

# SOCIEDADE & NATUREZA

REVISTA DO INSTITUTO DE GEOGRAFIA E DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Sociedade & Natureza

ISSN: 0103-1570

ramires\_julio@yahoo.com.br

Universidade Federal de Uberlândia

Brasil

Matule, Euclides Délio; Ponzoni, Flávio Jorge; Chaves, Joselisa Maria  
ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS ÍNDICES DE COBERTURA VEGETAL NO  
MUNICÍPIO DA MATOLA, MOÇAMBIQUE

Sociedade & Natureza, vol. 29, núm. 3, septiembre-diciembre, 2017, pp. 371-385

Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321355044001>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc



Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## **ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS ÍNDICES DE COBERTURA VEGETAL NO MUNICÍPIO DA MATOLA, MOÇAMBIQUE**

**Spatial and temporal analysis of the vegetation cover indices in Matola city, Mozambique**

*Euclides Délio Matule*

Instituto de Formação em Administração de Terra e Cartografia – INFATEC, Matola, Maputo, Moçambique  
*deliomatule@gmail.com*

*Flávio Jorge Ponzoni*

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, São Paulo, Brasil  
*flavio@dsr.inpe.br*

*Joselisa Maria Chaves*

Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, Feira de Santana, Bahia, Brasil  
*josimariachaves@gmail.com*

Recebido em: 09/06/17

Aceito em: 27/02/18

**RESUMO:** A expansão urbana no município da Matola em Moçambique tem acontecido de forma desordenada. Para melhor diagnosticar essa expansão ao longo do tempo, foram empregadas imagens dos sensores orbitais TM/Landsat 5 e OLI/Landsat 8, dos anos 1997, 2007 e 2014. A extração de informação dessas imagens foi feita mediante o emprego de técnicas de processamento de imagens com o objetivo de mapear a cobertura vegetal do município ao longo do tempo. A partir desses mapeamentos foram estimados índices de cobertura vegetal (ICV) que serviram de base para avaliar a expansão urbana. Os resultados indicaram que a área da cobertura vegetal do Município reduziu 118,74km<sup>2</sup> (52,62%) em 17 anos, fazendo com que o ICV reduzisse de 61,25% em 1997 para 29,02% em 2014. Por outro lado, o estudo detalhado do ICV por bairros, mostrou distribuição espacial bastante desigual e dessa distribuição, percebem-se situações alarmantes em certos bairros do Posto Administrativo da Matola-Sede, para o ano de 2014, como Matola H, Matola B, Matola G, Sikwama e Liberdade com valores muito abaixo dos 5%, considerando-se esses bairros desertos florísticos.

**Palavras-chave:** Ambiente; Geotecnologias; Matola; monitoramento ambiental; ocupação antrópica; vegetação

**ABSTRACT:** The expansion of the urban area of Matola city in Mozambique has happened according an unstructured way. For better understand that expansion along the time images from TM / Landsat 5 and OLI / Landsat 8 orbital sensor from 1997, 2007 and 2014 were utilized in order to produce temporal vegetation cover maps. From these maps it was estimated the Vegetation Cover Index (VCI) that was useful to evaluate the urban sprawl. Results indicated that the area of vegetation cover decreased to 118.74km<sup>2</sup> (52.62%) in 17 years and the VCI also decreased from 61.25% in 1997 to 29.02% in 2014. On the other hand, the detailed study of the VCI to different neighborhoods of Matola, showed a very uneven spatial distribution, and from this distribution, there are alarming situations in certain villages of the Administrative Post of Matola-Sede, for the year 2014, being Matola H, Matola B, Matola G, Sikwama and Liberdade with values lower than 5%, what suggests these villages as floristic deserts.

**Keywords:** Environment; Geotechnology; Matola; environmental monitoring; anthropic occupation; vegetation.

## INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal no espaço urbano é considerada qualquer área provida de vegetação dentro do espaço urbano, compreendendo a vegetação herbácea, a arbustiva ou a arbórea. Considera-se toda a cobertura vegetal existente nos três sistemas (espaços construídos, espaços livres e espaços de integração) e as encontradas nas Unidades de Conservação, que na sua maioria restringem o acesso ao público, inclusive na zona rural. (NUCCI; CAVALHEIRO, 1999).

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 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).

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 os fluxos de energia por reflexão seletiva, por absorção de radiação solar (GOWARD et al., 1985) e por modulação de evapotranspiração (CARLSON et al., 1994; 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 (HUANG et al., 1987).

Dessa forma, a vegetação age purificando o ar por fixação de poeiras e de materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese; regula a umidade e a temperatura do ar; mantém a permeabilidade, a fertilidade e a umidade do solo e protege-o contra a erosão, e; reduz os níveis de ruído servindo como amorti-

cedor do barulho das cidades (NUCCI; CAVALHEIRO, 1999; MENEGHETTI, 2003; MILLER et al., 2015).

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 de planejamento da paisagem urbanizada.

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; 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 (ICV), 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 15m<sup>2</sup>/hab 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 de um bairro.

A expansão da mancha urbana no Município da Matola tem sido significante nas últimas décadas, devendo-se em grande escala às crescentes migrações campocidade da população pobre, às secas e cheias cíclicas, aos preços relativamente baixos das terras ao longo das áreas de expansão, bem como pelo reassentamento de população retirada de áreas consideradas impróprias para habitação ou sujeitas às intervenções planificadas.

Essa expansão é 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 arroamento 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 a 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 a falta de espaços verdes. Sendo assim, é essencial examinar os impactos da expansão urbana na redução da área da cobertura vegetal e seus impactos no meio ambiente.

O trabalho tem como objetivo geral analisar espacial e temporalmente os índices de cobertura vege-

tal entre 1997 e 2014 no Município da Matola e como objetivos específicos detectar, mapear e quantificar a área da cobertura vegetal do Município empregando ferramentas do sensoriamento remoto.

## METODOLOGIA

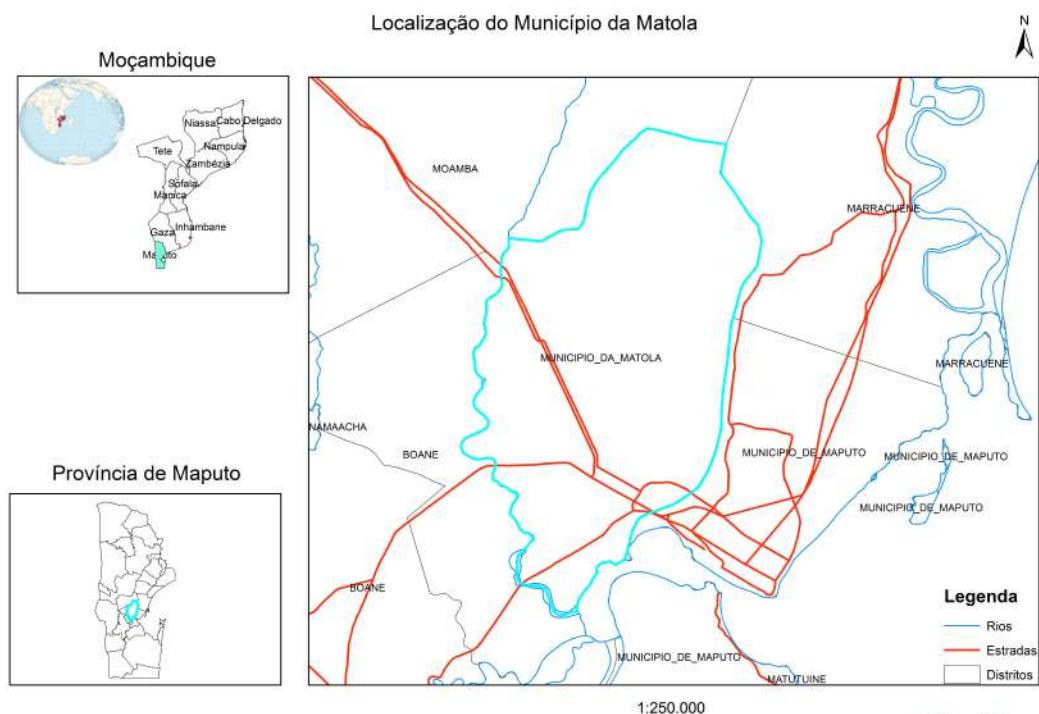
### Área de estudo

O Município da Matola localiza-se na parte sul de Moçambique, dentro da província de Maputo e ocupa área de 368,4 km<sup>2</sup>. 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 1).

O município, como qualquer espaço urbano de Moçambique, apresenta um modelo de estrutura urbana constituído por três manchas circulares concêntricas: (i) a urbana, (ii) a suburbana e a (iii) periurbana.

Figura 1 - Enquadramento geográfico do Município da Matola



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

Fonte: Base de dados do CENACARTA

A cobertura vegetal nativa é do tipo Savana, mas encontra-se fortemente modificada (MUCHANGOS, 1986). De acordo com a classificação de Kóppen, 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.

### Material e métodos

Foram usadas imagens de satélite dos sensores TM/Landsat 5 e OLI/Landsat 8, órbita/ponto 167/78 WRS-2 de 23/07/1997, 19/07/2007 e 08/09/2014, projeção UTM, Zona 36S e Datum WGS84 adquiridas nos seguintes sites: [www.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov), [www.glovis.usgs.gov](http://www.glovis.usgs.gov) e [www.glcapp.glcf.umd.edu](http://www.glcapp.glcf.umd.edu).

As imagens TM/Landsat 5 e OLI/Landsat 8 foram georreferenciadas usando a técnica de registro imagem-imagem, dotando-se como referência a imagem ETM+/Landsat 7 ortorretificada (Geocover) de 07/05/2001, obtida no site [www.glcapp.glcf.umd.edu](http://www.glcapp.glcf.umd.edu), tendo sido colhidos 10 pontos de controles, com erro RMS (Roots Mean Square) inferior a 0.5 pixel.

O mapeamento da cobertura vegetal, foi feito 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; (ii) realizar 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.

Após o mapeamento de toda cobertura vegetal de Município e posterior quantificação em m<sup>2</sup> e km<sup>2</sup>, e conhecendo a área total estudada, também em m<sup>2</sup> e km<sup>2</sup>, foram calculados os índices de cobertura vegetal (Equação 1) para o Município e os respectivos bairros.

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 (Equação 2) (MOURA; NUCCI, 2008; GONÇALVES, et al., 2012; LUZ; RODRIGUES, 2014).

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

ICV Muito Alto, os valores acima de 46% e Muito Baixo, os valores de ICV abaixo de 13%, considerando que áreas com valores de ICV abaixo de 5% são consideradas de desertos florísticos, o que compromete significativamente as diferentes funções da cobertura vegetal, e o ICV Médio está de acordo com o valor recomendado de 30% (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação do ICV para o Município da Matola

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

Fonte: Org. Os autores, 2015

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

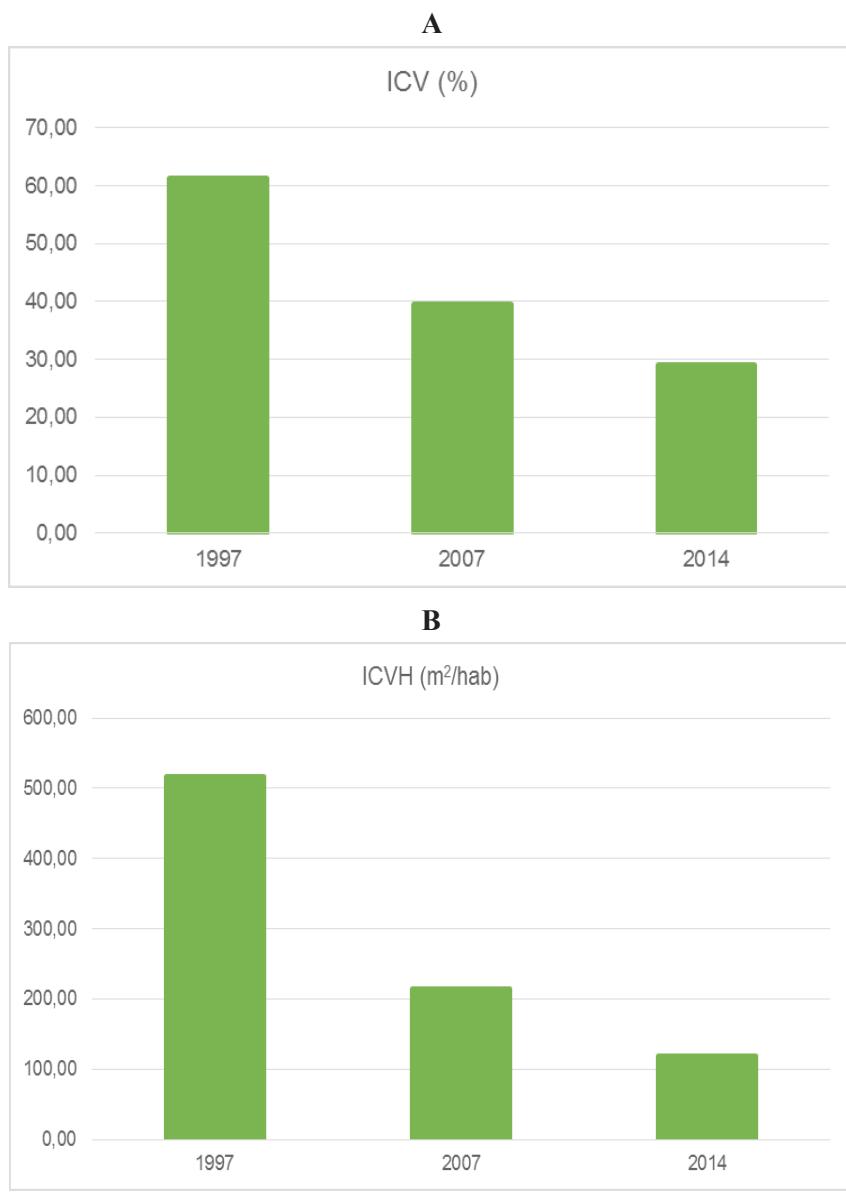
A quantificação da cobertura vegetal do Município, considerando a metodologia adotada, apresentou ICV de 61,25%, (correspondendo a 225,638km<sup>2</sup> de área coberta pela vegetação) para o ano de 1997 e 39,65% (146,074km<sup>2</sup>) para 2007, estes que estiveram acima dos 30% recomendáveis para 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% (106,898km<sup>2</sup>) (Tabela 2 e Figura 2A). Outro índice de cobertura vegetal calculado para o Município foi o ICV por habitante, resultando em 516,27m<sup>2</sup>/hab. para 1997, 213,97m<sup>2</sup>/hab. para 2007 e 119,71m<sup>2</sup>/hab. para o ano de 2014 (Tabela 2 e Figura 2B).

Tabela 2 - Índices de cobertura vegetal do município da Matola (1997 - 2014)

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

Fonte: Org. Os autores, 2015

**Figura 02** - Evolução do Índice de Cobertura Vegetal(A) e Índice de Cobertura Vegetal por Habitantes (B) do município da Matola e (1997 - 2014)



Fonte: Org. Os autores, 2015

Em uma análise ao nível de bairro, verifica-se também decréscimo do ICV e um comportamento diferenciado entre os bairros de 1997 a 2014 (Tabela 3).

Tabela 3 - Evolução dos Índices de Cobertura Vegetal por bairro (1997 - 2014)

	Bairros	ÁREA Km <sup>2</sup>	1997		2007		2014	
			ÁREA VEG(km <sup>2</sup> )	ICV (%)	ÁREA VEG(km <sup>2</sup> )	ICV (%)	ÁREA VEG(km <sup>2</sup> )	ICV (%)
Posto Administrativo da Matola Sede	Malhampsene	6,0	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	5,0	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	2,0	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	25,0	18,6	74,4	18,2	72,8	12,4	49,6
	Tsalala	23,0	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
	Matlhemele	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	3,0	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	13,0	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

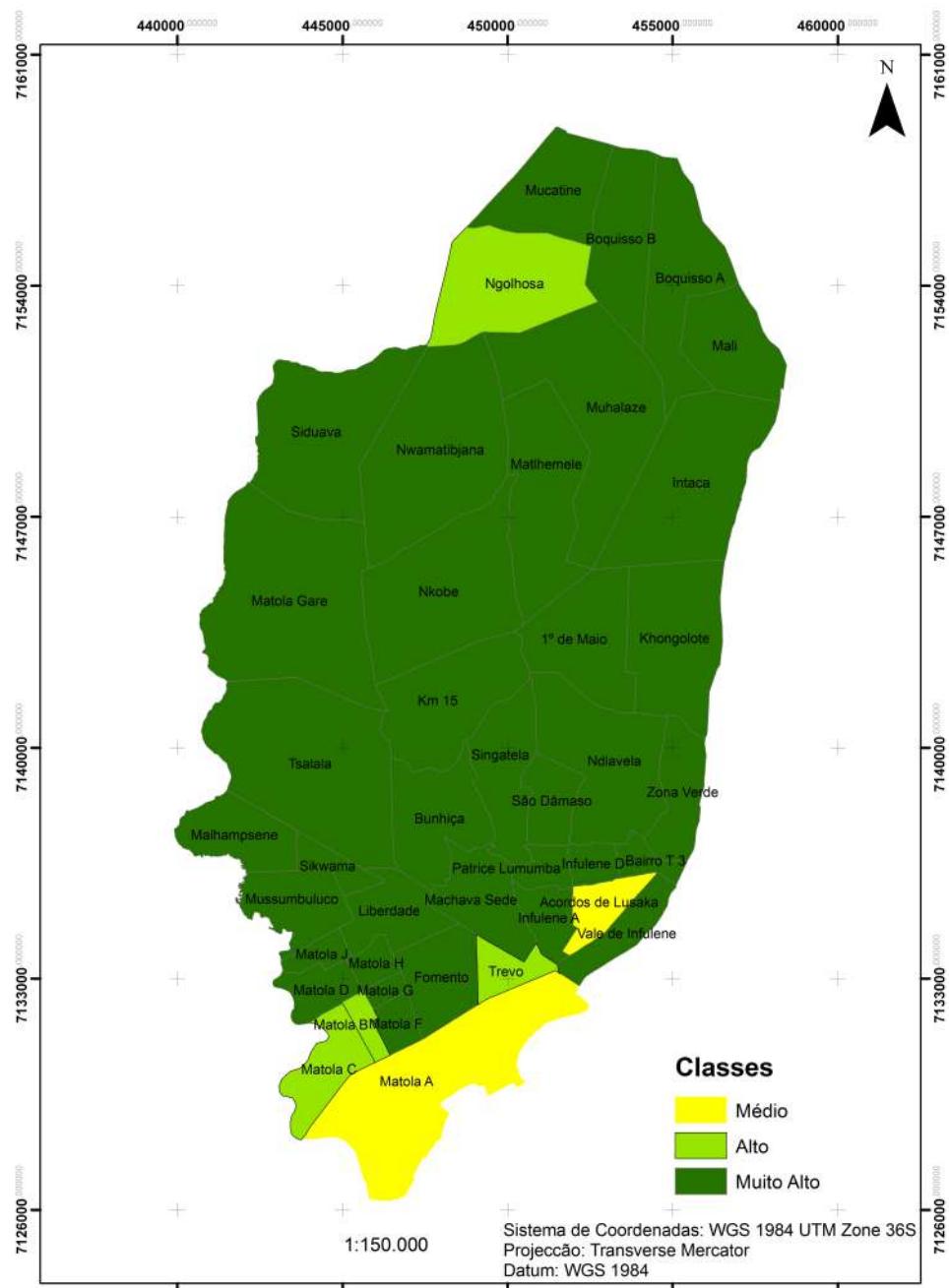
Fonte: Org. Os autores, 2015

Em 1997, todos os bairros do Município apresentavam valores do ICV acima do valor recomendado, sendo considerados ICV médio, alto e muito

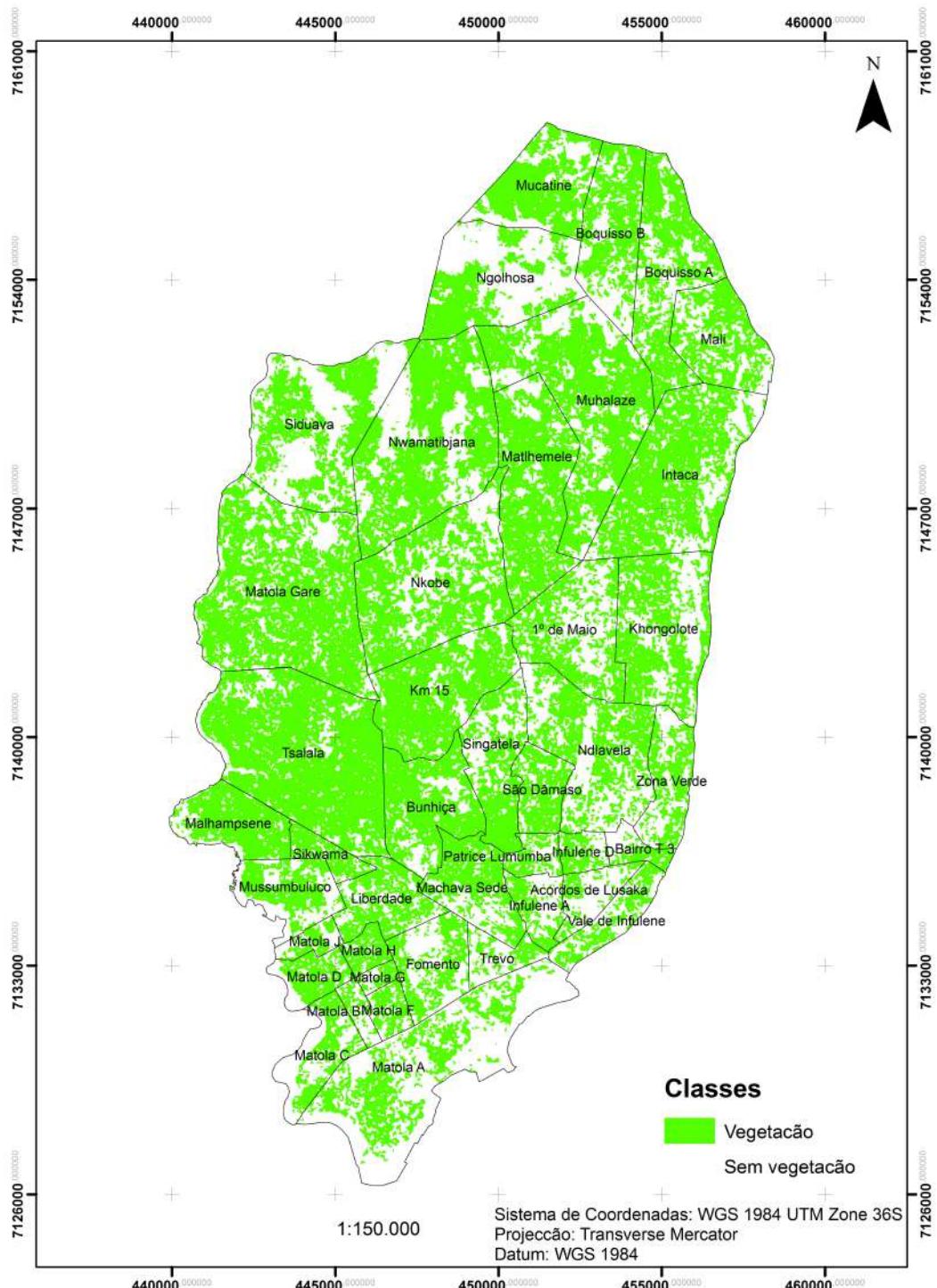
alto (Figura 3A), o que contribuía para um ambiente urbano equilibrado.

Figura 3 - Espacialização do ICV e distribuição da cobertura vegetal por bairros (1997)

### Índice de Cobertura Vegetal por Bairro (1997)



## Cobertura Vegetal no Município em 1997



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



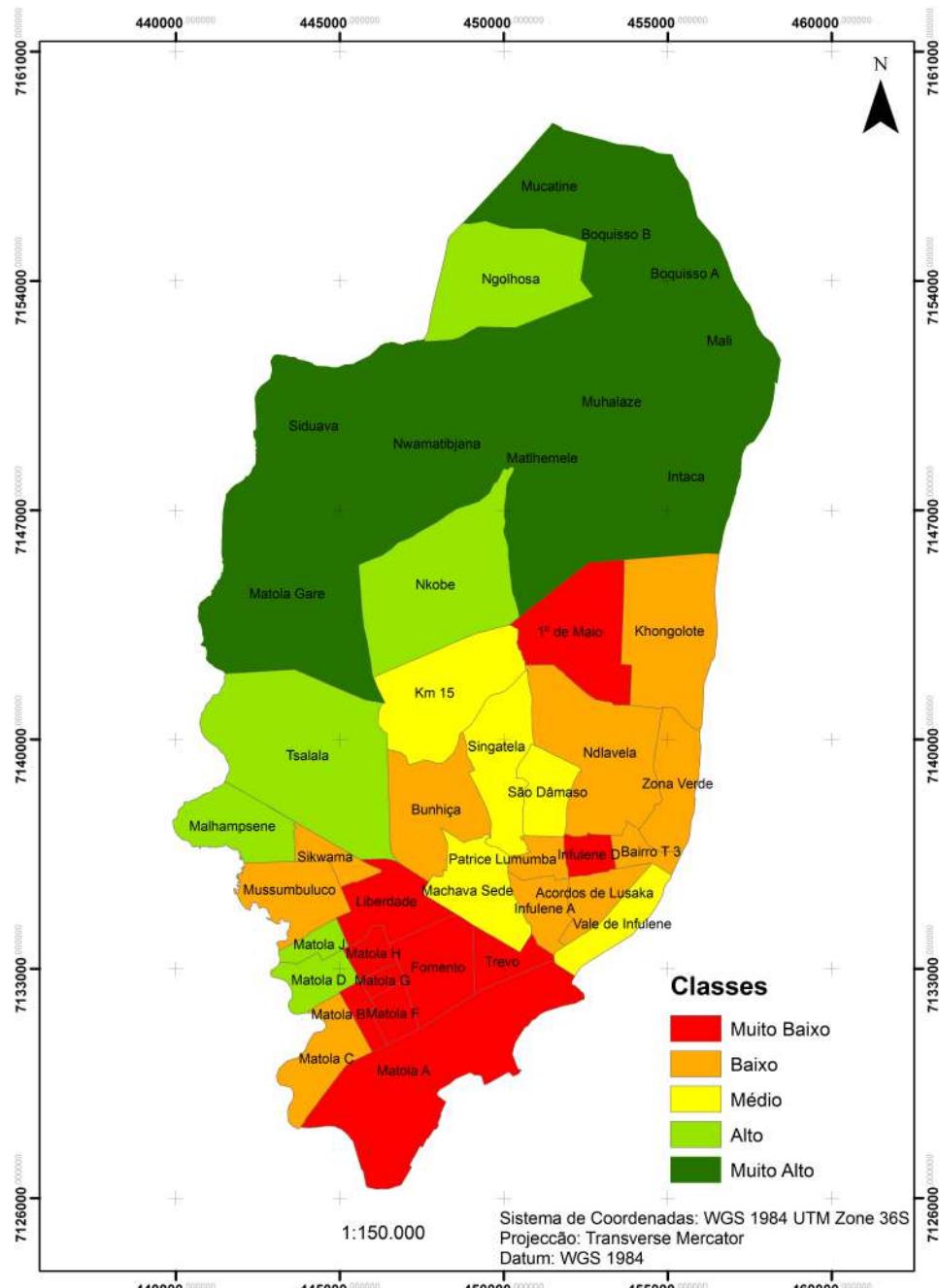
Fonte: Imagens TM/ Landsat 5. Org. Os autores, 2015

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 4A).

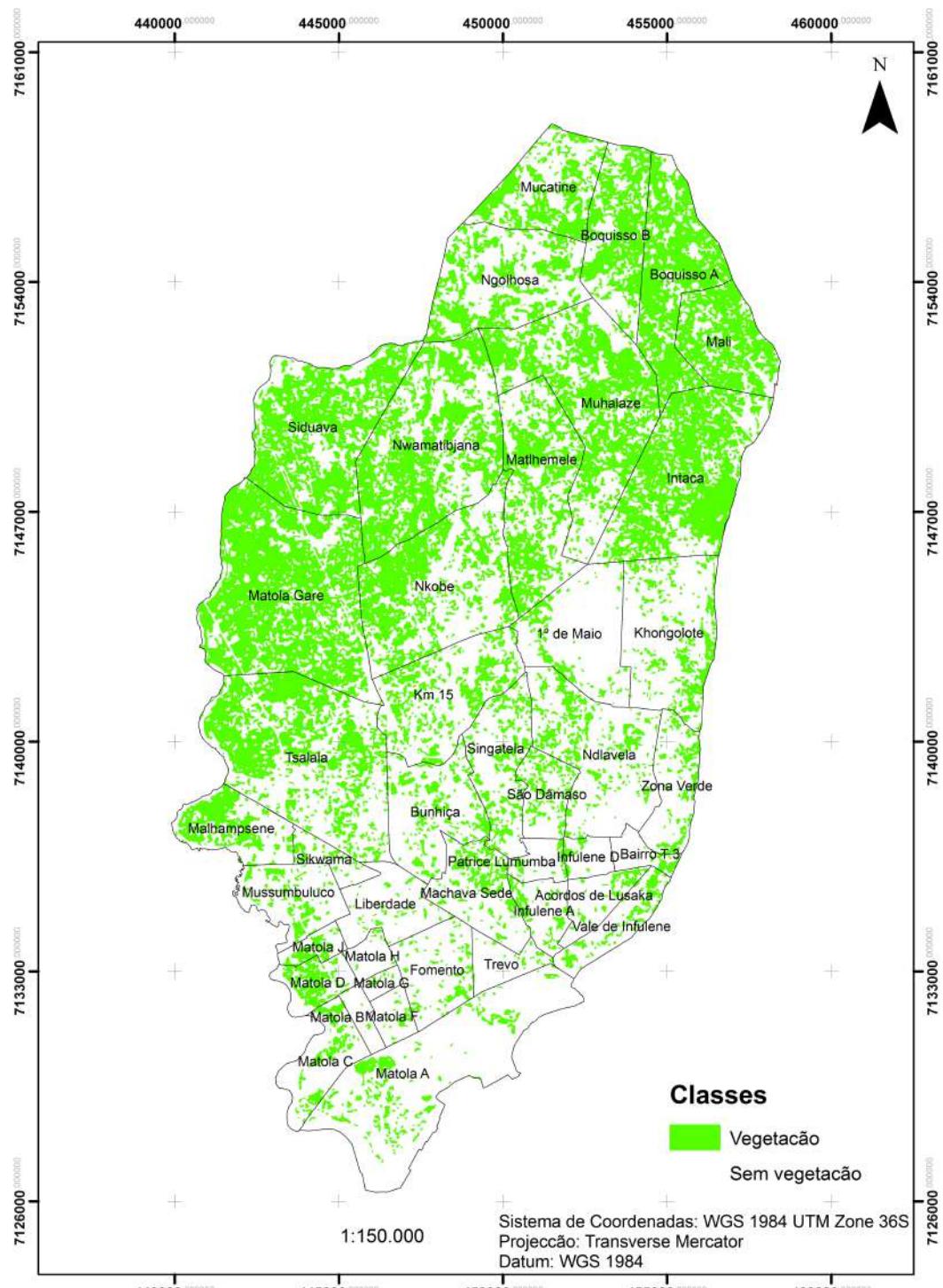
Figura 4 - Espacialização do ICV e distribuição da cobertura vegetal por bairros (2007)

### Índice de Cobertura Vegetal por Bairro (2007)



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

## Cobertura Vegetal no Município em 2007



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



Fonte: Imagens TM/ Landsat 5. Org. Os autores, 2015

A redução da cobertura vegetal e consequentemente dos ICV entre 1997 e 2007, 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 Matlhemele (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.

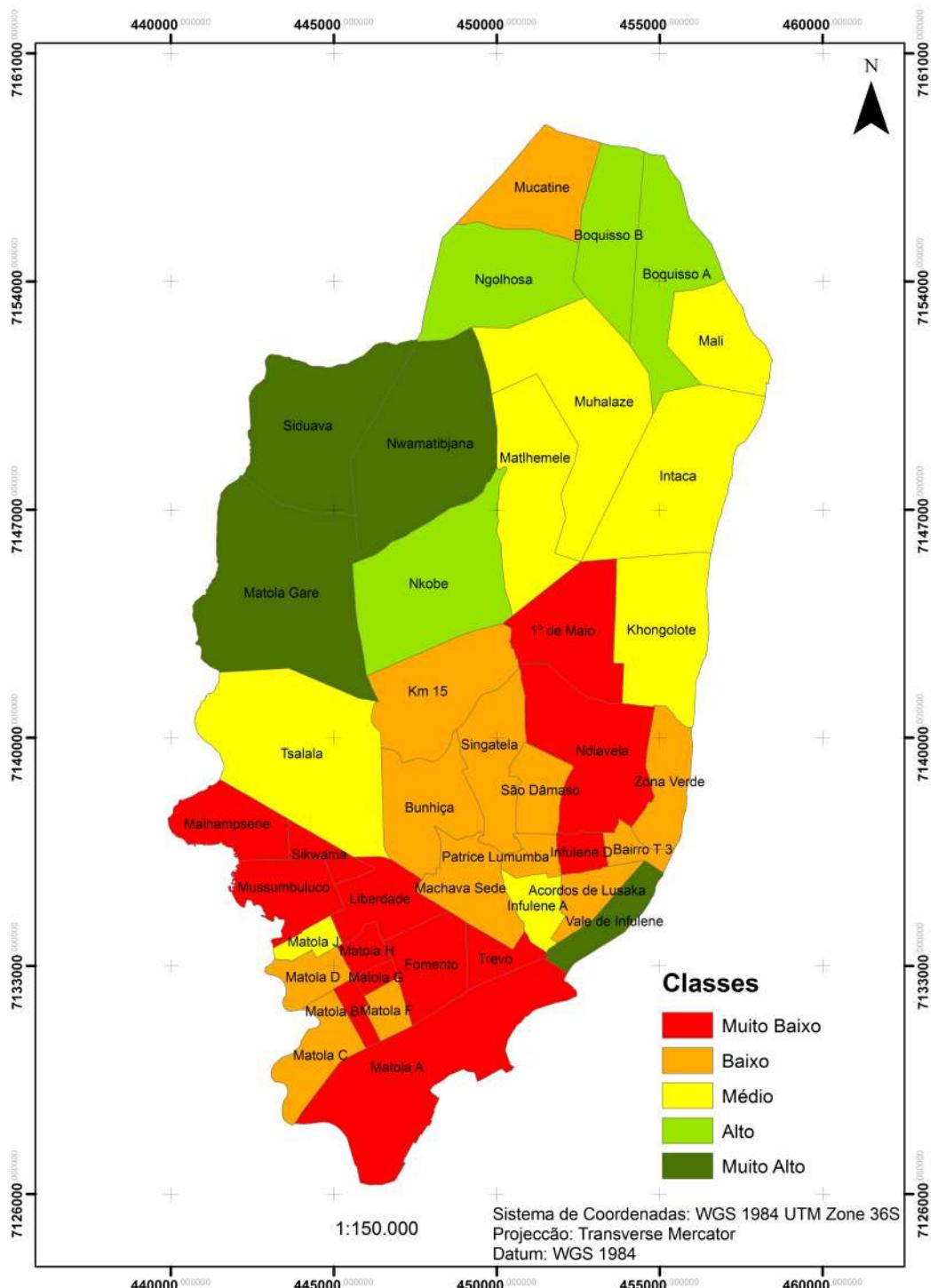
Vários motivos explicam este aumento populacional e consequente incremento da área da mancha urbana, desde as migrações da população de outros bairros do Posto Administrativo da Matola-Sede e do Município de Maputo a procura de novas áreas para a construção de casa, a transferência de parte da população 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 o alargamento da Estrada

Nacional Número 4 (EN4) (Maputo - Witbank) que tiveram 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 foi 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.

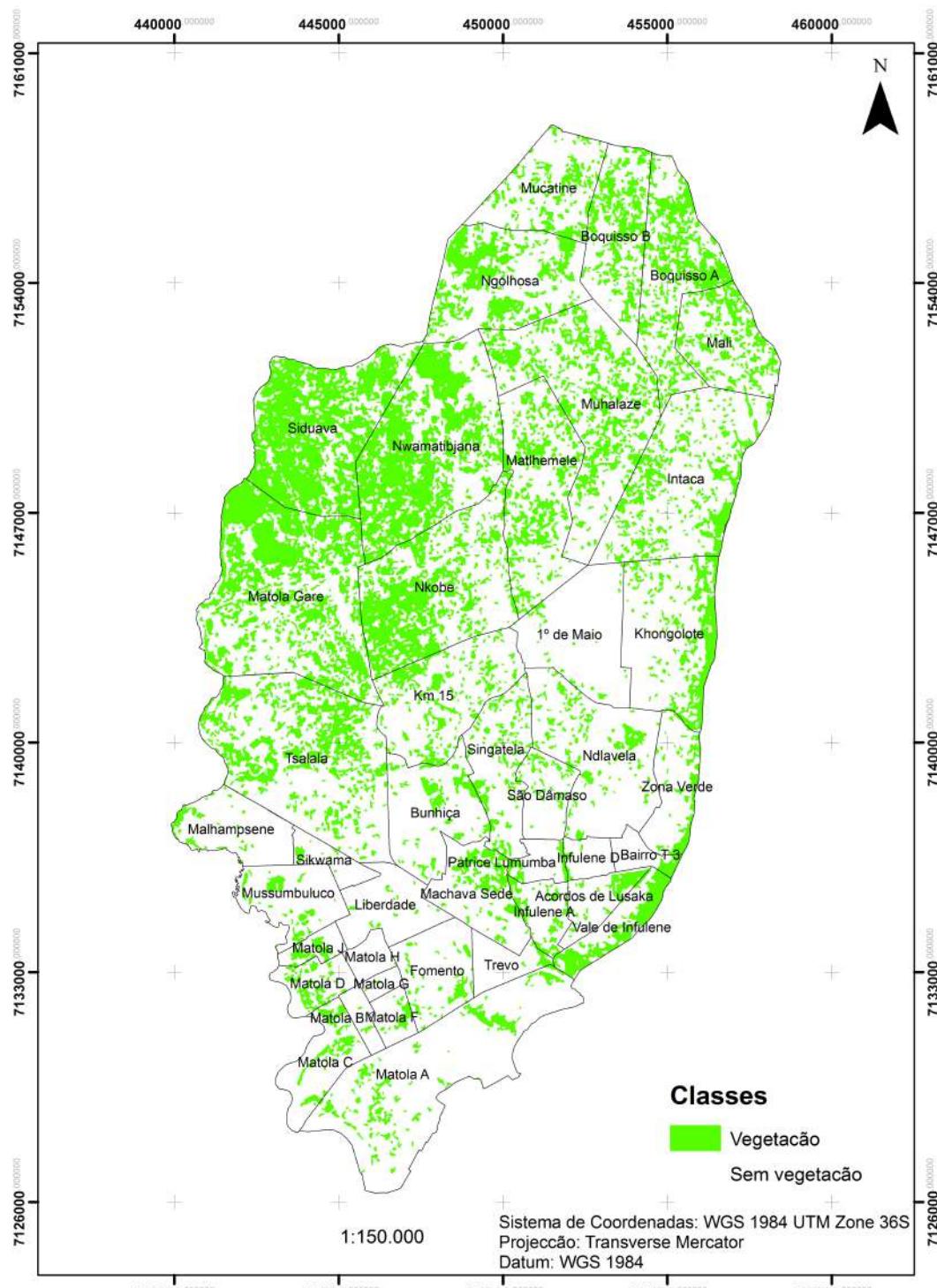
Entre 2007 e 2014, verificou-se redução considerável da cobertura vegetal e os ICV (Figura 5), devendo-se ao aumento na densidade de ocupação dos bairros centro-norte e norte do Município como Matola Gare, Nwamatibjana, Muhalaze, Mali, Boquiço A e B e Siduava. A este fato alia-se o desenvolvimento das 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 fator preponderante para esse aumento de densidade da ocupação do espaço.

Figura 5 - Espacialização do ICV e distribuição da cobertura vegetal por bairros (2014)

## Índice de Cobertura Vegetal por Bairro (2014)



## Cobertura Vegetal no Município em 2014



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



Fonte: Imagens OLI/ Landsat 8. Org. Os autores, 2015

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 H, Matola B, Matola G, Sikwama e Liberdade, são os que mais se destacam, apresentando o ICV abaixo de 5%, sendo considerados deste modo desertos florísticos.

Os bairros do Posto Administrativo da Matola, apresentaram para 2014, valores do ICV que variam de 13,5% (São Damaso) a 71% (Siduava), abrangendo todas as classes do ICV propostos (Figura 4A). 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 de um bairro (Figuras 2B, 3B e 4B).

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 melhorar o seu ambiente.

## CONCLUSÕES

A área de cobertura vegetal no período em análise, apresentou decréscimo, de 225,630km<sup>2</sup> em 1997 para 106,898km<sup>2</sup> em 2014, portanto 52,6%. O período de 1997 – 2007, foi o que registrou a maior redução da área de cobertura vegetal, 79,564km<sup>2</sup> (35,1%).

Ao que se refere aos ICV, 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 516,27m<sup>2</sup>/hab. em 1997 para 119,71m<sup>2</sup>/hab. em 2014.

O recorte espacial do ICV por bairro mostra tendência decrescente e diferenciada, apresentando

situações alarmantes em certos bairros do Posto Administrativo da Matola-Sede, para o ano de 2014, como Matola H, Matola B, Matola G, Sikwama e Liberdade com valores muito abaixo dos 5%, considerando-se esses bairros desertos florísticos.

Estes dados possibilitam por um lado o reconhecimento de áreas que carecem de intervenção urgente, e por outro lado, evidencia a necessidade de se preservar a cobertura vegetal ainda existente no município, a criação de áreas verdes e arborização das avenidas e ruas, por forma a garantir melhor qualidade ambiental do município e qualidade de vida aos habitantes.

Todavia, recomenda-se a realização de estudos ou análises posteriores do mapeamento da cobertura vegetal e análise dos índices de cobertura vegetal, usando metodologia diferente, imagens de alta resolução espacial e análise qualitativa, tenho 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.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- 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.
- CONSELHO MUNICIPAL DA CIDADE DA MATOLA (CMCM). *Plano de Estrutura Urbana da Cidade da Matola – 2010*, 2010.
- DIREÇÃO NACIONAL DA ADMINISTRAÇÃO LOCAL (DNAL). *Desenvolvimento Urbano da região de Maputo-Matola*. Folha Informativa. MAE, Maputo, 1988.
- 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.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE). 2<sup>a</sup> Edição do *Retrato da Província de Maputo 2009*, Maputo, 2009.

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.

LOMBARDO, M. A. *Ilhas de calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985.

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.

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.

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.

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.1<sup>a</sup> ed. 2001.

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

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.

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. *International Journal of Remote Sensing*, 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.