tendo como base da sua divisão a interpretação da legislação referente às necessidades de conservação e preservação do ambiente.

Posteriormente, foi elaborado o Mapa da proposta do Zoneamento Ambiental, no qual apresenta cinco zonas: (i) a Zona de Conservação Total; (ii) a Zona Conservação de Uso Sustentável; (iii) a Zona de Expansão Urbana; (iv) a Zona de Controle Ambiental e (V) a Zona de Recuperação.

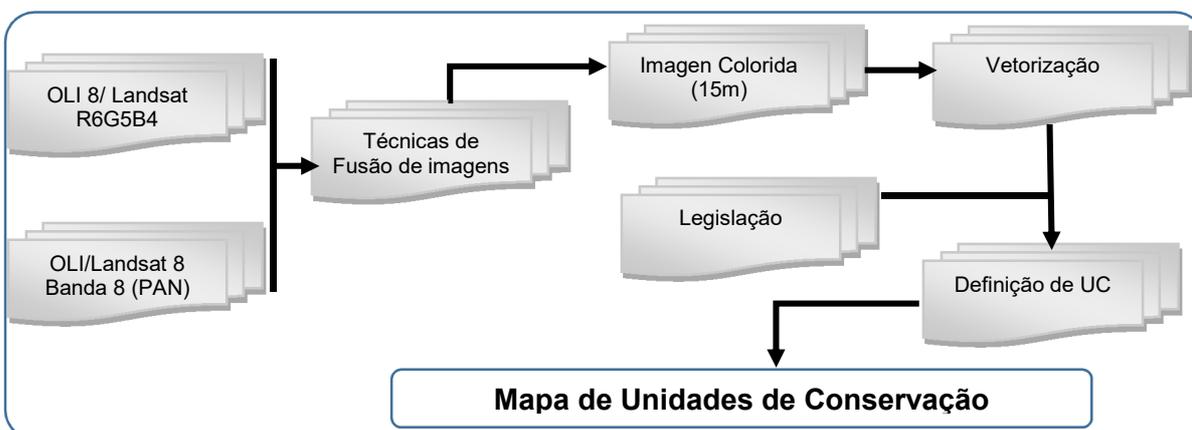
Etapa II: Proposta de criação de Unidades de Conservação

A elaboração desta proposta teve como base a proposta de zoneamento de 2014, no qual foi eleita a Zona de Conservação Total devido as suas características. Para esta etapa foi seguida o fluxograma da figura 3.9.

Em seguida foi feita a fusão das imagens OLI/ Landsat 8 colorida (30m) e a pancromática (15m), visando como resultado melhoria na qualidade da imagem, obtendo deste modo uma imagem colorida com 15m de resolução, o que facilitaria a delimitação de possíveis áreas de Unidades de Conservação, isto considerando a localização das mesmas e a quantidade de cobertura vegetal existente.

Depois do processo da fusão, foram vetorizadas as áreas de UC na escala de 1/30.000. Estas áreas foram definidas considerando as categorias de UC apresentadas na Lei 16/2014 e a Lei 19/1997.

Figura 3.9: Fluxograma metodológico para a definição de UC



CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da expansão urbana e da cobertura vegetal

O mapeamento da mancha urbana e da cobertura vegetal do Município da Matola, feito a partir da metodologia de interpretação visual e de segmentação e classificação de imagens de satélite, mostra um incremento (positivo e negativo respectivamente) significativo entre os dois períodos, isto é, 1997 - 2007 e 2007 – 2014 (Quadro 4.1, Gráfico 4.1 e Figuras 4.1, 4.2, e 4.3).

No primeiro período, cerca de 10 anos, pode-se perceber incremento significativo da sua área urbana, isto é, 99,3% (de 73,590km² para 146,664km²). Este fato pode ser explicado pelo elevado crescimento populacional dos bairros centro-leste, no Posto Administrativo de Infulene, com cerca de 34,52% da população do Município (236.208 habitantes, em 2007) (INE, 2009). Maior destaque se dá para os bairros de Khongolote (633%), 1.º de Maio (1366%) e Ndlavela (147%). Tsalala (241%), Bunhiça (197%), Nkobe (302%), KM 15 (225%), São Damaso (276%) e Matlhomele (225%) no Posto Administrativo da Machava, também se destacam no aumento populacional nesse período. No Posto Administrativo da Matola-Sede, destacam-se os bairros de Sikwama (140%), Malhampsene (308%) e Mussumbuluco (228%). O que tem em comum esses bairros é o fato de serem bairros de expansão.

Vários motivos estão por detrás deste aumento populacional e consequente incremento da área da mancha urbana, desde as migrações da população de outros bairros do Posto Administrativo da Matola-Sede e do Município de Maputo a procura de novas áreas para a construção de casa, a transferência de parte da população dos bairros estruturados da Matola-Sede, o que se deveu a certa estruturação desses bairros. Entre outros motivos que precipitaram esse crescimento, está a reabilitação e alargamento da Estrada Nacional Número 4 (EN4) (Maputo - Witbank) que teve início em 1998, o que levou a transferência de população para alguns bairros como Nkobe (CMCM, 2010). Esse mesmo projeto de estrada, precipitou a ocupação de Malhampsene e Mussumbuluco, uma vez que a estrada atravessa esses bairros. Outro aspecto de destaque nesse aumento rápido da população é o preço relativamente baixo dos terrenos nesses bairros de expansão. Destacam-se também, nesse processo, as cheias de 2000/1 e 2004/5,

o que ditou o reassentamento das vítimas nos diferentes bairros acima citados. Paralelamente a esse aumento populacional e da mancha urbana, verifica-se o decréscimo da área de cobertura vegetal, isto é de 225,630km² em 1997 para 146,074km² em 2007, o que corresponde a 35,3%. A densificação dos espaços já ocupados criou diversas manchas de fragmentação da cobertura vegetal.

Neste período verifica-se certa relação entre as áreas de expansão urbana com a redução da cobertura vegetal, mas tal fato não deve ser visto como fortemente correlacionado, pelo fato de se verificar desmatamento em áreas de fraca ocupação como em alguns bairros a norte do Município e em outros bairros verifica-se o inverso, em que ocorre regeneração da cobertura vegetal.

No período de 2007 a 2014, verifica-se incremento de 73,6% (107,890km²) da mancha urbana e decréscimo da área de cobertura vegetal em 26,8% (39,176km²). Nesse período ocorre um aumento na densidade de ocupação dos bairros centro-norte e norte do Município como Matola Gare, Nwamatibjana, Muhalaze, Mali, Boquiço A e B e Siduava. A este fato alia-se ao desenvolvimento das vias de acesso que ligam os bairros de Zona Verde a Ndlavela, Intaca e 1.º de Maio, a via que vai a Nkobe e Km 15, o melhoramento da via que liga a Estrada Nacional Número 1 (EN1) a Boquiço, assim como o surgimento de transporte para esses bairros. Os reassentamentos e os preços baixos dos terrenos continuam sendo um fator preponderante para essa densificação da ocupação do espaço.

No quesito, vetores de crescimento (Figura 4.4), verifica-se no primeiro período preferência a ocupar os bairros a leste do Município, que pode ser explicado pela sua proximidade com o Município de Maputo e pelo fato de se ter reassentado grande parte da população deslocada para esses bairros, tornando-os mais atrativos que os outros. No segundo período, ocorre um aumento na densidade de ocupação do espaço nos bairros centro-norte, devido ao preço baixo dos terrenos por serem distantes do centro do Município e do Município de Maputo (onde maior parte da população da Matola desenvolve as suas atividades diárias), sem transporte e serviços de abastecimento de água e energia muito deficientes. A reabilitação da estrada que liga a EN1 e Boquiço foi importante para a ocupação dos bairros Boquiço A e B e Mali, assim como a construção do Projeto de Habitação

de Intaca⁶. A construção da Estrada Circular de Maputo⁷ (Seção 5 – Zimpeto a Tchumene), também impulsionou e está impulsionando a ocupação desses bairros.

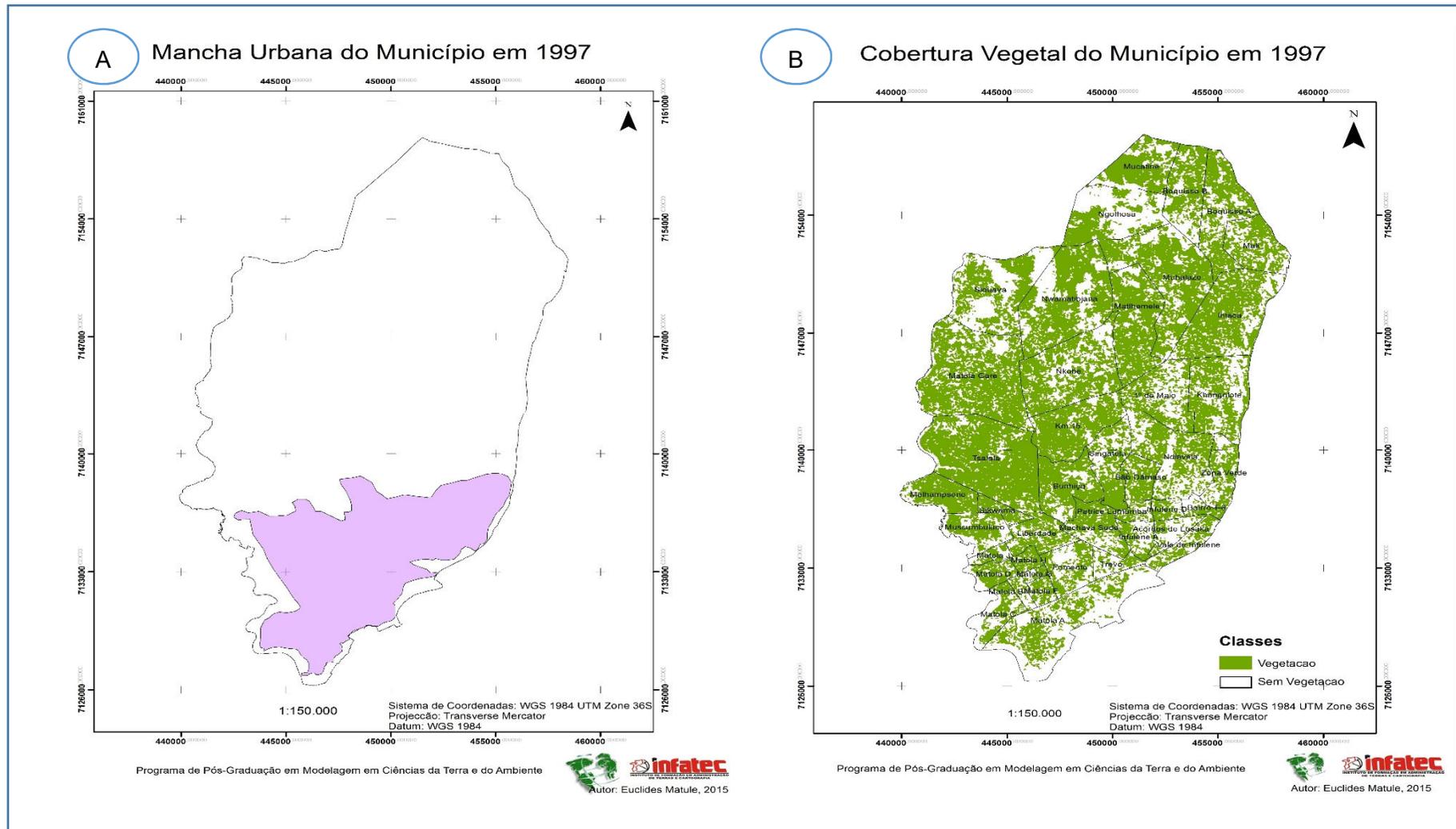
A planta de Ordenamento de Mobilidade do PEUCM – 2010, propõe a construção de novas vias de acesso como Matola Gare - Nwamatibjana, Bedene/Muhalaze/Ngolhosa - Mucatine, via Mali - Muhalaze e Boquiço-Ngolhosa, assim como terminais rodoviários. A ser concretizado, irá ditar a densificação dos bairros mais a norte. Essa densificação também será fruto de um projeto do Município que visa construir 2.400 casas de baixo custo para jovens e famílias carenciadas no bairro MatlHEMELE e ao longo da Estrada Circular em 2016.

Este cenário mostra a necessidade de se criarem medidas para conter a expansão da mancha urbana e a redução da cobertura vegetal no Município.

⁶Prevê a construção das 5 mil casas (mais de 300, já construídas) e é do Estado moçambicano em parceria com uma empresa chinesa denominada Henan Guoji Imobiliária limitada, num investimento de cerca de 12 mil milhões de meticais.

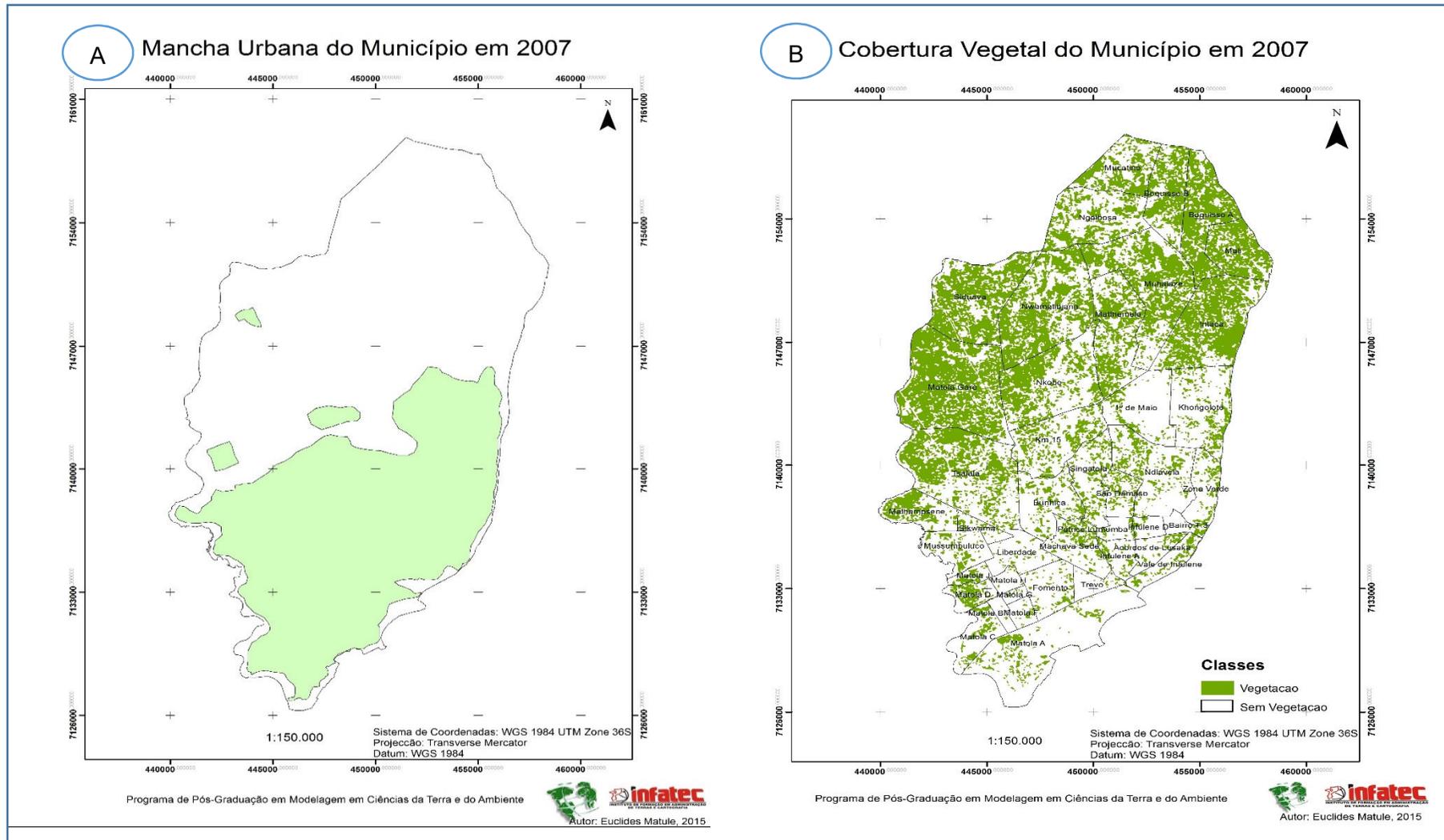
⁷Este projeto, enquadra-se nas políticas do Governo de Moçambique em conjunto com o Governo da China com vista ao desenvolvimento do setor das infraestruturas rodoviárias a nível nacional e regional, terá uma extensão de cerca de 74km e subdivide-se em seis seções. Está orçada em 315 milhões de dólares norte-americanos.

Figura 4.1: Mapeamento da mancha urbana e da cobertura vegetal do Município em 1997



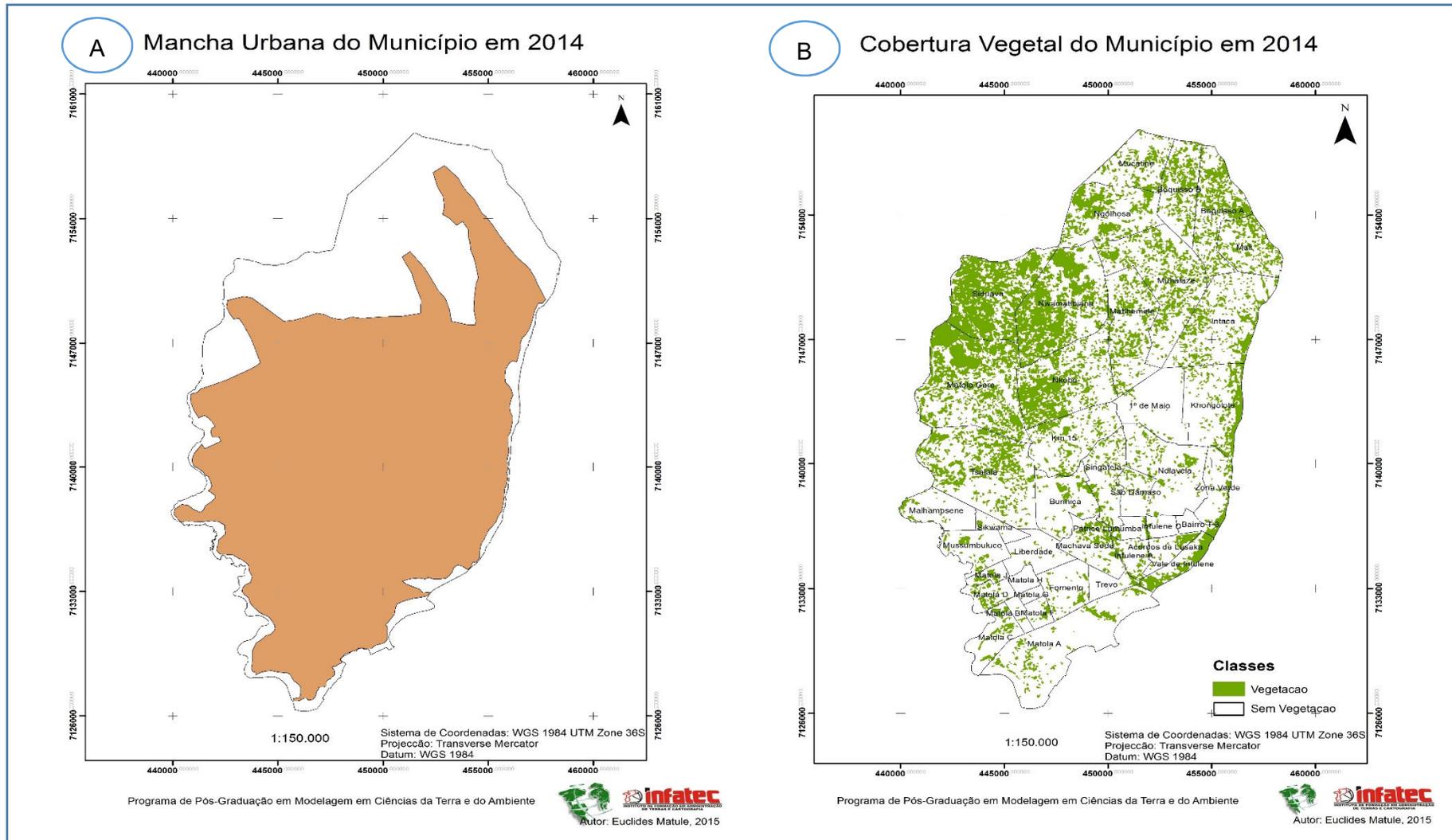
Fonte: Imagem TM/Landsat 5; Org.: MATULE, 2015

Figura 4.2: Mapeamento da mancha urbana e da cobertura vegetal do Município em 2007



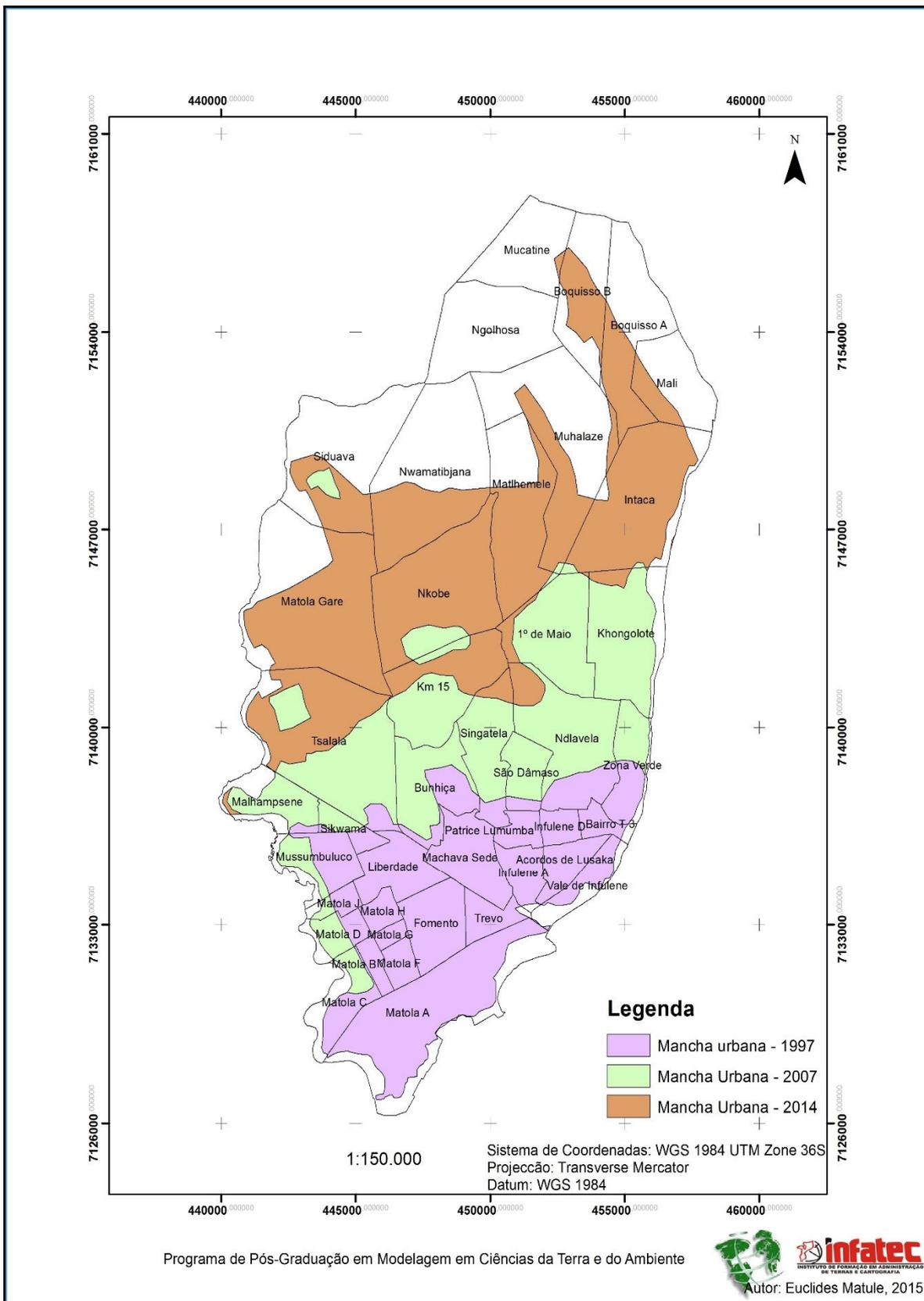
Fonte: Imagem TM/Landsat 5; Org.: MATULE, 2015

Figura 4.3: Mapeamento da mancha urbana e da cobertura vegetal do Município em 2014



Fonte: Imagem OLI/Landsat 8; Org.: MATULE, 2015

Figura 4.4: Vetores de crescimento da mancha urbana (1997 - 2014)



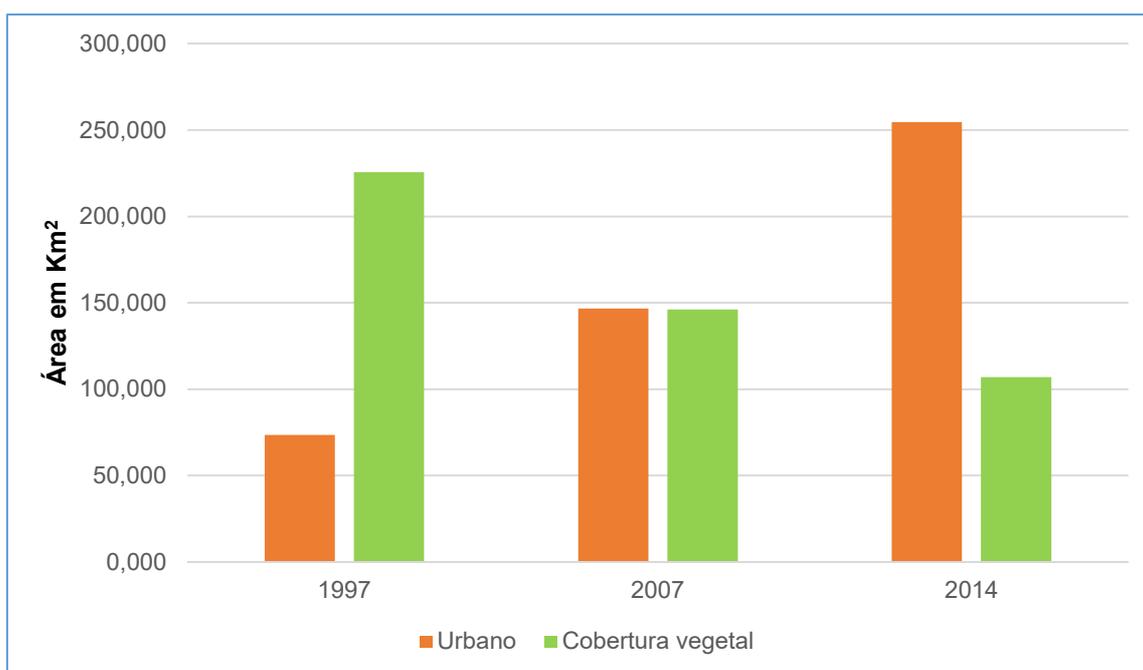
Fonte: Imagens TM/ Landsat 5 e OLI/ Landsat 8; Org.: MATULE, 2015

Quadro 4.1: Quantificação das áreas de expansão urbana e cobertura vegetal (1997 – 2014)

Anos	Expansão Urbana			Cobertura Vegetal		
	Área (km ²)	Incremento (km ²)	%	Área (km ²)	Incremento (km ²)	%
1997	73,590			225,638		
2007	146,664	73,074	99,3	146,074	-79,564	-35,3
2014	254,554	107,890	73,6	106,898	-39,176	-26,8

Fonte: Imagens TM/ Landsat 5 e OLI/ Landsat 8; Org.: MATULE, 2015

Gráfico 4.1: Evolução das áreas da mancha urbana e cobertura vegetal (1997 – 2014)



Fonte: Imagens TM/ Landsat 5 e OLI/ Landsat 8; Org.: MATULE, 2015

4.2 Análise dos índices de cobertura vegetal

A quantificação da cobertura vegetal do Município, considerando a metodologia adotada, apresentou ICV de 61,25% (225,638km²) para o ano de 1997 e 39,65% (146,074km²) para 2007, estes que estiveram acima dos 30% recomendáveis para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas (OKE, 1973 *apud* LOMBARDO, 1985). Para o ano de 2014, verificou-se um valor do ICV relativamente baixo do recomendado, isto é 29,02% (106,898km²) (Quadro 4.2 e Gráfico 4.2).

Outro índice de cobertura vegetal calculado para o Município é o ICV por habitante, resultando em 516,27m²/hab. para 1997, 213,97m²/hab. para 2007 e 119,71m²/hab. para o ano de 2014 (Quadro 4.3 e Gráfico 4.3).

Em uma análise ao nível de bairro, verifica-se também decréscimo do ICV e um comportamento diferenciado entre os bairros de 1997 – 2014 (Quadro 4.4).

Em 1997, todos os bairros do Município apresentavam valores do ICV acima do valor recomendado, sendo considerados ICV médio, alto e muito alto (Figura 4.5), o que contribuía para um ambiente urbano equilibrado.

O ano de 2007 começa a ser preocupante, uma vez que o ICV decresce muito para alguns bairros, como Matola F, Matola G, Matola H, Liberdade, Fomento e 1.º de Maio, passando de ICV muito alto em 1997 para ICV muito baixo em 2007 (Figura 4.6).

Maior destaque é dado a todos os bairros do Posto Administrativo da Matola - Sede, para o ano de 2014, estes que apresentam valores de ICV muito baixos do recomendado, o que compromete as funções da cobertura vegetal e consequente redução da qualidade do ambiente nesses bairros. Os bairros da Matola B, Matola G, Matola H, Liberdade e Sikwama, são os que mais se destacam, apresentando o ICV abaixo de 5%, sendo considerados deste modo desertos florísticos.

Os bairros do Posto Administrativo da Machava, apresentaram para 2014, valores do ICV que variam de 13,5% (São Damaso) a 71% (Siduava), abrangendo todas as classes do ICV propostos (Figura 4.7). Todas as categorias do ICV, também são verificadas nos bairros do Posto Administrativo de Infulene, com valores do ICV a

variarem de 2,9% para o bairro 1.º de Maio e 52,9% para o bairro de Vale de Infulene.

Nucci (2001) destaca que o índice não deve ser apresentado de forma isolada, mas sim acompanhado da distribuição espacial da cobertura vegetal, procedimento que poderá indicar a presença de desertos florísticos se a cobertura vegetal estiver concentrada em certos pontos do bairro (Figuras 4.1B, 4.2B e 4.3B).

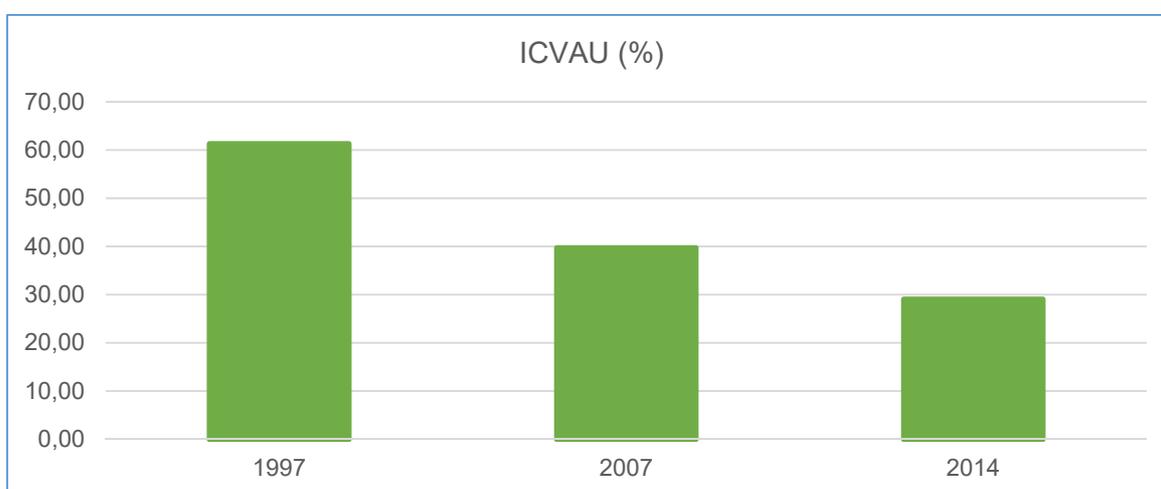
Essa tendência decrescente dos ICV, para o Município em geral, assim como para os bairros em particular, evidenciam a necessidade de se preservar e proteger áreas com remanescentes de cobertura vegetal, bem como recuperar áreas com baixos valores com medidas simples, como plantar mais árvores e criar áreas verdes por forma a melhor o seu ambiente.

Quadro 4.2: Índices de cobertura vegetal do Município (1997 - 2014)

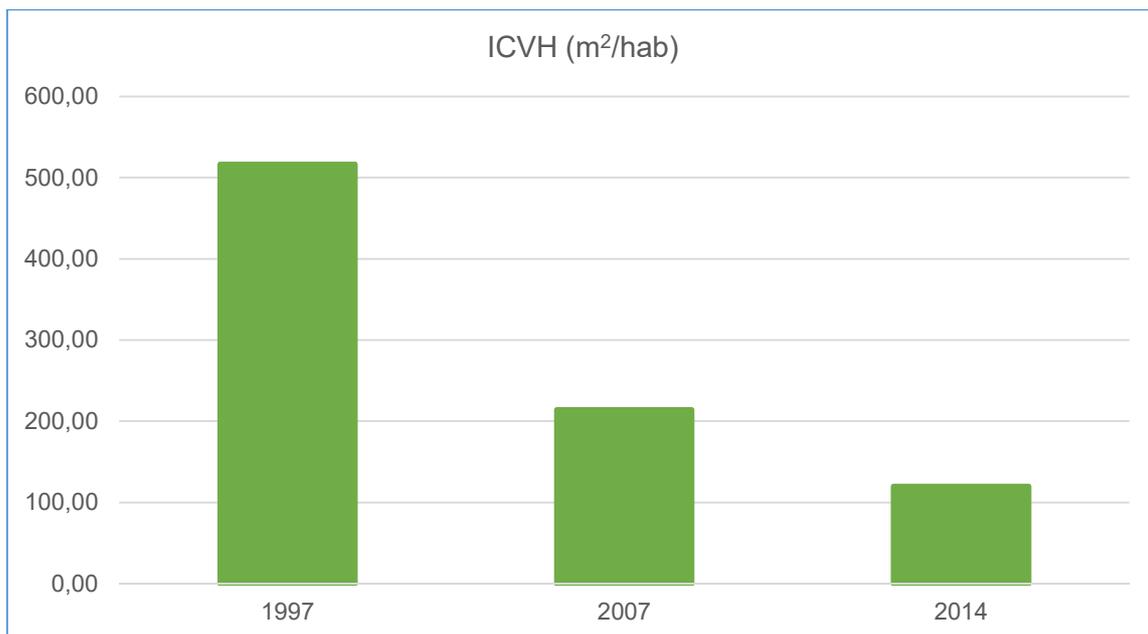
Área do Município (km ²)	Ano	População	Área C. Vegetal (km ²)	ICVAU (%)	ICVH (m ² /hab)
368,40	1997	437.055	225,638	61,25	516,27
368,40	2007	682.691	146,074	39,65	213,97
368,40	2014	892.963	106,898	29,02	119,71

Fonte: Org. MATULE, 2015

Gráfico 4.2: Evolução do Índice de Cobertura Vegetal da Área Urbana (1997 - 2014)



Fonte: Org. MATULE, 2015

Gráfico 4.3: Evolução do Índice de Cobertura Vegetal por Habitantes (1997 - 2014)

Fonte: Org. MATULE, 2015

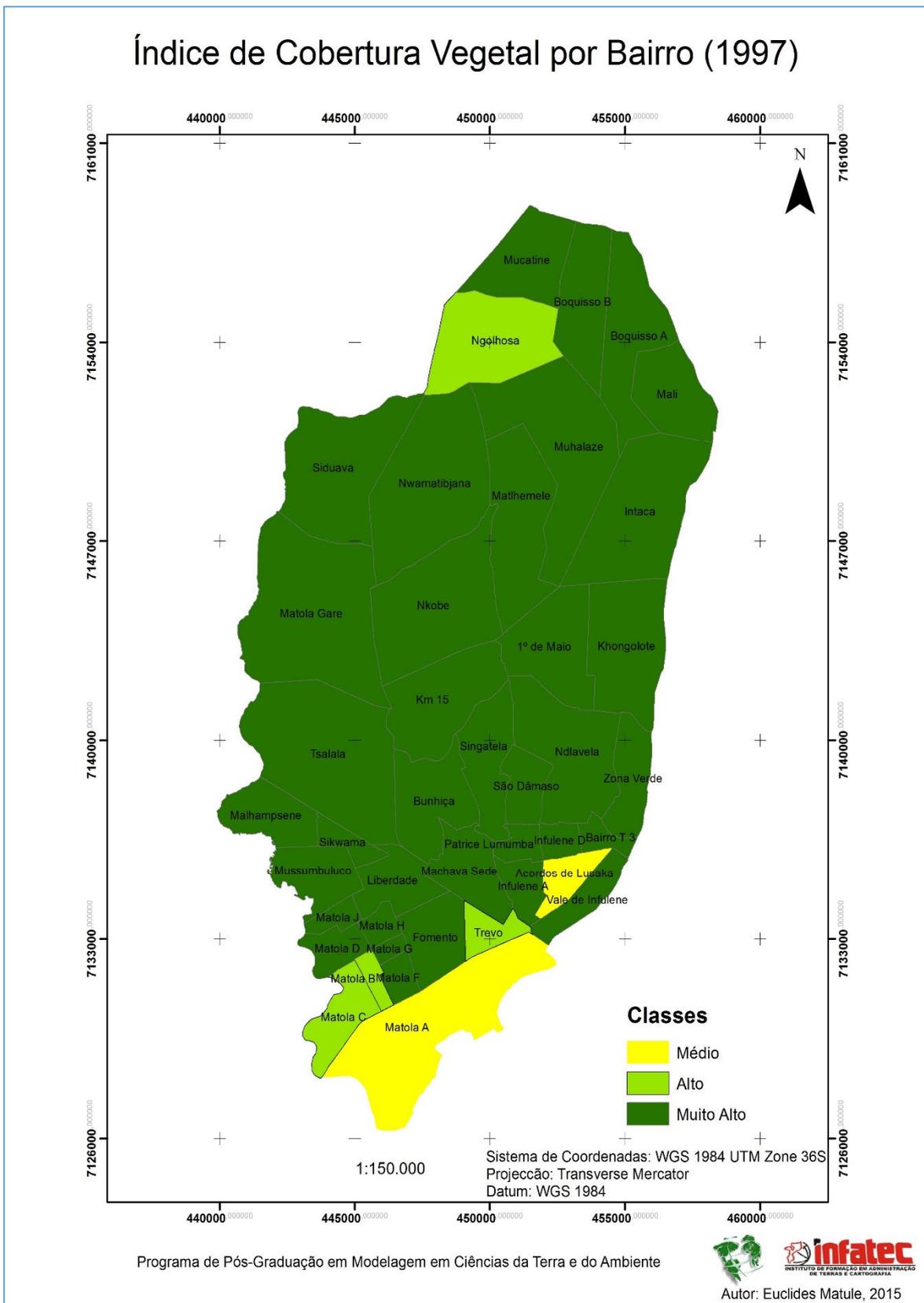
Quadro 4.3: Índices de Cobertura Vegetal por bairro (1997 - 2014)

	Bairros	ÁREA_Km ²	1997		2007		2014	
			ÁREA_VEG(km ²)	ICV (%)	ÁREA_VEG(km ²)	ICV (%)	ÁREA_VEG(km ²)	ICV (%)
Posto Administrativo da Matola Sede	Malhampsene	6	4,8	80,0	2,5	41,7	0,4	6,7
	Matola A	20,8	6,8	32,7	2,1	10,1	2,0	9,6
	Matola C	5	2,2	44,0	1,0	20,0	0,9	18,0
	Matola F	1,8	1,1	61,1	0,2	11,1	0,3	16,7
	Matola B	1,3	0,5	38,5	0,0	3,1	0,1	4,6
	Matola H	1,5	1,3	86,7	0,1	6,7	0,0	0,3
	Fomento	5,9	2,9	49,2	0,7	11,9	0,6	10,2
	Matola D	2,9	1,9	65,5	1,2	41,4	0,7	24,1
	Matola J	1,5	0,8	53,3	0,5	33,3	0,4	26,7
	Liberdade	5,4	3,6	66,7	0,3	5,6	0,1	1,9
	Trevo	2,6	1,0	38,5	0,2	7,7	0,2	7,7
	Mussumbuluco	5,8	3,1	53,4	1,0	17,2	0,6	10,3
	Matola G	0,8	0,5	62,5	0,1	10,0	0,0	2,5
	Sikwama	2	1,6	80,0	0,4	20,0	0,1	5,0
Posto Administrativo da Machava	Km 15	11,4	9,2	80,7	3,6	31,6	2,5	21,9
	Nkobe	17,5	11,2	64,0	7,9	45,1	7,8	44,6
	Nwamatibjana	20,7	13,8	66,7	11,9	57,5	11,6	56,0
	Matola Gare	25	18,6	74,4	18,2	72,8	12,4	49,6
	Tsalala	23	19,6	85,2	10,5	45,7	7,1	30,9
	Singathela	7,4	4,7	63,5	2,0	27,0	1,4	18,9
	São Dâmaso	3,7	2,9	78,4	1,1	29,7	0,5	13,5
	Infulene A	2,9	1,4	48,3	0,6	20,7	0,7	24,1
	Patrice Lumumba	1,9	1,1	57,9	0,3	15,8	0,3	15,8
Machava Sede	6,3	4,3	68,3	1,6	25,4	1,4	22,2	

	Bunhiça	8,8	6,7	76,1	1,9	21,6	1,2	13,6
	Siduava	16,9	8,2	48,5	11,1	65,7	12,0	71,0
	Matlhomele	13,2	10,5	79,5	6,4	48,5	4,0	30,3
Posto Administrativo de Infulene	Khongolote	12,7	7,7	60,6	2,6	20,5	3,1	24,4
	Ndlavela	13,6	7,4	54,4	2,8	20,6	1,7	12,5
	1º de Maio	10,2	5,5	53,9	1,1	10,8	0,3	2,9
	Zona Verde	5,2	2,8	53,8	1,1	21,2	1,0	19,2
	Vale de Infulene	3,8	2,0	52,6	0,9	23,7	2,0	52,6
	Acordos de Lusaka	3	1,0	33,3	0,5	16,7	0,7	23,3
	Infulene D	1,7	1,1	64,7	0,2	11,8	0,1	5,9
	Bairro T 3	1,7	0,8	47,1	0,2	11,8	0,3	17,6
	Ngolhosa	13	5,1	39,2	5,1	39,2	4,6	35,4
	Mucatine	8,6	6,0	69,8	4,1	47,7	2,0	23,3
	Boquisso B	8,9	5,4	60,7	5,0	56,2	3,2	36,0
	Boquisso A	11,3	7,7	68,1	8,4	74,3	4,7	41,6
	Mali	7,6	4,7	61,8	5,4	71,1	2,6	34,2
	Intaca	17,4	12,5	71,8	11,6	66,7	4,3	24,7
	Muhalaze	19,5	13,7	70,3	10,7	54,9	6,1	31,3

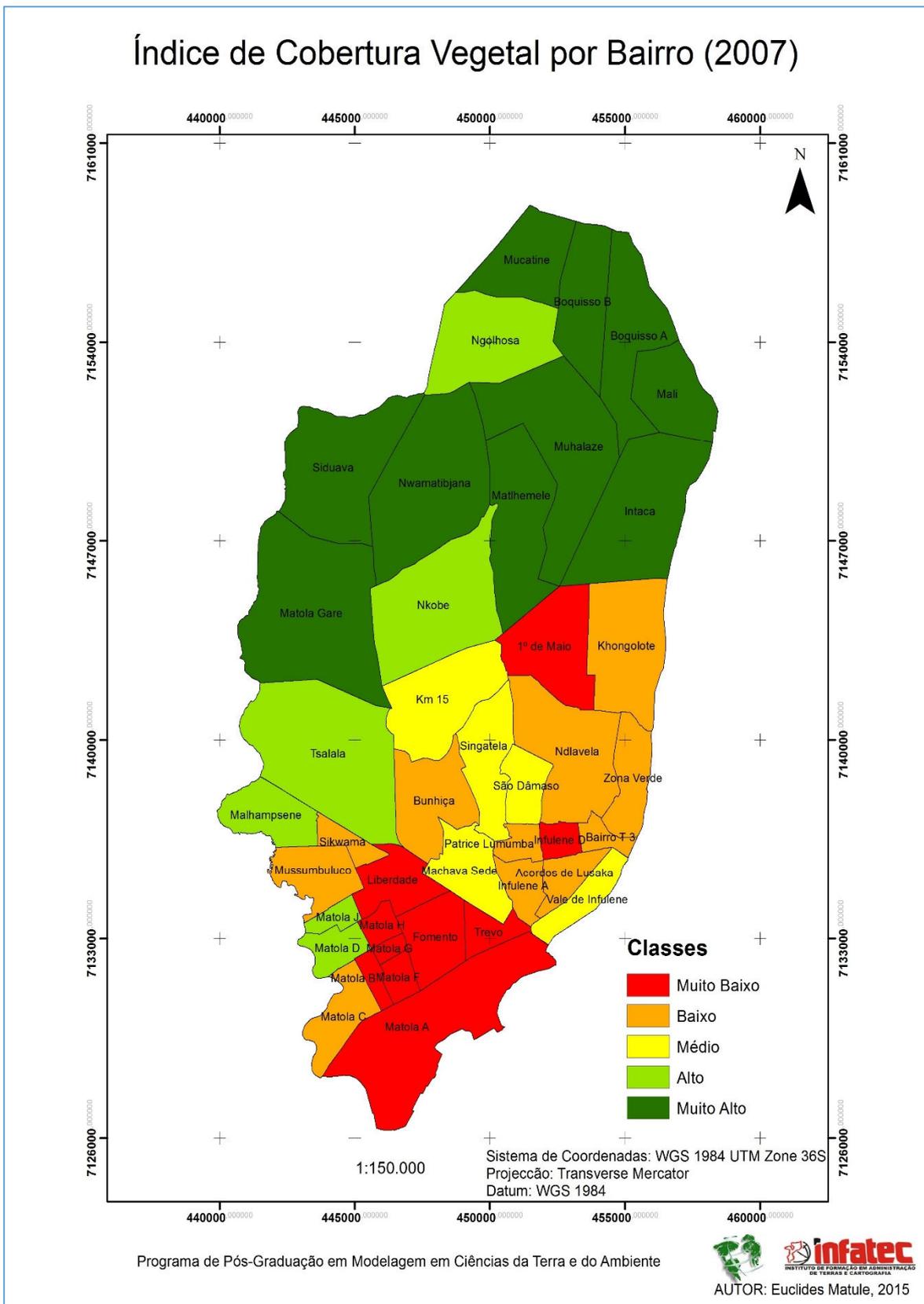
Fonte: Org. MATULE, 2015

Figura 4.5: Espacialização do Índice de Cobertura Vegetal por bairros - 1997



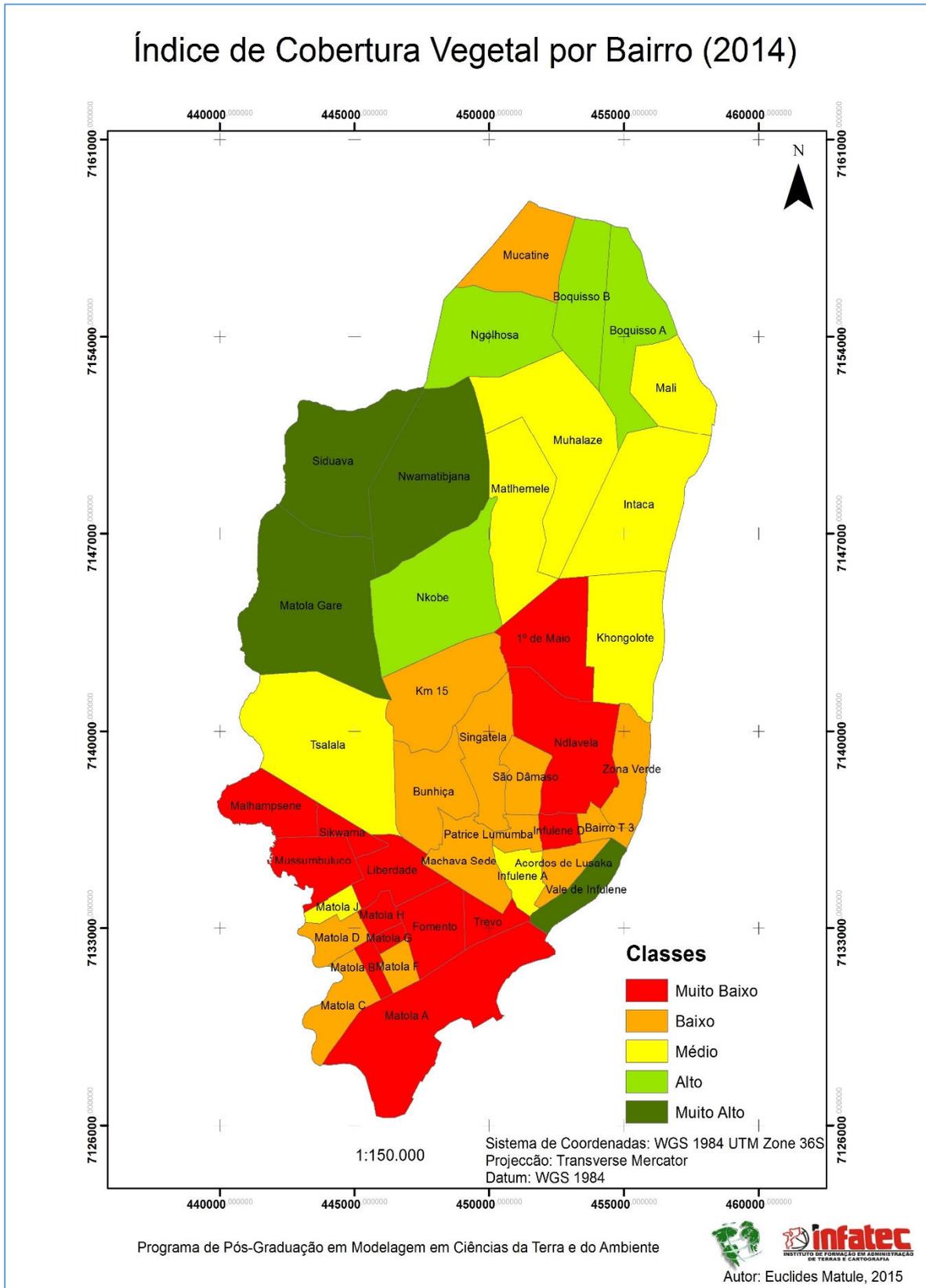
Fonte: Imagem TM/ Landsat 5; Org. MATULE, 2015

Figura 4.6: Espacialização do Índice de Cobertura Vegetal por bairros - 2007



Fonte: Imagem TM/ Landsat 5; Org. MATULE, 2015

Figura 4.7: Espacialização do Índice de Cobertura Vegetal por bairros - 2014



Fonte: Imagem OLI/ Landsat 8; Org. MATULE, 2015

4.3 Ocupação do solo urbano, cobertura vegetal e legislação

A forma de ocupação do solo urbano e a redução da cobertura vegetal no Município podem ser analisadas tendo em conta alguns antecedentes, assim como o não uso⁸ e/ou inexistência de diversos instrumentos legais tais como: a Lei de Terra⁹, do Ambiente¹⁰, Florestas e Fauna Bravia¹¹, Regulamento do Solo Urbano¹² e a Lei do Ordenamento de Território¹³, bem como a Constituição da República de 2004¹⁴. Estes instrumentos ditam, no geral, de que forma o espaço deve ser ocupado e a necessidade de preservação/conservação do ambiente, com vista a garantir melhores condições de vida aos habitantes (art. 117 do Cap. III da Constituição da República de Moçambique - CRM).

Importa, antes de mais, referir que foi elaborado o Plano de Estrutura da Cidade de Maputo (PECM)¹⁵ (Plano Diretor Municipal) de 1985, mas não aprovado. Este plano apresentava três alternativas de expansão da Cidade de Maputo (MACUCULE, 2010; CMCM, 2010). A primeira fazia referência a uma **expansão ordenada concêntrica**, na qual pretendia potenciar a vocação industrial e de transportes da cidade no contexto local, nacional e internacional, bem como dar resposta ao crescimento demográfico. Esta alternativa implicava investimentos que o Estado não era capaz de suportar, deixando assim o desenvolvimento da cidade dependente do êxito da economia industrial, ou então o Estado concentraria os investimentos na cidade de Maputo em detrimento das outras cidades e regiões do país.

A segunda, **expansão ordenada linear**, que buscava aproveitar e capitalizar o potencial instalado no território em termos de equipamentos, infraestruturas e emprego, orientando a expansão urbana para áreas com estas facilidades. Esta foi considerada a alternativa com custos mínimos, dado que o grande investimento

⁸Relacionados ao não conhecimento, negligência, fatores políticos, econômicos, humanos, institucionais e técnicos, aliada à falta de vontade real da Administração Pública.

⁹Lei N.º 19/1997, de 01 de Outubro.

¹⁰Lei N.º 20/1997, de 01 de Outubro.

¹¹Lei N.º 10/1999, de 07 de Julho.

¹²Decreto N.º 60/2006, de 26 de Dezembro.

¹³Lei N.º 19/2007, de 18 de Julho.

¹⁴A primeira Constituição de Moçambique foi aprovada em 20 de julho de 1975 e teve alterações, tendo sido aprovada a CRM de 1990 a 2 de novembro de 1990, esta também revista e aprovada a última CRM de 2004.

¹⁵Este plano, englobava as áreas dos atuais Municípios da Matola e de Maputo.

seria nos transportes, prevendo-se investimentos mínimos em atalhoamento (loteamento) e construção de alguns equipamentos sociais. Todavia, foi apontada como alternativa de curto alcance, porque era incapaz de responder por muito tempo à crescente expansão demográfica que afetava a cidade.

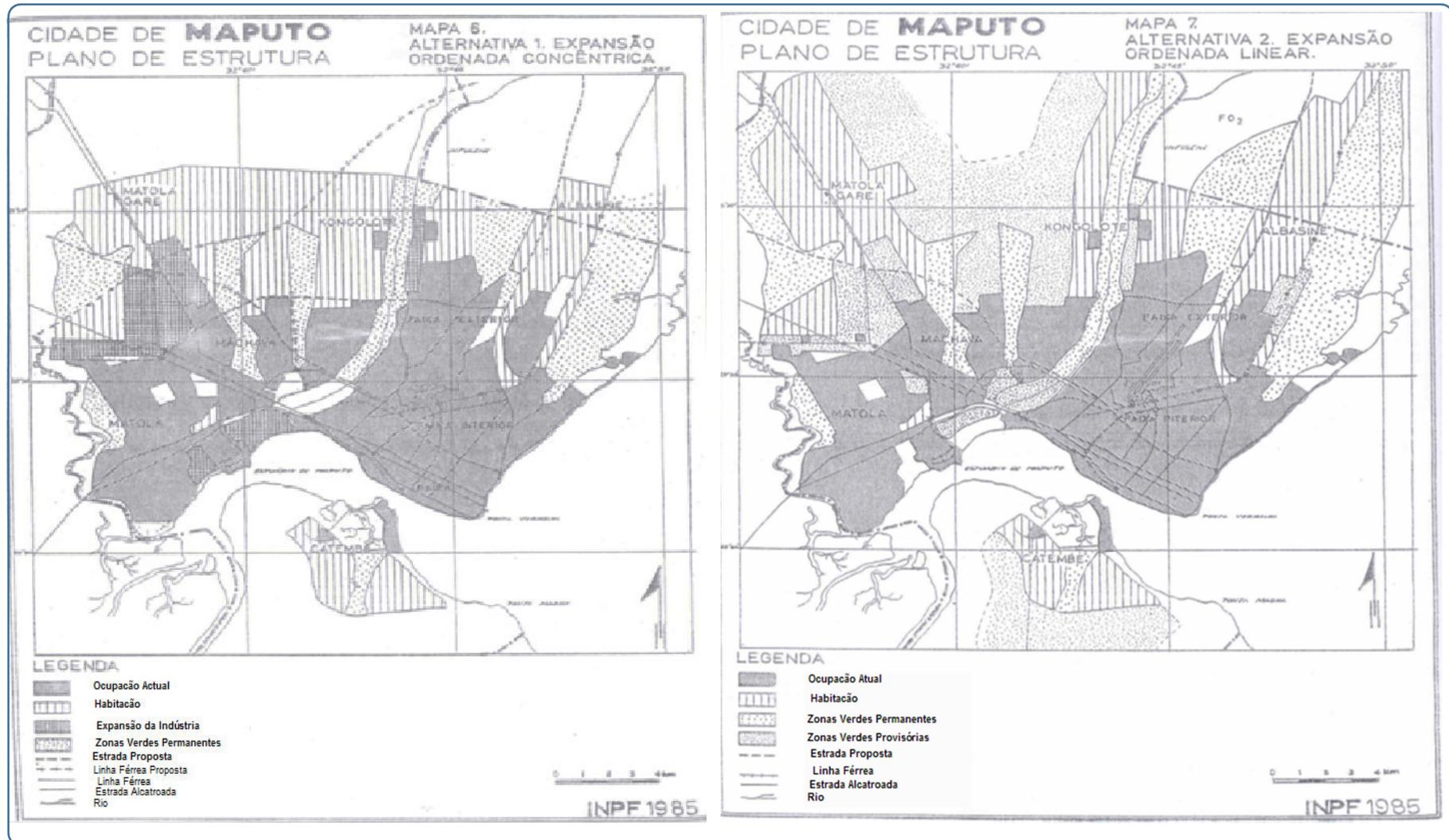
Essas duas alternativas, como pode ser observado na figura 4.8, faziam referência a uma expansão ordenada, apresentando áreas específicas para o seu desenvolvimento e a existência de áreas verdes permanentes que seriam fundamentais para a proteção ambiental das duas cidades.

Mas, infelizmente essas alternativas não foram aprovadas e optou-se ao que Macucule (2010), diz ser a “alternativa zero”, um cenário de **desenvolvimento não orientado e ordenado**, isto é, um desenvolvimento que implicaria intervenções mínimas na manutenção da estrutura existente. Esta alternativa foi reconhecida como a que poderia trazer grandes custos a médio e longo prazo, pois uma expansão orientada apenas pelas forças do mercado representava a **destruição da estrutura ecológica e ambiental**, a superlotação dos assentamentos e a sobrecarga das infraestruturas instaladas, bem como problemas na gestão fundiária.

Esta situação foi agravada com a guerra civil (1976 - 1992), uma vez que as áreas urbanas eram tidas como seguras e apresentavam-se atrativas para a melhoria das condições de vida, fez com que a população migrasse para essas áreas, ocupando diversos locais inadequados, como bacias de retenção de água pluvial, áreas úmidas¹⁶, áreas de drenagem a céu aberto, áreas reservadas ao Estado, sem obedecer às normas de ocupação do solo urbano, o que contribuiu para uma estrutura desordenada do espaço urbano, bem como a ausência de equipamentos, espaços livres e infraestruturas básicas, insalubridade, crise no sistema dos transportes públicos e na mobilidade. Esta ocupação trouxe ou traz consequências negativas ao ambiente e nas condições de vida dos seus habitantes.

¹⁶É proibida a fixação de qualquer infraestrutura habitacional ou para outro fim (Art. 14 da Lei nº. 20/1997).

Figura 4.8: Alternativas do Plano de Estrutura da Cidade de Maputo de 1985



Fonte: INPF (1985, apud MACUCULE, 2010) - Editado

Com a aprovação do Decreto do Regulamento do Solo Urbano¹⁷, a Lei do Ordenamento do Território¹⁸ e o seu regulamento (Decreto nº. 23/2008 de 1 de julho), esse cenário poder-se-ia ter revertido. Os planos de Urbanização elaborados, alguns não foram materializados ou materializados parcialmente, isto porque eles seriam ou foram implantados em áreas já ocupadas (por normas e práticas costumeiras e ocupadas a mais de 10 anos). E alguns casos, a sua elaboração não obedece aos princípios pasmados no artigo 6 do Regulamento de Solo Urbano, isto é: a) Formulação de objetivos gerais e específicos; b) Inventário da situação existente no âmbito geográfico do território onde é aplicável o referido instrumento; c) Análise e diagnóstico dos dados recolhidos na fase do inventário; d) Elaboração e avaliação de alternativas; e) Decisão sobre quais as alternativas aplicáveis; f) Monitorização da implementação das disposições constantes no instrumento de ordenamento territorial; g) Revisão sistemática das disposições do instrumento de ordenamento territorial.

Outros fatores estão por detrás disto, devendo-se de um lado, pelo fato de que a implementação dos planos não tem sido acompanhada por esclarecimentos (art. 9 e 10 do Decreto nº. 23/2008) à população, isto é, os benefícios que uma área parcelada/organizada pode ter na melhoria das condições desses locais. Por outro lado, o não acompanhamento dos técnicos, a quando da materialização dos planos em campo pelas autoridades competentes, fazendo com que uma parte do plano seja implementado¹⁹ e outra não, continuando com uma estrutura desordenada. Por isso, o Município apresenta em diferentes bairros, manchas de espaços

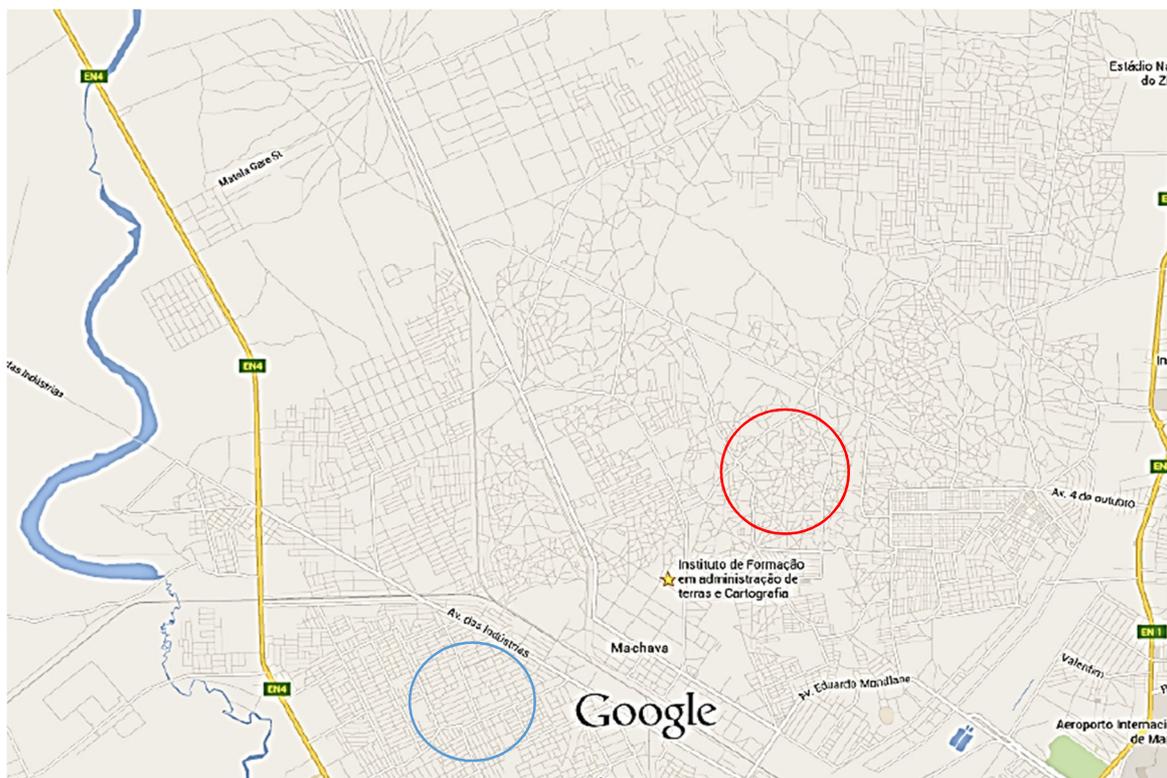
¹⁷Dita as modalidades de aquisição e ocupação do solo urbano (DUAT), as condições necessárias para uma urbanização.

¹⁸Visa assegurar a organização do espaço nacional e a utilização sustentável dos seus recursos naturais, observando as condições legais, administrativas, culturais e materiais favoráveis ao desenvolvimento social e económico do país, à promoção da qualidade de vida das pessoas, à proteção e conservação do meio ambiente. Apresenta os diferentes instrumentos de ordenamento do território a quatro níveis (Nacional, provincial, distrital e autárquico) e de carácter geral. Dita ainda que os instrumentos ao nível distrital (Plano de Uso de Solo) e autárquico (Plano de Estrutura Urbano, Planos Gerais e Parciais de Urbanização e Planos de Pormenor) são obrigatórios. Apresenta a necessidade de expropriação para efeitos de ordenamento territorial por interesse, necessidade ou utilidade pública.

¹⁹A população alega que o Município está a usurpar os seus espaços e têm ameaçado os técnicos com catanas, facas, machados, etc., obrigando-os a abandonar o local, fazendo com que se parcele/ ordene parte do bairro.

ordenados (círculo azul) alternados com manchas irregulares/ desordenadas (círculo vermelho), isto é, coexistência entre o formal e o informal (Figura 4.9).

Figura 4.9: Morfologia urbana de parte do Município da Matola



Fonte: GOOGLE MAPS, 2015

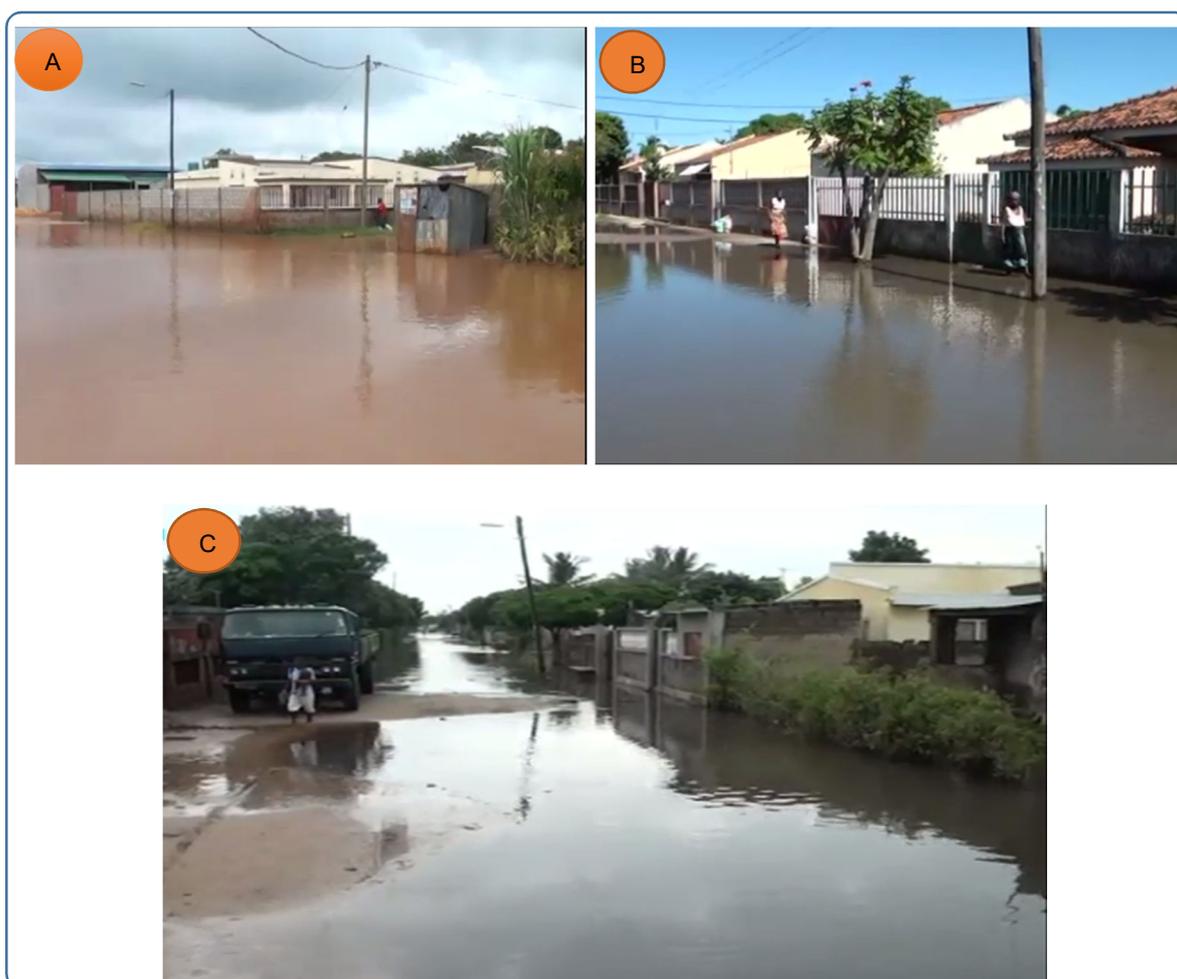
Essa ocupação por ser desordenada, sem obedecer a um plano de urbanização (geral e/ou parcial), a um zoneamento ambiental e nem fiscalização por parte do Conselho Municipal da Matola, a burocracia nos (pedidos) licenciamentos de novas construções e do DUAT (que chegam a se estender por um período de um ano ou mais) e a falta de condições financeiras por parte da população²⁰, tem contribuído para a redução da cobertura vegetal, impermeabilidade dos solos, desvio do curso

²⁰Todo processo de aquisição dos DUAT's, chega a custar mais de 10 mil meticais (300 USD) – correspondentes a documentação necessária, taxas, planta topográfica, pagamento de técnicos topógrafos, etc. Por isso pouco mais de 60 mil parcelas de 200 mil, tem DUAT's. De realçar que nos meados de 2015, o Município procedeu com a regularização de terrenos e atribuição de DUAT's. A ausência do título, não implica a falta do direito de uso (número 2 do art. 13, Lei 19/1997), mas a sua falta gera conflitos de terra (uma vez que não têm como comprovar se a terra realmente os pertence) entre a população e entre a população e as autoridades municipais.

regular das águas fluviais e consequentes inundações (situação recorrente, principalmente no período chuvoso).

Este cenário verifica-se em grande escala no Município, e um exemplo recente de inundações (Figura 4.10), verificou-se no início do ano (2014), onde parte dos bairros dos Postos Administrativos da Matola Sede e Machava (Machava-Sede, NKobe, KM15, Tsalala, Liberdade, Matola B, Bunhiça, Matola Gare, Singathela e Patrice Lumumba), ficaram alagados e as ruas intransitáveis bloqueando a saída da grande parte da população dos diferentes bairros para o centro do Município ou para o Município de Maputo.

Figura 4.10: As fotos ilustram bairros parcialmente inundados no Município da Matola em 2014



A – Nkobe; B – Liberdade; C – Bunhiça

Fonte: vídeos.sapo.pt (acesso – 07/07/2015)

A população que habita em locais vulneráveis a inundações, tem sido retirada e realocada em outros, mas por não apresentarem condições básicas, como água, energia, transporte, etc., elas tendem a regressar aos locais em que foram retirados.

Em face a este cenário, que é recorrente no período chuvoso, o Município, no início de 2015, identificou e mapeou em parceria com a Delegação Provincial do Instituto Nacional de Gestão de Calamidades (INGC), vinte e uma (21) áreas com risco de inundações²¹, objetivando chamar a atenção aos munícipes sobre os perigos de fixação de habitações e outras infraestruturas nestes locais (número 2 do art. 7 da Lei nº. 15/2014), tendo colocado placas de identificação (número 4 do artigo 31) (Figura 4.11). O Município, no início de setembro de 2015, deu prazo de um mês a população localizada no quarteirão 8 do bairro Trevo, no Posto Administrativo da Machava, a abandonar o local, uma vez que esta não apresenta condições de habitabilidade e saneamento de meio adequados. Foram atribuídos a eles terrenos parcelados nos bairros Matlhomele, Matola Gare, Ngolhosa e Siduava e na localidade de Mahubo (Distrito de Boane).

Figura 4.11: As fotos ilustram as áreas vulneráveis a inundações com placa de identificação no Município da Matola



Fonte: MATULE, 2015

²¹Lei nº. 15/2014 de 20 de junho – Lei de Gestão das Calamidades. Estabelece o regime jurídico da gestão das calamidades, compreendendo a prevenção, mitigação dos efeitos destruidores das calamidades, desenvolvimento de ações de socorro e assistência, bem como as ações de reconstrução e recuperação das áreas afetadas.

No quesito cobertura vegetal urbana, pode-se afirmar que existe certo desinteresse por parte das autoridades Governamentais. Esta afirmação justifica-se da seguinte forma.

Primeiro, a Lei de Florestas e Fauna Bravia, constitui instrumento manifestamente incompleto, uma vez que só definiu regras para três categorias de zonas de proteção (número 2 do artigo 10), nomeadamente os parques nacionais, as reservas nacionais e as zonas de uso e valor histórico-cultural. Nela, não se faz qualquer referência às áreas de proteção/conservação para o nível autárquico – as reservas e parques municipais.

Segundo, no Plano de Estrutura Urbana²² da Cidade da Matola (PEUCM) de 2010, pouco se verifica no que diz respeito à criação de áreas de preservação/conservação²³, dando-se mais ênfase a distribuição de equipamentos sociais, indústria e áreas urbanizáveis, com vista a eliminar as assimetrias sociais e os privilégios na escolha dos locais para a distribuição das redes de infraestrutura, de serviços e dos equipamentos sociais (alínea b, do número 1, do artigo 42 do Decreto nº. 23/2008), apesar de conter nos seus objetivos o princípio de sustentabilidade ambiental. A alínea g) do artigo 43 do Decreto nº. 23/2008 diz que, o Plano de Estrutura Urbana deve identificar áreas/ zonas de proteção ambiental, o que não foi considerado (como proposta) no PEUCM.

Terceiro, houve/há transformação de alguns Espaços verdes²⁴ do Município em espaços comerciais/ serviços, como por exemplo, o ex-Parque Municipal – O parque dos Poetas, as Praças do João Mateus, do Godinho, Judite (Hanhane), etc. (Figura 4.12).

²²Estabelecem a organização espacial da totalidade do território do Município ou povoação, os parâmetros e as normas para a sua utilização, tendo em conta a ocupação atual, as infraestruturas e os equipamentos sociais existentes e a implantar e a sua integração na estrutura espacial regional.

²³Tendo em conta o Artigo 13 da Lei nº. 20/1997.

²⁴Da visita efetuada à Vereação de Salubridade, Ambiente, Parques e Jardins do CMCM, verificou-se que o Município não dispõe de um mapeamento dos espaços verdes existentes e nem tem um plano para revitalizar as mesmas. E desconhecem-se os motivos por detrás da concessão feita a esses locais para o desenvolvimento de atividades que não sejam as de recreação e lazer.

Figura 4.12: As fotos ilustram espaços verdes transformados em espaços comerciais no Município da Matola



A - Praça do João Mateus; B - Parque dos Poetas; C – Praça do Godinho

Fonte: MATULE, 2015.

Finalmente, com relação aos Planos Parciais²⁵ de Urbanização elaborados, alguns apresentam pouco ou nenhum espaço verde, apenas parcelas para habitação, equipamentos sociais e de serviços e reservas do Estado (Art. 8 do Decreto nº.

²⁵Estabelecem a estrutura e qualificam o solo urbano, tendo em consideração o equilíbrio entre os diversos usos e funções urbanas, definem as redes de transporte, comunicações, energia e saneamento, os equipamentos sociais, com especial atenção às zonas de ocupação espontânea como base sócio-espacial para a elaboração do plano.

60/2006), estes, que por falta de uma fiscalização²⁶, são ocupados ilegalmente pela população.

Importa aqui referir que o Regulamento do PEUCM (Artigo 59 - Espaços Verdes e de utilização coletiva), dita que (CMCM, 2010):

1. As áreas para espaços verdes e de utilização coletiva previstas nos estudos de operações urbanísticas, bem como, em planos municipais de ordenamento do território, deverão obedecer às seguintes disposições:

a) Uma área de 20m² por cada 120m² de área bruta de construção destinada a habitação, em edifícios multifamiliares ou por cada casa de habitação unifamiliar;

b) Uma área de 20m² por cada 100m² de área bruta de construção em edifícios ou parte dos mesmos destinados a comércio ou serviços;

c) Uma área de 15m² por 200m² de área bruta de construção, em edificações destinadas a indústria ou armazéns.

2. Nos grandes espaços urbanizáveis, as áreas previstas nas alíneas a) e b) deverão garantir a constituição de um espaço livre, compacto, de utilização coletiva, com a dimensão mínima de 0,5 hectares por cada 3.000 habitantes.

Estas disposições não estão sendo cumpridas na elaboração dos planos municipais de ordenamento do território. Para alguns planos que apresentam espaços verdes propostos, por vezes não são implementados, devido aos fatores já apresentados acima.

Hoehne (1944, p 46 *apud* GOMES; SOARES, 2003), salienta que:

As praças ajardinadas nunca devem faltar numa cidade moderna. A sua proporção deve estar em relação com a superfície construída. Para cada duas mil casas deveriam existir sempre um parque ou jardim de pelo menos cem

²⁶O CMCM, alega não ter condições para proceder a fiscalização e porque a população constrói as suas casas nos finais de semana ou de noite.

metros quadrados; mas é claro que outros, muito maiores, deverão ser construídos nos pontos em que isto for possível. Reservando-se o espaço para estas áreas ajardinadas ao se traçar o plano de uma cidade, o programa não onerará muito a Prefeitura, mas posto em prática, sem esta preliminar, tornar-se-á dispendioso e irrealizável algumas vezes.

A Lei nº. 16/2014 de 20 de Julho, a Lei de Conservação²⁷, cria Zonas de Proteção²⁸ (artigo 13), categorizadas em: a) áreas de conservação total e b) áreas de conservação de uso sustentável²⁹ (número 3 do mesmo artigo). Na alínea g), número 1 do artigo 18 (Áreas de Conservação de Uso Sustentável), apresenta a categoria Parque Ecológico Municipal e tem como objetivos (número 2 do artigo 25) (MOÇAMBIQUE, 2014):

- a) Proteger elementos da natureza cruciais para o equilíbrio ecológico da autarquia local, incluindo terras úmidas, mangais, encostas, dunas, áreas florestais;
- b) Proteger e conservar espécies e ecossistemas endêmicos, raros ou ameaçados;
- c) Prevenir a ocupação arbitrária e a urbanização descontrolada e desregrada dos espaços verdes localizados nas autarquias locais;
- d) Contribuir para a qualidade de vida dos munícipes;
- e) Estimular a educação ambiental, recreação e lazer dos munícipes bem como a prática de ecoturismo;

²⁷Concernente ao estabelecimento dos princípios e normas básicos sobre a proteção, conservação, restauração e utilização sustentável da diversidade biológica nas áreas de conservação, bem como o enquadramento de uma administração integrada, para o desenvolvimento sustentável do país.

²⁸São áreas territoriais delimitadas, representativas do património natural nacional, destinadas à conservação da diversidade biológica e de ecossistemas frágeis ou de espécies animais ou vegetais (Número 1 do artigo 13).

²⁹São áreas de domínio público e de domínio privado, destinadas à conservação, sujeito a um manejo integrado com permissão de níveis de extracção dos recursos, respeitando limites sustentáveis de acordo com os planos de manejo (Número 5 do artigo 13).

f) Permitir a regeneração de espécies essenciais à subsistência das populações;

g) Incentivar a pesquisa científica, especialmente associada aos estabelecimentos de ensino e investigação.

Facilmente percebe-se que Moçambique dispõe de forte base legal que possa evitar ou minimizar situações como ocupação não estruturada do território, no geral e particularmente nos espaços urbanos, bem como a preservação e conservação dos ecossistemas, garantindo desde modo a sustentabilidade dos espaços e melhoramento das condições básicas de vida dos seus habitantes.

Realça-se aqui, que o Município pode proceder com remoção de edificações/demolições (artigos 72 e 87 do Decreto nº. 23/2008) e desapropriações (artigo 39 do Decreto nº. 60/2006 e artigo 68 do Decreto nº. 23/2008), quando se justifique³⁰, o que contribuiria para o reordenamento, requalificação ou reabilitação urbana. Desta forma, torna-se necessário que sempre se levem em consideração esses instrumentos a quando da elaboração dos planos de urbanização.

4.4 Proposta de Zoneamento Ambiental

As propostas de zoneamento ambiental para o Município da Matola, tiveram como marco inicial a análise da vulnerabilidade à perda de solo. Nesta análise foram integrados cinco planos de informação (Geologia, Relevo, Solos, Vegetação e Clima) em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

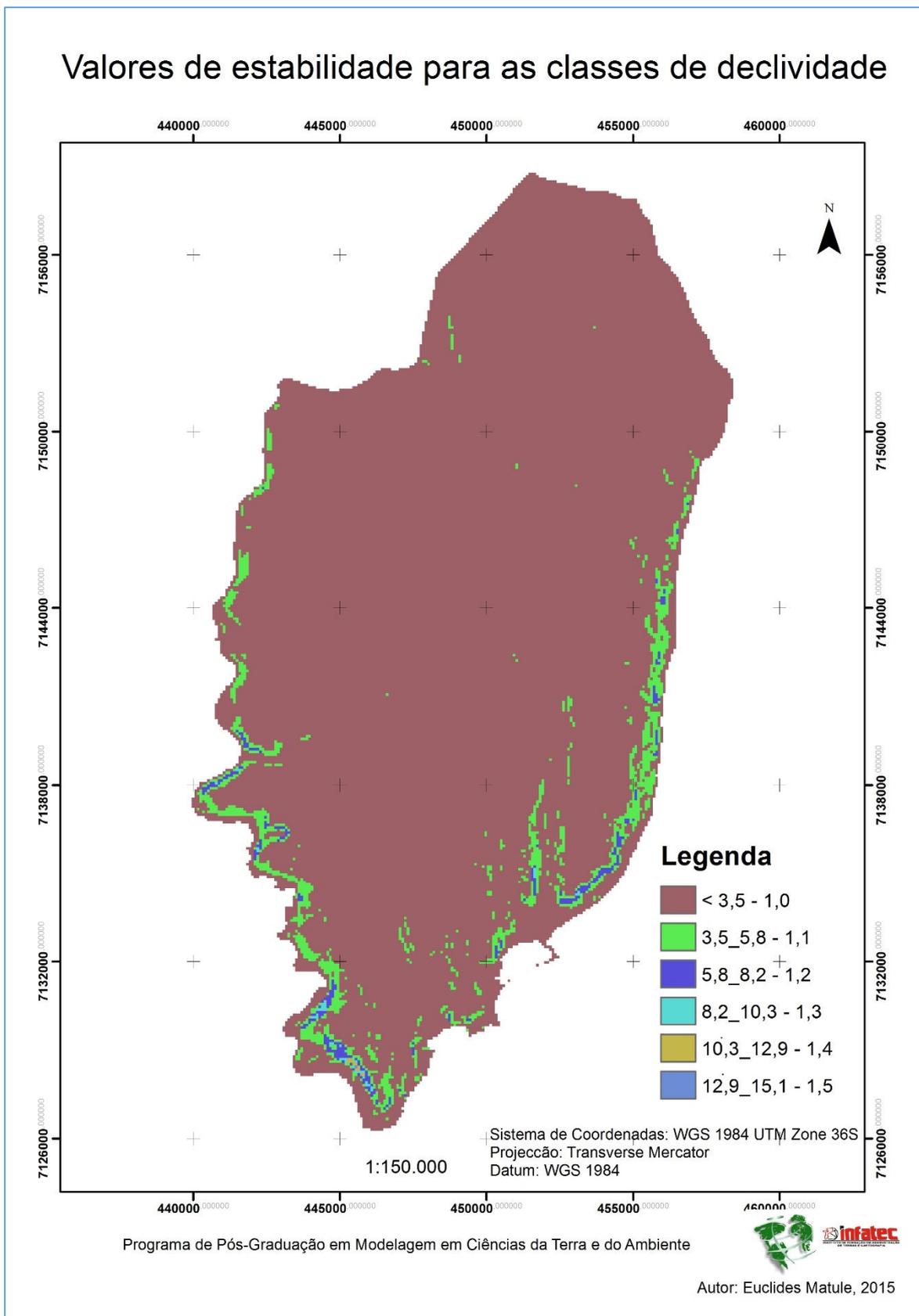
Para cada tema dos planos de informação apresentados acima, foi feita a caracterização quanto à morfogênese e pedogênese, representada pela atribuição de valores de estabilidade ou vulnerabilidade aos processos de perda de solo.

As figuras que se seguem (4.13 à 4.16), apresentam os planos de informação³¹ usados para a análise da vulnerabilidade à perda de solo (com os valores de estabilidade). O mapa de geologia por conter uma classe não será apresentado.

³⁰Tendo em conta as disposições dos artigos 69, 70 e 71 do Decreto nº. 23/2008.

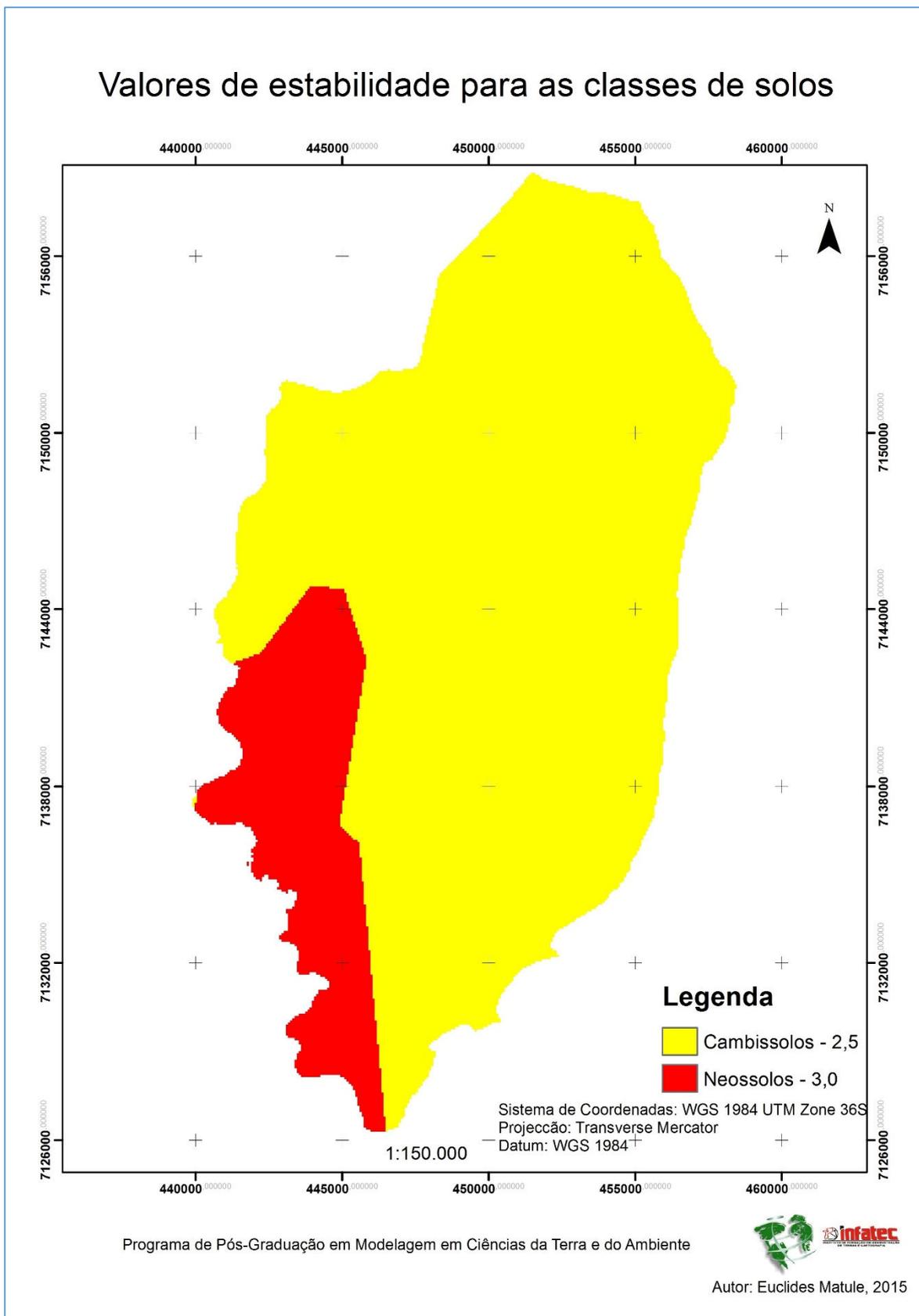
³¹Não será usada a paleta de cores (graus de saturação) proposta por CREPANI et al., 2001 devido à baixa variação das classes em certos planos de informação, mas é recomendável.

Figura 4.13: Plano de Informação para o tema Relevô



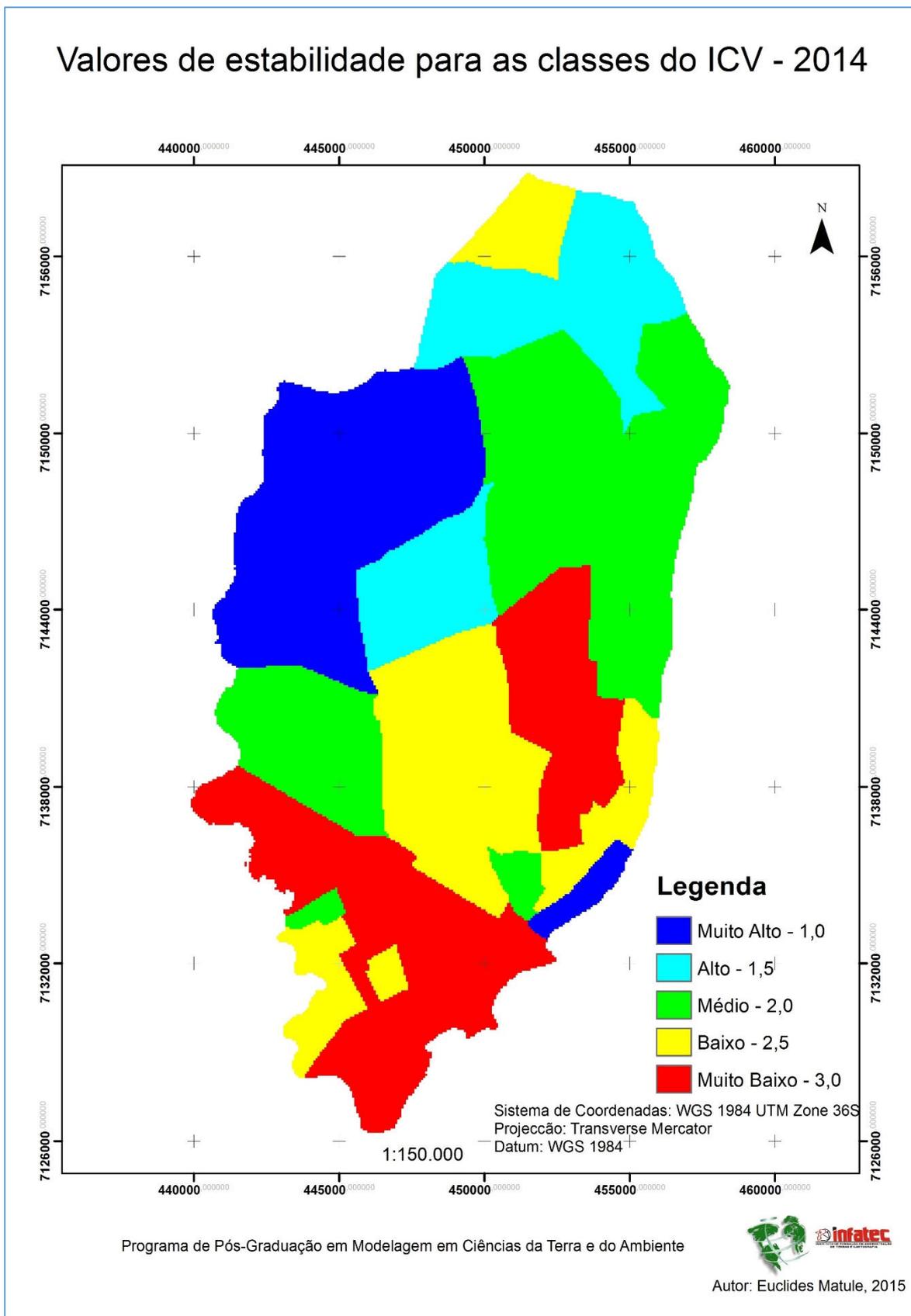
Fonte: Imagem SRTM

Figura 4.14: Plano de informação para o tema Solos



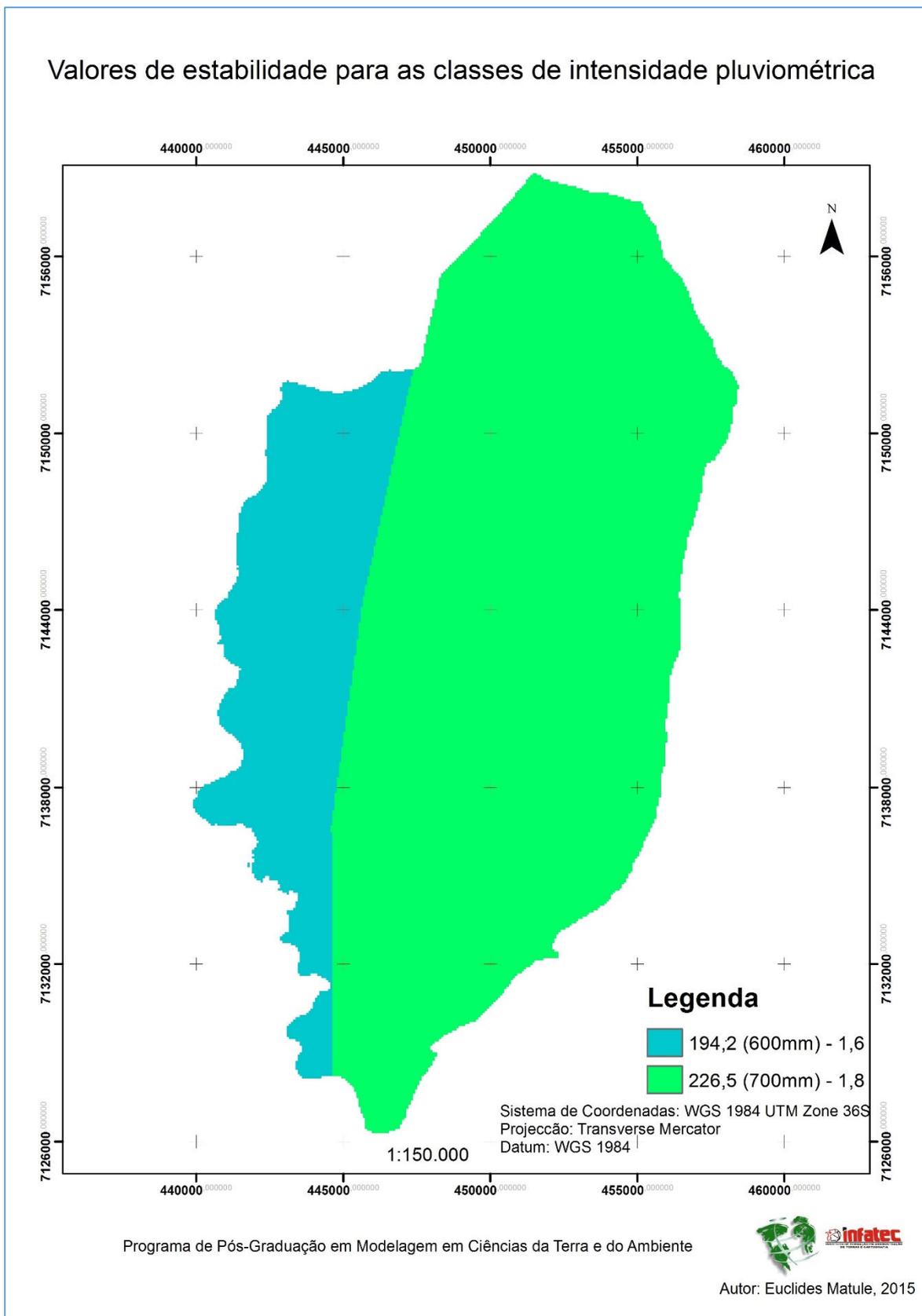
Fonte: Base de Dados Cartográfica do CENACARTA (1999)

Figura 4.15: Plano de informação para o tema Vegetação



Fonte: Imagem OLI/ Landsat 8

Figura 4.16: Plano de informação para o tema Clima



Fonte: Base de Dados do CENACARTA (1999)

Este processo foi feito para todos anos em análise, isto é, 1997, 2007 e 2014, porém maior destaque e detalhamento foi dado ao ano de 2014 por ser atual.

Desta forma, da atribuição dos valores de estabilidade a cada classe dos temas geologia, relevo, solos, vegetação e clima, tornou-se possível calcular um valor médio de vulnerabilidade para cada Unidade de Paisagem para o ano de 2014 (Figura 4.17), usando as operações de álgebra de mapas (integração dos diferentes planos de informação), obtendo-se 7 classes de vulnerabilidade (Unidades de Paisagens) para o Município. Estes valores permitem inferir que o Município encontra-se em um estágio de equilíbrio entre a Pedogênese e Morfogênese.

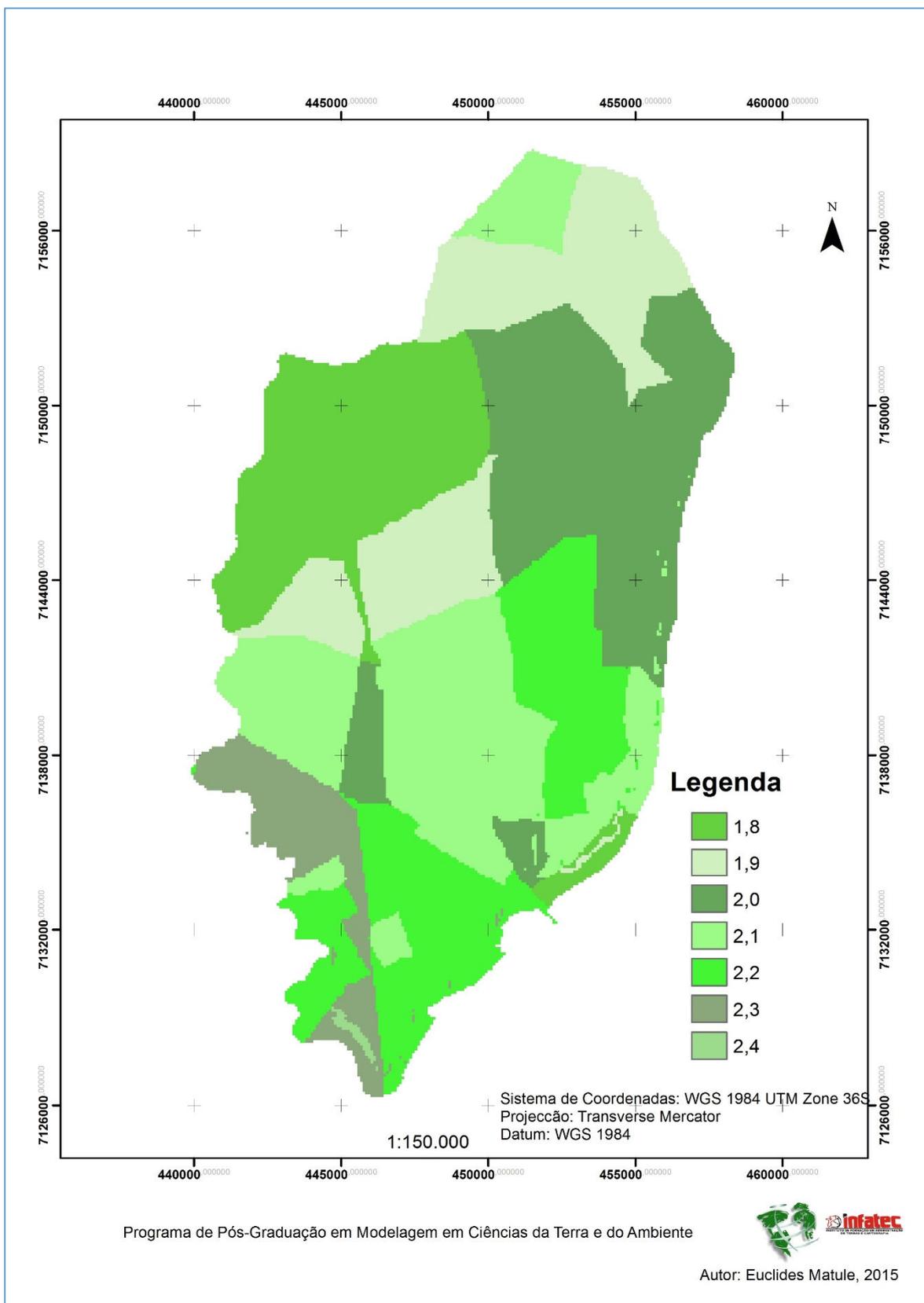
Estes valores das unidades de paisagem foram fatiados possibilitando deste modo a caracterização das diferentes unidades de paisagem do Município em um mapa de vulnerabilidade à perda de solo (Figura 4.18).

Analisando o mapa observa-se que 74,2% da área do Município podem ser considerados medianamente estável/vulnerável e 25,8% moderadamente vulnerável.

A baixa variação das classes de solo, litologia e precipitação, assim como a configuração plana da área de estudo contribuíram para a existência das duas classes de vulnerabilidade.

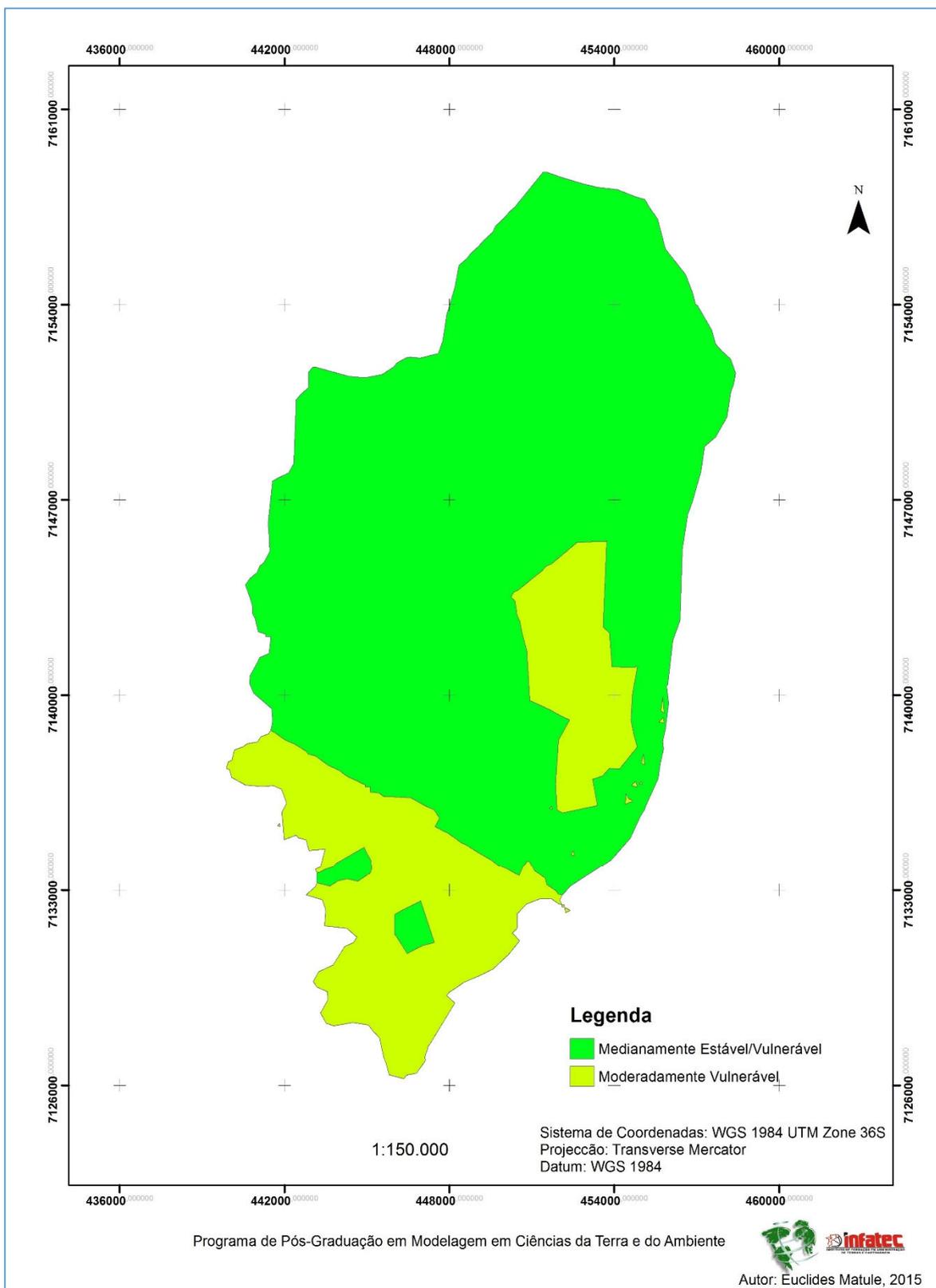
Outro fator dessa vulnerabilidade, é fato de o Município ser constituída por rochas/solos sedimentares, estes que são considerados solos jovens e pouco desenvolvidos, isto é, sua característica principal é a pequena evolução dos perfis de solo. Nestes solos o horizonte A está assentado diretamente sobre o horizonte C ou então assentado diretamente sobre a rocha mãe (não possuem o horizonte B), sendo deste modo mais vulneráveis (CREPANI et al., 2001).

Figura 4.17: Valores médios de vulnerabilidade das Unidades de Paisagem



Fonte: Org. MATULE, 2015

Figura 4.18: Mapa de Vulnerabilidade à Perda de Solo do Município da Matola



Fonte: Org. MATULE, 2015

Os mapas síntese das propostas de zoneamento ambiental de 1997 (Figura 4.19), 2007 (Figura 4.20) e 2014 (Figura 4.21) foram elaborados tendo em conta o grau de vulnerabilidade à perda de solo e o índice de cobertura vegetal, integrando as Políticas Nacionais de Terra, do Ambiente, do Ordenamento do Território e a Lei n.º 16/2014 (Lei da Conservação) - Política de Conservação e Estratégia para a sua Implementação, estas que evidenciam a necessidade de proteção e conservação do ambiente.

Outros fatores importantes para a elaboração destas propostas, foram as análises feitas sobre o rápido crescimento da mancha urbana, a redução da cobertura vegetal nos últimos 17 anos e o fato do desenvolvido urbano do Município ter sido sem observância da legislação, o que poderia ter contribuído para a limitação da ocupação da sua área urbana de forma rápida e não estruturada, bem como a criação de áreas de conservação e preservação.

Levando em conta essas questões, foram elaboradas as propostas de zoneamento ambiental com as seguintes zonas:

(i) Zona Conservação Total

Referem-se a áreas com vulnerabilidade medianamente estável/vulneráveis com mais de 46% da sua área ocupada pela cobertura vegetal. Esta zona foi definida tendo como base na Lei n.º 16/2014 (Número 4 do art. 13) e são consideradas áreas de domínio público, destinadas à preservação dos ecossistemas e espécies sem intervenções de extracção dos recursos, admitindo-se apenas o uso indireto dos recursos naturais com as exceções previstas na presente Lei. São consideradas para esta zona, categorias de manejo das áreas de conservação total as seguintes (art. 14): a) reserva natural integral; b) parque nacional; c) monumento cultural e natural (MOÇAMBIQUE, 2014).

(ii) Zona de Conservação de Uso Sustentável

São zonas com vulnerabilidade medianamente estável/vulneráveis e com cerca de 35 a 46% da sua área ocupada pela cobertura vegetal. Consideram-se áreas de conservação de uso sustentável as áreas de domínio público e de domínio privado,

destinadas à conservação, sujeito a um manejo integrado com permissão de níveis de extracção dos recursos, respeitando limites sustentáveis de acordo com os planos de manejo (Número 5 do art. 13 da Lei n.º 16/2014). São categorias de manejo das áreas de conservação de uso sustentável as seguintes (art. 18): a) reserva especial; b) área de proteção ambiental; c) coutada oficial; d) área de conservação comunitária; e) santuário; f) fazenda do bravio; g) parque ecológico municipal.

A reserva especial é uma área de domínio público do Estado, delimitada, destinada à proteção de uma determinada espécie de fauna ou flora raras, endémica ou em vias de extinção ou que denuncie declínio ou com valor cultural e económico reconhecido. A área de proteção ambiental é uma área de domínio público do Estado, delimitada, gerida de forma integrada, onde a interação entre a atividade humana e a natureza modelam a paisagem com qualidades estéticas, ecológicas ou culturais específicas e excepcionais, produzindo serviços ecológicos importantes para os seus residentes e seus vizinhos. A área de conservação comunitária constitui área do domínio público comunitário, delimitada, sob gestão de uma ou mais comunidades locais onde estas possuem o direito de uso e aproveitamento da terra, destinadas à conservação da fauna e flora e uso sustentável dos recursos naturais. O parque ecológico autárquico é uma área de domínio público autárquico, para a conservação de ecossistemas sensíveis no contexto urbano e de povoação.

(iii) Zona de Expansão Urbana

São zonas medianamente estáveis/vulneráveis, com até 35% da área com cobertura vegetal. Deve se apostar em uso multifamiliar e obedecendo às disposições da alínea a) do número 1 do Art. 59 do Regulamento do PEUCM, isto é, devem se destinar áreas para espaços verdes e de utilização coletiva previstas nos estudos de operações urbanísticas, e deverão obedecer à seguinte disposições: uma área de 20m² por cada 120m² de área bruta de construção destinada a habitação, em edifícios multifamiliares.

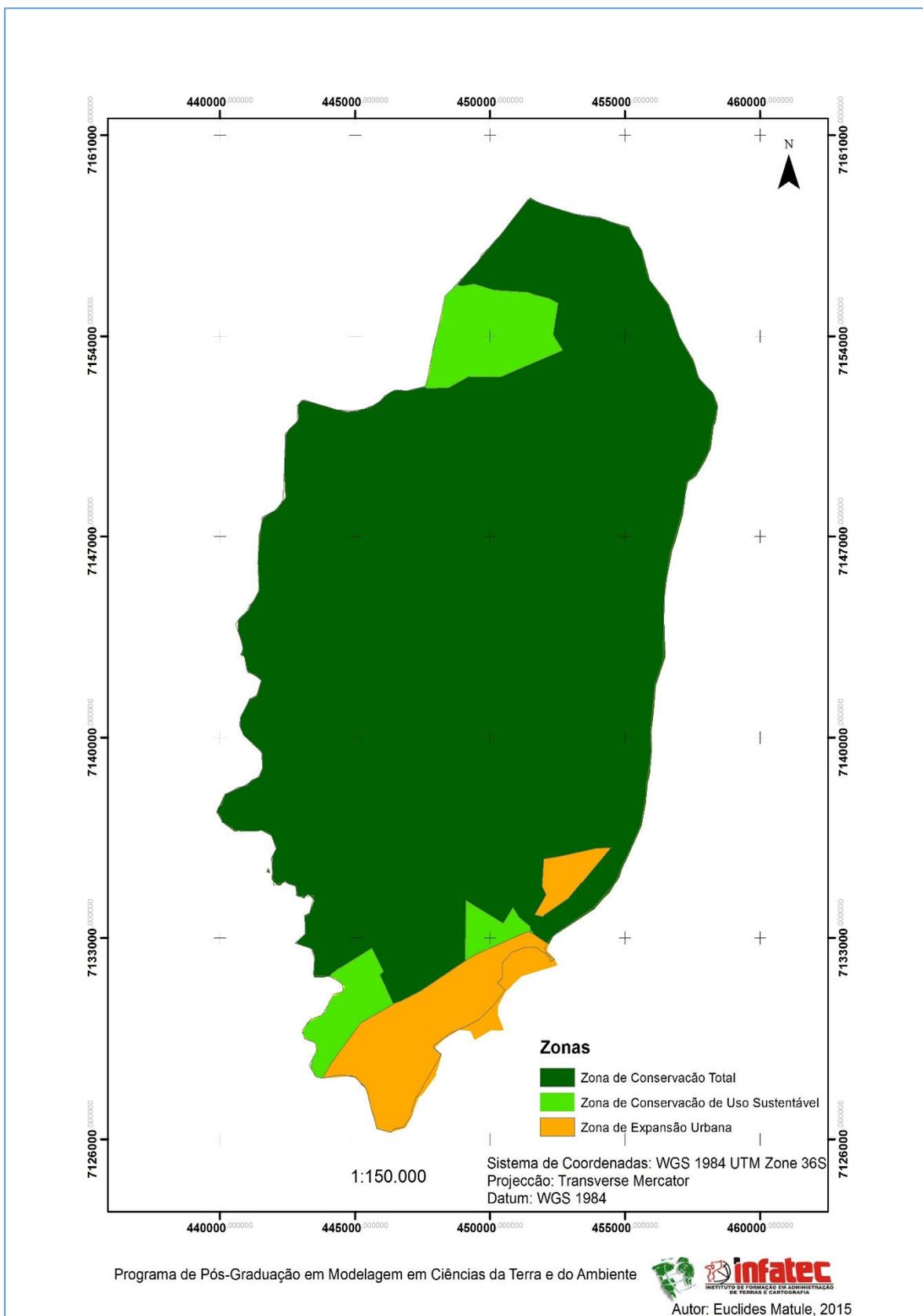
(iv) Zona de Controle Ambiental

São zonas moderadamente vulneráveis com baixa quantidade de cobertura vegetal, isto é, entre 13 a 25%. Todas as atividades dirigidas a essas áreas devem ser sujeitas a um Estudo de Impacto Ambiental (Decreto n.º 45/2004 de 29 de Setembro, com as alterações introduzidas pelo Decreto n.º 42/2008, de 4 de Novembro - Regulamento da Avaliação do Impacto Ambiental).

(v) Zona Recuperação

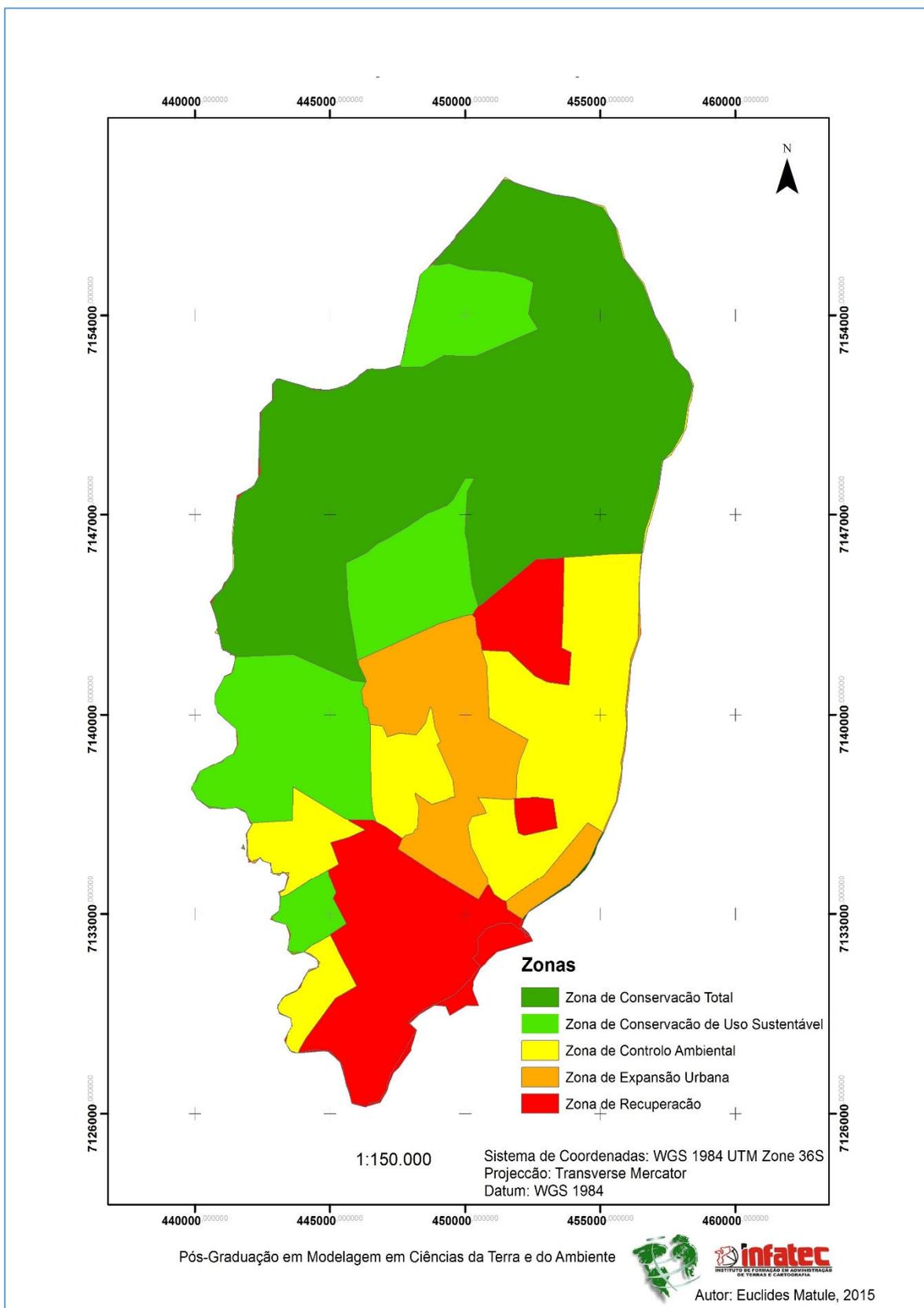
São zonas moderadamente vulneráveis com menos de 13% da sua área coberta com vegetação e fortemente ocupadas. Estas áreas devem ser sujeitas a medidas de replantio de árvores/reflorestamento (número 1 do art. 44 da Lei n.º 16/2014), revitalização e aumento de áreas verdes. Nela nenhuma atividade potencialmente causadora ou não de problemas ambientais deve ser desenvolvida.

Figura 4.19: Mapa síntese da Proposta de Zoneamento Ambiental de 1997



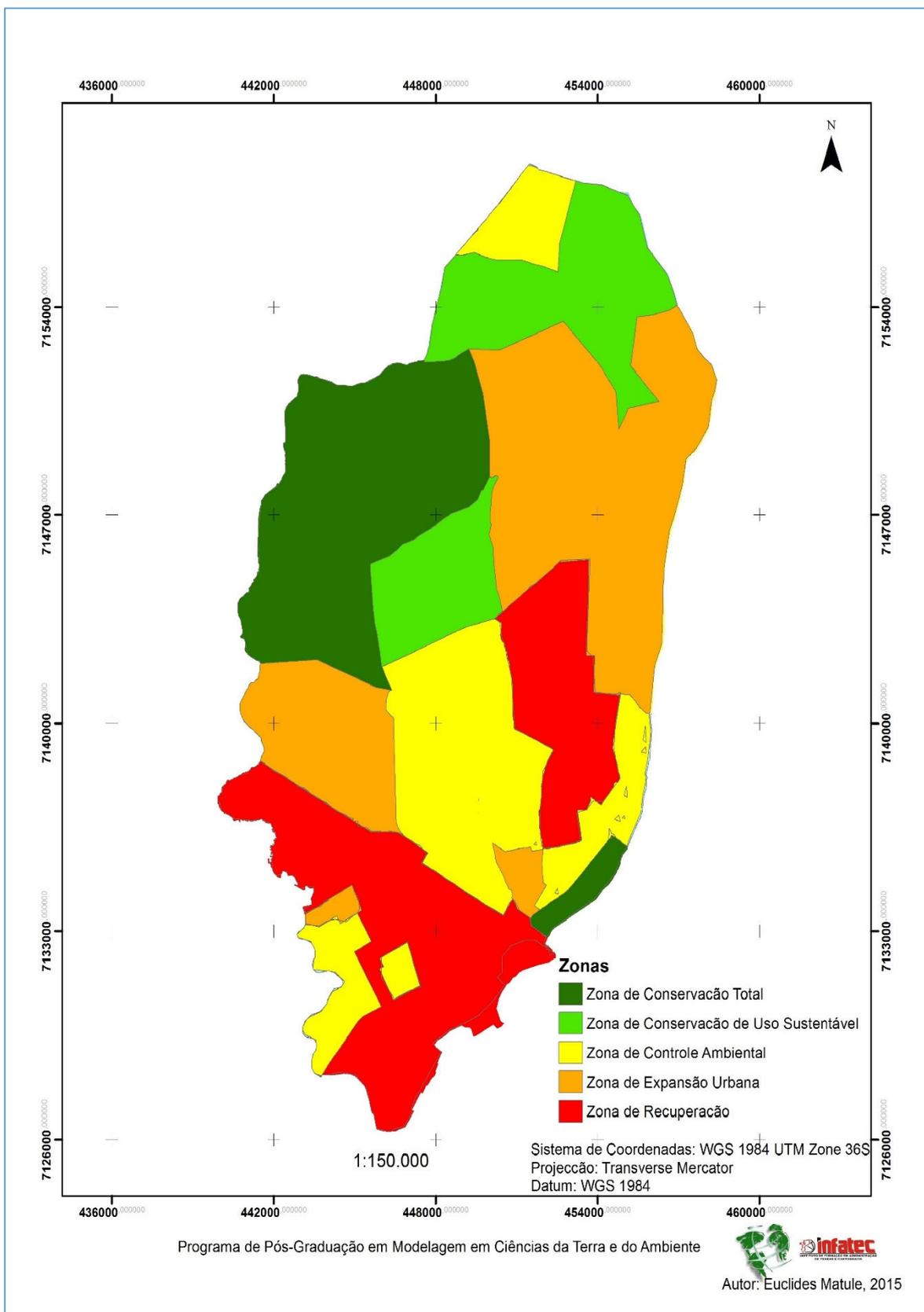
Fonte: Org. MATULE, 2015

Figura 4.20: Mapa síntese da Proposta de Zoneamento Ambiental de 2007



Fonte: Org. MATULE, 2015

Figura 4.21: Mapa síntese da Proposta de Zoneamento Ambiental de 2014



Fonte: Org. MATULE, 2015

A elaboração das propostas de 1997 e 2007, foi importante para evidenciar a evolução da degradação ambiental que se verificou ao longo dos anos em análise no Município.

O quadro 4.4 e o gráfico 4.4, mostram a redução das áreas das zonas propostas nos três zoneamentos ambientais.

Em 1997, a proposta apresenta três zonas ambientais, isto é a zona de conservação total, esta que ocupava área de 85% do total do Município, a zona de uso sustentável com 5,9% e a zona de expansão urbana com 9,1%. Este cenário mostrava-se favorável a preservação do ambiente e que serviria para reduzir ou limitar os níveis de ocupação do solo urbano de forma desordenada.

Com o aumento da taxa da ocupação do solo decorrente do aumento populacional verificado entre 1997 e 2007 (já discutidos na seção 4.1), o Município passa a ter cinco zonas ambientais: a zona de conservação total, ocupando 40,3% da área total do Município, a zona de uso sustentável (17,3%), a zona de expansão urbana (8,8%), a zona de recuperação (16,7%) e a zona de controle ambiental (16,6%). Aqui, percebe-se que a situação ambiental do Município tende a agravar-se, na medida em que a extensa área de conservação total em 1997, dá lugar a áreas de expansão urbana, controle ambiental e de recuperação, passando dos 85% para 40,3% do total da área do Município em 2007.

O avanço rápido da mancha urbana em 2014, contribuiu para um cenário preocupante, isto é, 23,7% do Município apresenta-se degradada e necessitando de intervenção para a sua recuperação. As áreas de conservação total e de uso sustentável reduzem até 17,9% e 13,7% respectivamente. Pouco mais de um quarto do Município passa para a zona de expansão.

Com o decorrer do tempo as condições ambientais tenderão a se degradar ainda mais, se medidas interventivas para conter o avanço da urbanização e preservar as áreas ainda não ou pouco ocupadas com a criação de reservas, parques, áreas de proteção, assim como o reflorestamento de certas áreas que precisem de intervenção.

O zoneamento ambiental mostra-se um instrumento capaz de evitar a degradação ambiental e ecológica do município. Desta forma, torna-se urgente a introdução da

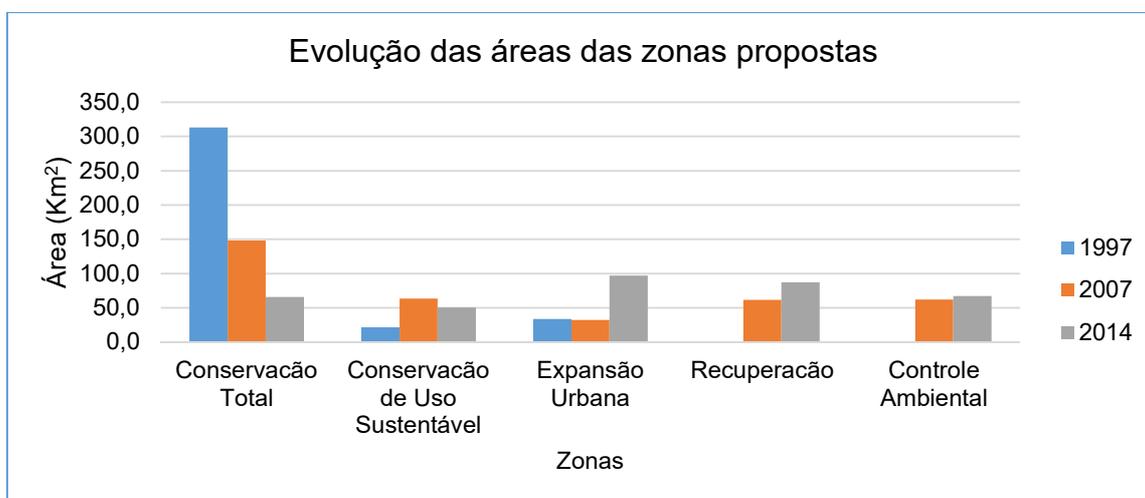
mesma no processo de gestão municipal, por forma a fazer face a cenários futuros de degradação ambiental.

Quadro 4.4: Evolução das áreas das zonas ambientais propostas (1997 - 2014)

Zonas	1997		2007		2014	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Conservação Total	313,0	85,0	148,5	40,3	66,0	17,9
Conservação de Uso Sustentável	21,7	5,9	63,7	17,3	50,4	13,7
Expansão Urbana	33,7	9,1	32,3	8,8	97,2	26,4
Recuperação	0,0	0,0	61,7	16,7	87,4	23,7
Controle Ambiental	0,0	0,0	62,2	16,9	67,4	18,3
Total	368,4	100	368,4	100	368,4	100

Fonte: Org. MATULE, 2015

Gráfico 4.4: Comparação das áreas das zonas ambientais propostas (1997 - 2014)



Fonte: Org. MATULE, 2015

Algumas áreas propostas para as diferentes zonas estão ocupadas, o que pode em algum momento inviabilizar a efetivação da mesma, mas segundo o número 1 do artigo 48 da Lei 16/2014, o Estado pode realizar o reassentamento da população humana para fora da área de conservação, desde que a sua presença seja incompatível com o estatuto jurídico da área de conservação ou impeça o seu bom

manejo. Ainda, pode efetuar a expropriação (art. 39 do Decreto nº. 60/2006 e art. 68 do Decreto nº. 23/2008).

A proposta de zoneamento ambiental visa em primeira instância contribuir para salvaguardar as qualidades ecológicas e ambientais do Município, podendo também definir limites à sua ocupação e impedir a sua degradação ambiental e fomentar a sustentabilidade ambiental no Município, esta que necessita de uma organização territorial para que haja prevenção contra os problemas ambientais causados pela ocupação desordenada.

Visa também alcançar o desenvolvimento coordenado e harmonioso da área do Município de maneira que promova a saúde pública e bem-estar geral dos seus habitantes; proteger os recursos naturais e culturais importantes; promover o desenvolvimento integrado e sustentável; melhorar a qualidade do ambiente urbano; orientar o crescimento urbano e conter a expansão urbana, bem como gerir, controlar e garantir o equilíbrio entre o ambiente natural e construído.

Para Amorim e Oliveira (2013), o zoneamento ambiental, como uma ferramenta de planejamento integrado, aparece como uma solução possível para o ordenamento do uso racional dos recursos, garantindo a manutenção da biodiversidade, os processos naturais e serviços ambientais ecossistêmicos.

Por sua vez, Paula e Sales (2007) afirmam que este instrumento é de suma importância para o planejamento ambiental ao funcionar como um sistema de informações e avaliação de alternativas, servindo como base de articulação às ações públicas e privadas que participam da reestruturação do território, segundo as necessidades de proteção, recuperação e desenvolvimento com conservação.

Posto isto, a sua consideração no processo de elaboração dos instrumentos de Ordenamento do Território (integração da dimensão ambiental nos planos), será de extrema importância para o Município em particular e em geral para o País, de modo a evitar e/ou reduzir o choque entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, assim como evitar a ocupação de áreas de potencial risco, principalmente por parte da população com baixo poder aquisitivo (o que contribui ainda mais para a vulnerabilidade ambiental do Município).

Proposta de Unidades de Conservação

Esta proposta foi avançada para a Zona de Conservação Total apresentada no mapa de Zoneamento Ambiental de 2014. Deste modo, foram propostas duas Unidade Conservação (Figura 4.22A), a Reserva Natural Integral localizada no bairro Siduava e o Monumento Natural no bairro Matola Gare e a outra área reservada para a Área Verde de Proteção Permanente localizada no bairro Vale de Infulene (Figura 4.22B).

a) Reserva Natural Integral de Siduava

A reserva natural integral é uma área de domínio público do Estado, delimitada, destinada à preservação da natureza, à manutenção dos processos ecológicos, do funcionamento dos ecossistemas e das espécies ameaçadas ou raras.

Aqui, são rigorosamente proibidas, exceto por razões científicas para fins de fiscalização ou para a prática de turismo de contemplação, desde que sem qualquer implantação de infraestrutura, as seguintes atividades:

- a) Caçar, pescar, acampar, exercer qualquer exploração florestal, agrícola ou mineira;
- b) Realizar pesquisas, prospecções, sondagens, terraplanagens ou trabalhos destinados a modificar o aspecto do terreno ou da vegetação;
- c) Praticar quaisquer atos que prejudiquem ou perturbem a diversidade biológica;
- d) Introduzir ou colher quaisquer espécies zoológicas ou botânicas quer indígenas, quer exóticas, selvagens ou domésticas

b) Monumento Natural de Matola Gare

Os monumentos naturais constituem áreas de domínio público do Estado, autárquico, comunitário ou privado, contendo um ou mais elementos com valor natural, estético, geológico, religioso, histórico ou cultural excepcional ou único, em

áreas inferiores a 100ha que, pela sua singularidade e raridade, exigem a sua conservação e manutenção da sua integridade.

Essas áreas visam a realização dos seguintes fins:

- a) Proteger ou conservar elementos naturais específicos;
- b) Proporcionar a realização de atividades de ecoturismo, recreação, educação e investigação científica;
- c) Garantir a preservação e reprodução das espécies ou formações vegetais raras, endémicas, protegidas e em via de extinção;
- d) Prevenir ou eliminar qualquer forma de ocupação ou exploração incompatível com o objeto da tutela de monumento;
- e) Contribuir para o desenvolvimento económico e social local, pela promoção do turismo e da participação das comunidades locais nos benefícios resultantes dessas atividades.

O manejo é realizado consoante a tradição, uso restrito, princípios e as necessidades de conservação do monumento (são também considerados monumentos naturais as árvores de valor ecológico, estético, histórico e cultural).

O artigo 39 da Lei nº. 16/2014, nos números 2 e 3, refere que as áreas onde se situam uma ou mais áreas de conservação devem ser objeto do plano especial de ordenamento do território que inclua, igualmente, as zonas tampão, corredores ecológicos e outros elementos essenciais à preservação do equilíbrio ecológico e à continuidade espacial e que a sua delimitação é, obrigatoriamente, registrada no Cadastro Nacional de Terras, enquanto instrumento geral de ordenamento do território.

De considerar que a Zona Tampão é uma porção territorial delimitada em redor da área de conservação, formando uma faixa de transição entre a área de conservação e a área de utilização múltipla com o objetivo de controlar e reduzir os impactos decorrentes das atividades incompatíveis com a conservação da diversidade biológica, tanto de dentro para fora como de fora para dentro da área

de conservação (Número 1 do art. 40 da Lei nº. 16/2014) e ela tem como objetivos (Número 2 do mesmo artigo):

- a) Formação de uma área de amortecimento no redor de uma área de conservação que minimize as pressões das diversas atividades humanas;
- b) Proteção de cursos e demais fontes de água, resguardando a sua qualidade e a quantidade;
- c) Promoção e manutenção da paisagem em geral e do desenvolvimento do turismo, com a participação do setor privado e das comunidades locais;
- d) Promoção da educação ambiental servindo como base para consolidar a atitude de respeito às atividades e necessidades ligadas à conservação e a qualidade de vida;
- e) Contenção da urbanização contínua e desordenada;
- f) Consolidação de usos adequados de atividades complementares à proposta do plano de manejo da área de conservação;
- g) Estender as medidas de conservação de forma a promover o uso sustentável dos recursos naturais;
- h) Providenciar a função de corredores ecológicos de forma a assegurar a manutenção da estrutura e processos biológicos, a conectividade de habitats bem como a movimentação de material genético entre áreas de conservação.

Estas Unidades de Conservação, segundo o artigo 43 da Lei nº. 16/2014, devem ser geridas através de um plano de manejo enquanto documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais da área de conservação, se estabelece o ordenamento e as normas que devem presidir o uso e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das infraestruturas necessárias à gestão da área, nomeadamente:

- a) Os objetivos de gestão e o seu alcance temporal;
- b) A classificação da área e seus limites geográficos e o mapa da área junto com zoneamento, se for aplicável;
- c) Os usos que são considerados proibidos e aqueles submetidos a autorização em função das necessidades de proteção da área, sem prejuízo dos já estabelecidos pela presente Lei;

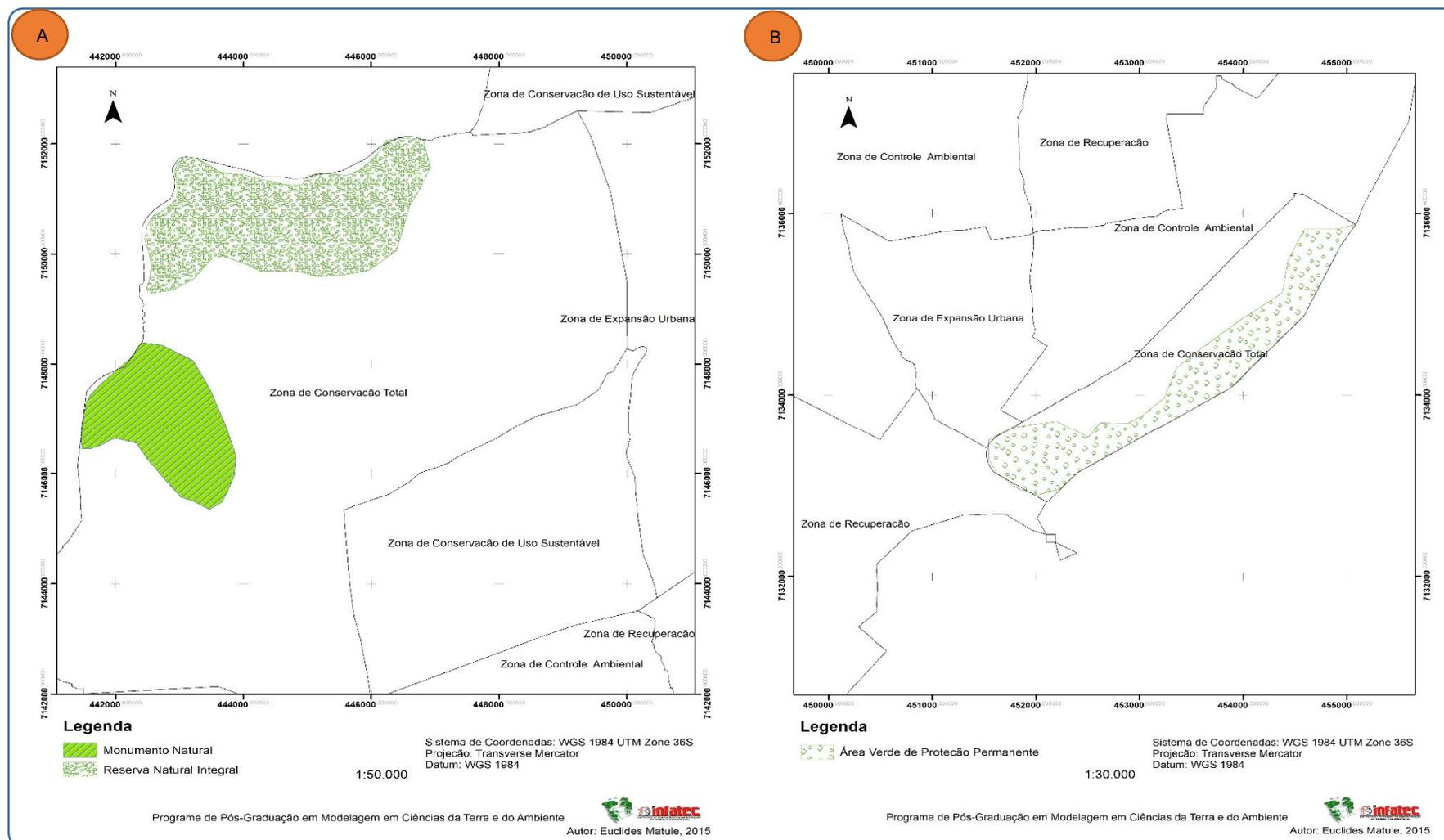
- d) As disposições urbanísticas, normas arquitetônicas e medidas de proteção complementares, de acordo com o estipulado na presente Lei, as quais não exime o cumprimento das já existentes;
- e) A orientação da gestão dos recursos naturais e as eventuais medidas de restauração do meio ou de espécies em situação crítica;
- f) As infraestruturas e medidas de fomento de atividades tradicionais e outras melhorias das condições de vida da população local;
- g) As normas de visitas da área, quando necessário, a segurança dos visitantes, os aspetos de informação e interpretação da natureza e, em geral, todo o uso público;
- h) As instalações e infraestruturas necessárias para a gestão da área;
- i) Os planos especiais que devam ser elaborados para tratar em detalhe qualquer aspecto da infraestrutura ou necessidade de gestão da área;
- j) Os estudos necessários para conhecer melhor a área, contendo o seguimento das condições ambientais e de uso necessários para apoiar a gestão e a estimação económica das inversões correspondentes, se houver;
- k) O regime de gestão e envolvimento de parceiros.

C) Área Verde de Proteção Permanente do Vale de Infulene

Esta área coincide com a área inserida na categoria Espaço Afeto à Estrutura Ecológica do Município da Matola (Verde Arborizado Natural) que é constituída por um conjunto de espaços verdes, tanto quanto possíveis contínuos e interligados, integrados no espaço urbano, com o fim de assegurar as funções dos sistemas biológicos, o controlo dos escoamentos hídricos e atmosféricos, o conforto térmico e a qualidade do espaço urbano através da integração dos espaços verdes (art. 68 do Regulamento do PEUCM - 2010).

Por ser uma área úmida e por ser atravessada por um rio (o que constitui uma área de proteção), deve ser vedada qualquer ocupação de solo e não podem ser adquiridos Direitos de Uso e Aproveitamento da Terra, podendo, no entanto, ser emitidas licenças especiais para o exercício de atividades determinadas (art. 9 da Lei nº. 19/1997). Esta área deve proporcionar a realização de atividades de ecoturismo, recreação, educação e investigação científica.

Figura 4.22: Propostas de Unidades de Conservação na Zona de Conservação Total: A – Noroeste; B – Sudeste



Fonte: Imagem OLI/ Landsat 8; Org. MATULE, 2015

CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões

A pesquisa objetivou a elaboração de uma proposta de zoneamento ambiental para o Município da Matola, tendo em conta a análise da expansão urbana e da distribuição da cobertura vegetal em um período de 17 anos (1997 - 2014), assim como da legislação vigente no país, de forma a contribuir com elementos que informem ou possibilitem a elaboração do planejamento urbano e ambiental e obedecendo aos seguintes objetivos específicos: (i) detectar, mapear e quantificar a área da expansão urbana e a área da cobertura vegetal do Município empregando ferramentas do sensoriamento remoto; (ii) analisar espacial e temporalmente os índices de cobertura vegetal; (iii) analisar e integrar a forma de ocupação do espaço urbano e cobertura vegetal com os instrumentos legais vigentes no país; (iv) aplicar as técnicas do geoprocessamento para o armazenamento, edição, manipulação e integração de diferentes planos de informação e (v) elaborar a Proposta de Zoneamento Ambiental do Município.

Estes objetivos foram cumpridos na íntegra e permitem concluir que:

A área urbana do Município aumentou dos últimos 14 anos 180,964km², estando ocupados 69,1% da sua área, 254,554km². O maior incremento de área (107,890km²) verificou-se nos últimos 7 anos (2007 - 2014), aliado ao desenvolvimento social, econômico do Município, melhoria nas infraestruturas, reassentamentos e venda ilegal de terra, ocupando-se essencialmente os bairros centro-norte.

A área de cobertura vegetal, no período em análise, apresentou decréscimo, isto é de 225,630km² em 1997 para 106,898km² em 2014, portanto 52,6%. O período de 1997 – 2007, é que registrou a maior redução da área de cobertura vegetal, 79,564km² (35,1%).

Ao que se refere aos ICVAU, o Município reduziu de 61,25% em 1997 para 29,02% em 2014, ligeiramente abaixo do valor recomendado de 30%. Em relação ao ICVH, verificou-se decréscimo de 516,27m²/hab. em 1997 para 119,71m²/hab. em 2014.

O recorte espacial do ICVAU por bairro mostra tendência decrescente e diferenciada, apresentando-se situações alarmantes em certos bairros do Posto Administrativo da Matola-Sede, para o ano de 2014, como Matola B, Matola G, Matola H, Liberdade e Sikwama com valores muito abaixo dos 5%, considerando-se esses bairros desertos florísticos.

A venda ilegal da terra, o processo de autoconstrução em locais não parcelados e o não uso dos instrumentos legais, aliada a falta de fiscalização, contribuíram para a forma desordenada de ocupação do espaço no Município da Matola e consequente degradação da sua estrutura ecológica e a inexistência de áreas verdes para a finalidade ecológica, de recreação e lazer da população.

A expansão urbana e a ocupação do solo urbano no Município da Matola apresentaram uma dinâmica marcada pelo desenvolvimento econômico, político e social do país, no geral e em particular do Município, sem considerar um planejamento urbano coerente e muito menos a preocupação ambiental, assim como a legislação urbana e ambiental.

As condições físico-naturais do Município contribuíram para que apresente 7 unidades de paisagem, fatiadas duas classes de vulnerabilidade à perda de solo, isto é Moderadamente Vulnerável e Medianamente Estável/ Vulnerável (que caracteriza a maior parte do Município). Tendo em conta o grau de vulnerabilidade à perda do solo e a quantidade de vegetação existente no Município, a interpretação da legislação, foram propostas cinco zonas para o zoneamento ambiental (áreas prioritárias), nomeadamente: (i) a Zona Conservação Total; (ii) a Zona de Conservação de Uso Sustentável; (iii) a Zona de Expansão urbana; (iv) a Zona de Controle Ambiental e (V) a Zona Recuperação. Esta proposta de zoneamento ambiental, pode servir de um instrumento de gestão municipal que possa limitar o crescimento urbano e salvaguardar as qualidades ecológicas e ambientais do Município e fomentar o seu uso sustentável, assim como auxiliar o processo de licenciamento ambiental de atividades econômicas.

As três Unidades de Conservação propostas, servirão de ponto de partida para a criação de mais áreas de preservação ambiental, na medida em que o Município não dispõe de uma área de preservação definida por lei.

É necessário que se tomem medidas contra a expansão desordenada/não estruturada do Município, e que exista um planejamento coerente com o seu desenvolvimento econômico, político e social e a preservação e conservação do meio ambiente urbano, bem como a observância dos instrumentos legais vigentes, porque caso contrário podem ocorrer cada vez mais problemas graves, fazendo com que a solução esteja distante e com custos elevados.

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa mostram-se bastante coerente, o que proporciona orientar o desenvolvimento urbano e preservação do ambiente levando-se em consideração as suas características naturais.

5.2 Recomendações

Recomenda-se a realização de estudos ou análises posteriores do mapeamento urbano, cobertura vegetal e análise dos índices de cobertura vegetal, usando metodologia diferente, imagens de alta resolução espacial e análise qualitativa, tendo em conta a tipologia da cobertura vegetal, isto é a herbácea, arbustiva e com maior destaque a arbórea por conta da sua importância no conforto térmico.

Esta proposta não considerou variáveis socioeconômicas devido a sua indisponibilidade, desta forma, recomenda-se em trabalhos futuros a integração dessas variáveis.

Encoraja-se a utilização de outras técnicas para a elaboração do zoneamento ambiental, como a técnica ou métodos de Análise Hierárquica Processual (AHP), de redes neurais, de análise multivariada, Lógica Fuzzy, entre outros, estas que podem gerar resultado diferente dos alcançados nesta pesquisa.

Visando contribuir para os planejamentos urbano e ambiental no Município da Matola e garantir possível melhoria na qualidade de vida aos seus habitantes, recomenda-se para a administração local que:

- ✓ Seja feita a revisão do Plano de Estrutura Urbana da Cidade da Matola;
- ✓ O zoneamento ambiental seja parte integrante do novo PEUCM – 2020;
- ✓ Se elaborem instrumentos de ordenamento do território interdistritais;

- ✓ Sejam dadas responsabilidades concretas às entidades locais na gestão do território;
- ✓ Se abandone a prática de terrenos regulares, isto é uma planta urbana ortogonal, optando por uma planta urbana flexível;
- ✓ Se incentive a participação pública no processo de elaboração, implementação, divulgação e revisão dos planos;
- ✓ Seja dada mais atenção à fiscalização atribuindo uma percentagem dos valores cobrados à quando das infrações;
- ✓ Se elabore um decreto ou artigo que torne obrigatório a criação de áreas verdes em todos os planos de urbanização, assim como para a arborização urbana;
- ✓ Se opte pelo modelo de crescimento urbano inteligente (Smart Growth);
- ✓ Se crie um Departamento ou Secção de Geomática, com o objetivo de criar um Sistema Municipal de Informação Territorial;
- ✓ Se crie um Departamento ou Secção de Inspeção do Ambiente e Ordenamento do Território com vista a garantir a aplicação correta da legislação e das medidas regulamentares quer em termos ambientais, quer em termos das políticas de planeamento e ordenamento do território;
- ✓ Se conscientize a população sobre os impactos ambientais negativos que um desenvolvimento urbano desordenado possa causar, bem como sobre os benefícios de ter áreas ordenadas;
- ✓ Se qualifiquem os técnicos em matéria legislativa e ambiental, assim como os políticos e os privados, que na maioria dos casos são esquecidos no processo de conscientização ambiental mesmo sendo agentes importantes no processo da urbanização.

Recomenda-se ainda que para as categorias de Unidade de Conservação propostas seja elaborado o plano de manejo com o devido zoneamento, mediante trabalhos de campo com enfoque multidisciplinar, no qual devem ser analisadas informações de diferentes naturezas, tais como dados bióticos e abióticos (seu estado de conservação, quantificação e mapeamento de espécies em extinção ou raras), socioeconômicos, históricos e culturais de interesse sobre a Unidade de Conservação e o seu relacionamento. Deve-se apostar em parcerias público-

privadas-comunidades locais no processo de criação e gestão das Unidades de Conservação de modo a contribuir para a sua viabilidade, manutenção e gestão participativa, assim como mobilizar todos os intervenientes da Sociedade Civil, por meio de auscultações/ participação no ato de elaboração das propostas, criação, ratificação e fiscalização.

Levando-se em consideração todos os aspectos expostos, o trabalho será de grande-valia para a gestão municipal e servirá de base para: a elaboração dos próximos planos 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 alcançar os objetivos da Agenda 2030 da ONU.

Referências

- AGBOLA, T. **Urbanization, Physical Planning and Urban Development in West Africa**. Proceedings of Commonwealth Association of Planners Congress. Abuja, Nigeria. p. 40 - 67. 2005.
- AITHAL, B. H.; SETTUR, B.; SREEKANTHA, S.; DURGAPPA, S.; TV, R. **Spatial patterns of urbanization in Mysore: Emerging Tier II City in Karnataka**. *Proceedings of NRSC User Interaction Meet - 2012*, 16th & 17th. Hyderabad. 2012.
- AKIYAMA, R. S. **Experiência de planejamento e projeção em Caia - Moçambique**. Dissertação (mestrado). Universidade de Ferrara. Ferrara, Itália. 2007.
- ALBERTI, M. **The effects of urban patterns on ecosystem function**. *Int. Regional Sci. Rev.* 28 (2). p. 168–192. 2005.
- ALBERTI, M; MARZLUFF, J. M.; SHULENBERGER, E; BRADLEY, G; RYAN, C.; ZUMBRUNNEN, C. **Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems**. *BioScience* 53. p. 1169–1178. 2003.
- ALVES, C. D.; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T. G.; SOUZA, I. S. **Análise Orientada a Objeto com Imagens Landsat no Mapeamento de Áreas Urbanas**. *Anais...São José dos Campos*. INPE. p. 5187–5189. 2007.
- ALVES, C. D.; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T. G.; SOUZA, I. S. **Análise orientada a objeto no mapeamento de áreas urbanas com imagens LANDSAT**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. São José dos Campos. 2009.
- AMORIM, M. C. C. T. **Caracterização das áreas verdes em Presidente Prudente/SP**. In: SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org). *Textos e contextos para a leitura geográfica de uma cidade média*. Presidente Prudente. p. 37-52. 2001.
- AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. **Zoneamento ambiental, subsídio ao planejamento no Uso e ocupação das terras da costa do descobrimento**. *Mercator*, Fortaleza, v. 12, n. 29. p. 211-231. 2013.
- ANGULO, J. V.; DOMÍNGUEZ, M. J. V. **Los procesos de urbanización**. Madrid. 1991.
- ANTUNES, A. F. B. **Classificação de Ambiente Ciliar Baseada em Orientação a Objeto em Imagens de Alta Resolução Espacial**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2003.
- ANTUNES, D. A.; WIGGERS, K. L.; RIBEIRO, S. R. A. **Classificação orientada a objetos pelo algoritmo support vector Machine de imagem Rapideye**. *Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - GEONORDESTE 2014*. Aracaju. Brasil. p. 227-231. 2014.
- ARAÚJO, M. G. M. **Cidade de Maputo. Espaços contrastantes: do urbano ao rural**. *Finisterra*, XXXIV (67-68). p. 175-190. 1999.

_____. **Espaço e identidade.** In Carlos Serra (org.), *Identidade, Moçambicanidade, Moçambicanização.* Maputo: Livraria Universitária. UEM. p. 161-171. 1998

_____. **Espaço urbano demograficamente multifacetado: As cidades de Maputo e da Matola.** 2006.

_____. **Geografia dos Povoamentos “Assentamentos Humanos Rurais e Urbanos”.** Livraria Universitária. UEM. Maputo. 1997.

_____. **O sistema de aldeias comunais em Moçambique: Organização do espaço residencial e produtivo.** Universidade de Lisboa. Lisboa. 1988.

_____. **Os espaços urbanos em Moçambique.** GEOUSP. Espaço e tempo, nº 14. São Paulo. p. 165-182. 2003.

_____. **Ruralidades-urbanidades em Moçambique. Conceitos ou preconceitos?** Revista da Faculdade de Letras, Geografia I série, XVII-XVIII, 2001-2002. p. 5-11. 2002.

Associação Nacional dos Municípios e Moçambique (ANAMM). **Perfil das Primeiras 33 Autarquias de Moçambique.** Maputo. 2009.

BAÍA, A. H. M. **Os conteúdos da urbanização em Moçambique: Considerações a partir da expansão da Cidade de Nampula.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Brasil. 2009.

_____. **Reflexões sobre o espaço urbano: A cidade de Nampula.** 2008.

BANAI, R.; DePRIEST, T. **Urban Sprawl: Definitions, Data, Methods of Measurement, and Environmental Consequences.** Journal of Sustainability Education Vol. 7. 2014.

BATESON, A.; CURTISS, B. **A method for manual endmember selection and spectral unmixing.** Remote Sensing of Environment, 55. p. 229–243. 1996.

BATISANI, N.; YARNAL, B. **Urban expansion in Centre County, Pennsylvania: Spatial dynamics and landscape transformations.** Applied Geography, 29(2). p. 235–249. 2009.

BEAUJEU-GARNIER, J. **Geografia Urbana.** Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 1983

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal.** Brasília. SAE Secretaria de Assuntos Estratégicos/MMA-Ministério do Meio Ambiente. 1997.

BERNATZKY, A. **The contribution of trees and green spaces to a town climate.** In.: Energy and Buildings, Vol. 5. p. 1-10. 1982.

BERRY, B. L. **Urbanization in The Earth as Transformed by Human Action.** Edited by B.L.Turner II, W.C. Clark, R.W. Kates, J.F. Richards, J.T. Matthews and W.B. Meyer. Cambridge University Press. Cambridge. p. 103-119. 1990.

BLASCHKE, T.; LANG, S.; LORUP, E.; STROBL, J.; ZEIL, P. **Object-oriented processing in and integrated GIS/remote sensing environment and perspectives for environmental applications**. In: Cremers, A.; Greve, K. org. Environmental information for planning, politics and the public, Metropolis. Marburg. V. 2. p. 555-570. 2000.

BLASCHKE, T.; LANG, S.; HAY, G. J. **Object Based Image Analysis, Spatial Concepts for Knowledge Driven Remote Sensing Applications**. Springer – Verlag Berlin Heidelberg. p. 75-89. 2008.

BRUECKNER, J. **Urban Sprawl: Lessons from Urban Economics**. Unpublished Manuscript. (Department of Economics and Institute of Government and Public Affairs, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2000). p. 65–97. 2001.

BUYANTUYEV, A.; WU, J. **Urbanization alters spatiotemporal patterns of ecosystem primary production: a case study of the Phoenix metropolitan region, USA**. Journal of Arid Environments 73. p. 512–520. 2009.

BUYANTUYEV, A.; WU, J.; GRIES, C. **Estimating vegetation cover in an urban environment based on Landsat ETM+ imagery: a case study in Phoenix, USA**. Int. J. Remote Sens. 28 (2). p. 269–291. 2007.

_____. **Multiscale analysis of the urbanization pattern of the Phoenix metropolitan landscape of USA: Time, space and thematic resolution**. Landscape and Urban Planning. Elsevier B.V. p. 206-217. 2010.

CADAVID GARCIA, E. A. **Zoneamento agroecológico e sócio-econômico da Bacia Hidrográfica Brasileira do rio Paraguai: uma abordagem numérica preliminar (documento para discussão)**. Corumbá: Embrapa – CPAP. 65 p. 1991.

CALVO-IGLESIAS, M.S.; FRA-PALEO, U. & DIAS-VARELA, R.A. **Changes in farming system and population as drivers of land cover and landscape dynamics: the case of enclosed and semi openfield systems in Northern Galicia (Spain)**. Landscape & Urban Plan. 90. p. 168–177. 2008.

CARLSON, T. N.; GILLIES, R. R.; PERRY, E. M. **A method to make use of thermal infrared temperature and NDVI measurements to infer surface soil water content and fractional vegetation cover**. Remote Sensing Reviews, 9. p. 161-173. 1994.

CARVALHO JÚNIOR, O. A.; CARVALHO, A. P. F.; GUIMARÃES, R. F.; MENESES, P. R.; SHIMABUKURO, Y.E. **Mistura espectral: (I) detecção dos membros finais utilizando a geometria do simplex**. Espaço & Geografia. Vol.6. Nº 1. p. 147-173. 2003.

CARVALHO JÚNIOR, O. A.; CARVALHO, A. P. F.; GUIMARÃES, R. F.; MENESES, P. R. **Mistura espectral: (II) classificadores espectrais para identificação**. Espaço & Geografia, v. 6. Nº. 1. p. 175-197. 2003a.

_____. **Mistura espectral: (III) quantificação espectral**. Espaço & Geografia, v. 6. Nº. 1. p. 197-223. 2003b.

CASTRO FILHO, C. A. P. **Metodologia de classificação orientada a segmentos para apoio ao cadastro urbano**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Militar de Engenharia – Rio de Janeiro. 2006. 212p.

CASTRO, M. L. L.; GUERRA, J. S. **Avaliação da cobertura vegetal “mata ripária” e a sua influência sobre a temperatura das águas do Córrego Pipoca – Morrinhos – Goiás**. GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. v. 03, n. 03. p. 84–93. 2010.

CEZARIO, R. C.; CAETANO, R. C. **Metrópoles brasileiras: o reflexo da segregação sócio-espacial**. Anais... III Encontro de Geografia. VI Semana de ciências humanas. Instituto Fluminense. Rio de Janeiro. 2010.

CHOBAL, G.; BEAUJEU-GARNIER, J. **Traité de géographie urbaine**. P.U.F. Paris. 1963.

CIMENTOS DE MOÇAMBIQUE. **Estudo de impacto ambiental e plano de gestão ambiental. Volume 3 [Relatório do EIA]. Maputo. 2006**

CLARK, John. **Population Geography**. 2nd ed. Pergamum Press plc. Oxford OX3 0BW. England. 1972.

CMCM. **Plano de Estrutura Urbana da Cidade da Matola - 2010**. 2010

CORRÊA, R. L. **O espaço Urbano**. São Paulo. Ática. 1989.

COSTA, P. F.; SAPIENZA, J. A. **Avaliação da necessidade de correção radiométrica para comparação de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - INPE. p. 9179-9186. 2013.

COSTA, S.M.F. **Avaliação de técnicas de processamento digital de imagens TM LANDSAT aplicadas à delimitação de áreas urbanas**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1989.

COSTA, V. C. C.; SILVA, R. C.; LOPES, C. Q. G.; SILVA, S. M. **Monitoramento do uso do solo urbano com base em interpretação visual de imagem de satélite Alos (Prism) e Google Earth: um estudo de caso na Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) – Município do Rio de Janeiro (RJ)**. Anais... Curitiba. INPE. p. 6984 – 6991. 2011.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L.G.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico econômico [CD-ROM]**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8. Salvador, 1996. Anais. São Paulo: Image Multimídia, 1996.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos. SAE/INPE. 2001.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; PALMEIRA, A. F.; SILVA, E. F. **Banco de Dados Geográficos dos Municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí (pi)**

(Municípios pertencentes ao núcleo de desertificação de Gilbués). INPE. São Jose dos Campos. 256 p. 2008.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Instituto de Geociências da Universidade de Campinas. Campinas. 1992.

DAILY, G. C.; EHRLICH, P. **Population, sustainability and Earth's carrying capacity.** *BioScience*, 42. p. 761–776. 1992.

DE LA VEGA, M. C.; URRUTIA, A. M. HDPI. **A framework for pollution-sensitive human development indicators.** *Environment, Development and Sustainability*, 3. p. 199-215. 2001.

DEMOGRAPHIA. **Demographia, World Urban Areas: Population & Density.** 2008.

DNAL. **Desenvolvimento Urbano da região de Maputo-Matola.** Folha Informativa. MAE. Maputo. 1988.

DNE. **Dinâmicas demográficas e processos econômicos, sociais e culturais.** Maputo. 1990.

DONNAY, Jean-Paul; BARNSLEY, M. J.; LONGLEY, P. A. **Remote Sensing and Urban Analysis.** GISDATA 9. CRC Press. London, England: Taylor & Francis. 2001.

DU, P.; LIU, P.; XIA, J.; FENG, L.; LIU, S.; TAN, K.; CHENG, L. **Remote Sensing Image Interpretation for Urban Environment Analysis: Methods, System and Examples.** *Remote Sens.* 6. p. 9458-9474. 2014.

DURAND, C.; PEREIRA, M. N.; MOREIRA, J. C.; FREITAS, C. C. **Análise da correlação entre população e área (km²) visando à inferência populacional por meio do uso de imagens orbitais.** *Geografia*, v. 16. p. 113-142. 2007.

EHRLICH, P.; EHRLICH, A. **The value of biodiversity.** *Ambio*, v. 21. p. 219-226. 1992.

FALCÃO, D. M. S. C. S. **Produção e Consumo Doméstico de Combustíveis Lenhosos em Moçambique.** Dissertação (Mestrado). Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. Portugal. 2013.

FERRÃO, M. **Manual de Teledetecção, Fascículo I: Satélites e Princípios Físicos da Teledetecção.** CENACARTA, Maputo. Moçambique. 2005.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; SANO, E. E.; SHIMABUKURO, Y. **Uso do modelo linear de mistura espectral para o mapeamento sistemático e operacional do bioma cerrado: possibilidades, implicações e procedimentos metodológicos.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XI, 2003, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: INPE. p. 657-664. 2003.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de textos. 2002.

FOLEY J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S.; COE, M. T.; DAILY, G. C.; GIBBS, H. K.;

HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C. J.; MONFREDA, C.; PATZ, J. A.; PRENTICE, I. C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. K. **Global consequences of land use**. *Science* 309. p. 570 – 574. 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Planning for Sustainable Use of Land Resources: Towards a New Approach**. Land and Water Development Division, Rome. 1995.

FORSTER, B. C. **An examination of some problems and solutions in monitoring urban areas from satellite platforms**. *International Journal of Remote Sensing*, 6, 1. p. 139-151. 1985.

_____. **Combining ancillary and spectral data for urban applications**. In: International Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 15., Commission II, Rio de Janeiro, 1984. *International Archives of Photogrammetry And Remote Sensing*. ISPRS, 1984, v.25, Part A7. p. 207-216. 1984.

_____. **Prediction of urban surface reflectance from LANDSAT data using mixed surface models**. In: Colloque International: Signatures spectrales D'objets in Télédétection. Avignon. France. p. 568-578. 1981.

_____. **Some urban measurements from LANDSAT data**. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 49. p.1293-1707. 1983.

FUCKNER, M.A.; FLORENZANO, T.G.; MORAES, E.C. **Construção de bibliotecas espectrais urbanas a partir de dados ASTER para a aplicação de modelos de mistura de múltiplos componentes em São Paulo (SP) e Rio de Janeiro**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. Anais... Natal, Brasil: INPE. p. 1087-1094. 2009a.

FURTADO, A. E. **Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1994.

GALLO, K. P.; MCNAB, A. L.; KARL, T. R.; BROWN, J. F.; HOOD, J. J.; TARPLEY, J. D. **The use of a vegetation index for assessment of the urban heat island effect**. *International Journal of Remote Sensing*, 14, 11. p. 2223–2230. 1993.

GEORGE, P. **População e Povoamento**. Livraria Bertrand. Lisboa. 1974.

GILLIES, R. R.; CARLSON, T. N.; CUI, J.; KUSTAS, W. P.; HUMES, K. S. **A verification fo the 'triangle' method from remote measurements of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and surface radiant temperature**. *International Journal of Remote Sensing*, 18, 15. p. 3145-3166. 1997.

GOLDEWIJK, K. K.; RAMANKUTTY, N. **Land cover change over the last three centuries due to human activities: The availability of new global data sets**. *GeoJournal* 61. p. 335–344. 2004.

GOLDSTEIN, G. **Urbanization, Health, and Well-being: a Global Perspective**. *The Statistician* 39: 121-133. 1990.

- GOMES, J.C. **Fotointerpretação I**. Guaratinguetá: Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica. 2001.
- GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. **Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso nas praças públicas de presidente prudente (SP)**. UFU. Caminhos de Geografia 7(10). p. 94-106. 2003.
- GONÇALVES, A.; CAMARGO, L. S.; SOARES, P. F. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano: Estudo de caso na cidade de Maringá – Paraná**. Anais do III Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. p. 1-11. 2012.
- GONZALEZ-ABRAHAM, C. E., RADELOFF, V. C., HAMMER, R. B., HAWBAKER, T. J., STEWART, S. I.; CLAYTON, M. K.. **Building patterns and landscape fragmentation in northern Wisconsin, USA**. Landscape Ecology, 22. p. 217–230. 2007.
- GOWARD, S. N.; CRUICKSHANKS, G. D.; HOPE, A. S. **Observed relation between thermal emission and reflected spectral radiance of a complex vegetated landscape**. Remote Sensing of Environment, 18. p. 137-146, 1985.
- GREEN, B. H. **Agricultural intensification and the loss of habitat, species and anemity in British grasslands: a review of historical change and assessment of future prospects**. Grass Forage Sci. 45. p. 365-372. 1990.
- GRIMMOND C. S. B.; KING, T. S.; CROPLEY, F. D.; NOWARK, D.J.; SOUCH, C. **Local-scale fluxes of carbon dioxide in urban environments: methodological challenge and results from Chicago**. Environmental Pollution 116. p. 543–554. 2002.
- GUZZO, P. **Estudo dos espaços livres de uso público da cidade de Ribeirão Preto/SP, com detalhamento da cobertura vegetal e áreas verdes de dois setores urbanos**. Dissertação (Mestrado). UNESP – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 1999.
- HAY, G.J.; CASTILLA, G. **Geographic Object-based Image Analysis (GEOBIA): a new name for a new discipline**. In: BLASCHKE, T.; LANG, S.; HAY, G.J. (Eds) Object-based image analysis- spatial concepts for knowledge-driven remote sensing applications. Berlin: Springer-Verlag. 2008.
- HEROLD, M.; GARDNER, M., HADLEY, B.; ROBERTS, D. **The spectral dimension in urban land cover mapping from high-resolution optical remote sensing data**. In: SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF URBAN AREAS, 3. Istanbul, Turkey. 2002.
- HUANG, J.; LU, X. X.; SELLERS, J. M. **A global comparative analysis of urban form: applying spatial metrics and remote sensing**. Landsc. Urban Plann, 82. p. 184–197. 2007.
- HUANG, Y. J.; AKBAR, H. I; TAHA, H.; ROSENFELD, A. H. **The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings**. Journal of Climate and Applied Meteorology, 26. p. 1103-1116. 1987.

HUETE, A. R.; JACKSON, R. D.; POST, D. F. **Spectral response of plant canopy with different soil background**. *Remote Sensing of Environment*. v. 17. p. 37-53. 1986.

HUMAN DEVELOPMENT REPORT – HDR. United Nations Development Programme (UNDP). New York Oxford Oxford University Press. 1990.

IBRAÍMO, M. A. **Crescimento da população urbana e problemas da urbanização da cidade de Maputo**. Série população e desenvolvimento, documento número 11. CNP/DNE/UPP. Maputo. 1994.

IIASA. **Population-Development-Environment in Mozambique Background Readings**. Interim Report IR-02-049. 2002.

IMHOFF, M. L.; BOUNOUA, L.; RICKETTS, T.; LOUCKS, C.; HARRISS, R.; LAWRENCE, W. T. **Global patterns in human consumption of net primary production**. *Nature* 429. p. 870–873. 2004b.

IMHOFF, M. L.; TUCKER, C. J.; LAWRENCE, W. T.; STUTZER, D. C. **The use of multisource satellite and geospatial data to study the effect of urbanization on primary productivity in the United State**. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 38. p. 2549–2556. 2000.

INE. **2ª Edição do Retrato da Província de Maputo 2009**. Maputo. 2009.

_____. **Estatísticas do Distrito de Cidade Da Matola**. Maputo. 2013.

_____. **Projeções Anuais da População Total, Urbana e Rural, dos Distritos da Província de Maputo 2007 – 2040**. Maputo. 2010.

IRWIN, E.G.; BOCKSTAEL, N.E. **The evolution of urban sprawl: evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation**. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 104 (52). p. 20672–20677. 2007.

JATOBÁ, S. U. S. **Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social**. *Boletim Regional, urbano e ambiental*. IPEA. p. 141-148. 2011.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2da Edição traduzida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. São Paulo. Parêntese. 2009.

_____. **Urban/suburban land uses analysis**. In: *Manual of Remote Sensing*. 2. ed. Virginia. EUA. American Society of Photogrammetry. v.2. p. 1571-1666. 1983.

JENSEN, J. R.; COWEN, D. C. **Remote Sensing of Urban/Suburban Infrastructure and Socio-Economic Attributes**. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Review Article. p. 611-622. 1999.

JONES, H. **Population Geography**. 2nd ed. Paul Chapman Publishing, Ltd. London. 1990.

KEILIS-BOROK, V. **Self-destructions of megacities: Challenge and Responsibilities of IUGG**. Report to the IUGG Committee for the International Decade for Natural Disaster Reduction, 18–22 July 1994, Boulder, CO: IUGG Chemical, No. 226. 100p.1994.

- LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. **Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos**. Mudanças climáticas e o impacto das cidades. Fórum Patrimônio, Belo Horizonte. v.4, n.1. p. 23-42. 2011.
- LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley & Sons. 2000.
- LIMA, A. M. L. P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; SOUSA, M. A. L. B.; FIALHO, N. O.; DEL PICCHIA, P. C. D. **Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZACAO URBANA, 2,1994. São Luiz. **Anais....** São Luiz: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. p. 539-553. 1994.
- LIMA, V.; AMORIM, M. C. de C.T. **A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades**. Revista Formação, nº13, p. 139–165. 2006.
- LIU, JY; ZHAN, J.; DENG, X. **Spatiotemporal patterns and driving forces of urban land expansion in China during the economic reform era**. *Ambio* 34. p. 450–455. 2005a.
- LO, C. P. **Applied Remote Sensing**. Longman, Harlow and London, UK. 1986.
- LOBODA, C. R.; De ANGELIS, B. L. D. **Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções**. *Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais* V. 1. Nº 1. p. 125-139. 2005.
- LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec. 1985.
- LU, D.; MORAN, E.; BATISTELLA, M. **Linear mixture model applied to Amazonian vegetation classification**. *Remote Sens. Environ.* 87. p. 456-469. 2003.
- LU, D.; WENG, Q. **Urban classification using full spectral information of Landsat ETM imagery in Marion County, Indiana**. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v. 71, n. 11. p. 1275–1284. 2005.
- LU, D.; XU, X.; TIAN, H.; MORAN, E; ZHAO, M.; RUNNING, S. **The Effects of Urbanization on Net Primary Productivity in Southeastern China**. Anthropological Center for Training - ACT. ACT Publication No. p. 10-09. 2010.
- LUCK, G.W. **The relationships between net primary productivity, human population density and species conservation**. *Journal of Biogeography* 34. p. 201–212. 2007.
- LUZ, L. M.; RODRIGUES, J. E. C. **Análise do índice da cobertura vegetal em áreas urbanas: Estudo de caso da cidade de Belém-PA**. *Boletim Amazônico de Geografia*, Belém. v. 01. n. 1. p. 43-57. 2014.
- MACUCULE, D. A. **Metropolização e reestruturação urbana: O território do Grande Maputo**. Dissertação (Mestrado). Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. 2010.

- MAKTAV, D. **Remote Sensing of Urban Areas**. International Journal of Remote Sensing, v.26, No.4. p. 655-659. 2005.
- MANDER, U.; PALANG, H. **Change on landscape structure in Estonia during the Soviet period**. GeoJournal. v. 33. p. 45-54. 1994.
- MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, D. J. **O risco em perspectiva: tendências e abordagens**. Geosul, Florianópolis. v. 19. n. 38. p. 25-58. 2004.
- MCGEE, T.G.; GRIFFITHS, C. J. **Global urbanization: towards the twenty-first century**. In Population distribution and migration. New York: Population Division, United States. p. 55–74. 1994.
- MELLUMA, A. **Metamorphoses of Latvian landscapes during fifty years of Soviet rule**. GeoJournal. v. 33. p. 55–62. 1994.
- MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do Município de Santos, SP**. Piracicaba. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. 2003.
- MILLER, R. W.; HAUER, R. J.; WERNER, L. P. **Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces**. Third Edition. USA. 2015.
- MOÇAMBIQUE. **Decreto nº 23/2008**, de 1 de julho. Aprova o Regulamento da Lei de Ordenamento do Território. Boletim da República. Maputo. 3.º Suplementos. I Série - Número 26. 2008.
- _____. **Decreto nº 60/2006**, de 26 de dezembro. Aprova o Regulamento do Solo Urbano. Boletim da República. Maputo. 3.º Suplementos. I Série - Número 51. 2006.
- _____. **Decreto nº 66/1998**, de 8 de dezembro. Aprova o Regulamento da Lei de Terras e revoga o Decreto nº 16/87 de 15 de julho. Boletim da República. Maputo. 3.º Suplementos. I Série - Número 48. 1998.
- _____. **Lei nº 02/1997**, de 18 de fevereiro. Aprova o Quadro Jurídico para a Implementação das Autarquias Locais. Boletim da República. Maputo. 2.º Suplementos. I Série - Número 7. 1997.
- _____. **Lei nº 10/1999**, de 07 de julho. Aprova a Lei de Florestas e Fauna Bravia. Boletim da República. Maputo. 4.º Suplementos. I Série - Número 27. 1999.
- _____. **Lei nº 15/2014**, de 20 de julho. Aprova a Lei de Gestão de Calamidades. Boletim da República. Maputo. I Série - Número 50. 2014.
- _____. **Lei nº 16/2014**, de 20 de julho. Aprova a Lei da Conservação. Boletim da República. Maputo. I Série - Número 50. 2014.
- _____. **Lei nº 19/2007**, de 18 de julho. Aprova a Lei de Ordenamento do Território. Boletim da República. Maputo. 3.º Suplementos. I Série - Número 29. 2007.
- _____. **Lei nº 19/1997**, de 01 de outubro. Aprova a Lei de Terras. Boletim da República. Maputo. 3.º Suplementos. I Série - Número 40. 1997.

_____. **Lei nº 20/1997**, de 01 de outubro. Aprova a Lei do Ambiente. Boletim da República. Maputo. 3.º Suplementos. I Série - Número 40. 1997.

MONTAÑO, M.; OLIVEIRA, I. D.; RANIERI, V. E. L.; SOUZA, M. P. **A necessidade de incorporação do Zoneamento Ambiental como instrumento de planejamento e gestão territorial urbana**. In: International Congress on Environmental Planning and Management, 2005, Brasília. Proceedings... Brasília: Universidade Católica de Brasília. p. 1-22. 2005.

MONTAÑO, M.; OLIVEIRA, I. S. D.; RANIERI, V. E. L. **O zoneamento ambiental e a sua importância para a localização de atividades**. Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção. Nº. 6, p. 49-64. 2007.

MOREIRA, A. M. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2ed. Viçosa: UFV. 2003.

MOREIRA, A. M.; SHIMABUKURO, Y. E. **Cálculo do Índice de Vegetação a partir do sensor AVHRR**. In: Ferreira, N. J. (cor.) Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N. São Paulo. Oficina de Textos. Cap. 4. p 79-103. 2004.

MOURA, A. R.; NUCCI, J. C. **Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas – O Caso do Bairro de Santa Felicidade – Curitiba – PR**. Geografia. Ensino & Pesquisa, v. 12, p. 1682-1698. 2008.

MUCHANGOS, A. **Meio Ambiente a Cidade de Maputo**. Tipografia Globo. Maputo. 1986.

_____. **Moçambique, Paisagens e Regiões Naturais**. Edição: do Autor, 1999.

NAKAMURA, J.; NOVO, E. **Mapeamento da mancha urbana utilizando imagens de média resolução: sensores CCD/CBERS2 e TM/Landsat5 - Estudo de caso da cidade de Rio Branco-Acre**. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 12, 2005. Goiânia. INPE. p.3843-3850. 2005.

NIERO, M. **Utilização de dados orbitais do LANDSAT na classificação de uso do solo urbano de São José dos Campos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais São José dos Campos. 1978.

NIERO, M.; FORESTI, M.; LOMBARDI, M. A. **Utilização de dados LANDSAT no monitoramento da expansão urbana da Grande São Paulo, em áreas de proteção aos mananciais**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP. 2010.

NIJLAND, W.; ADDINK, E. A.; DE JONG, S. M.; VAN DER MEER, F. D. **Optimizing spatial image support for quantitative mapping of natural vegetation**. Remote Sensing. Environ. 113. p. 771-780. 2009.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher. 1995 e 2008.

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. São Paulo: Ed. Humanitas/FFLCH/USP. 1ª ed. 2001.

_____. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. Curitiba. 2ª ed. 2008.

NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. **Cobertura vegetal em áreas urbanas – conceito e método**. Geosp, São Paulo. n. 6. p. 29-36. 1999.

OKE, T.R. **City size and the urban heat island**. Atmospheric Environment (1967). Volume 7. Issue 8. p. 769-779. 1973.

_____. **The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands**. Atmosphere. 14:4. p. 268-277. 1976.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 1996.

OLIVEIRA, I. M.; COSTA, S. M. F. **Monitoramento da Expansão Urbana, Utilizando Dados de Sensoriamento Remoto – Estudo de Caso**. Seção Técnica Oral, Iniciação Científica. INPE. p. 1131-1138. 2001.

ONU. **Urban and Rural Areas - 2007**. Nova Iorque. Department of Economic and Social Affairs. 2008.

OWEN, T. W.; CARLSON, T. N.; GILLIES, R. R. **An assessment of satellite remotely-sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization**. International Journal of Remote Sensing, 19, 9. p. 1663–1681. 1998.

PANIZZA, A. C.; FONSECA, F. P. **Técnicas de interpretação visual de imagens**. GEOUSP - Espaço e Tempo. São Paulo, Nº 30. p. 30-43. 2011.

PAULA, F. S.; SALES, M. C. L. **O zoneamento ecológico-econômico como instrumento do planejamento ambiental**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa – PB. 2007.

PAULO, M.; ROSÁRIO, C.; TVEDTEN, I. **Avaliando as implicações do PARPA II em Maputo 2007 - 2010**. Projeto: Estudos Qualitativos sobre a Pobreza em Moçambique. CMI Relatório. 2011.

PEREIRA, M. N. **Avaliação da expansão urbana de São José dos Campos através de dados orbitais**. Geografia, v. 12, n. 26, p. 156-160. 1988.

PEREIRA, M. N.; GONÇALVES, C. D. A. B.; SOUZA, Í. DE M.; GARCIA, S.; PORTELA, A. G.; ALMEIDA, C. M.; ROSEMBACK, R.; FLORENZANO, T. G. **Uso de imagens de satélite como subsídio ao estudo do processo de urbanização**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. 2005.

PHIPPS, M.; BAUDRY, J.; BUREL, F. **Dynamique de l'organisation écologique d'un paysage rural: Modalités de la desorganisation dans une zone peri-urbaine**. C.R. Acad. SC. Paris. 303. p. 263-268. 1986.

PINHO, C. M. D. **Análise orientada a objetos de imagens de satélite de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura do solo no espaço intraurbano: o caso de São José dos Campos - SP, São José dos Campos.** Dissertação (Mestrado). INPE. 2005.

PONZONI, F. J.; REZENDE, A.C.P. **Influência da resolução espacial de imagens orbitais na identificação de elementos da paisagem em Altamira-PA.** Revista *Árvore*, v.26, n.4, p. 403-410. 2002.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y.E. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação.** São José dos Campos: Parêntese. 127 p. 2007.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. **The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar.** *Journal Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*. 53. p. 241 – 262. 2003.

REDMAN, C. L.; GROVE, J. M.; KUBY, L. H. **Integrating social science into long-term ecological research (LTER) network: social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change.** *Ecosystems* 7. p. 161–171. 2004.

RIBEIRO, E. R.; TEIXEIRA, B. A. N.; FERNANDES, A. C. A. **Variáveis ambientais incidentes no processo de avaliação do impacto urbano: proposta metodológica para aplicação de matrizes.** In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 8, 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANPUR, 1999.

RICHARDS, A. R.; JIA, X. **Remote sensing digital image analysis: an introduction.** 4th. ed. Berlin: Springer-Verlag. 2006.

RITTER, L. A. **Urbanization and Health in the Developing World.** Global Health Education Consortium. California State University East Bay. 2007.

ROLNIK, R. **Assentamentos humanos como tema global.** In: Habitat, Meio Ambiente e Gestão Urbana nas cidades brasileiras. São Paulo. 1997.

ROSSET, F. **Procedimentos metodológicos para estimativa do índice de áreas verdes públicas: estudo de caso: Erechim/RS.** Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual de São Carlos. 2005.

ROTH, M., OKE, T. R.; EMERY, W. J. **Satellite derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology.** *International Journal of Remote Sensing*, 10. p. 1699–1720. 1989.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.** In *Earth Resources Technology Satellite- 1 Symposium*,3, 1973. Proceedings. Washington. 1973.

SANTOS, J. P.; CÂNDIDO, B. B. **Zoneamento ambiental: Fazenda da Lagoa, Santo Antônio do Monte – MG.** Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade. vol.3 n. 2. jun/dez. p. 30-53. 2013.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** São Paulo. Hucitec. 1999.

_____. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** - 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 259 p. 2006.

SCIFONI, S. **O verde do ABC: reflexões sobre a questão ambiental urbana.** Dissertação (Mestrado). São Paulo: USP. 1994.

SCOLFORO, J. B. et al. **Zoneamento Ecológico-Econômico De Minas Gerais.** 2009.

SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. **Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos.** REVSBAU, Piracicaba – SP, v.4, n.4. p. 1-16. 2009.

SHAPIRO, L. G.; STOCKMAN, G. C. **Computer vision.** New Jersey: Prentice-Hall. 2001.

SHIMABUKURO, Y. E.; NOVO, E. M.; PONZONI, F. J. **Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do pantanal.** In: Revista Pesquisa agropecuária brasileira. v.33. Número Especial. p.1729-1737. 1998.

SHIMABUKURO, Y. E.; SMITH, J. A. **The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data.** IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. v. 29. n. 1. p. 16-20. 1991.

SMALL, C. **A global analysis of urban reflectance.** International Journal of Remote Sensing, v.26, No.4. p. 3403-3412. 2005.

_____. **Estimation of urban vegetation abundance by spectral mixture analysis.** Int. J. Remote Sens., n. 22. p. 1305-1334. 2001.

SMALL, C.; MILLER, R. B. **DIGITAL CITIES II: Monitoring the Urban Environment from Space.** Proceedings of the international symposium on digital Earth. Beijing, China. p. 671-677. 1999.

SMIRNOV, A. M. **General Geography concepts.** Soviet Geography. Vol. 14. Nº 8. p. 517-543. 1972.

SOUZA, I. M. **Sensoriamento remoto orbital aplicado a estudos urbanos.** INPE. São José dos Campos. 2012.

TOMPKINS, S.; MUSTARD, J. F.; PIETERS, C. M.; FORSYTH, D. W. **Optimization of endmembers for spectral mixture analysis.** Remote Sens. Environ. 59. p. 472-489. 1997

TORRENS, P.; ALBERTI, M. **Measuring sprawl.** CASA working paper series 27. 34 p. 2000.

TORRES, H. G.; ALVES, H. P. F.; OLIVEIRA, M. A. **Expansão Urbana, Mercado Imobiliário e Degradação Ambiental em São Paulo.** In: HOGAN, D. J. (Org.). Dinâmica populacional e mudança ambiental: Cenários para o Desenvolvimento Brasileiro. Campinas: Núcleo de Estudos de População - NEPO/UNICAMP, 2007. 2007.

- TORRIJOS CADENA, G. **Classificação dos tipos de pavimentos das vias urbanas a partir de imagem de alta resolução espacial por meio de análise Orientada a Objeto**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista Presidente Prudente. 2011.
- TRAN, T. D.; PUISSANT, A.; BADARIOTTI, D.; WEBER C. **Optimizing Spatial Resolution of Imagery for Urban Form Detection — The Cases of France and Vietnam**. *Remote Sensing*. 3. p. 2128-2147. 2011.
- UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF INTERNATIONAL AND SOCIAL AFFAIRS. **Estimates and Projections of Urban, Rural and City Populations. 1950 - 2025: The 1982 Assessment**. Nova Iorque. Nações Unidas. 1985.
- UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. **World Urbanization Prospects: The 2011 Revision**. CD-ROM Edition. 2012.
- UNITED NATIONS. **Prospects for Urbanization**. United Nations, (ST/ESA/SER.A/166), Sales No. E.97.XIII.3. 1997.
- UTTARA, S.; BHUVANDAS, N.; AGGARWAL, V. **Impacts of urbanization on environment**. *International Journal of Research in Engineering & Applied Sciences*. Volume 2. p. 1637 - 1645. 2012.
- VAN KAMP, I.; LEIDELMEIJER, K.; MARSMAN, G.; DE HOLLANDER, A. **Urban environmental quality and human wellbeing**. *Towards a concepts framework and demarcation of concepts; a literature study*. *Landscape and Urban Planning* 65. p. 5-18. 2003.
- VERÍSSIMO, C. **A importância do Espaço Doméstico Exterior para um modelo de ecodesenvolvimento de cidades médias. O caso do Dondo, Moçambique**. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 100. p. 177 - 212. 2013.
- VIEIRA, I. M.; CANDEIAS, A. L. B.; SANTOS, A. C.; HUMBURGER, D. S. **Utilização de processamento digital de imagens na análise e monitoramento da expansão urbana**. Pós-graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. p. 395-340. 1989.
- VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; LUBCHENCO, J.; MELILLO, J. M. **Human domination of Earth's ecosystems**. *Science*, 277. p. 494–499. 1997.
- WACKERNAGEL, W.; YOUNT, D. **The ecological footprint: An indicator of progress toward ecological sustainability**. *Environmental Monitoring and Assessment*, 51. p. 511–529. 1998.
- WAGROWSKI, D. M.; HITES, R. A. **Polycyclic aromatic hydrocarbon accumulation in urban, suburban and rural vegetation**. *Environmental Science & Technology*, 31, 1. p. 279–282. 1997.
- WELCH, R. **Spatial resolution requirement for urban studies**. *International Journal of Remote Sensing*. p. 136-146. 1992.
- WENG, Q.; QUATTROCHI, D. A. **An Introduction to Urban Remote Sensing**. In *Urban Remote Sensing*. Taylor & Francis. USA. 2007.

- WENG, Y. C. **Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization.** *Landsc. Urban Plann.* 81. p. 341–353. 2007.
- WILLIAMS, M. **Dark ages and dark areas: global deforestation in the deep past.** *Journal of Historical Geography* 26(1): p. 28–46. 2000.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our common future.** Oxford: Oxford University. 1987.
- YU, X. J.; NG, C. H. **Spatial and temporal dynamics of urban dynamics of urban sprawl along two urban-rural transects: a case study of Guangzhou, China.** *Landsc. Urban Plann.* 79. p. 96–109. 2007.
- ZHANG, C.; TIAN, H. Q.; PAN, S.; LIU, M.; LOCKABY, G.; SCHILLING, E. B.; STANTURF, J. **Effects of forest regrowth and urbanization on ecosystem carbon storage in a rural-urban gradient in the southeast US.** *Ecosystems* 11. p. 1211–1222. 2008.
- ZHANG, Q., WANG, J., PENG, X., GANG, R.; SHI, P. **Urban built-up land change detection with road density and spectral information from multi-temporal Landsat TM data.** *Int. J. Remote Sensing*, 23(15). p. 3057-3078. 2002.
- ZHANG, S. Q.; DA, L. J.; TANG, Z. Y.; FANG, H. J.; SONG, K.; FANG, J. Y. **Ecological consequences of rapid urban expansion: Shanghai, China.** *Frontier in Ecology and Environment* 4(7). p. 341–346. 2006.
- ZHOU, L; DICKINSON, R. E, TIAN, Y.; FANG, J.; LI, Q.; KAUFMANN, R. K.; TUCKER C. J.; MYNENI, R. B. **Evidence for a significant urbanization effect on climate in China.** *PNAS* 101. p. 9540–9544. 2004.